

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Busca de compostos em *Chenopodium* spp.  
(Chenopodiaceae) com bioatividade em relação a pragas de  
grãos armazenados**

**Márcio Aurélio Garcia Correia Tavares**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Agronomia. Área de Concentração: Entomologia

Piracicaba  
2006

Márcio Aurélio Garcia Correia Tavares  
Engenheiro Agrônomo

**Busca de compostos em *Chenopodium* spp. (Chenopodiaceae) com  
bioatividade em relação a pragas de grãos armazenados**

Orientador:  
Prof. Dr. **JOSÉ DJAIR VENDRAMIM**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Agronomia. Área de Concentração: Entomologia

Piracicaba  
2006

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Tavares, Márcio Aurélio Garcia Correia

Busca de compostos em *Chenopodium* spp. (Chenopodiaceae) com bioatividade em relação a pragas de grãos armazenados / Márcio Aurélio Garcia Correia Tavares. - - Piracicaba, 2006.

111 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.  
Bibliografia.

1. Caryophyllales 2. Controle de pragas 3. Fitossanidade 4. Grãos 5. Insecta  
6. Inseticidas 7. Manejo integrado 8. Plantas produtoras de pesticidas I. Título

CDD 631.563

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

Aos meus pais Antonio Tavares (*in memorian*) e Therezinha Garcia Tavares (*in memorian*) e aos meus irmãos Antonio Marcos (*in memorian*) e Maria Cristina,

## **OFEREÇO**

A minha avó Delfina Garcia Moreira (*in memorian*),

## **HOMENAGEIO**

A minha esposa Ana Beatriz,

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao orientador e amigo Dr. José Djair Vendramim, Professor Titular do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), pela orientação e apoio.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, pelos ensinamentos transmitidos.

À Professora Dra. Marinéia de Lara Haddad, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao professor Dr. José Otávio Brito do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ, pelo auxílio na extração dos óleos essenciais.

Ao funcionário Udemílson Luis Ceribelli, técnico em química, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ, pelo auxílio na extração dos óleos essenciais.

Ao professor Dr. Paulo Cesar Vieira do Departamento de Química da UFSCar, pela colaboração na execução deste trabalho.

Ao Dr. Waldir Tavares de Lima e à doutoranda Patrícia Santana Barbosa Marinho, pelo auxílio na análise e identificação dos constituintes do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.

À Dra. Waldireny Caldas Rocha, pelos ensinamentos e apoio de grande importância para execução desta tese.

Aos professores do Curso de Engenharia Agrônômica do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal - SP (UNIPINHAL), pelos ensinamentos transmitidos, em especial às professoras Maria Helena Calafiori e Nilva Terezinha Teixeira.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas da ESALQ: Ana Paula, Antonio Pancrácio, Bruno Lovato, Cristina Fugi, Edilene Oliveira, Elio Cesar Guzzo, Eliane Grisoto, Enrique Castiglioni, Fábio

Mazzonetto, Danila Helena Pinto, Fabiana Fassis, Fernanda Diogo, Gerane Bezerra, José Francisco Garcia, Maria Auxiliadora Oriani, Marilene Fancelli, Mônica Silva Santos, Osvaldo Marteniuk, Patrícia Gabriel, Paulo Bogorni, Rita Gervásio, Romildo Silloto, Uemerson Cunha, Vanessa Pansiera e Yueh Sheng Lee, pela amizade e colaboração.

A todos os amigos e colegas pós-graduandos, mestrandos e doutorandos, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ, em especial: Ademir Neves, Cláudio Franco, Dori Edson Nava, Edmilson Santos Silva, Fabiana Romano, Gustavo Haralampidou, Gustavo Gonzaga, João Fernando Bernardini, Jorge Guimarães, Kátia S. Sazaki, Luciano Pacelli, Marcelo Poletti e Wyratan da Silva Santos, pelo companheirismo.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ, José Carlos Rodrigues Castilho, Orozino Rodrigues dos Santos e José Ventura Filho, pelo auxílio no cultivo das plantas de *Chenopodium* spp.

Aos demais funcionários do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ, Adriana Marques, Ana Gabriela Brancalhão, Augusto César Pinheiro Florim, Maria Marta Colletti Barella e Regina C. Botequio de Moraes, pela amizade e serviços prestados.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos.

A Deus.

## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
|       | RESUMO.....  | 10 |
|       | ABSTRACT.....  | 11 |
|       | LISTA DE FIGURAS.....  | 12 |
|       | LISTA DE TABELAS.....  | 13 |
| 1     | INTRODUÇÃO.....  | 16 |
| 2     | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....   | 18 |
| 2.1   | <i>Sitophilus zeamais</i> Mots., 1855.....                                       | 18 |
| 2.1.1 | Distribuição geográfica e descrição.....   | 18 |
| 2.1.2 | Biologia e danos.....  | 18 |
| 2.2   | <i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabr.).....   | 19 |
| 2.2.1 | Distribuição geográfica .....  | 19 |
| 2.2.2 | Descrição, biologia e danos.....   | 19 |
| 2.3   | Inseticidas botânicos.....   | 20 |
| 2.3.1 | Vantagens e desvantagens do uso de inseticidas botânicos.....                    | 21 |
| 2.3.2 | Obtenção de inseticidas botânicos.....   | 23 |
| 2.3.3 | Efeito e utilização dos inseticidas botânicos sobre insetos.....                 | 24 |
| 2.4   | Efeito de substâncias de origem vegetal sobre pragas de grãos armazenados.....   | 26 |
| 2.4.1 | Bioatividade sobre <i>Sitophilus zeamais</i> e <i>Rhyzopertha dominica</i> ..... | 29 |
| 2.5   | <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.....   | 31 |
| 2.5.1 | Origem, morfologia e biologia.....   | 31 |
| 2.5.2 | Atividade repelente e inseticida.....  | 32 |
| 2.5.3 | Compostos químicos identificados.....  | 34 |
| 2.6   | <i>Chenopodium album</i> L.....  | 35 |
| 2.6.1 | Origem, morfologia e biologia.....   | 35 |
| 2.6.2 | Atividade repelente e inseticida.....  | 36 |
| 2.7   | <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.....   | 36 |
| 2.7.1 | Origem, morfologia e biologia.....   | 36 |
| 2.7.2 | Atividade repelente e inseticida.....  | 36 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.8   | Óleos essenciais.....   | 37 |
| 2.8.1 | Considerações gerais.....   | 37 |
| 2.8.2 | Bioatividade em relação a pragas de grãos armazenados.....  | 38 |
| 3     | MATERIAL E MÉTODOS.....   | 41 |
| 3.1   | Manutenção da criação dos insetos.....  | 41 |
| 3.2   | Cultivo e obtenção dos pós de <i>Chenopodium</i> spp.....   | 42 |
| 3.3   | Preparo dos extratos aquosos e não aquosos de <i>Chenopodium</i> spp.....   | 42 |
| 3.4   | Obtenção do óleo essencial de <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.....  | 43 |
| 3.5   | Bioensaios com pós de <i>Chenopodium</i> spp.....   | 44 |
| 3.5.1 | Avaliação da repelência.....  | 44 |
| 3.5.2 | Avaliação da atividade inseticida.....  | 45 |
| 3.6   | Bioatividade dos extratos aquosos e não aquosos de <i>Chenopodium</i> spp. sobre <i>S. zeamais</i> e <i>R. dominica</i> .....                       | 46 |
| 3.6.1 | Avaliação da repelência.....  | 46 |
| 3.6.2 | Avaliação da atividade inseticida.....  | 46 |
| 3.7   | Bioatividade do óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> .....  | 47 |
| 3.7.1 | Avaliação da atividade inseticida.....  | 47 |
| 3.8   | Análise do óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> .....   | 47 |
| 3.9   | Identificação dos componentes do óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> .....   | 48 |
| 3.10  | Avaliação da atividade repelente e inseticida dos compostos presentes no óleo essencial de <i>Chenopodium</i> spp.....                              | 49 |
| 3.11  | Análise estatística.....  | 50 |
| 4     | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 51 |
| 4.1   | Rendimentos das extrações para obtenção dos extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) e do óleo essencial de <i>Chenopodium</i> spp..... | 51 |
| 4.2   | Identificação dos constituintes do óleo essencial de <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.....   | 53 |
| 4.2.1 | Compostos identificados.....  | 60 |



|         |   |    |
|---------|---|----|
| 4.3     | Bioensaios com <i>Sitophilus zeamais</i> .....  | 67 |
| 4.3.1   | Avaliação da repelência.....  | 67 |
| 4.3.1.1 | Repelência de pós.....  | 67 |
| 4.3.1.2 | Repelência de extratos aquosos.....   | 68 |
| 4.3.1.3 | Repelência de extratos não aquosos.....   | 70 |
| 4.3.1.4 | Repelência de substâncias presentes no óleo essencial de<br><i>Chenopodium ambrosioides</i> L.....        | 71 |
| 4.3.2   | Avaliação da atividade inseticida.....  | 72 |
| 4.3.2.1 | Efeito inseticida de pós.....   | 72 |
| 4.3.2.2 | Efeito inseticida de extratos aquosos.....  | 74 |
| 4.3.2.3 | Efeito inseticida de extratos não aquosos.....  | 76 |
| 4.3.2.4 | Efeito inseticida do óleo essencial de <i>Chenopodium ambrosioides</i><br>L.....                          | 79 |
| 4.3.2.5 | Efeito inseticida de substâncias presentes no óleo essencial de<br><i>Chenopodium ambrosioides</i> L..... | 80 |
| 4.4     | Bioensaios com <i>Rhyzopertha dominica</i> .....  | 81 |
| 4.4.1   | Avaliação da repelência.....  | 81 |
| 4.4.1.1 | Repelência de pós.....  | 81 |
| 4.4.1.2 | Repelência de extratos aquosos.....   | 83 |
| 4.4.1.3 | Repelência de extratos não aquosos.....   | 84 |
| 4.4.1.4 | Repelência de substâncias presentes no óleo essencial de<br><i>Chenopodium ambrosioides</i> L.....        | 85 |
| 4.4.2   | Avaliação da atividade inseticida.....  | 86 |
| 4.4.2.1 | Efeito inseticida de pós.....   | 86 |
| 4.4.2.2 | Efeito inseticida de extratos aquosos.....  | 87 |
| 4.4.2.3 | Efeito inseticida de extratos não aquosos.....  | 88 |
| 4.4.2.4 | Efeito inseticida do óleo essencial de <i>Chenopodium ambrosioides</i><br>L.....                          | 91 |
| 4.4.2.5 | Efeito inseticida de substâncias presentes no óleo essencial de<br><i>Chenopodium ambrosioides</i> L..... | 92 |
| 4.5     | Considerações finais.....   | 93 |

|   |                  |    |
|---|------------------|----|
| 5 | CONCLUSÕES.....  | 96 |
|   | REFERÊNCIAS..... | 98 |

## RESUMO

### **Busca de compostos em *Chenopodium* spp. (Chenopodiaceae) com bioatividade em relação a pragas de grãos armazenados**

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a bioatividade de pós, extratos aquosos e não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas e frutos de *Chenopodium ambrosioides* L., *Chenopodium quinoa* Willd. e *Chenopodium album* L. sobre as pragas de grãos armazenados, *Sitophilus zeamais* Mots. e *Rhyzopertha dominica* (Fabr.), bem como avaliar o potencial inseticida do óleo essencial de *C. ambrosioides*, e o efeito repelente e inseticida de algumas substâncias (limoneno,  $\alpha$ -pineno e *p*-cimeno) constituintes deste. As plantas de *Chenopodium* spp. foram cultivadas na área experimental do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, de maneira a possibilitar a coleta das respectivas estruturas vegetais e posterior obtenção dos pós (através de secagem e moagem) e extratos aquosos (imersão dos pós em água por 24 horas) e não aquosos (maceração com solventes). O óleo essencial de *C. ambrosioides* foi obtido pelo processo de hidrodestilação. Análises dos constituintes dos óleos essenciais foram feitas por cromatografia gasosa acoplada à espectroscopia de massas (CG/EM). Os insetos utilizados nos ensaios foram obtidos de criação mantida em grãos de trigo. Avaliou-se o efeito dos pós, extratos aquosos e não aquosos de *Chenopodium* spp., e das substâncias do óleo essencial de *C. ambrosioides* sobre o comportamento (atratividade e/ou repelência) dos besouros. Avaliou-se também o efeito inseticida dos pós, extratos aquosos e não aquosos de *Chenopodium* spp., e do óleo essencial de *C. ambrosioides* e alguns de seus constituintes sobre os insetos. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que: a) extratos em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* e *C. quinoa* apresentam repelência aos adultos de *S. zeamais*; b) extrato em clorofórmio de folhas de *C. quinoa* é atraente aos adultos de *S. zeamais*; c) pós e extratos de *C. album* e *C. quinoa* não apresentam atividade inseticida e nem afetam o desenvolvimento de *S. zeamais* e *R. dominica*; d) pós de *C. ambrosioides* apresentam potencial inseticida e afetam o desenvolvimento de *S. zeamais* e *R. dominica*; e) extrato em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* apresenta alta atividade inseticida sobre adultos de ambos os besouros testados; f) adultos de *S. zeamais* são mais suscetíveis a pós de *C. ambrosioides* quando comparados aos adultos de *R. dominica*; g) óleo essencial de *C. ambrosioides* não apresenta atividade inseticida e não afeta o desenvolvimento de *S. zeamais* e *R. dominica*; h) limoneno,  $\alpha$ -pineno e *p*-cimeno não apresentam efeito repelente e tóxico sobre *R. dominica*; i) limoneno e *p*-cimeno são repelentes a *S. zeamais*; j) limoneno,  $\alpha$ -pineno e *p*-cimeno apresentam baixo efeito tóxico sobre *S. zeamais*.

Palavras-chave: Insecta; plantas inseticidas; Chenopodiaceae; controle alternativo; MIP

## ABSTRACT

### Searching for *Chenopodium* spp. (Chenopodiaceae) compounds with bioactivity against stored grain pests

This work was carried out to evaluate the bioactivity of powder, aqueous and not aqueous (hexanic, chloroformic and methanolic) extracts of leaves and fruits of *Chenopodium ambrosioides* L., *Chenopodium quinoa* Willd. and *Chenopodium album* L. on the stored grain pests, *Sitophilus zeamais* Mots. and *Rhyzopertha dominica* (Fabr.), as well as to evaluate the insecticidal potential of the essential oil of *C. ambrosioides* and the repellent and insecticidal effects of some substances (limonene,  $\alpha$ -pinene and p-cimene) constituents of this oil. Plants were cultivated in the experimental area of the "Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ/USP", to obtain the vegetable structures and the respective powders aqueous extracts (immersion of powders in water for 24 hours) and not aqueous extracts (through maceration with organic solvents). Essential oil from *C. ambrosioides* plants was obtained by hydrodistillation process. Analysis of the essential oil constituents was done by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC/MS). Insects used in the trials were reared in wheat grains. It was evaluated the effect of the powder, aqueous and not aqueous extracts of *Chenopodium* spp. and of the constituents of the *C. ambrosioides* essential oil on the behavior (attractiveness and/or repellence) of the beetles. It was also evaluated the insecticidal effect of the powder, aqueous and not aqueous extracts of *Chenopodium* spp. and of the essential oil of *C. ambrosioides* and some of its constituents on the insects. According to the results it is concluded that: a) chloroformic extracts from fruits of *C. ambrosioides* and *C. quinoa* present repellence effect to *S. zeamais* adults; b) chloroformic extracts from leaves of *C. quinoa* are attractive to *S. zeamais* adults; c) powders and extracts of *C. album* and *C. quinoa* do not present insecticidal activity and do not affect *S. zeamais* and *R. dominica* development; d) powders from *C. ambrosioides* present insecticidal potential and affect the *S. zeamais* and *R. dominica* development; e) chloroformic extract from *C. ambrosioides* fruits presents high insecticidal activity to adults of both beetle; f) adults of *S. zeamais* are more susceptible to the powders and chloroformic extract of *C. ambrosioides* when compared to the adults of *R. dominica* g) essential oil of *C. ambrosioides* does not present insecticidal activity and does not affect the *S. zeamais* and *R. dominica* development; h) limonene,  $\alpha$ -pinene and p-cimene do not present repellent and insecticide effect to *R. dominica*; i) limonene and p-cimene are repellent to *S. zeamais*; j) limonene,  $\alpha$ -pinene and p-cimene present low toxic effect to *S. zeamais*.

Keywords: Insecta; insecticide plants; Chenopodiaceae; alternative control; IPM

## LISTA DE FIGURAS

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Esquema das fases para obtenção de produtos vegetais (pós, extratos e óleos fixos).....   | 23 |
| 2  | Esquema utilizado para obtenção dos extratos.....   | 43 |
| 3  | Arena utilizada para execução dos bioensaios para avaliação da repelência/atratividade de <i>Chenopodium</i> spp. em relação a <i>S. zeamais</i> .....  | 44 |
| 4  | Arena utilizada para execução dos bioensaios para avaliação da repelência/atratividade de <i>Chenopodium</i> spp. em relação a <i>R. dominica</i> ..... | 45 |
| 5  | Cromatograma do óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> (amostra 01).....  | 54 |
| 6  | Cromatograma do óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> (amostra 02).....  | 55 |
| 7  | Cromatograma do óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> (amostra 03).....  | 56 |
| 8  | Cromatograma do óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> (amostra 04).....  | 57 |
| 9  | Cromatograma do óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> (amostra 05).....  | 58 |
| 10 | Cromatograma do óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> (amostra 06).....  | 59 |
| 11 | Efeito de pós e extratos aquosos de <i>C. ambrosioides</i> sobre adultos de <i>S. zeamais</i> .....   | 76 |
| 12 | Efeito de pós e extratos aquosos de <i>C. ambrosioides</i> sobre a emergência de adultos de <i>S. zeamais</i> .....                                     | 76 |
| 13 | Efeito de pós e extratos aquosos de <i>C. ambrosioides</i> sobre adultos de <i>R. dominica</i> .....  | 88 |
| 14 | Efeito de pós e extratos aquosos de <i>C. ambrosioides</i> sobre a emergência de adultos de <i>R. dominica</i> .....                                    | 88 |

## LISTA DE TABELAS

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Rendimento na obtenção de extratos em hexano de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....                                  | 51 |
| 2  | Rendimento na obtenção de extratos em clorofórmio de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....                             | 52 |
| 3  | Rendimento na obtenção de extratos em metanol de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....                                 | 52 |
| 4  | Quantidade (ml) e rendimento (%) na obtenção de óleo essencial (flores e frutos em conjunto) de <i>C. ambrosioides</i> .....    | 53 |
| 5  | Componentes presentes no óleo essencial (amostra 1), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura..... | 60 |
| 6  | Componentes presentes no óleo essencial (amostra 2), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura..... | 61 |
| 7  | Componentes presentes no óleo essencial (amostra 3), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura..... | 61 |
| 8  | Componentes presentes no óleo essencial (amostra 4), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura..... | 62 |
| 9  | Componentes presentes no óleo essencial (amostra 5), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura..... | 62 |
| 10 | Componentes presentes no óleo essencial (amostra 6), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura..... | 63 |
| 11 | Atratividade de adultos de <i>S. zeamais</i> por pós de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....                          | 68 |
| 12 | Atratividade de adultos de <i>S. zeamais</i> por extratos aquosos de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....             | 69 |
| 13 | Atratividade de adultos de <i>S. zeamais</i> por extratos em clorofórmio de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....      | 70 |
| 14 | Atratividade de adultos de <i>S. zeamais</i> por substâncias presentes no óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> .....        | 72 |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 15 | Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de <i>S. zeamais</i> em grãos de trigo tratados com pós de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....                                | 73 |
| 16 | Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de <i>S. zeamais</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos aquosos de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....               | 74 |
| 17 | Mortalidade (%), ao 5º dia, de adultos de <i>S. zeamais</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de frutos de <i>Chenopodium</i> spp..... | 77 |
| 18 | Mortalidade (%), ao 5º dia, de adultos de <i>S. zeamais</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas de <i>Chenopodium</i> spp..... | 78 |
| 19 | Número de adultos emergidos de <i>S. zeamais</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....            | 78 |
| 20 | Número de adultos emergidos de <i>S. zeamais</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas de <i>Chenopodium</i> spp.....            | 79 |
| 21 | Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de <i>S. zeamais</i> em grãos de trigo pulverizados com óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> .....                                   | 80 |
| 22 | Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de <i>S. zeamais</i> em grãos de trigo pulverizados com substâncias presentes no óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> .....          | 81 |
| 23 | Atratividade de adultos de <i>R. dominica</i> por pós de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....  | 82 |
| 24 | Atratividade de adultos de <i>R. dominica</i> por extratos aquosos de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....   | 83 |
| 25 | Atratividade de adultos de <i>R. dominica</i> por extratos em clorofórmio de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....  | 84 |
| 26 | Atratividade de adultos de <i>R. dominica</i> por substâncias presentes no óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> .....  | 85 |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 27 | Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de <i>R. dominica</i> em grãos de trigo tratados com pós de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....                                | 86 |
| 28 | Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de <i>R. dominica</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos aquosos de folhas e frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....               | 87 |
| 29 | Mortalidade (%), ao 5º dia, de adultos de <i>R. dominica</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de frutos de <i>Chenopodium</i> spp..... | 89 |
| 30 | Mortalidade (%), ao 5º dia, de adultos de <i>R. dominica</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas de <i>Chenopodium</i> spp..... | 89 |
| 31 | Número de adultos emergidos de <i>R. dominica</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de frutos de <i>Chenopodium</i> spp.....            | 90 |
| 32 | Número de adultos emergidos de <i>R. dominica</i> em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas de <i>Chenopodium</i> spp.....            | 90 |
| 33 | Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de <i>R. dominica</i> em grãos de trigo pulverizados com óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> .....                                   | 91 |
| 34 | Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de <i>R. dominica</i> em grãos de trigo pulverizados com substâncias presentes no óleo essencial de <i>C. ambrosioides</i> .....          | 92 |



## 1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de grãos na safra de 2005/2006 foi estimada em 113 milhões de toneladas, gerando divisas e empregos para o país, destacando-se, entre outras, as culturas de soja, milho, arroz e trigo, culturas de importância no cenário agrícola do Brasil (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2006).

A necessidade de aumentar a produtividade destas culturas agrícolas, dentro de um sistema sustentável de exploração do meio ambiente, tem estimulado pesquisas sobre diferentes técnicas de manejo, de maneira a maximizar a produção e minimizar as possíveis perdas existentes, nas fases de cultivo, colheita, transporte, industrialização e armazenamento.

A fase de armazenamento é de fundamental importância, pois qualquer perda neste período reduz diretamente o produto final, pronto para a comercialização. Entre os fatores responsáveis por estes prejuízos, destacam-se o alto índice de umidade e impurezas dos grãos no momento do armazenamento, a falta de estruturas armazenadoras adequadas e a presença de insetos-praga.

Estima-se que, no Brasil, as perdas ocasionadas pelo ataque de insetos-praga sejam da ordem de 10% da produção total de grãos, tornando-se evidente a relevância destes prejuízos.

Dentre as pragas associadas aos grãos armazenados no Brasil, o gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col., Curculionidae) e o besouro-dos-cereais, *Rhyzopertha dominica* (Fabr., 1792) (Col., Bostrichidae) destacam-se como as mais importantes, devido ao grande número de hospedeiros e elevado potencial biótico (GALLO et al., 2002), tornando-se necessário o eficiente controle destes insetos.

A partir da II Guerra Mundial, com o desenvolvimento dos inseticidas sintéticos e sua rápida difusão, o controle das pragas agrícolas passou a ser realizado, na maioria dos casos, apenas com estes produtos químicos, constituindo-se no único método utilizado, diminuindo as pesquisas e o emprego de outras ferramentas de controle, como os inseticidas de origem vegetal, os quais eram muito empregados antes deste período.

As pesquisas recentes, demonstrando os problemas ocasionados pelo uso intensivo destes inseticidas sintéticos, como contaminação do ambiente, do homem e presença de resíduos nos alimentos, ocasionou o ressurgimento dos estudos envolvendo o uso dos inseticidas de origem vegetal, como promissores métodos de controle, ao mesmo tempo eficientes e isentos das adversidades causadas pelos inseticidas convencionais.

Estes inseticidas naturais, também chamados de inseticidas botânicos, apresentam entre outras vantagens, a sua rápida biodegradação diminuindo assim os riscos de contaminação do ambiente e dos alimentos, além de serem de fácil obtenção e preparação.

Os estudos com estes inseticidas botânicos apresentam dois objetivos básicos: a) aplicação direta no controle de pragas, com a utilização de pós, extratos aquosos e óleos em pequenas e médias propriedades ou em sistemas de cultivo orgânico; b) fonte de novas moléculas, visando ao desenvolvimento de novos produtos, mais seletivos e menos tóxicos aos organismos não-alvo que os inseticidas convencionais utilizados.

Desta maneira, como as pesquisas têm demonstrado a possibilidade da adoção dos inseticidas de origem vegetal no controle dos insetos-praga de grãos armazenados, foi realizado este trabalho com o objetivo de avaliar, em condições de laboratório, o potencial repelente e inseticida de *Chenopodium ambrosioides* L., *Chenopodium quinoa* Willd. e *Chenopodium album* L. (Chenopodiaceae), em relação a *S. zeamais* e *R. dominica*, bem como identificar e avaliar a bioatividade de compostos presentes nestas espécies vegetais sobre os besouros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 *Sitophilus zeamais* Mots.1855

#### 2.1.1 Distribuição geográfica e descrição

O gorgulho-do-milho, *S. zeamais*, coleóptero pertencente à família Curculionidae, foi descrito por Motschulsky, em 1855, surgindo, a partir de então, dúvidas quanto ao complexo de *Sitophilus oryzae* descrito por Linneu em 1763. Diversos estudos foram realizados com o objetivo de estudar este complexo, até que, em 1961, Kuschel propôs uma técnica para diferenciar estas espécies de curculionídeos com base em caracteres da genitália.

É encontrado nas regiões tropicais e temperadas quentes no mundo inteiro (HALSTEAD, 1963).

Rossetto (1969) realizou um levantamento em 182 municípios do Estado de São Paulo com o objetivo de verificar a ocorrência do complexo de *Sitophilus* spp., demonstrando que *S. zeamais* é a espécie mais freqüente e mais importante para o milho armazenado, causando os maiores danos, e distribuindo-se de forma generalizada por todo o Estado.

#### 2.1.2 Biologia e danos

Os adultos de *S. zeamais* medem cerca de 3,0 mm de comprimento, são de coloração castanho-escura, com quatro manchas avermelhadas nos élitros, visíveis logo após a emergência. Têm a cabeça projetada à frente em rostro curvado, onde estão as peças bucais. Nos machos, esse rostro é mais curto e grosso do que nas fêmeas. O pronoto é fortemente pontuado e os élitros densamente estriados. As larvas são de coloração amarelo-clara com a cabeça mais escura e as pupas são brancas (LORINI; SCHNEIDER,1994).

Rossetto (1972) citou os seguintes dados biológicos de *S. zeamais*: período médio de ovo à emergência do adulto de 34 dias, com longevidade média dos

machos de 142 dias (variando de 85 a 221 dias) e das fêmeas de 140,53 dias (80 a 186 dias); período médio de pré-oviposição de 5,87 dias, variando de 4 a 12 dias; número máximo de ovos por fêmea de 607 e período máximo de oviposição de 149 dias; número médio de 282,20 ovos por fêmea com período médio de oviposição de 104,26 dias, e média de 2,70 ovos por dia; número mínimo de ovos por fêmea de 93 colocados num período de 58 dias; período de incubação de 3 a 6 dias e emergência de 48,1 e 51,9% de adultos machos e fêmeas respectivamente, sendo que 26,9% dos ovos se desenvolvem até a emergência dos adultos.

Os danos ocasionados por *S. zeamais* aos grãos em armazenamento podem ser causados tanto pelas formas jovens (larvas), que se desenvolvem no interior dos grãos, como pelos adultos (SANTOS; FONTES, 1990).

Segundo Santos e Cruz (1984), as perdas que ocorrem são, principalmente, de peso, valor comercial, e nutritivo do milho. Lopes et al. (1988) relataram aumento na perda de peso e mudanças na composição química do milho, relacionados com o aumento do ataque do gorgulho.

## **2.2 *Rhyzopertha dominica* (Fabr.)**

### **2.2.1 Distribuição geográfica**

*R. dominica* ocorre principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, porém desenvolve-se também em zonas temperadas nos períodos quentes (ATHIÉ; DE PAULA, 2002).

### **2.2.2 Descrição, biologia e danos**

Os adultos de *R. dominica* são besouros de coloração castanho-escura, com 2,3 a 4 mm de comprimento, com corpo cilíndrico, cabeça grande e escondida pelo pronoto. Os ovos são colocados isoladamente ou agrupados em cachos, nas superfícies ásperas. As fêmeas colocam de 300 a 500 ovos, de coloração branca. O período de incubação, variável em função da temperatura, é de 15,5 dias a 26°C (Potter, 1935) e de 4,5 dias a 36°C (BIRCH; SNOWBALL, 1945 *apud* LORINI; MIIKE; SCUSSEL, 2002). As

larvas são brancas, com cabeça castanha. A duração do período larval é de, aproximadamente, 22 dias. O período pupal é de 5 dias. A longevidade dos adultos atinge respectivamente, em média, 4,3 e 4,9 meses para fêmeas e machos. O ciclo completo varia de 30 a 100 dias, conforme condições do meio e hospedeiro (GALLO et al., 2002).

Após a eclosão, a larva cava diretamente sua entrada no interior do grão, onde passa os quatro ou mais ínstares larvais e a fase de pupa, saindo quando adulto. Mais de uma larva pode ser encontrada dentro de um grão (Evans, 1981 *apud* ATHIÉ; DE PAULA, 2002).

Esta praga possui elevado potencial de desenvolvimento em grãos de trigo, cevada, milho e arroz (FARONI et al., 2004). Alimenta-se tanto da parte externa quanto da interna dos grãos e é praga importante de cereais e de seus produtos. Adultos e larvas se alimentam dos grãos, reduzindo-os a cascas ocas. Deixa os grãos perfurados e com grande quantidade de resíduos na forma de farinha, decorrentes do hábito alimentar. Possui grande número de hospedeiros, como trigo, cevada, triticale, arroz e aveia (LORINI; MIIKE; SCUSSEL, 2002).

### **2.3 Inseticidas Botânicos**

Os inseticidas de origem vegetal foram muito utilizados até 1940, principalmente a nicotina, extraída das folhas de *Nicotiana tabacum* e *Nicotiana rustica* (Solanaceae), associada á nornicotina e anabasinina (VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2001). Com o desenvolvimento dos inseticidas sintéticos, a partir da II Guerra Mundial, e por estes serem mais potentes que os inseticidas botânicos, a utilização destes produtos naturais foi substituída pelos produtos sintéticos, utilizados em larga escala até os dias atuais.

Além da nicotina, outros inseticidas botânicos utilizados foram a piretrina, extraída do piretro, *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae); a rotenona, extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae); a sabadina e outros alcalóides, extraídos da sabadila, *Schoenocaulon officinale* (Liliaceae) e a rianodina, extraída de *Rhyania speciosa* (Flacuortiaceae) (Lagunes; Rodríguez, 1989).

O ressurgimento das pesquisas com inseticidas botânicos deveu-se à necessidade de se dispor de novos compostos para uso no controle de pragas, sem os problemas de contaminação ambiental, resíduos nos alimentos e aparecimento de insetos resistentes (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000). Ainda segundo os autores, a diminuição na diversidade de moléculas sintéticas com atividade inseticida e o incremento nos custos de produção das mesmas, também têm estimulado os estudos com inseticidas vegetais.

Vieira; Mafezoli e Biavatti (2001) relataram a possibilidade da obtenção de melhores preços para os produtos certificados (ou chamados) "orgânicos", com a utilização dos inseticidas de origem vegetal no sistema de produção.

Segundo Oliveira (1997), as plantas inseticidas são facilmente encontradas, destacando-se as plantas das famílias Meliaceae, Labiatae, Umbelíferae, Compositae, Lauraceae, dentre outras. Espécies vegetais pertencentes às famílias Asteraceae, Annonaceae, Canellaceae e Rutaceae, também destacam-se como promissoras para o desenvolvimento de novos inseticidas de origem vegetal (JACOBSON, 1989; MIANA et al., 1996).

Analisando-se a situação 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 a chuva, sol, vento etc. que poderiam reduzir mais rapidamente o nível de resíduos nos grãos tratados.

### **2. 3.1 Vantagens e desvantagens do uso de inseticidas botânicos**

Os inseticidas botânicos apresentam uma série de vantagens para sua adoção:

- a) Alta disponibilidade de matéria-prima vegetal como fonte destes inseticidas;
- b) São biodegradáveis, reduzindo a persistência e a acumulação do pesticida no meio ambiente;

- c) Normalmente são seletivos, controlando os insetos-praga e não prejudicando seus inimigos naturais ou insetos não-alvo;
- d) Não apresentam os efeitos colaterais típicos dos inseticidas convencionais;
- e) Apresentam menor probabilidade de desenvolvimento de resistência pelos insetos, uma vez que existe mais de um princípio ativo presente no produto vegetal;
- f) São compatíveis com outros métodos de controle, possibilitando sua adoção num sistema de manejo integrado de pragas (MIP).

Porém, deve-se considerar, em algumas situações, que alguns destes fatores definidos como vantajosos podem ser interpretados como limitantes quando da utilização desta tática de controle. Determinadas regiões apresentam alta diversidade da flora, e conseqüentemente maior disponibilidade de matéria-prima vegetal, fonte para obtenção dos inseticidas botânicos. Porém, algumas espécies vegetais com potencial inseticida possuem uma distribuição limitada, o que poderia inviabilizar sua utilização em determinadas localidades. Além deste fator, faz-se necessário o manejo e a exploração racional destas espécies, para não promover um desequilíbrio dos ecossistemas em que estas se encontram, ou até mesmo ocasionar a sua extinção.

A rápida biodegradação dos inseticidas de origem vegetal, considerada uma das mais importantes vantagens destes produtos, por reduzir os riscos de contaminação dos alimentos e do meio ambiente, pode ocasionar a necessidade de sucessivas aplicações destes produtos botânicos, o que dificultaria o manejo das pragas nas culturas.

Da mesma forma, a especificidade apresentada pelos inseticidas botânicos pode acarretar a falha ou a necessidade da utilização de outro método de controle, devido ao inseticida de origem vegetal adotado não apresentar resultado satisfatório. Os inseticidas botânicos normalmente apresentam seletividade em relação aos inimigos naturais e outros insetos benéficos, como os polinizadores, porém, em algumas situações podem ser prejudiciais, devendo ser realizados estudos específicos sobre o efeito destes produtos naturais sobre os organismos não-alvo (ISMAN, 1997).

### 2.3.2 Obtenção de inseticidas botânicos

As plantas inseticidas podem ser empregadas na forma de pós, extratos aquosos ou não aquosos (acetônico, hexânico, clorofórmico, metanólico etc.) e óleos (fixos ou essenciais) (Fig. 1).

Para obtenção dos pós, após a coleta do material vegetal a ser utilizado (frutos, folhas, caules ou raízes) este é submetido à secagem (em estufa a cerca de 40°C ou à sombra) e moído, na granulometria desejada, e posteriormente armazenado em recipientes hermeticamente fechados.

No caso dos extratos aquosos, após a coleta, secagem e moagem, os pós são submetidos à imersão em água (a frio ou a quente), homogeneização e extração propriamente dita (por aproximadamente 24 horas) e filtração (com utilização de um tecido fino ou peneira).

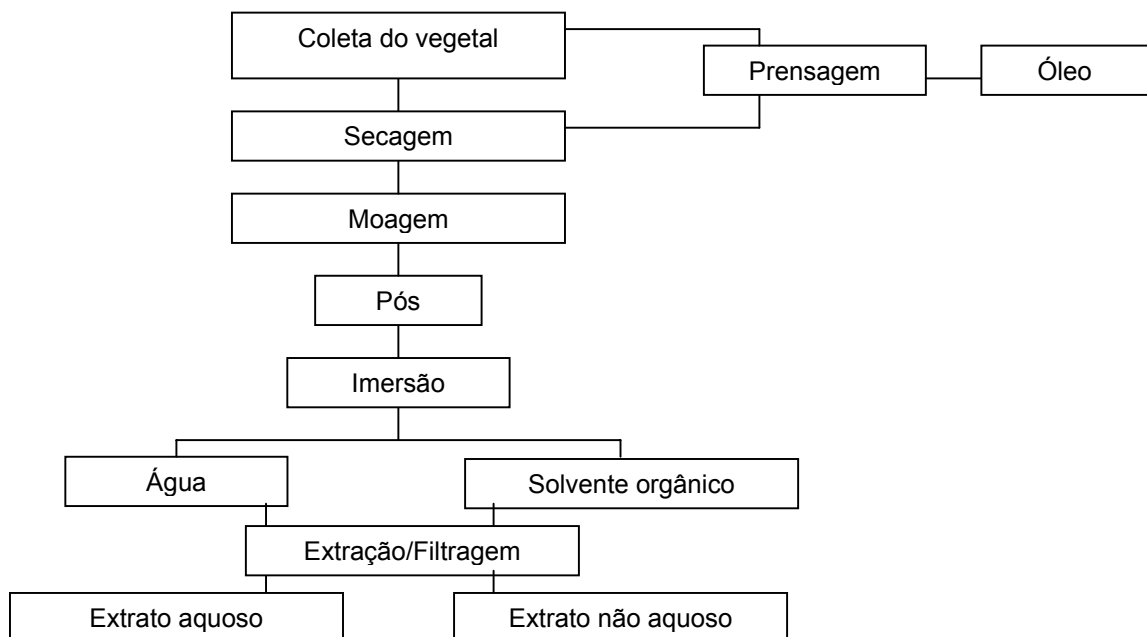


Figura 1 - Esquema das fases para obtenção de produtos vegetais (pós, extratos e óleos fixos)

Existem diferentes formas para obtenção de extratos não aquosos provenientes de plantas. Para preparo destes extratos, uma das técnicas que pode ser utilizada é, após a secagem do material vegetal, a imersão deste em solvente (hexano,



clorofórmio, metanol etc.), com posterior filtração, evaporação a vácuo e concentração dos extratos. Normalmente, este processo de preparo propicia a obtenção de menor quantidade de extrato, o que, aliado à restrita comercialização destes solventes e aos riscos de intoxicação e contaminação com o seu manuseio, dificulta a sua utilização diretamente no controle de pragas. Por isso, tais extratos são empregados em testes laboratoriais com o objetivo de avaliar a bioatividade da espécie vegetal, auxiliando no processo de identificação e isolamento das substâncias químicas responsáveis pela atividade inseticida.

Os óleos podem ser obtidos a partir da prensagem do material vegetal (geralmente frutos ou sementes), os quais podem ser frescos ou secos (geralmente ao sol). Após a prensagem, o óleo é extraído e armazenado em recipientes apropriados. Estes são os chamados óleos “fixos”. Os óleos essenciais ou voláteis podem ser obtidos de diferentes maneiras, sendo que uma das formas mais utilizadas é o arraste com vapor d’água. Para extração dos óleos voláteis de frutos cítricos (Rutaceae) pode ser realizada a prensagem deste material vegetal. Estes óleos voláteis têm apresentado potencial para uso no controle de pragas e têm sido alvo de inúmeras pesquisas.

### **2.3.3 Efeito e utilização dos inseticidas botânicos sobre insetos**

Entre os diferentes efeitos que os inseticidas de origem vegetal podem apresentar sobre os insetos estão: repelência, inibição da alimentação e/ou do crescimento, alterações do sistema hormonal e morfogenéticas, alterações no comportamento sexual, esterilização dos adultos, mortalidade na fase imatura ou adulta, entre outros.

Embora se espere que os inseticidas de origem vegetal demonstrem alta atividade inseticida, outros efeitos apresentados, que não a mortalidade dos insetos, são também de grande interesse. Quando da utilização dos inseticidas botânicos, deve-se objetivar a redução da densidade populacional das pragas, seja através da mortalidade das formas imatura ou adulta, ou simplesmente pela inibição da alimentação e oviposição dos insetos, colaborando para adoção conjunta deste método com outras técnicas de controle. Devido a estes importantes efeitos não inseticidas apresentados

pelos produtos botânicos, alguns pesquisadores passaram a utilizar o termo plantas insetistáticas ao invés de plantas inseticidas. Todavia, o termo planta inseticida tem sido utilizado ao longo dos anos, em virtude dos primeiros inseticidas de origem vegetal terem sido utilizados com o objetivo de matar os insetos, tornando-se consagrado no meio científico (GALLO et al, 2002).

Para a realização de pesquisas ou o emprego prático dos inseticidas de origem vegetal no controle de pragas, é fundamental a preocupação com a manutenção da fonte de matéria-prima a ser utilizada, priorizando-se plantas com maior distribuição, facilitando sua obtenção e aplicação; explorar espécies perenes em relação às anuais, permitindo a coleta periódica do material vegetal; coletar estruturas vegetais que não comprometam o desenvolvimento da planta, como frutos e folhas, seguidos por caules e raízes; quando possível e apropriado realizar o cultivo da planta inseticida, de maneira a aumentar a disponibilidade de recurso vegetal. Em relação à introdução e cultivo destas espécies vegetais com propriedades inseticidas, torna-se necessário um profundo estudo econômico e ambiental a respeito desta real necessidade, pois muitas vezes as espécies nativas podem apresentar resultados semelhantes às introduzidas. Aspectos sobre os custos envolvidos na introdução e obtenção da matéria-prima vegetal e dos produtos botânicos prontos para utilização também são importantes e devem ser considerados.

Para avaliação da bioatividade dos inseticidas botânicos (efeito inseticida, repelente e/ou atraente, sobre desenvolvimento etc.) sobre os insetos, podem ser realizados experimentos de campo ou casa de vegetação, utilizando-se parcelas tratadas e não tratadas e avaliando-se a população e oviposição da praga ou o dano na planta. Em laboratório, pode-se avaliar a oviposição, consumo de alimento, duração do ciclo biológico, peso e tamanho, mortalidade das fases imatura e adulta, fecundidade e fertilidade. Outra alternativa é a incorporação destes produtos naturais em dietas artificiais, desenvolvidas para determinadas espécies de insetos, comparando-se dietas com e sem extratos, óleos ou substâncias isoladas das espécies vegetais. Em relação às pragas de grãos armazenados, podem ser utilizadas amostras de grãos com e sem adição e/ou aplicação de pós, óleos ou extratos, comparando-se a diferença na oviposição, duração do ciclo, peso e tamanho, mortalidade dos adultos, fecundidade e

fertilidade ou a diferença nos danos quantitativos e qualitativos provocados pelos insetos (GALLO et al., 2002).

#### **2.4 Efeito de substâncias de origem vegetal sobre pragas de grãos armazenados**

A possibilidade de controlar as condições ambientais dentro das instalações de armazenamento de grãos, minimizando o efeito negativo destes fatores, possibilita perspectivas positivas de sucesso quando do emprego de inseticidas de origem vegetal nestas condições. Nestes locais, os inseticidas botânicos podem ser empregados na forma de pós, extratos (aquosos ou não aquosos) e óleos.

O efeito tóxico da pimenta-do-reino, *Piper nigrum*, sobre pragas de grãos armazenados foi demonstrado por Su (1977). O autor observou alta mortalidade de adultos de *Sitophilus oryzae* quando expostos a grãos de trigo tratados com o extrato etanólico e com o pó do vegetal.

Pós obtidos de pimenta-malagueta foram eficientes no controle de *Callosobruchus maculatus* em caupi armazenado, durante um período de 60 dias (FILGUEIRA; BEZZERRA NETO, 1989). Ofuya (1990) testou o efeito de pós obtidos de 15 espécies vegetais sobre a oviposição de *C. maculatus* em sementes de *Vigna unguiculata*, observando redução na oviposição do inseto nas sementes misturadas a pós de *Nicotiana tabacum*, *Erythrophleum suaveolens* e *Ocimum gratissimum*.

Makanjuola (1989) observou que extratos de folhas e sementes de *Azadirachta indica* (nim), ocasionaram redução na oviposição, viabilidade de ovos e emergência de adultos de *C. maculatus*, além da diminuição na emergência de adultos de *S. oryzae*. Lale e Abdulrahman (1999) também observaram que o óleo obtido de sementes de *A. indica* reduzem a oviposição e a emergência de adultos de *C. maculatus*.

Estudando a atividade inseticida de extratos obtidos de 30 espécies vegetais em relação a diferentes insetos, entre estes *Zabrotes subfasciatus*, Saito et al. (1989) observaram melhores resultados em relação a esta espécie com o extrato hidroalcoólico de raiz de *Potomorphe umbellata*, que causou 40% de mortalidade.

Khaire; kachar e Mote (1992), trabalhando com diferentes óleos vegetais, demonstraram que óleos de *P. glabra*, de *A. indica* e de *Ricinus communis*, aplicados em grãos de *Cajanus cajan*, reduziram a emergência de adultos de *C. chinensis*.

Avaliando o efeito tóxico de 11 extratos de plantas sobre *A. obtectus*, *Prostephanus truncatus* e *S. oryzae*, Niber; Helenius e Varis (1992) concluíram que extratos provenientes de sementes de *R. communis* causaram mortalidade de adultos após 0,1 a 6,6 dias para *A. obtectus*; 0,4 a 4,4 dias para *S. oryzae* e 6,5 dias para *P. truncatus*. Com folhas de *Solanum nigrum*, estes valores variaram de 0,1 a 7,9 dias para *A. obtectus*; 1,0 a 11,0 dias para *S. oryzae* e 16,8 dias para *P. truncatus*. Okonkwo e Okoye (1992) demonstraram que pós de folhas de mamona ocasionam 100% de mortalidade para adultos de *C. maculatus*, após um período de exposição de 7 dias, apresentando esta atividade por mais de três meses.

Segundo Regnault-Roger e Hamraoui (1993), plantas aromáticas da família Labiatae ocasionaram decréscimo na oviposição e emergência de adultos de *A. obtectus* em feijão, destacando-se, entre estas, *Origanum serpyllum*.

Williams e Mansingh (1993) testaram o potencial inseticida de extratos etanólicos de folhas de 60 plantas pertencentes a 32 famílias e 52 gêneros, em relação a adultos de *T. confusum*, observando que 13 extratos ocasionaram índices de mortalidade variáveis entre 53 e 100%, com destaque para *Bontia daphnoides*, *Cuscuta americana*, *Dioscorea polygonoides* e *N. tabacum*, que apresentaram total atividade inseticida.

Pacheco e López-Olguin (1994) avaliaram o uso dos pós de *Argemone mexicana* e de *R. communis* para controle de *S. cerealella* em milho armazenado. Os autores verificaram 71 e 56% de mortalidade para *A. mexicana* e *R. communis* respectivamente, além da diminuição na emergência de adultos.

Rodríguez e Sanchez (1994) avaliaram o potencial inseticida de diferentes espécies vegetais em relação a adultos de *Z. subfasciatus*, destacando que 18 espécies vegetais apresentaram resultados satisfatórios, sendo o melhor obtido com pós de folhas de *P. dioica*, com 84,6% de mortalidade.

Boff e Almeida (1995) constataram que extratos de pimenta-do-reino, *Piper nigrum*, aplicados sobre grãos de milho, exercem ação protetora contra lagartas de

*Sitotroga cerealella* por 90 dias, além de provocarem mortalidade superior a 90%, constituindo-se uma alternativa viável a sua utilização no tratamento de grãos de milho destinados ao plantio.

Paneru; Patourel e Kennedy (1997) relataram maior tolerância de *S. granarius* em relação ao pó de *A. calamus*, quando comparado a adultos de *S. oryzae*.

Extratos e pós de *Trigonella foenum-graecum* ocasionaram mortalidade de adultos e inibiram a oviposição de *A. obtectus*, além de serem tóxicos às larvas de *T. castaneum* (PEMONGE; PASCUAL-VILLALOBOS; REGNAULT-ROGER, 1997).

Márquez e López (1998) estudaram o efeito inseticida de plantas silvestres sobre *Z. subfasciatus*, destacando *H. excelsa*, *A. diversifolia*, *Pachyrhizus erosus* e *Caesalpinia pulcherrima* como as mais promissoras para o controle do inseto.

García (1998) observou que plantas de *R. communis* e *Buddleia cordata*, aplicadas a 2% de concentração, a cada três meses, diminuíram a infestação de *S. cerealella* em milho armazenado, por um período de 9 meses, além de reduzirem as perdas ocasionadas, em 82% para *R. communis* e 77% para *B. cordata*.

Allotey e Azalekor (2000) testaram a atividade inseticida de pós de *Citrus sinensis*, *Chromolaena odorata* e *Eichhornia crassipes* sobre *Corcyra cephalonica*, observando redução na emergência de adultos quando da aplicação de pós de *C. sinenses*. Rani e Jamil (1989) verificaram diminuição na emergência de adultos e mortalidade de lagartas de *C. cephalonica* ocasionada pela aplicação de extratos provenientes de *E. crassipes*.

Mazzonetto (2002) analisou o efeito repelente e inseticida de 18 espécies vegetais sobre *A. obtectus* e *Z. subfasciatus*, observando atividade repelente, em relação aos adultos de ambas as pragas, para pós de *C. ambrosioides*, f. (forma) 1 e f.2, folhas de *E. citriodora*, *Mentha pulegium* e *Ruta graveolens*, e para frutos de *Citrus reticulata* (laranja cv. Murcote). Em relação ao potencial inseticida, o autor verificou para adultos de *Z. subfasciatus*, total atividade e inibição da oviposição, quando da utilização de pós de *C. ambrosioides* (f.2), *M. pulegium*, *Ocimum basilicum* e *R. graveolens*. Para *A. obtectus*, resultados semelhantes foram obtidos com pós de *C. ambrosioides* (f.2) e folhas de *Coriandrum sativum*.

Kim et al. (2003b), estudando a atividade inseticida de extratos metanólicos de 30 espécies vegetais, em relação a *S. oryzae* e *C. chinensis*, constataram alta mortalidade com extratos de *Cinnamomum cassia*, de *Acorus calamus* var. *angustatus*, de *A. gramineus*, de *Illicium verum*, de *Foeniculum vulgare* e de *C. sieboldii*.

Kim et al. (2003a) observaram alta mortalidade de adultos de *Lasioderma serricorne* com o uso de extratos metanólicos de *Agastache rugosa*, de *Cinnamomum cassia*, de *Illicium verum* e de *Foeniculum vulgare*.

Boeke et al. (2004) avaliaram a toxicidade e a repelência de 33 espécies vegetais sobre *Callosobruchus maculatus*. Os autores verificaram que pós de *Nicotiana tabacum*, de *Tephrosia vogelii* e de *Securidaca longepedunculata* afetaram a progênie do inseto. As espécies *Clausena anisata*, *Dracena arborea*, *T. vogelii*, *Mamordica charantia* e *Blumea aurita* apresentaram efeito repelente ao besouro.

#### **2.4.1 Bioatividade sobre *S. zeamais* e *R. dominica***

Na literatura, diversas pesquisas têm demonstrado o potencial inseticida de espécies vegetais sobre os besouros *S. zeamais* e *R. dominica*.

Segundo Sighamony et al. (1986), grãos de trigo tratados com óleos de cravo-da-índia, cedro e *Pongamia glabra*, e com extrato de pimenta protegem grãos de trigo contra danos de *Rhyzopertha dominica*.

Oji (1991) estudou a proteção exercida por pó e extrato de sementes de *P. guineense* contra *S. zeamais* em milho armazenado. O autor observou que tanto o pó como o extrato dessa planta foram letais a *S. zeamais* por seis meses, diminuindo os danos aos grãos, além de não prejudicarem a germinação.

Maredia; Segura e Mihm (1992) verificaram alterações na sobrevivência de adultos de *S. zeamais* expostos ao pó e ao óleo de sementes de nim.

Segundo Tiwari (1994), o pó de *A. calamus* possui atividade inseticida em relação a *R. dominica*, diminuindo a infestação e reduzindo a progênie.

Pós de espécies vegetais, pertencentes a 38 famílias, foram testados para avaliar o efeito na sobrevivência e emergência de adultos de *S. zeamais*. Vinte e duas espécies vegetais foram promissoras, com melhores resultados para pós de folhas de

*Pimenta dioica*, ocasionando 63,4% de mortalidade e pós de folhas de *Carica papaya* reduzindo em 36% a emergência de adultos (Rodríguez; Sanchez, 1994).

Márquez e López (1998) estudaram o efeito inseticida de plantas silvestres sobre *S. zeamais*, destacando *Hippocratea excelsa* e *Annona diversifolia* como mais promissoras para controle de *S. zeamais*.

Rodríguez (1999) relatou o uso de folhas, sementes e do óleo de nim no controle de *R. dominica*, utilizando o pó a 1% de concentração e o óleo entre 0,2 e 0,5%.

Cruz et al. (1999) testaram 22 espécies vegetais com o objetivo de verificar a atividade inseticida sobre adultos de *S. zeamais*. Foram utilizados pós de 12 plantas (flores e folhas em conjunto), recém-processados e após 10 meses do armazenamento. Os autores verificaram que pós recém-obtidos de *Dalea bicolor* e *Stevia serrata* foram mais efetivos ocasionando 100 e 50,83% de mortalidade. Após 10 meses da obtenção do pó, *Crotalaria ovalis* e *Asclepias linaria* provocaram 80,66 e 66,60% de mortalidade. Outras 10 espécies vegetais, folhas e flores separadamente, foram testadas, obtendo-se melhores resultados para *Dyssocodia acerosa*, flor e folha, com 91,65 e 88,30% e *Pinnaroppapus roseus*, folha e flor, com 90 e 85% de mortalidade de adultos.

Pesquisando o potencial inseticida de folhas e flores de 40 espécies vegetais da família Asteraceae em relação a adultos de *S. zeamais*, Flores; Pineda e Pineda (1999) observaram para 12 espécies vegetais índices entre 78 e 95% de mortalidade. Os autores destacaram *Chrysactinia mexicana* como a espécie mais promissora para controle da referida praga. Angel et al. (2000) avaliaram a atividade inseticida de folhas de *C. mexicana* e *Tagetes lucida* sobre adultos de *S. zeamais*, em três diferentes concentrações e cultivares de milho, observando também melhores resultados para *C. mexicana*.

Pineda; Flores e Pineda (1999) citaram *Dyssodia pentachaeta*, *Melampodium divaricatum*, *Heliopsis annua* e *Parthenium incanum*, também pertencentes à família Asteraceae, como promissoras para controle de *S. zeamais*, ocasionando respectivamente 78,33; 76,66; 80,55 e 79,38% de mortalidade de adultos.

Haque et al. (2000) avaliaram a atividade inseticida de 13 plantas tropicais sobre *S. zeamais*, concluindo que sementes de *Basella alba* e folhas de *Operculina*

*turpethum* e *Calotropis gigantea* atrasaram o desenvolvimento e reduziram a emergência dos adultos, diminuindo a capacidade de crescimento da população do inseto.

O efeito inseticida do pó de folhas de *P. incanum*, *Zinnia acerosa* e *Zinnia peruviana*, em quatro concentrações e três cultivares de milho, foi estudado por Nieto; Flores e Pineda (2000) em relação a adultos de *S. zeamais*. Os autores observaram maior mortalidade com pó de *Z. acerosa*, a 1% de concentração, associado à cultivar Cacahuazintle. Segundo os autores, estes resultados demonstram que a associação de pós vegetais e a dureza de grãos podem ser úteis no controle deste inseto.

## **2.5 *Chenopodium ambrosioides* L.**

### **2.5.1 Origem, morfologia e biologia**

A erva-de-santa-maria, *C. ambrosioides*, é originária da América, provavelmente do México, No Brasil, é amplamente disseminada, vegetando especialmente em lugares férteis e em torno de habitações, hortas e jardins .

Além de erva-de-santa-maria, essa planta também é popularmente conhecida por mastrução, menstrução, ambrosia, erva-formigueira e erva-mata-pulgas; é uma planta herbácea, pertencente à família Chenopodiaceae (CORREA,1984a; CRUZ,1995; MORGAN,1994).

Segundo Lorenzi (2000), apresenta como sinónimas: *Ambrina ambrosioides* (L.) Spach, *Blitum ambrosioides* (L.) Beck, *Chenopodium ambrosioides* var. *angustifolium* Moq., *Chenopodium ambrosioides* var. *anthelminticum*, *Chenopodium ambrosioides* var. *dentata* Fenzl, *Chenopodium anthelminticum* L.

Planta anual ou perene, que se reproduz por sementes. tem alta produção destas podendo chegar a dezenas de milhares por planta. A planta prefere solos de textura média, com boa fertilidade e suprimento moderado de água, tolerando solos salinos. O desenvolvimento vegetativo é favorecido por boa iluminação e as plantas se tornam mais competitivas em regiões e em épocas de dias longos, sendo o florescimento estimulado por dias curtos (KISMANN, 1999).



Possuem caule ereto, variando em altura de 0,20 a 1,50 m, sulcado e muito ramificado. Os ramos floríferos são delgados e muito folhosos, de coloração verde-clara ou verde-amarelada, lustrosos, com as folhas maiores nos eixos primários e nos ramos principais alternas, oblongas, compridas, lanceoladas, agudas ou obtusamente sinuosas, denteadas, raras vezes inteiras, glabras na face superior e um pouco hirsutas na face inferior; as demais folhas são lanceoladas-lineares, adelgaçadas, remontantes, denteadas; inflorescências em glomérulos de muitas flores, muito pequenas, verde-amareladas; fruto envolto no cálice; sementes muito pequenas, pretas e lustrosas (CORREA,1984a).

Furlan (1983) utiliza além destes parâmetros para caracterização de *C. ambrosioides*, a ocorrência de glândulas oblongas na porção superior do ovário, estigma trifido e embrião não circundando totalmente o perisperma.

Maiores detalhes quanto à caracterização e separação de subespécies e formas de *C. ambrosioides* podem ser encontradas no levantamento das espécies americanas do gênero *Chenopodium* realizado por Aellen e Just em 1943.

### **2.5.2 Atividade repelente e inseticida**

Malik e Naqvi (1984) testaram sete plantas indígenas para verificar seu efeito repelente sobre *T. castaneum* e sua possível atividade antialimentar sobre *R. dominica*, pragas de grãos armazenados, constatando que o rizoma de *Saussurea lappa* demonstrou a melhor atividade repelente, e extratos de folhas de *C. ambrosioides* apresentaram o maior efeito antialimentar sobre os insetos testados.

Peterson et al. (1989) caracterizaram e isolaram compostos biologicamente ativos de extratos hexânico e etanólico de frutos de *C. ambrosioides* com propriedades inseticidas sobre *T. castaneum* e *S. granarius*. Os autores isolaram quatro frações de *C. ambrosioides* que demonstraram esta atividade.

Su (1991) avaliou a toxicidade e repelência através da aplicação tópica do óleo de *C. ambrosioides* sobre quatro pragas de grãos armazenados, *C. maculatus*, *S. oryzae*, *Lasioderma serricornis* e *T. confusum*. O autor encontrou alta toxicidade sobre *C. maculatus*, com total mortalidade de adultos, e sobre *L. serricornis* com 92,5% de

mortalidade, e menores valores para *S. oryzae* (52,5%). Em relação a *T. confusum*, o autor relatou baixo efeito tóxico. Além destes resultados, o óleo também apresentou atividade repelente para *S. oryzae* quando aplicado sobre grãos de trigo.

Novo; Viglianco e Nassetta (1997) avaliaram a repelência de diferentes extratos de *C. ambrosioides* e de outras espécies vegetais sobre *T. castaneum*, concluindo que o extrato de *C. ambrosioides* possui atividade repelente, indicando ser uma possível alternativa para controle de *T. castaneum* e de outras pragas de grãos armazenados.

Procopio e Vendramim (1997), verificando a atividade inseticida de seis pós de origem vegetal em relação a *A. obtectus*, observaram que *C. ambrosioides* ocasionou mortalidade de 100% dos insetos já no primeiro dia de avaliação, não ocorrendo emergência de nenhum adulto. Os autores determinaram o limiar de atividade inseticida, verificando-se 100% de mortalidade dos adultos com uma dosagem de 0,15 g do pó/ 20 g de trigo.

Rodríguez (2000) constatou atividade inseticida de *C. ambrosioides* em relação a pragas de grãos armazenados pertencentes a diferentes famílias, como Bruchidae, Anobiidae, Bostrichidae, Curculionidae e Tenebrionidae.

Tapondjou et al. (2002) testaram pós obtidos de folhas de *C. ambrosioides* sobre seis pragas de grãos armazenados, entre estas, *S. zeamais*, observando 100% de mortalidade de adultos desta espécie na concentração de 6,4%, após 2 dias de exposição ao pó.

Mazzonetto (2002) estudou o efeito associado de genótipos de feijoeiro e pós de origem vegetal (0,3 g de pó/10 g de feijão), sobre *Z. subfasciatus* e *A. obtectus*, verificando repelência de adultos de ambas as espécies, quando da utilização de pós provenientes da parte aérea de *C. ambrosioides* f. (forma) 1 e f.2. O autor observou total mortalidade de adultos de ambas as espécies quando da exposição destes a grãos tratados com os pós de *C. ambrosioides* f.2.

Procópio et al. (2003) verificaram que a adição de pós de *C. ambrosioides* em grãos de milho ocasionou total mortalidade de adultos de *S. zeamais*, inibindo assim a emergência de novos insetos. Silva; Lagunes e Rodríguez (2003) também

constataram alta mortalidade de adultos de *S. zeamais* com o uso de pós de *C. ambrosioides*.

Silva et al. (2005), avaliando o potencial inseticida de pós de 23 espécies vegetais, em relação a *S. zeamais*, verificaram mortalidade e redução na emergência de adultos, além da menor perda de peso dos grãos, quando do uso de pós de *C. ambrosioides*. Tavares e Vendramim (2005a) também observaram alta mortalidade e redução na emergência de adultos de *S. zeamais* quando da adição de pós de frutos de *C. ambrosioides* em grãos de trigo. Tavares e Vendramim (2005b) observaram, além do efeito inseticida por contato, atividade tóxica via fumigação de pós de frutos de *C. ambrosioides* em relação à fase imatura e adultos de *S. zeamais*.

### **2.5.3 Compostos químicos identificados**

O principal componente ativo do óleo de *C. ambrosioides* é o ascaridol, ocorrendo também o cineol, limoneno, os ácidos butírico e salicílico, além de outros componentes como *trans*-pinocarveol,  $\alpha$ -terpineno e p-cimeno (MUHAYAMANA; CHALCHAT e GARRY, 1998; ONOCHA et al., 1999; SAGREIRO-NIEVES; BARTLEY, 1995; SANTOS; TORRES e LEONART, 1988).

Lawrence (1999) destacou diversos estudos demonstrando que o principal princípio ativo encontrado em *C. ambrosioides* é o ascaridol, porém ocorrendo irregularidades no que se refere à sua quantificação, o que poderia estar relacionado à variedade botânica em que foi realizado o estudo, encontrando menores teores de ascaridol na variedade *ambrosioides* e maiores na variedade *anthelminticum*.

## **2.6 *Chenopodium album* L.**

### **2.6.1 Origem, morfologia e biologia**

Essa espécie é originária da Europa, sendo nativa também na Ásia. Na América do Sul, é mais freqüente no Cone Sul. No Brasil, tem ampla distribuição, mas aparece quase sempre em forma de bolsões. É uma das plantas com mais vasta área de distribuição pelo mundo (KISMANN, 1999). Segundo Lorenzi (2000), é uma planta daninha amplamente disseminada no Centro-Sul do país, infestando principalmente culturas de inverno, entretanto, é capaz de vegetar também na estação do verão.

É conhecida popularmente por ançarinha-branca, erva-formigueira-branca, falsa-erva-de-santa-maria, erva-de-são-joão e fedegosa. São plantas herbáceas, suculentas quando novas, eretas, podendo alcançar até 1,80 m de altura. No Brasil, atingem cerca de 0,80-1,00 m de altura. Quando há espaço ramificam-se intensamente desde a base (KISMANN, 1999).

As folhas são de formato e tamanho variáveis. As inferiores pecioladas, com margens denteadas, com 8 cm de comprimento e 3 cm de largura, mostrando três nervuras a partir da base. As superiores são curto-pecioladas, mais estreitas e de formato lanceolado, de comprimento reduzido e com apenas uma nervura mediana. A cor das folhas é verde na face ventral e verde-acinzentada na dorsal. Em folhas novas aparece um intenso depósito pulverulento branco, de origem glandular. Apresenta inflorescência com flores pequenas, agrupadas em glomérulos que se dispõem em espigas, as quais se reúnem em panículas. Os frutos são utrículos indeiscentes, lenticulares, com 1,2-1,4 mm diâmetro. Na região Sul do Brasil, a germinação ocorre principalmente no outono, mas também pode ocorrer na primavera. Em regiões e épocas de dias longos, as plantas crescem mais e por isso tornam-se mais competitivas. O florescimento é estimulado pela diminuição das horas de iluminação. As plantas adaptam-se a condições variadas de solo, preferindo os férteis e ricos em matéria orgânica (KISMANN, 1999).

### 2.6.2 Atividade inseticida

Na literatura há poucos trabalhos visando demonstrar o potencial inseticida de extratos de *C. album* objetivando seu uso no controle de insetos.

Em relação a pragas de produtos armazenados, Dwivedi; Anand e Kumar (1999), estudando a atividade ovicida de extratos de seis plantas sobre *Corcyra cephalonica*, observaram que o extrato de folhas de *C. album* reduziu em 70% a viabilidade dos ovos desta praga. Silva-Aguayo et al. (2005) avaliaram o efeito inseticida de pós de *C. album* sobre *S. zeamais* e não observaram promissor potencial para esta espécie vegetal em relação ao inseto.

## 2.7 *Chenopodium quinoa* Willd.

### 2.7.1 Origem, morfologia e biologia

*C. quinoa* é uma planta originária dos Andes, sendo cultivada nesta região há milênios. A principal característica é a qualidade de sua proteína, comparável à caseína do leite. Por ser mais equilibrada, pode complementar a alimentação de humanos, aves e suínos (SPEHAR; SOUZA,1993).

É uma espécie anual, com ciclo variável entre 80 e 140 dias, com 100 a 150 cm de altura; folhas ovado-triangulares, sinuadas; flores verdes, numerosas, dispostas em panículas axilares e terminais; sementes pequenas, achatadas, pálidas ou vermelho-escuras, conforme a variedade. Quando amadurecem, ao cair no solo, germinam rapidamente na presença de umidade. No início da cultura, por serem pequenas, as plantas são pouco competitivas com as invasoras (CORREA, 1984b).

### 2.7.2 Atividade inseticida

Estudando o efeito inseticida do extrato aquoso e em clorofórmio de *C. quinoa* em relação a *S. zeamais*, Iannacone e Quispe (2003) verificaram 73,38% de mortalidade de adultos deste inseto, após exposição ao extrato. Silva-Aguayo et al.

(2005) não constataram redução na sobrevivência e emergência de adultos de *S. zeamais* em grãos de milho tratados com pós de *C. quinoa*.

## **2.8 Óleos essenciais**

### **2.8.1 Considerações gerais**

Óleos essenciais, também chamados de óleos voláteis, óleos etéreos ou essências, são definidos como os produtos obtidos de partes de plantas através de destilação por arraste com vapor d'água, como também os produtos obtidos por expressão dos pericarpos de frutos cítricos (família Rutaceae), geralmente compreendendo misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, normalmente líquidas e odoríferas (SIMÕES; SPITZER,2003).

Sua principal característica é a volatilidade, diferenciando-se desta forma dos óleos fixos, obtidos geralmente de sementes. Além desta característica, outra importante refere-se ao aroma agradável e intenso, sendo por esta razão denominados de essências (CRAVEIRO et al., 1981). Possuem sabor geralmente acre (ácido) e picante. É incolor quando recentemente extraído ou ligeiramente amarelado, com baixa estabilidade, principalmente na presença de luz, ar, calor, umidade e metais (SIMÕES; SPITZER, 2003). Podem ser utilizados para conferir aromas e odores especiais, além de inúmeros produtos como perfumes, cosméticos, sabonetes, condimentos, doces etc. Outros componentes possuem propriedades farmacológicas (antibacterianos, analgésicos, sedativos, expectorantes, entre outros) (CHAMBLEE; CLARK JUNIOR,1992; CRAVEIRO et al., 1981).

Na agricultura, o conhecimento de que alguns compostos presentes em óleos essenciais podem atuar como antimicrobianos e repelentes e/ou tóxicos para os herbívoros tem estimulado pesquisas visando o uso de plantas aromáticas no controle de pragas e doenças (SAITO; SCRAMIN, 2000).

Óleos essenciais são raramente encontrados em gimnospermas. Em angiospermas monocotiledôneas, a ocorrência é relativamente rara. Em angiospermas dicotiledôneas, a ocorrência é abundante, como nas famílias Asteraceae, Apiaceae,

Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Myristicaceae, Piperaceae, Rutaceae, entre outras (SIMÕES; SPITZER, 2003). Segundo Craveiro et al. (1981), cerca de 60 famílias botânicas apresentam espécies vegetais produtoras de óleos essenciais.

Os voláteis podem ocorrer em estruturas secretoras especializadas, tais como em pêlos glandulares, células parênquimáticas diferenciadas, canais oleíferos ou em bolsas lisígenas ou esquizolisígenas. Podem ser armazenados nas flores, folhas ou ainda nas cascas dos caules, madeira, raízes, rizomas, frutos ou sementes, podendo, dentro de uma mesma planta, sua composição variar de acordo com a localização. Além disto, o óleo essencial quando extraído de uma mesma estrutura de uma espécie vegetal têm sua composição química significativamente diferenciada, de acordo com a época de coleta, condições climáticas e de solo. Outros fatores de variabilidade importantes são a ocorrência de quimiotipos (espécies vegetais botanicamente idênticas, porém diferindo quimicamente) e também o processo de obtenção, o qual pode provocar hidrólise de ésteres, rearranjos, oxidações etc. (SIMÕES; SPITZER, 2003).

### **2.8.2 Bioatividade em relação a pragas de grãos armazenados**

O potencial inseticida e repelente de óleos essenciais obtidos de espécies vegetais de diferentes famílias botânicas, em relação a pragas de grãos armazenados, tem sido alvo de inúmeros trabalhos.

El-Nahal; Schmidt e Risha (1989) estudaram o efeito tóxico do óleo essencial de *Acorus calamus* L., em relação a adultos de *Sitophilus granarius*, *S. oryzae*, *R. dominica*, *T. confusum* e *C. chinensis*, observando maior suscetibilidade para *C. chinensis* e baixa toxicidade para *T. confusum* e *R. dominica*. Os autores também verificaram que *S. granarius* foi mais suscetível quando comparado a *S. oryzae*. Risha; El-Nahal e Schimdt (1990) avaliaram o efeito inseticida do óleo essencial obtido de *A. calamus* sobre a fase imatura de *S. granarius*, *S. oryzae*, *T. confusum* e *C. chinenses*, obtendo melhores resultados em ovos de *C. chinensis*, seguidos por ovos de *S. granarius* e *S. oryzae*, não constatando atividade em relação a ovos de *T. confusum*. Os

autores não verificaram ação do material sobre as fases larval e pupal dos insetos testados.

Jembere et al. (1995), avaliando a atividade inseticida do óleo essencial de folhas de *Ocimum kilimandscharicum* (Labiatae), em relação a *S. zeamais*, *R. dominica* e *S. cerealella*, em grãos de milho e sorgo, constataram redução significativa na sobrevivência dos adultos e na emergência de novos adultos para as três pragas avaliadas. Os autores também observaram, com a aplicação do óleo nos grãos, alta repelência para *S. zeamais*. De maneira semelhante, o óleo essencial de *O. suave* ocasionou alta mortalidade de adultos de *S. zeamais*, *R. dominica* e *S. cerealella* quando aplicado em grãos de milho e sorgo (BEKELE; OBENG-OFORI; HASSANALI, 1996)

Okonkwo e Okoye (1996) estudaram o efeito inseticida dos óleos essenciais de *P. guineense*, *Mondora myristica*, *D. tripetala* e *Xylopiya aethiopica* sobre *C. maculatus* e *S. zeamais*. Os autores verificaram total efeito inseticida sobre os adultos de *C. maculatus* e *S. zeamais*, com os óleos provenientes de *D. tripetala* e *P. guineense*.

Mortalidade e redução na emergência de adultos de *T. castaneum* e *S. zeamais* são relatados com o uso do óleo de *Allium sativum*, sendo este mais efetivo em relação ao primeiro (HO et al., 1996). Trabalhando com dois compostos presentes no óleo essencial de *A. sativum* contra *S. zeamais* e *T. castaneum*, Huang, Chen, Ho (2000a) observaram ação por contato e fumigação em relação às duas espécies, obtendo maior toxicidade para *T. castaneum*, além da redução da viabilidade de ovos e menor emergência de adultos desta espécie.

O óleo essencial de *O. kenyense*, espécie pertencente à família Labiatae, aplicado em grãos de milho e sorgo, afetou a sobrevivência de adultos de *R. dominica* e *S. cerealella*, além de diminuir a emergência dos insetos. O potencial repelente deste óleo também foi relatado por Bekele; Obeng-Ofori e Hassanali (1997).

Liu e Ho (1999) avaliaram a atividade inseticida e repelente do óleo essencial de *Evodia rutecarpa* sobre *S. zeamais* e *T. castaneum*, demonstrando maior suscetibilidade de *S. zeamais* em aplicação tópica. Quanto ao efeito fumigante e repelente, os autores observaram melhores resultados em relação a *T. castaneum*.



Huang; Lam e Ho (2000), avaliando a sobrevivência e a emergência de adultos de *S. zeamais* e *T. castaneum*, após a aplicação do óleo essencial de *Elletaria cardamomum*, observaram redução nestes parâmetros pela aplicação deste.

Oliveira e Vendramim (2001) estudaram a bioatividade do óleo essencial de folhas de canela, *Cinnamomum zeylanicum*, sobre adultos de *Z. subfasciatus*. Os autores observaram aumento da repelência de acordo com a dose utilizada, variando de 63,2% a 96,3%, além de total mortalidade e redução no número de ovos viáveis e emergência de adultos desta praga.

Bouda et al. (2001), avaliando o potencial inseticida do óleo essencial de folhas de *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* e *Chomolaena odorata*, em relação ao gorgulho-do-milho, *S. zeamais*, constataram significativa mortalidade do inseto com as três espécies vegetais testadas.

Lee et al. (2004) avaliaram o efeito tóxico de óleos essenciais de espécies vegetais pertencentes à família *Myrtaceae*, em relação a *S. oryzae*, *R. dominica* e *T. castaneum*, observando que óleos provenientes de *Eucalyptus nicholii*, *E. codonocarpa*, *E. blakelyi*, *Callistemon sieberi*, *Melaleuca fulgens* e *M. armillaris* afetaram os insetos avaliados.

Papachristos e Stamopoulos (2004), estudando a toxicidade de óleos essenciais obtidos de *Lavandula hybrida*, *Rosmarinus officinales* e *Eucalyptus globulus*, sobre ovos de *A. obtectus*, observaram alta atividade para o óleo destas três plantas.

Tapondjou et al. (2005) constataram promissora atividade inseticida e repelente para óleos essenciais obtidos de folhas de *E. saligna* e *Cupressus sempervirens*, em relação a adultos de *S. zeamais* e *T. confusum*, sendo que o óleo de *E. saligna* apresentou melhor atividade para ambos os insetos testados.

O potencial repelente do óleo essencial de *Artemisia vulgaris* sobre adultos de *T. castaneum*, foi demonstrado por Wang et al. (2005). Segundo os autores, além deste efeito, o óleo essencial também apresenta atividade inseticida.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios para avaliar o potencial repelente e inseticida dos pós, extratos aquosos e não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas e frutos de *Chenopodium ambrosioides* L., *Chenopodium quinoa* Willd. e *Chenopodium album* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. e *Rhyzopertha dominica* (Fabr.), bem como a atividade inseticida do óleo essencial de *C. ambrosioides* e o efeito repelente e tóxico de algumas substâncias presentes neste ( $\alpha$ -pineno, limoneno e *p*-cimeno), foram conduzidos no Laboratório de Plantas Inseticidas, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e fotofase de 12h.

A extração do óleo essencial de *C. ambrosioides* foi realizada no Laboratório de Química da Madeira e Recursos Genéticos Florestais do Departamento de Ciências Florestais, da ESALQ/USP.

A análise dos compostos presentes no óleo essencial de *C. ambrosioides* foi realizada no Laboratório de Produtos Naturais do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

#### 3.1 Manutenção da criação dos insetos

As criações de *S. zeamais* e *R. dominica* foram mantidas no Laboratório de Plantas Inseticidas da ESALQ/USP, à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , em grãos de trigo, utilizando-se frascos de vidro de 0,3 litros, com a boca vedada com tecido de *voil*.

Estas criações tiveram por objetivo propiciar insetos em quantidade e idade adequadas para utilização nos diferentes experimentos.

### **3.2 Cultivo e obtenção dos pós de *Chenopodium* spp.**

As plantas de *C. ambrosioides*, *C. quinoa* e *C. album* foram cultivadas na área experimental do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP.

Para obtenção dos pós de folhas e frutos destas espécies, estas estruturas foram coletadas e transferidas para estufa para secagem a 40°C por cerca de 48h, sendo posteriormente moídas e armazenadas em recipientes de vidro hermeticamente fechados.

### **3.3 Preparo dos extratos aquosos e não aquosos de *Chenopodium* spp.**

Para obtenção dos extratos aquosos, os pós foram imersos (separadamente por espécie e por estrutura vegetal) em água destilada, na proporção de 10 g por 100 ml. Essas misturas foram mantidas por 24h para extração dos compostos hidrossolúveis e após esse período o material foi filtrado. Para evitar uma possível degradação dos extratos, estes foram utilizados nos bioensaios com no máximo 2h após o processo de extração.

Para preparo dos extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) das três espécies vegetais foi utilizado o processo de maceração. Após a coleta, secagem e moagem de folhas e frutos de *Chenopodium* spp., estas foram submetidas, separadamente, à extração com os solventes orgânicos, obedecendo-se a uma ordem crescente de polaridade (hexano, clorofórmio e metanol). Os pós foram colocados em Erlenmeyers (volume de 1 L) e imersos nos solventes (iniciando-se pelo hexano), durante três dias, de maneira a manter a totalidade dos pós submersos no solvente. Ao término deste período as soluções foram filtradas e concentradas em evaporadores rotativos e armazenadas em recipientes apropriados até a evaporação total do solvente utilizado na extração. Este processo foi repetido cinco vezes antes da troca pelo próximo solvente e, sucessivamente, realizadas a filtragem, evaporação e concentração, resultando assim nos respectivos extratos em hexano, clorofórmio e metanol das diferentes espécies e estruturas vegetais de *Chenopodium* spp. (Fig. 2). Ao

término da extração, os extratos obtidos foram acondicionados nos frascos de vidro para serem utilizados nos experimentos.

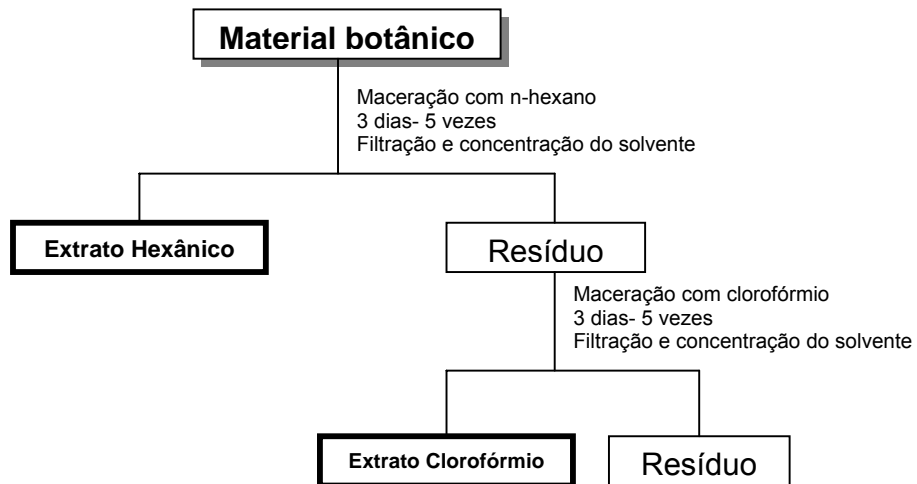


Figura 2 - Esquema utilizado para obtenção dos extratos

### 3.4 Obtenção do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.

Plantas de *C. ambrosioides* foram cultivadas na área experimental da ESALQ/USP com a finalidade de fornecer quantidade suficiente de material vegetal fresco (folhas, flores e frutos em conjunto). Após a coleta, o material vegetal foi transportado imediatamente ao laboratório para extração do óleo essencial. A obtenção do óleo foi realizada através da técnica de arraste à vapor, com um destilador ligado a um autoclave, com pressão (1,5 psi) e temperatura (126 °C) controladas, durante 90 minutos. Ao término deste período o óleo essencial foi coletado, medido o volume e colocado em recipiente hermeticamente fechado e armazenado para posterior utilização nos bioensaios.

### 3.5 Bioensaios com pós de *Chenopodium* spp.

#### 3.5.1. Avaliação da repelência

Para avaliação da repelência de *Chenopodium* spp. sobre *S. zeamais*, foi utilizada uma arena formada por cinco caixas plásticas circulares (6,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura), sendo a caixa central interligada simetricamente às demais caixas por tubos plásticos, dispostos diagonalmente (Fig. 3).

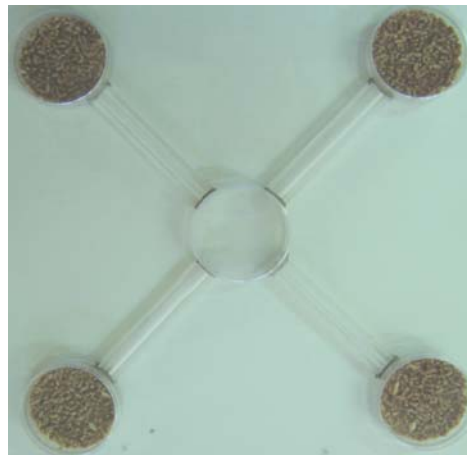


Figura 3 - Arena utilizada para execução dos bioensaios para avaliação da repelência/atratividade de *Chenopodium* spp. em relação a *S. zeamais*

Amostras de trigo impregnadas com pós de folhas e frutos de *C. ambrosioides*, *C. quinoa* e *C. album*, além da testemunha (sem pó), foram distribuídas em dois recipientes simetricamente opostos/arena. Para o pó de cada estrutura vegetal, de cada espécie, foi montado um bioensaio para comparação com a testemunha (sem pó). No recipiente central foram liberados 50 adultos, não sexados, e após 24h, foi contado o número de insetos por recipiente. Para a realização dos testes foi utilizada a concentração de 0,3 g de pó por 10 g de trigo (PROCÓPIO et al., 2003).

Para avaliação da repelência em relação a *R. dominica*, foram utilizados recipientes plásticos circulares (20,0 cm de diâmetro e 3,0 cm de altura) forrados em seu interior com papel filtro e cobertos com tecido de *voil* (Fig. 4). No interior de cada recipiente foi adicionado em quatro pontos equidistantes, 1,0 g de trigo moído, sendo colocado 0,03 g de pó, de folhas e frutos, de uma das três espécies de *Chenopodium*

testadas, liberando-se no centro, 40 adultos do inseto. As avaliações foram realizadas após 24 horas contando-se o número de besouros em cada ponto analisado.

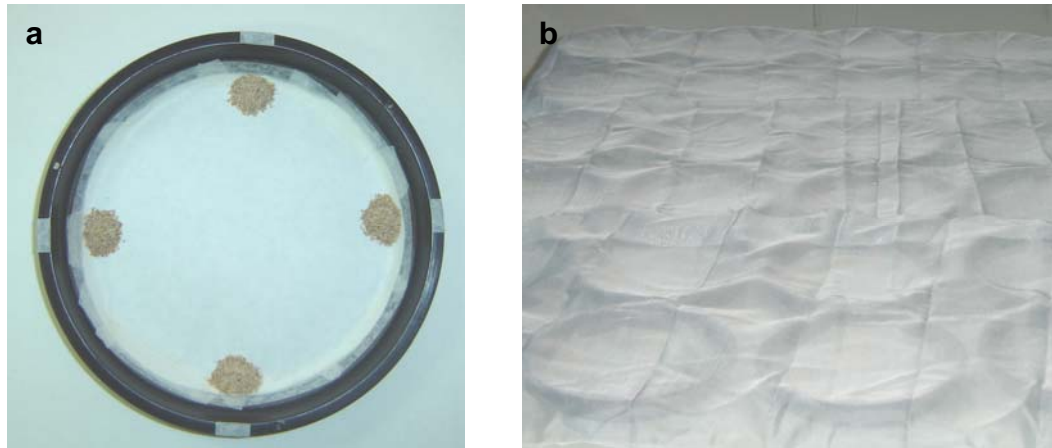


Figura 4 - Arena utilizada para execução dos bioensaios para avaliação da repelência/atratividade de *Chenopodium* spp. em relação a *R. dominica*: a) arena; b) arenas cobertas por tecido de voil

### 3.5.2 Avaliação da atividade inseticida

Para a realização deste ensaio, foram utilizadas caixas plásticas circulares (6,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura) contendo, para os ensaios com *S. zeamais*, 20 g de trigo e 0,25 g do pó de folhas e frutos de *C. ambrosioides*, *C. quinoa* e *C. album* (TAVARES, 2003). Nos testes com *R. dominica*, foram adicionados às caixas plásticas 20 g de grãos de trigo (15 g íntegros e 5 g moídos). A testemunha, em ambos os experimentos foi constituída apenas pelo substrato de alimentação (trigo). Em cada caixa plástica foram liberados 20 adultos de *S. zeamais* ou *R. dominica*, não sexados, com idade entre 10 e 20 dias para o gorgulho e 5 a 30 dias para *R. dominica*. A sobrevivência dos adultos foi avaliada diariamente, contando-se e retirando-se os indivíduos mortos durante um período de cinco dias, sendo os indivíduos sobreviventes descartados ao final destas observações. A emergência dos adultos foi avaliada diariamente, contando-se e retirando-se os indivíduos emergidos no período (a contar da infestação inicial) de 25 a 60 dias, para ambos os insetos testados.

### **3.6 Bioatividade dos extratos aquosos e não aquosos de *Chenopodium* spp. sobre *S. zeamais* e *R. dominica***

#### **3.6.1 Avaliação da repelência**

Para avaliação da repelência foram utilizadas as mesmas metodologias descritas no item 3.5.1 (avaliação da repelência de pós) para *S. zeamais* e *R. dominica*. Para isto, os extratos aquosos e não aquosos (em clorofórmio) obtidos de folhas e frutos das três espécies de *Chenopodium*, a 10% de concentração, foram pulverizados nos grãos de trigo por meio de um "mini-atomizador" (pistola Arprex<sup>®</sup>, modelo 5, bico 0,8 mm, acoplado a um compressor, modelo 0411, tipo 2VC). A testemunha foi constituída pelo substrato de alimentação com pulverização de água ou solvente (acetona), utilizados para diluição, respectivamente, dos extratos aquosos e não aquosos. Após aplicação, os grãos de trigo foram adicionados às caixas plásticas. Foram liberados nas arenas adultos não sexados, com idade não controlada, em número de 50 para *S. zeamais* e 40 para *R. dominica*. Após 24h, foi contado o número de insetos por recipiente.

#### **3.6.2 Avaliação da atividade inseticida**

Neste experimento foi testado o potencial inseticida dos extratos aquosos e não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) obtidos de pós de folhas e frutos de *C. ambrosioides*, *C. quinoa* e *C. album* sobre adultos de *S. zeamais* e *R. dominica*. Os extratos, a 10% de concentração, foram pulverizados sobre os grãos de trigo (20 g para o gorgulho e 15 g de grãos íntegros mais 5 g moídos para *R. dominica*), com auxílio de um "mini-atomizador", e acondicionados em caixas plásticas circulares (6,0 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura). A testemunha foi constituída pelo substrato de alimentação com pulverização de água ou solvente (acetona), utilizados na diluição dos respectivos extratos aquosos e não aquosos. Utilizaram-se 20 adultos, não sexados, com 10 a 20 dias de idade para *S. zeamais* e 5 a 30 dias de idade para *R. dominica*.

As avaliações foram realizadas diariamente, durante um período de cinco dias, contando-se o número de insetos mortos. A emergência dos adultos foi avaliada diariamente, contando-se e retirando-se os indivíduos emergidos no período de 25 a 60 dias, a contar da infestação inicial para ambos os insetos testados.

### **3.7 Bioatividade do óleo essencial de *C. ambrosioides***

#### **3.7.1 Avaliação da atividade inseticida**

As espécies *C. quinoa* e *C. album* não apresentaram produção de óleo essencial, e por esta razão não foi possível testar a bioatividade destes, como também proceder a análise dos seus constituintes químicos (item 3.8). Para avaliação do efeito inseticida do óleo essencial de *C. ambrosioides* em relação aos adultos de *S. zeamais* e *R. dominica* utilizou-se a mesma metodologia descrita para avaliação deste potencial dos extratos aquosos e não aquosos de *Chenopodium* spp. (item 3.6.2). O óleo, a 10% de concentração, foi diluído em acetona e pulverizado nos grãos de trigo. Posteriormente, estes foram acondicionados em caixas plásticas e infestados com os adultos de *S. zeamais* e *R. dominica*.

As avaliações foram realizadas diariamente, durante um período de cinco dias, contando-se o número de insetos mortos. A emergência dos adultos foi avaliada diariamente, contando-se e retirando-se os indivíduos emergidos no período (a contar da infestação inicial) de 25 a 60 dias para ambos os insetos testados.

### **3.8 Análise do óleo essencial de *C. ambrosioides***

A análise dos óleos essenciais de *C. ambrosioides* foi feita por Cromatografia Gasosa acoplada à espectroscopia de massas (CG/EM), aparelho Shimadzu QP 5000, nas seguintes condições:

- ◆ Temperatura do injetor: 250° C
- ◆ Temperatura do detector: 280° C



- ◆ Coluna: HP-5MS
- ◆ Programação de temperatura: 80°C (2min), 3°C/ min. até 200°C permanecendo nesta temperatura por 7 minutos.
- ◆ Pressão da cabeça da coluna: 110 KPa
- ◆ Tempo entre as varreduras (scans/s): 0,50
- ◆ Intervalo de massas: 50 a 500 daltons
- ◆ Modo de injeção: split

Os óleos essenciais puros foram injetados primeiramente e em seguida foram injetados com misturas de padrões de hidrocarbonetos. Esta mistura de padrões foi previamente preparada com os seguintes *n*-alcanos: C9/ C10/ C11/ C12/ C14/ C16/ C18/ C20/ C22.

### 3.9 Identificação dos componentes dos óleos essenciais de *C. ambrosioides*.

A identificação dos componentes dos óleos essenciais foi feita através da comparação de seus espectros de massas e cálculos de seus índices de retenção (ADAMS, 2001).

O índice de retenção de Kovats foi calculado para cada componente detectado nos óleos essenciais, segundo a equação de Van den Dool e Kratz (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963 ):

$$\text{IR} = 100N [(t_x - t_{n-1}) / (t_n - t_{n-1})] + 100C_{n-1}, \text{ onde:}$$

IR: índice de retenção de Kovats

$$N = C_n - C_{n-1}$$

$C_n$  = Número de carbonos do *n*-alcano que elui após a substância analisada;

$C_{n-1}$  = Número de carbonos do *n*-alcano que elui antes da substância analisada;

$T_x$  = Tempo de retenção da substância analisada;

$T_n$  = Tempo de retenção do *n*-alcano que elui após a substância analisada;

$T_{n-1}$  = Tempo de retenção do *n*-alcano que elui antes da substância analisada.

A partir da comparação dos índices de retenção calculados e dos espectros de massas encontrados na literatura, foram feitas as identificações dos componentes do óleo essencial para seis amostras de *C. ambrosioides*.

### **3.10 Avaliação das atividades repelente e inseticida de compostos comerciais e presentes no óleo essencial de *Chenopodium* spp.**

Nestes experimentos foram avaliados, sobre os adultos de *S. zeamais* e *R. dominica*, a atividade repelente e inseticida de três compostos comerciais: limoneno e *p*-cimeno, presentes nas amostras dos óleos essenciais analisados neste trabalho (item 4.2), e  $\alpha$ -pineno, que apesar de não identificado nas análises das amostras, é relatado em diversos trabalhos na literatura como importante constituinte do óleo essencial de *C. ambrosioides*. Além disto, avaliou-se a bioatividade destas substâncias em mistura (proporção de 1:1:1) para verificar um possível efeito sinérgico e/ou aditivo. Estes compostos foram adquiridos da empresa Aldrich<sup>®</sup>, apresentando 97, 99 e 98% de pureza para as substâncias limoneno, *p*-cimeno e  $\alpha$ -pineno, respectivamente. As metodologias utilizadas para avaliação dos efeitos repelente e inseticida foram semelhantes às descritas nos itens 3.6.1 e 3.6.2, para avaliação, respectivamente, destas atividades dos extratos aquosos e não aquosos sobre ambos os besouros. Os compostos, a 10% de concentração, foram diluídos em acetona e pulverizados aos grãos de trigo e estes acondicionados às arenas para o teste de repelência e às caixas plásticas circulares para avaliação da atividade inseticida. As testemunhas foram constituídas pelo substrato de alimentação com aplicação de solvente (acetona) utilizado na diluição das substâncias. As avaliações de repelência foram feitas após 24 horas da liberação dos adultos de *S. zeamais* e *R. dominica* e, diariamente, durante cinco dias, para observação da mortalidade dos insetos nos respectivos ensaios. No período de 25 a 60 dias da infestação inicial, foi avaliada a emergência de novos insetos.

### 3.11 Análise estatística

Os experimentos foram instalados no delineamento experimental inteiramente casualizado. Para todos os ensaios o número de repetições foi definido de acordo com o número de tratamentos adotados, de maneira a contemplar os pressupostos da análise de variância.

As análises de variância dos experimentos foram realizadas através do teste F, e a comparação entre as médias, quando necessárias, através do teste de Tukey, nos bioensaios para avaliação da atividade inseticida e através do teste “t” de Student, Índice de Repelência (IR) (adaptado de LIN et al., 1990), calculado pela fórmula:  $IR = 2G / (G+P)$  onde G = % de insetos na planta teste e P = % de insetos na testemunha, nos experimentos para avaliação da repelência, ambos a 5% de probabilidade de erro. Com base no IR e desvio padrão obtidos determinou-se o Intervalo de Classificação (IClass.) para as médias dos tratamentos, pela fórmula: I.

Class. =  $1 \pm t_{(n-1; \alpha=0,05)} \times \frac{DP}{\sqrt{n}}$ ; onde t = valor de “t” tabelado; DP = desvio padrão; n =

número de repetições. Os materiais foram considerados neutros quando o valor do IR ficou compreendido dentro do IClass. avaliado; repelente quando o valor do IR foi inferior ao menor valor obtido para o IClass.; e atraente quando o IR foi superior ao maior IClass. calculado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Rendimentos das extrações para obtenção dos extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de *Chenopodium* spp. e do óleo essencial de *C. ambrosioides*.

De maneira geral, excetuando-se os rendimentos com os extratos em metanol de *C. album* (Tabela 3) e em hexano de *C. quinoa* (Tabela 1), em que os frutos proporcionaram maior rendimento, em todos os demais casos, os extratos obtidos de folhas, em hexano, clorofórmio e metanol, das diferentes espécies de *Chenopodium*, apresentaram tendência para maior rendimento de extração quando comparados aos obtidos a partir de frutos (Tabelas 1 a 3).

Tabela 1 - Rendimento na obtenção de extratos em hexano de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Espécie vegetal        | Estrutura | Quantidade material vegetal |       | Rendimento |     |
|------------------------|-----------|-----------------------------|-------|------------|-----|
|                        |           | (g)                         | (g)   | (g)        | (%) |
| <i>C. ambrosioides</i> | Frutos    | 597,0                       | 3,22  | 0,54       |     |
|                        | Folhas    | 220,1                       | 3,5   | 1,59       |     |
| <i>C. quinoa</i>       | Frutos    | 1271,2                      | 15,99 | 1,25       |     |
|                        | Folhas    | 200,0                       | 2,51  | 1,25       |     |
| <i>C. album</i>        | Frutos    | 274,0                       | 2,23  | 0,81       |     |
|                        | Folhas    | 223,1                       | 4,37  | 1,96       |     |

Em relação aos solventes utilizados para extração, todas as espécies de *Chenopodium* apresentaram tendência de maior rendimento com a utilização de metanol, seguido por clorofórmio e hexano. Para os extratos em hexano (Tabela 1), estes valores variaram entre 0,54% (frutos de *C. ambrosioides*) e 1,96% (folhas de *C. album*). Extratos em clorofórmio apresentaram rendimentos variáveis entre 1,24% e 2,85%, obtidos com frutos e folhas de *C. album*, respectivamente (Tabela 2). Para os extratos em metanol, o menor rendimento foi observado para frutos de *C. quinoa* (2,62%) e o maior com frutos de *C. album* (5,07%) (Tabela 3).

Tabela 2 - Rendimento na obtenção de extratos em clorofórmio de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Espécie vegetal        | Estrutura | Quantidade<br>material vegetal<br>(g) | Rendimento |      |
|------------------------|-----------|---------------------------------------|------------|------|
|                        |           |                                       | (g)        | (%)  |
| <i>C. ambrosioides</i> | Frutos    | 597,0                                 | 10,2       | 1,71 |
|                        | Folhas    | 220,1                                 | 5,27       | 2,39 |
| <i>C. quinoa</i>       | Frutos    | 1271,2                                | 16,57      | 1,30 |
|                        | Folhas    | 200,0                                 | 3,26       | 1,63 |
| <i>C. album</i>        | Frutos    | 274,0                                 | 3,4        | 1,24 |
|                        | Folhas    | 223,1                                 | 6,36       | 2,85 |

Tabela 3 - Rendimento na obtenção de extratos em metanol de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Espécie vegetal        | Estrutura | Quantidade<br>material vegetal<br>(g) | Rendimento |      |
|------------------------|-----------|---------------------------------------|------------|------|
|                        |           |                                       | (g)        | (%)  |
| <i>C. ambrosioides</i> | Frutos    | 597,0                                 | 17,22      | 2,88 |
|                        | Folhas    | 220,1                                 | 9,47       | 4,30 |
| <i>C. quinoa</i>       | Frutos    | 1110,2                                | 29,12      | 2,62 |
|                        | Folhas    | 200,0                                 | 6,92       | 3,46 |
| <i>C. album</i>        | Frutos    | 274,0                                 | 13,9       | 5,07 |
|                        | Folhas    | 223,1                                 | 8,07       | 3,62 |

Os resultados obtidos em relação ao rendimento nas extrações do óleo essencial de *C. ambrosioides* apresentaram valores variáveis de 0,05 a 0,18%, com um rendimento médio de 0,11% (Tabela 4).

Tabela 4 - Quantidade (ml) e rendimento (%) na obtenção de óleo essencial (flores e frutos em conjunto) de *Chenopodium ambrosioides*

| <i>C. ambrosioides</i> (folhas, flores e frutos) - Óleo essencial |                         |                            |                   |
|---|-------------------------|----------------------------|-------------------|
|   | Material vegetal<br>(g) | Quantidade de óleo<br>(ml) | Rendimento<br>(%) |
| 1º Extração   | 1000,0                  | 1,0                        | 0,10              |
| 2º Extração   | 1200,0                  | 2,1                        | 0,18              |
| 3º Extração   | 1200,0                  | 1,6                        | 0,13              |
| 4º Extração   | 1700,0                  | 1,7                        | 0,10              |
| 5º Extração   | 1253,0                  | 0,6                        | 0,05              |
| 6º Extração   | 1200,0                  | 1,0                        | 0,08              |
| Média   | 1258,0                  | 1,33                       | 0,11              |

Sagrei-ro-Nieves e Bartley (1995), analisando os constituintes do óleo essencial de folhas de *C. ambrosioides*, obtiveram um rendimento de 1,2%, valor pouco superior ao encontrado (0,8%) por Taponjoui *et. al* (2002). Já Onocha *et al.* (1999), trabalhando com essa mesma espécie vegetal, tiveram rendimento na extração de 0,06%.

#### **4.2 Identificação dos constituintes do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.**

Os cromatogramas das seis amostras dos óleos essenciais de *C. ambrosioides* evidenciam (Figuras 5 a 10) variação nos compostos e quantidades encontradas.

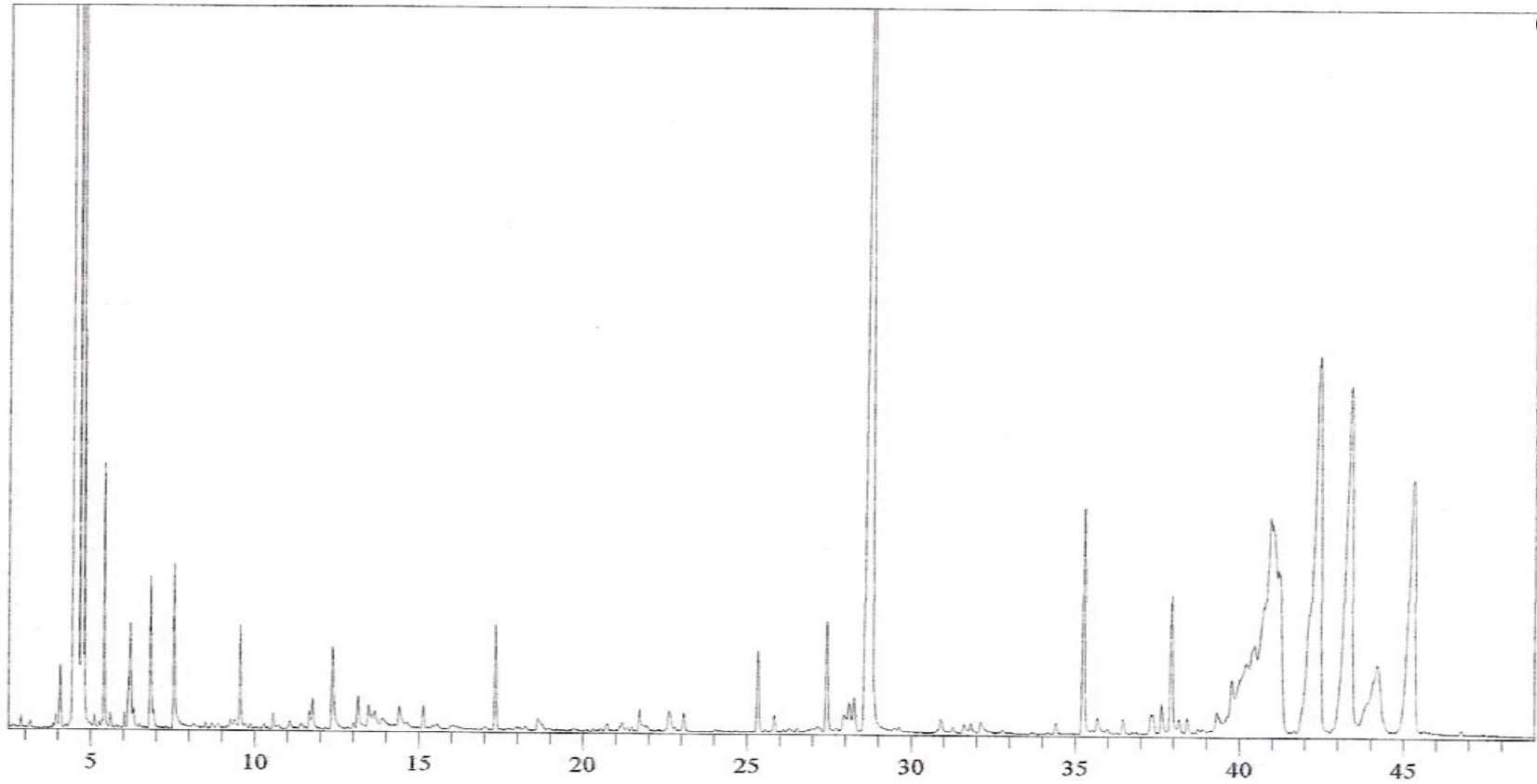


Figura 5 - Cromatograma do óleo essencial de *C. ambrosioides* (amostra 01)

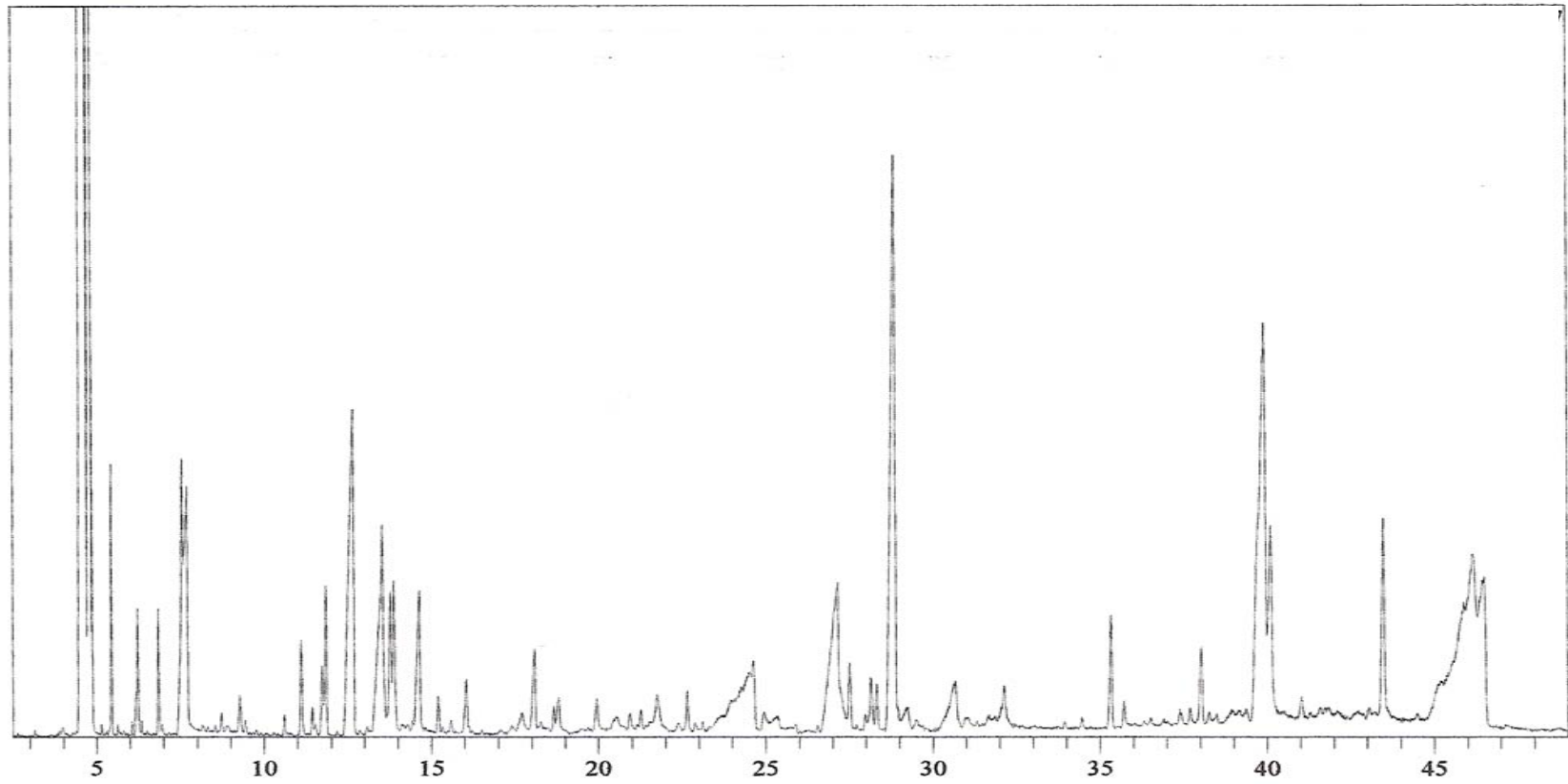


Figura 6 - Cromatograma do óleo essencial de *C. ambrosioides* (amostra 02)



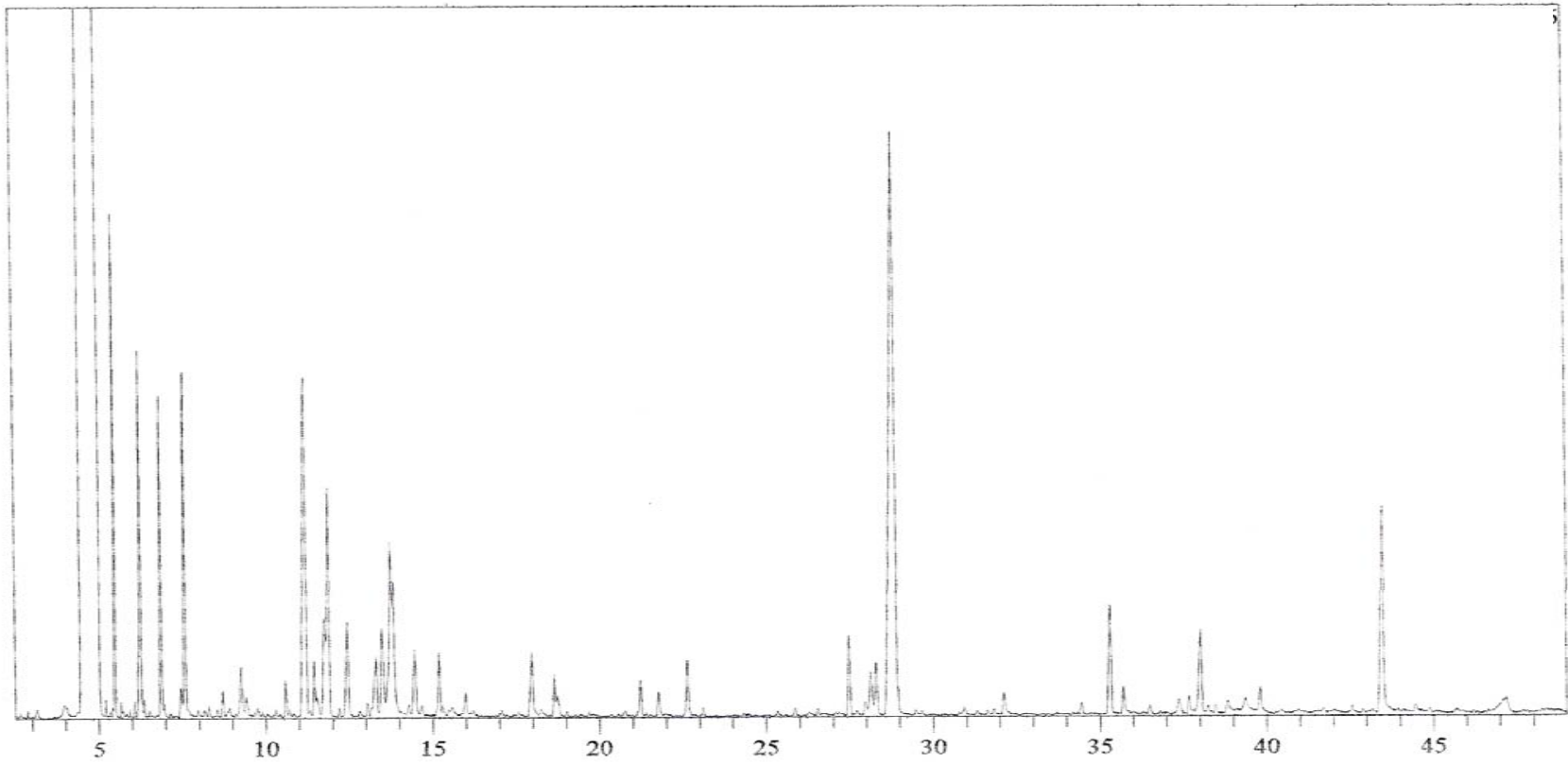


Figura 7 - Cromatograma do óleo essencial de *C. ambrosioides* (amostra 03)

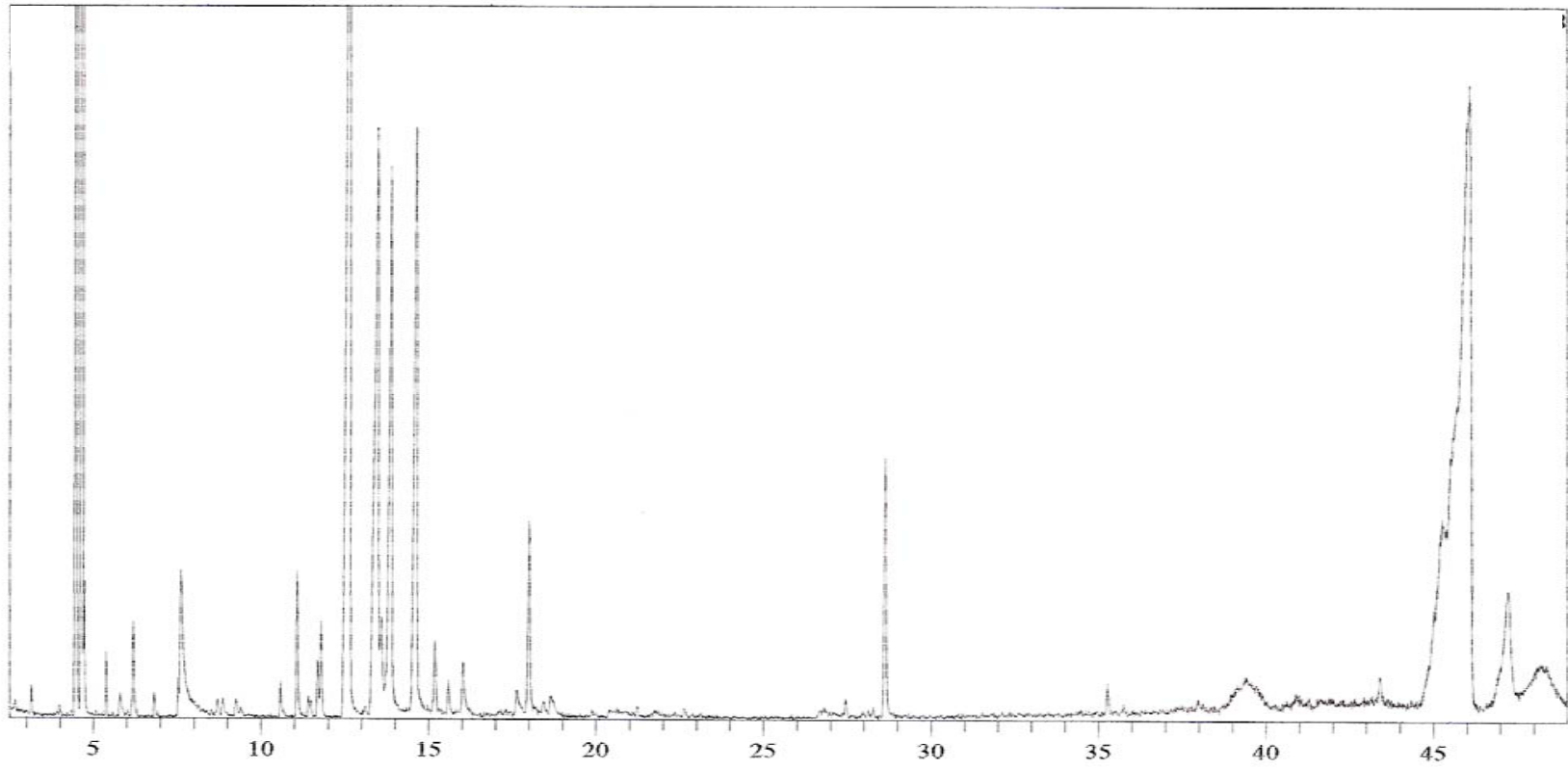


Figura 8 - Cromatograma do óleo essencial de *C. ambrosioides* (amostra 04)

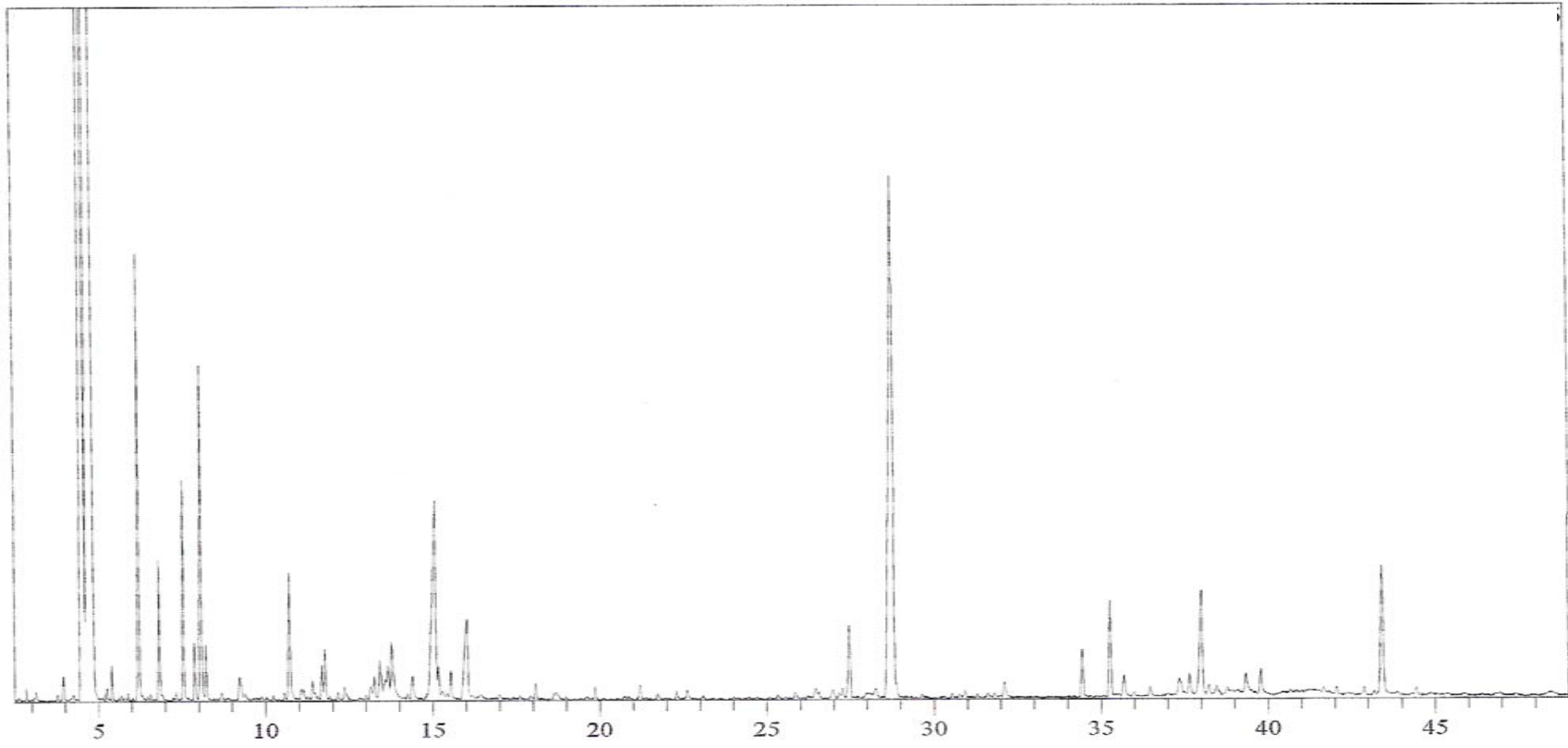


Figura 9 - Cromatograma do óleo essencial de *C. ambrosioides* (amostra 05)

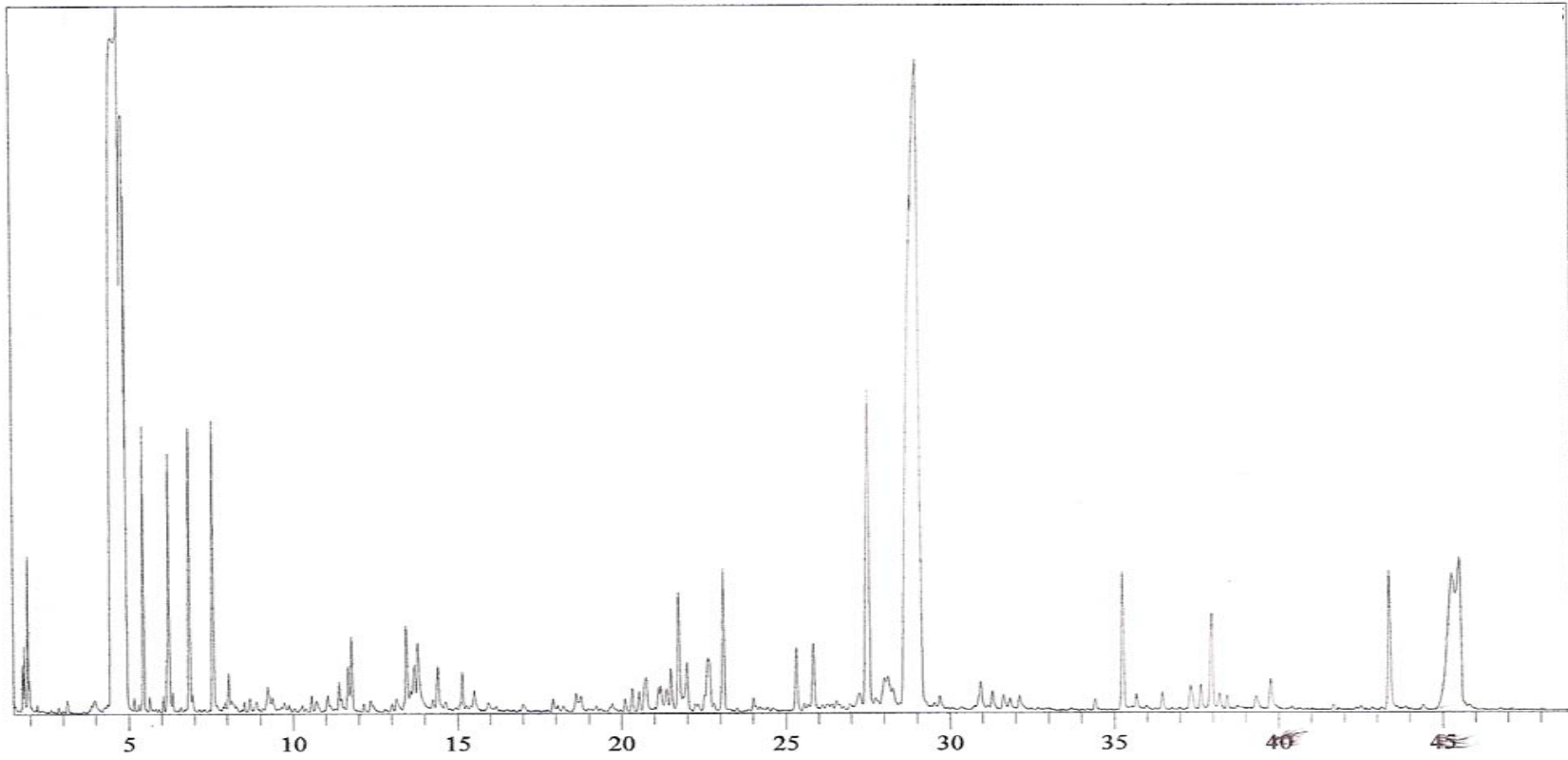


Figura 10 - Cromatograma do óleo essencial de *C. ambrosioides* (amostra 06)

#### 4.2.1 Compostos identificados

Os compostos identificados das seis amostras dos óleos essenciais de *C. ambrosioides*, juntamente com o tempo de retenção (tx), a percentagem relativa, os índices de Kovats calculados (IK<sub>C</sub>) e os índices de Kovats descritos na literatura (IK<sub>L</sub>) são apresentados nas tabelas 5 a 10 abaixo.

De acordo com os dados apresentados nas respectivas tabelas, pode-se notar que os constituintes químicos determinados representaram 78,84% da composição química do óleo essencial da amostra 1; 64,16% e 32,5% das amostras 2 e 3, respectivamente e 50,53%, 89,45% e 86,1% das amostras 4, 5 e 6 respectivamente. Verificou-se que o composto  $\alpha$ -terpineno é que está em maior percentagem relativa nos óleos essenciais das amostras 1, 2 e 6, enquanto o composto *o*-cimeno é que se apresenta em maior quantidade nos óleos essenciais obtidos das amostras 3, 4 e 5.

Tabela 5 - Componentes presentes no óleo essencial (amostra 1), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura

| Tempo de retenção | Composto                           | IK <sub>C</sub> | IK <sub>L</sub> | %     |
|-------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 4,070             | Decano                             | 1000            | 1000            | 0,33  |
| 4,642             | $\alpha$ -Terpineno                | 1025            | 1017            | 19,69 |
| 4,733             | <i>o</i> -Cimeno                   | 1029            | 1026            | 8,95  |
| 4,804             | Limoneno                           | 1032            | 1029            | 1,00  |
| 5,406             | $\gamma$ -Terpineno                | 1058            | 1060            | 0,94  |
| 6,200             | <i>m</i> -Cimeno                   | 1092            | 1085            | 0,54  |
| 6,815             | 1,3,8- <i>p</i> -Mentatrieno       | 1113            | 1110            | 0,71  |
| 9,554             | Dodecano                           | 1199            | 1200            | 0,60  |
| 11,760            | <i>cis</i> -Epóxido de piperitona  | 1256            | 1254            | 0,24  |
| 12,374            | <i>trans</i> -Ascaridol glicol     | 1271            | 1269            | 0,65  |
| 13,873            | Carvacrol                          | 1310            | 1299            | 0,21  |
| 17,336            | Tetradecano                        | 1399            | 1400            | 0,68  |
| 25,330            | Hexadecano                         | 1598            | 1600            | 0,51  |
| 27,437            | $\alpha$ -Óxido B de bisabolol     | 1654            | 1658            | 0,80  |
| 27,960            | ( <i>E</i> )-Tiglato de citronelil | 1668            | 1668            | 0,22  |
| 28,809            | $\alpha$ -Bisabolol                | 1691            | 1686            | 14,13 |
| 32,116            | Pentadecanol                       | 1780            | 1774            | 0,17  |
| 35,678            | Hexadecanol                        | 1882            | 1876            | 0,19  |
| 40,692            | Eicosano                           | 2025            | 2000            | 14,76 |
| 43,387            | Heneicosano                        | 2099            | 2100            | 7,92  |
| 45,265            | Docosano                           | 2150            | 2200            | 5,60  |

Tabela 6 - Componentes presentes no óleo essencial (amostra 2), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura

| Tempo de retenção | Composto                          | IK <sub>C</sub> | IK <sub>L</sub> | %     |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 4,700             | $\alpha$ -Terpineno               | 1028            | 1017            | 23,30 |
| 4,820             | $\alpha$ -Cimeno                  | 1033            | 1026            | 20,00 |
| 4,868             | Limoneno                          | 1035            | 1029            | 14,75 |
| 5,445             | $\gamma$ -Terpineno               | 1060            | 1060            | 046   |
| 6,225             | 2,5-Dimetilestireno               | 1093            | 1099            | 0,26  |
| 6,842             | 1,3,8- $p$ -Mentatrieno           | 1114            | 1110            | 0,27  |
| 11,738            | <i>cis</i> -Epóxido de piperitona | 1255            | 1254            | 0,26  |
| 18,803            | $p$ -Menta-6,8-dien-2-ona         | 1435            | 1424            | 0,24  |
| 27,521            | $\alpha$ -Óxido B de bisabolol    | 1656            | 1658            | 0,29  |
| 28,883            | $\alpha$ -Bisabolol               | 1693            | 1686            | 4,15  |
| 35,716            | Hexadecanol                       | 1883            | 1876            | 0,18  |

Tabela 7 - Componentes presentes no óleo essencial (amostra 3), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura

| Tempo de retenção | Composto                          | IK <sub>C</sub> | IK <sub>L</sub> | %     |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 5,000             | $\alpha$ -Cimeno                  | 1040            | 1026            | 23,84 |
| 5,496             | $\gamma$ -Terpineno               | 1062            | 1060            | 0,67  |
| 6,261             | $p$ -Cimeno                       | 1095            | 1091            | 0,67  |
| 6,873             | 1,3,8- $p$ -Mentatrieno           | 1115            | 1110            | 0,57  |
| 9,269             | $p$ -Cimen-8-ol                   | 1190            | 1183            | 0,15  |
| 11,217            | <i>trans</i> -Acetato de sabineno | 1242            | 1256            | 1,43  |
| 11,766            | <i>cis</i> -Epóxido de piperitona | 1256            | 1254            | 0,37  |
| 12,459            | <i>trans</i> -Ascaridol glicol    | 1274            | 1269            | 0,32  |
| 13,497            | Carvacrol                         | 1300            | 1299            | 0,34  |
| 27,489            | $\alpha$ -Óxido B de bisabolol    | 1655            | 1658            | 0,21  |
| 28,892            | $\alpha$ -Bisabolol               | 1693            | 1686            | 3,82  |
| 35,705            | Hexadecanol                       | 1882            | 1876            | 0,11  |

Tabela 8 - Componentes presentes no óleo essencial (amostra 4), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura

| Tempo de retenção | Composto                          | IK <sub>C</sub> | IK <sub>L</sub> | %     |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 4,492             | $\alpha$ -Terpineno               | 1019            | 1017            | 16,31 |
| 4,674             | <i>o</i> -Cimeno                  | 1026            | 1026            | 19,05 |
| 4,726             | Limoneno                          | 1029            | 1029            | 0,35  |
| 5,385             | $\gamma$ -Terpineno               | 1057            | 1060            | 0,17  |
| 6,194             | <i>m</i> -Cimeno                  | 1092            | 1085            | 0,40  |
| 11,689            | <i>cis</i> -Epóxido de piperitona | 1254            | 1254            | 0,24  |
| 12,659            | <i>trans</i> -Ascaridol glicol    | 1279            | 1269            | 9,93  |
| 28,638            | <i>epi</i> - $\alpha$ -Bisabolol  | 1686            | 1685            | 1,39  |
| 39,445            | Eicosano                          | 1991            | 2000            | 1,84  |
| 48,317            | Docosano                          | -               | 2200            | 0,85  |

Tabela 9 - Componentes presentes no óleo essencial (amostra 5), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura

| Tempo de retenção | Composto                          | IK <sub>C</sub> | IK <sub>L</sub> | %     |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 4,549             | $\alpha$ -Terpineno               | 1021            | 1017            | 12,23 |
| 4,859             | <i>o</i> -Cimeno                  | 1034            | 1026            | 64,75 |
| 6,221             | <i>p</i> -Cimeno                  | 1093            | 1091            | 1,78  |
| 6,822             | 1,3,8- <i>p</i> -Mentatrieno      | 1114            | 1110            | 0,62  |
| 7,874             | <i>neo</i> -Isopulegol            | 1146            | 1148            | 0,28  |
| 8,078             | Citronelal                        | 1153            | 1153            | 1,55  |
| 8,224             | <i>iso</i> -Isopulegol            | 1157            | 1160            | 0,23  |
| 9,225             | <i>p</i> -Cimen-8-ol              | 1189            | 1183            | 0,21  |
| 11,686            | <i>cis</i> -Epóxido de piperitona | 1254            | 1254            | 0,19  |
| 13,433            | Carvacrol                         | 1299            | 1299            | 0,30  |
| 15,538            | Acetato de citronelil             | 1352            | 1353            | 0,18  |
| 27,476            | $\alpha$ -Óxido B de bisabolol    | 1655            | 1658            | 0,49  |
| 28,804            | $\alpha$ -Bisabolol               | 1691            | 1686            | 6,46  |
| 35,694            | Hexadecanol                       | 1882            | 1876            | 0,18  |

Tabela 10 - Componentes presentes no óleo essencial (amostra 6), percentagem relativa e índices de Kovats calculados e o da literatura

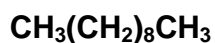
| Tempo de retenção | Composto                            | IK <sub>C</sub> | IK <sub>L</sub> | %     |
|-------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 4,651             | $\alpha$ -Terpineno                 | 1025            | 1017            | 38,80 |
| 4,880             | <i>o</i> -Cimeno                    | 1035            | 1026            | 15,19 |
| 4,950             | Limoneno                            | 1038            | 1029            | 8,93  |
| 5,467             | $\gamma$ -Terpineno                 | 1060            | 1060            | 0,67  |
| 6,238             | <i>p</i> -Cimeno                    | 1094            | 1091            | 0,84  |
| 6,860             | 1,3,8- <i>p</i> -Mentatrieno        | 1115            | 1110            | 0,87  |
| 8,053             | Citronelal                          | 1152            | 1153            | 0,13  |
| 9,230             | <i>p</i> -Cimen-8-ol                | 1189            | 1183            | 0,16  |
| 11,689            | <i>cis</i> -Epóxido de piperitona   | 1254            | 1254            | 0,18  |
| 12,367            | <i>trans</i> -Ascaridol glicol      | 1271            | 1269            | 0,09  |
| 13,456            | Carvacrol                           | 1299            | 1299            | 0,40  |
| 15,519            | Acetato de citronelil               | 1352            | 1353            | 0,14  |
| 20,332            | $\beta$ -Chamigreno                 | 1473            | 1478            | 0,09  |
| 20,538            | $\gamma$ -Curcumeno                 | 1478            | 1483            | 0,09  |
| 21,507            | $\alpha$ -( <i>E, E</i> )-Farneseno | 1502            | 1506            | 0,20  |
| 21,758            | $\beta$ -Bisaboleno                 | 1509            | 1506            | 0,56  |
| 21,998            | $\gamma$ -( <i>Z</i> )-Bisaboleno   | 1515            | 1515            | 0,32  |
| 27,560            | $\alpha$ -Óxido B de bisabolol      | 1657            | 1658            | 2,28  |
| 29,117            | $\alpha$ -Bisabolol                 | 1699            | 1686            | 14,11 |
| 31,302            | $\alpha$ -Óxido A de bisabolol      | 1758            | 1749            | 0,11  |
| 32,123            | Pentadecanol                        | 1780            | 1774            | 0,11  |
| 35,680            | Hexadecanol                         | 1882            | 1876            | 0,11  |
| 45,542            | Docosano                            | 2157            | 2200            | 1,72  |

Sagrei-ro-Nieves e Bartley (1995), analisando os constituintes de óleos essenciais de folhas de *C. ambrosioides*, identificaram como principais compostos o limoneno (32,5%) e *trans*-pinocarveol (26,7%), enquanto Onocha et al. (1999) destacaram como majoritários em suas análises os compostos  $\alpha$ -terpineno (56%),  $\alpha$ -terpinil acetato (15,7%) e *p*-cimeno (15,5%) .

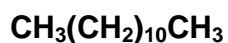
Tapondjou et al. (2002), trabalhando com folhas dessa mesma planta, identificaram como principais constituintes do óleo essencial as substâncias  $\alpha$ -terpineno (37,6%), cimol (*p*-cimeno) (50%), *cis*- $\beta$ -farnesen (1,4%), ascaridol (3,5%) e carvacrol (3,3%).



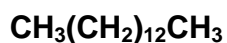
Os compostos identificados nas seis amostras dos óleos essenciais encontram-se a seguir:



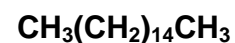
Decano



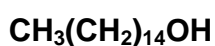
Dodecano



Tetradecano



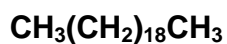
Hexadecano



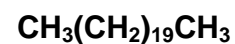
Pentadecanol



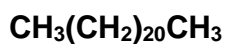
Hexadecanol



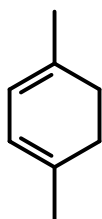
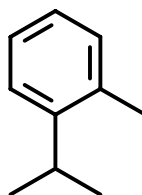
Eicosano



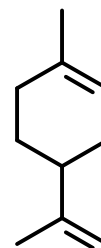
Heneicosano



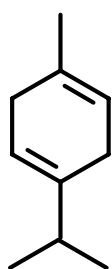
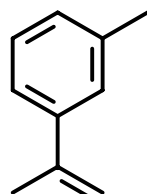
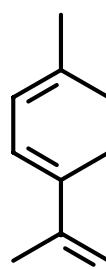
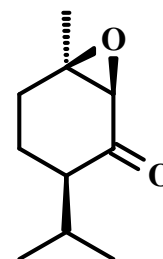
Docosano

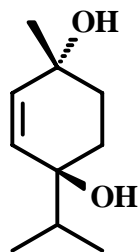
 $\alpha$ -Terpineno

o-Cimeno

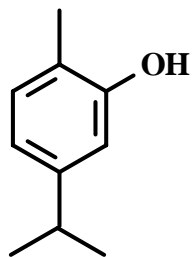


Limoneno

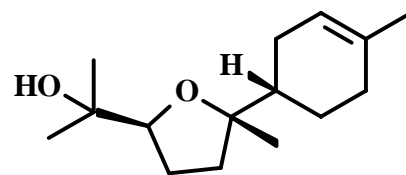
 $\gamma$ -Terpineno*m*-Cimeno1,3,8-*p*-Menthatrieno*cis*-Epóxido de piperitona



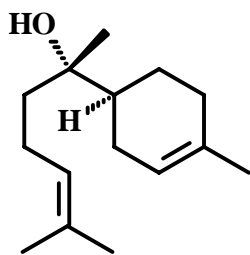
*trans*-  
Ascaridol  
glicol



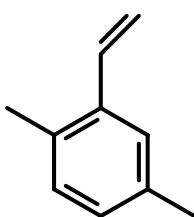
Carvacrol



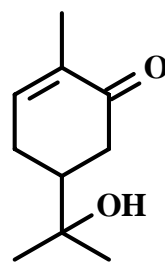
$\alpha$ -Óxido B de bisabolol



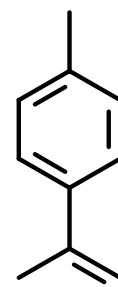
$\alpha$ -Bisabolol



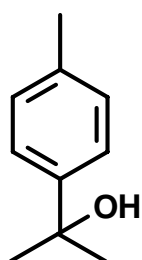
2,5-Dimetilestireno



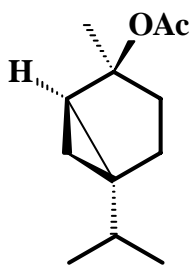
*p*-Menta-6,8-dien-2-ona



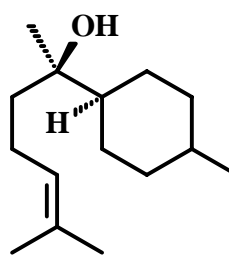
*p*-Cimeno



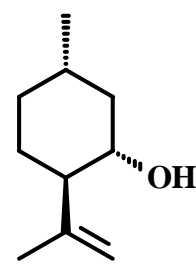
*p*-Cimen-8-ol



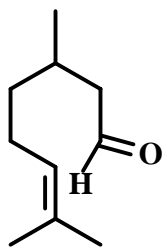
*trans*-Acetato  
de sabineno



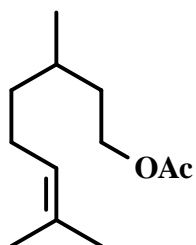
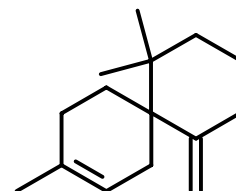
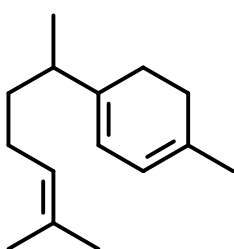
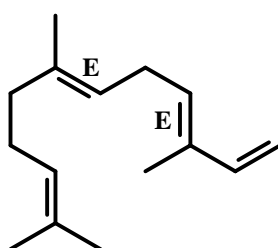
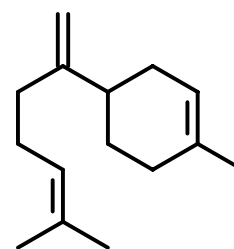
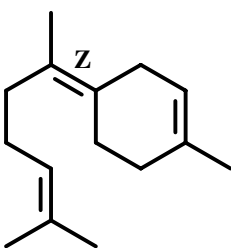
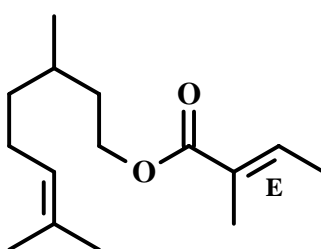
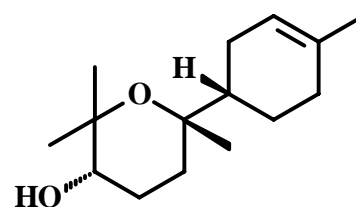
*epi*- $\alpha$ -Bisabolol



*neo*-Isopulegol



Citronelal

Acetato de  
citronelil $\beta$ -Chamigreno $\gamma$ -Curcumeno $\alpha$ -(*E*, *E*)-Farneseno $\beta$ -Bisaboleno $\gamma$ -(*Z*)-Bisaboleno(*E*)-Tiglato de citronelil $\alpha$ -Óxido A de  
bisabolol

## 4.3 Bioensaios com *Sitophilus zeamais*

### 4.3.1 Avaliação da repelência

#### 4.3.1.1 Repelência de pós

Não houve efeito repelente e nem atrativo dos pós de folhas e frutos de *Chenopodium* spp. em relação aos adultos de *S. zeamais* (Tabela 11).

Nos recipientes onde foram adicionados aos grãos de trigo, pós de folhas e frutos de *C. quinoa*, observou-se até mesmo uma tendência de maior número de insetos atraídos (57,6 e 61,3%, respectivamente) em comparação às caixas contendo somente trigo (42,4 e 38,7%), embora sem significância de acordo com o índice de repelência adotado (IR), demonstrando a inexistência de efeito repelente ou atrativo (Tabela 11).

Pó de folhas de *C. ambrosioides* misturados aos grãos de trigo também apresentou tendência de atrair mais insetos (57,8%) em comparação à testemunha (42,2%). Para pó de frutos dessa espécie, entretanto, houve tendência de maior número de insetos nas caixas contendo apenas grãos de trigo (52,8%), ainda que sem provocar diferença significativa, de acordo com o IR, em relação ao número de insetos nas caixas com trigo e pó (47,2%) (Tabela 11).

Em relação aos pós de folhas e frutos de *C. album*, apesar de ser observada maior porcentagem de insetos nos recipientes contendo apenas grãos de trigo (54,4 e 54,5%, respectivamente), em relação às caixas contendo pós misturados aos grãos (45,6 e 45,5%), também não se constatou diferença significativa com base no IR (Tabela 11).

Mazzonetto (2002), estudando o efeito associado de pós vegetais e genótipos de feijoeiro, sobre *Z. subfasciatus* e *A. obtectus*, constatou atividade repelente para ambas as espécies de insetos, com a mistura de pós provenientes da parte aérea de *C. ambrosioides* aos grãos desta leguminosa.

Procópio et al. (2003), trabalhando com *S. zeamais*, também não verificaram potencial repelente de pós de folhas, flores e frutos de *C. ambrosioides*

sobre *S. zeamais*, o mesmo sendo constatado por Tavares e Vendramim (2005a), que avaliaram a bioatividade de pós dessas mesmas partes de *C. ambrosioides* sobre a referida praga.

Estas diferenças observadas entre os resultados obtidos por Mazzonetto (2002) e neste trabalho, evidenciam a especificidade apresentada pelas plantas inseticidas em relação às pragas.

Tabela 11 - Atratividade de adultos de *S. zeamais* por pós de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamento <sup>1</sup>     | Insetos atraídos (%) | I.R. <sup>2</sup><br>(M±DP) | IClass. <sup>3</sup> | Cl. <sup>4</sup> |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 57,8                 | 1,15 ± 0,26                 | (0,82; 1,18)         | N                |
| Testemunha                  | 42,2                 |                             |                      |                  |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 47,2                 | 0,94 ± 0,34                 | (0,76; 1,24)         | N                |
| Testemunha                  | 52,8                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 57,6                 | 1,15 ± 0,28                 | (0,80; 1,20)         | N                |
| Testemunha                  | 42,4                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 61,3                 | 1,22 ± 0,31                 | (0,78; 1,22)         | N                |
| Testemunha                  | 38,7                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 45,5                 | 0,91 ± 0,12                 | (0,91; 1,09)         | N                |
| Testemunha                  | 54,5                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 45,6                 | 0,91 ± 0,21                 | (0,85; 1,15)         | N                |
| Testemunha                  | 54,4                 |                             |                      |                  |

<sup>1</sup> Fo = Folhas; Fr= Frutos.

<sup>2</sup> Índice de Repelência.

<sup>3</sup> Intervalo de classificação.

<sup>4</sup> Classificação: R= repelente; N= neutro; A= Atraente.

#### 4.3.1.2 Repelência de extratos aquosos

Nenhum dos extratos aquosos de folhas e frutos de *Chenopodium* spp. estudados provocou repelência e/ou atratividade sobre os adultos de *S. zeamais* (Tabela 12).

A aplicação aos grãos de trigo de extratos aquosos de folhas e frutos de *C. album* e de frutos de *C. quinoa*, apresentaram tendência de menor número de insetos atraídos nestas caixas (48; 38,9 e 48,1%), em comparação aos valores observados nos grãos pulverizados com água (testemunha), com respectivamente 52, 61,1 e 51,9% dos adultos, porém não sendo constatada diferença significativa de acordo com o IR empregado (Tabela 12).

A pulverização dos extratos aquosos de folhas e frutos de *C. ambrosioides* (51,4 e 50,2%) e de folhas de *C. quinoa* (51%) apresentaram tendência para maior número de insetos nestes grãos em comparação aos valores observados nas respectivas testemunhas (48,6 e 49,8% dos adultos para *C. ambrosioides* e 49% para *C. quinoa*), mas sem diferir significativamente, confirmando a inexistência de efeito repelente ou atrativo destes (Tabela 12).

Tabela 12 - Atratividade de adultos de *S. zeamais* por extratos aquosos de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamento <sup>1</sup>     | Insetos atraídos (%) | I.R. <sup>3</sup><br>(M±DP) | IClass. <sup>3</sup> | Cl. <sup>4</sup> |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 51,4                 | 1,03 ± 0,13                 | (0,91; 1,09)         | N                |
| Testemunha                  | 48,6                 |                             |                      |                  |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 50,2                 | 1,00 ± 0,35                 | (0,75; 1,25)         | N                |
| Testemunha                  | 49,8                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 51,0                 | 1,03 ± 0,23                 | (0,84; 1,19)         | N                |
| Testemunha                  | 49,0                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 48,1                 | 0,96 ± 0,15                 | (0,89; 1,11)         | N                |
| Testemunha                  | 51,9                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 48,0                 | 0,96 ± 0,34                 | (0,76; 1,24)         | N                |
| Testemunha                  | 52,0                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 38,9                 | 0,77 ± 0,44                 | (0,69; 1,31)         | N                |
| Testemunha                  | 61,1                 |                             |                      |                  |

<sup>1</sup> Fo = Folhas; Fr= Frutos.

<sup>2</sup> Índice de Repelência .

<sup>3</sup> Intervalo de classificação.

<sup>4</sup> Classificação: R= repelente; N= neutro; A= Atraente.

#### 4.3.1.3 Repelência de extratos não aquosos

Grãos de trigo pulverizados com extrato em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* e *C. quinoa* apresentaram porcentagem de adultos atraídos (40 e 34,6%, respectivamente) significativamente menor em comparação às testemunhas (60 e 65,4%).

A pulverização do extrato em clorofórmio de folhas de *C. quinoa* aos grãos de trigo atraiu maior porcentagem de insetos (60%) diferindo em relação à testemunha (40%).

Os demais extratos em clorofórmio de folhas e frutos de *Chenopodium* spp. não apresentaram repelência e nem atratividade de adultos de *S. zeamais* (Tabela 13).

Tabela 13 - Atratividade de adultos de *S. zeamais* por extratos em clorofórmio de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamento <sup>1</sup>     | Insetos atraídos (%) | I.R. <sup>2</sup><br>(M±DP) | IClass. <sup>3</sup> | Cl. <sup>4</sup> |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 47,6                 | 0,95 ± 0,23                 | (0,84; 1,16)         | N                |
| Testemunha                  | 52,4                 |                             |                      |                  |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 40,0                 | 0,80 ± 0,25                 | (0,82; 1,18)         | R                |
| Testemunha                  | 60,0                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 60,0                 | 1,20 ± 0,21                 | (0,85; 1,15)         | A                |
| Testemunha                  | 40,0                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 34,6                 | 0,69 ± 0,40                 | (0,72; 1,28)         | R                |
| Testemunha                  | 65,4                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 57,0                 | 1,14 ± 0,20                 | (0,86; 1,14)         | N                |
| Testemunha                  | 43,0                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 34,0                 | 0,68 ± 0,54                 | (0,62; 1,38)         | N                |
| Testemunha                  | 66,0                 |                             |                      |                  |

<sup>1</sup> Fo = Folhas; Fr= Frutos.

<sup>2</sup> Índice de Repelência.

<sup>3</sup> Intervalo de classificação.

<sup>4</sup> Classificação: R= repelente; N= neutro; A= Atraente.

A pulverização dos grãos de trigo com o extrato em clorofórmio de folhas de *C. album* apresentou tendência de maior número de insetos nestes grãos (57%) em relação ao valor observado na testemunha (43%), porém a diferença não foi significativa pelo IR adotado (Tabela 13).

Malik e Naqvi (1984), trabalhando com extratos de diferentes espécies vegetais, observaram que extratos de folhas de *C. ambrosioides* apresentaram repelência em relação a *T. castaneum*. Novo; Viglianco e Nassetta (1997) constataram efeito repelente de extratos em clorofórmio de folhas de *C. ambrosioides* sobre adultos de *T. castaneum*.

#### **4.3.1.4 Repelência de substâncias presentes no óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.**

Grãos de trigo pulverizados com a substância  $\alpha$ -pineno (45,3%) não ocasionaram repelência dos adultos de *S. zeamais*, não diferindo da testemunha (54,7% de insetos atraídos) (Tabela 14). As demais substâncias, *p*-cimeno e limoneno, isoladamente ou misturadas, apresentaram menores valores de insetos atraídos, respectivamente, 12,1; 23,3 e 27,6%, diferindo significativamente, de acordo com o IR utilizado, das respectivas testemunhas (87,9; 76,7 e 72,4%), demonstrando a existência de atividade repelente sobre a praga (Tabela 14).

A ocorrência de atividade repelente dos extratos em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* e pelas substâncias limoneno e *p*-cimeno, em relação aos adultos de *S. zeamais*, possibilitam inferir que os compostos responsáveis por esta atividade estão presentes nestes e podem ser obtidos por este processo. Porém, deve-se ressaltar que o extrato vegetal apresenta inúmeras outras substâncias, que podem estar relacionadas com o efeito repelente.



Tabela 14 - Atratividade de adultos de *S. zeamais* por substâncias presentes no óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L

| Tratamento           | Insetos atraídos (%) | I.R. <sup>1</sup><br>(M±DP) | IClass. <sup>3</sup> | Cl. <sup>4</sup> |
|----------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| $\alpha$ -pineno     | 45,3                 | 0,91 ± 0,39                 | (0,72; 1,28)         | N                |
| Testemunha           | 54,7                 |                             |                      |                  |
| $p$ -cimeno          | 12,1                 | 0,24 ± 0,31                 | (0,78; 1,22)         | R                |
| Testemunha           | 87,9                 |                             |                      |                  |
| limoneno             | 23,3                 | 0,47 ± 0,50                 | (0,64; 1,36)         | R                |
| Testemunha           | 76,7                 |                             |                      |                  |
| Mistura <sup>2</sup> | 27,6                 | 0,55 ± 0,35                 | (0,75; 1,25)         | R                |
| Testemunha           | 72,4                 |                             |                      |                  |

<sup>1</sup> Índice de Repelência.

<sup>2</sup> Aplicação das três substâncias em conjunto (1:1:1).

<sup>3</sup> Intervalo de classificação.

<sup>4</sup> Classificação: R= repelente; N= neutro; A= Atraente.

#### 4.3.2 Avaliação da atividade inseticida

##### 4.3.2.1 Efeito inseticida de pós

Os maiores valores de mortalidade de adultos de *S. zeamais* foram observados nos insetos expostos aos grãos de trigo tratados com pós de folhas e frutos de *C. ambrosioides* (respectivamente 100 e 99,1%), diferindo significativamente da testemunha (2,1%) e das demais espécies e estruturas vegetais, as quais não causaram nenhuma redução na sobrevivência do gorgulho (Tabela 15).

De maneira semelhante a este trabalho, Tapondjou et al. (2002) observaram 100% de mortalidade de adultos de *S. zeamais*, após 2 dias de exposição ao pó de *C. ambrosioides*. Procópio et al. (2003) verificaram que pós de *C. ambrosioides* ocasionaram total mortalidade de adultos de *S. zeamais* e inibiram a emergência de novos insetos.

Silva; Lagunes e Rodríguez (2003) também observaram diminuição na sobrevivência de adultos de *S. zeamais* com o uso de pós de *C. ambrosioides*.

Mazzonetto e Vendramim (2003) constataram total mortalidade de adultos de *A. obtectus* com a adição de pós de *C. ambrosioides* aos grãos de feijão.

Tavares e Vendramim (2005b) observaram além do efeito inseticida por contato, a atividade tóxica via fumigação de pós de frutos de *C. ambrosioides* em relação à fase imatura e adultos de *S. zeamais*.

Após dois meses da infestação inicial, nos recipientes contendo grãos de trigo tratados com pós de *C. ambrosioides* não foi observada a emergência de novos insetos, provavelmente devido a alta atividade inseticida apresentada por esta planta logo nos primeiros dias de avaliação do bioensaio. Pós de folhas e frutos de *C. quinoa* e *C. album* não afetaram a fertilidade do inseto, propiciando, respectivamente, a emergência média de 92,6; 100,8; 101,4 e 77,6 adultos, não diferindo significativamente da testemunha (89,2 adultos) (tabela 15).

Tabela 15 - Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de *S. zeamais* em grãos de trigo tratados com pós de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamentos (extratos)      | Mortalidade de adultos (%) <sup>1</sup> | Nº de adultos/ recipiente <sup>1</sup> |
|-----------------------------|---|--|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 100,0 ± 0,00 a                          | 0,0 ± 0,00 b                           |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 99,1 ± 0,95 a                           | 0,0 ± 0,00 b                           |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 0,0 ± 0,00 b                            | 100,8 ± 22,84 a                        |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 0,0 ± 0,00 b                            | 92,6 ± 8,80 a                          |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 0,0 ± 0,00 b                            | 77,6 ± 8,26 a                          |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 0,0 ± 0,00 b                            | 101,4 ± 9,90 a                         |
| Testemunha                  | 2,1 ± 1,25 b                            | 89,2 ± 18,86 a                         |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

Silva et al. (2005), avaliando o potencial inseticida de pós vegetais em relação a *S. zeamais*, verificaram redução na emergência de novos adultos, além da menor perda de peso dos grãos, com a utilização dos pós de *C. ambrosioides*. Tavares e Vendramim (2005a) também observaram redução da emergência de novos insetos de *S. zeamais*, quando da adição de pós de frutos de *C. ambrosioides* em grãos de trigo.

Os resultados deste trabalho assemelham-se aos obtidos por Silva-Aguayo et al. (2005), os quais avaliando a bioatividade de pós de *C. ambrosioides*, *C. quinoa* e *C. album*, sobre *S. zeamais*, em grãos de milho, verificaram alto potencial inseticida sobre a praga apenas com a utilização de pós de *C. ambrosioides*.

#### 4.3.2.2 Efeito inseticida de extratos aquosos

Os extratos aquosos de folhas e frutos das três espécies de *Chenopodium* não apresentaram potencial inseticida sobre adultos de *S. zeamais*, com valores máximos de 0,6% (extratos de folhas de *C. ambrosioides*) não diferindo estatisticamente da testemunha (0,5%) (tabela 16).

Tabela 16 - Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de *S. zeamais* em grãos de trigo pulverizados com extratos aquosos de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamentos<br>(extratos)   | Mortalidade de adultos (%) <sup>1</sup> | Nº de adultos/recipiente <sup>1</sup> |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 0,6 ± 0,33 a                            | 109,4 ± 5,79 a                        |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 0,0 ± 0,00 a                            | 105,7 ± 10,06 a                       |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 0,0 ± 0,00 a                            | 106,2 ± 4,33 a                        |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 0,6 ± 0,32 a                            | 71,5 ± 20,80 a                        |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 0,0 ± 0,00 a                            | 102,4 ± 11,12 a                       |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 0,0 ± 0,00 a                            | 107,4 ± 4,38 a                        |
| Testemunha                  | 0,5 ± 0,31 a                            | 92,7 ± 19,49 a                        |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

Tavares e Vendramim (2005a), testando o potencial inseticida de extratos aquosos de ramos, folhas e frutos de *C. ambrosioides* sobre adultos de *S. zeamais*, também não verificaram atividade inseticida destes extratos sobre esta praga.

A avaliação da emergência de novos adultos, após dois meses da infestação inicial, confirmou a inexistência do efeito inseticida destes extratos aquosos, observando-se a menor tendência de adultos emergidos nos grãos de trigo pulverizados com extratos de folhas de *C. quinoa* (71,6 adultos) e a maior com a aplicação de

extratos de folhas de *C. ambrosioides* (109,4 insetos), não diferindo significativamente da testemunha (92,7 adultos) e dos demais extratos testados (Tabela 16).

Tavares e Vendramim (2005a) também não constataram diferença na emergência de adultos de *S. zeamais* em grãos de trigo pulverizados com extratos aquosos de ramos, folhas e frutos de *C. ambrosioides* em relação às respectivas testemunhas.

Estas diferenças observadas nos ensaios para avaliação da sobrevivência de adultos de *S. zeamais*, alimentados em grãos de trigo contendo pós de folhas e frutos de *C. ambrosioides*, com alto efeito inseticida, e em grãos pulverizados com extratos aquosos destas respectivas estruturas e espécie vegetal, os quais não afetaram a sobrevivência dos adultos (Figuras 11 e 12), evidencia a importância de avaliar nos bioensaios com as plantas inseticidas, as diversas formas de obtenção e aplicação destes derivados botânicos (pós, extratos aquosos ou não aquosos e óleos), permitindo segurança nas conclusões a respeito do potencial inseticida das espécies vegetais estudadas, além de possibilitar a escolha dos derivados vegetais mais apropriados para a realização dos trabalhos ou até mesmo na sua utilização prática, além de auxiliar nos estudos relacionados à identificação química das moléculas responsáveis pelas propriedades inseticidas e inseticidas das espécies vegetais.

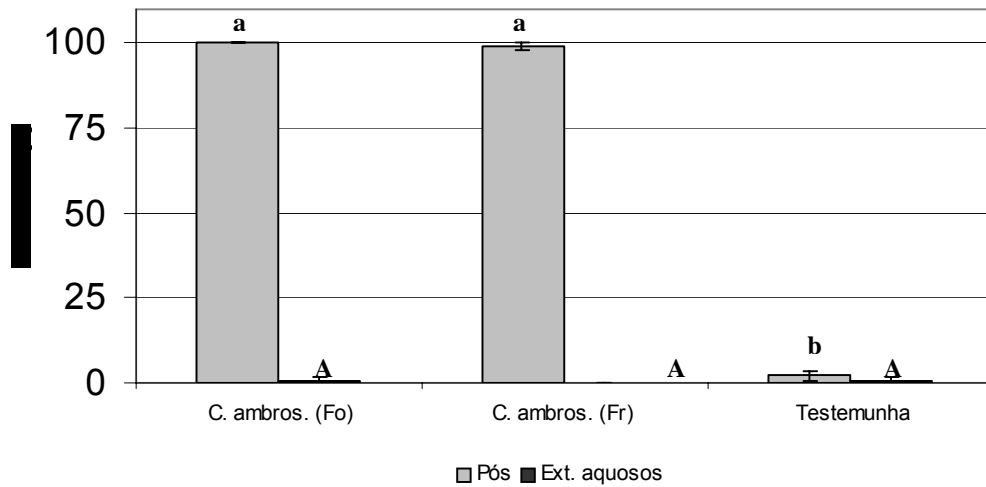


Figura 11 - Efeito de pós e extratos aquosos de folhas e frutos de *C. ambrosioides* sobre adultos de *S. zeamais*

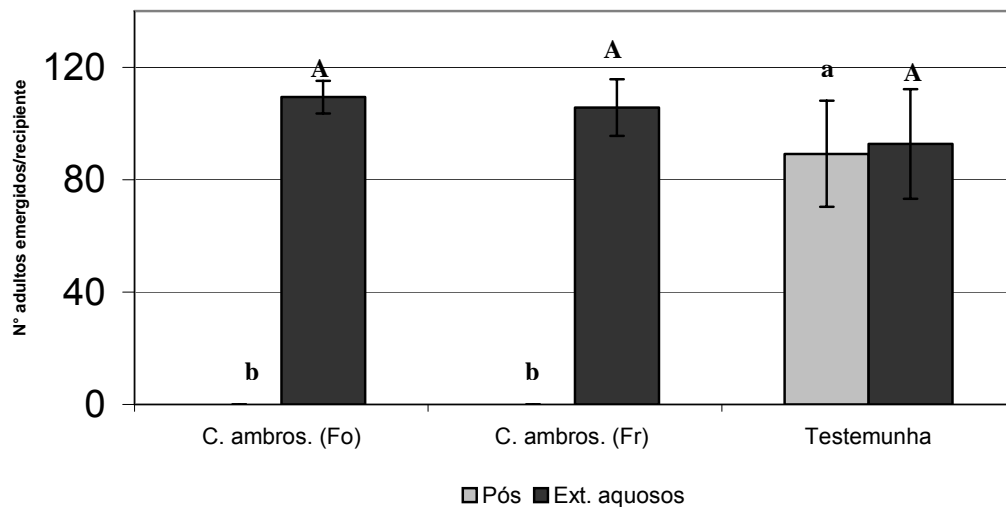


Figura 12 - Efeito de pós e extratos aquosos de folhas e frutos de *C. ambrosioides* sobre a emergência de adultos de *S. zeamais*

#### 4.3.2.3 Efeito inseticida de extratos não aquosos

O extrato em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* apresentou alto potencial inseticida em relação aos adultos de *S. zeamais*, ocasionando total mortalidade dos insetos, diferindo significativamente dos extratos em hexano e metanol desta mesma espécie vegetal e também dos demais extratos em hexano, clorofórmio e

metanol de *C. quinoa* e *C. album*, os quais não afetaram significativamente a sobrevivência dos gorgulhos durante o período de avaliação (Tabela 17).

Tabela 17 - Mortalidade (%), ao 5º dia, de adultos de *S. zeamais* em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de frutos de *Chenopodium* spp

|             | <i>C. ambrosioides</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> | <i>C. quinoa</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> | <i>C. album</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> |
|-------------|--|--|---|
| Hexano      | 0,0 ± 0,00 bA  | 1,0 ± 1,00 aA  | 1,0 ± 1,00 aA                                       |
| Clorofórmio | 100,0 ± 0,00 aA  | 0,0 ± 0,00 aB  | 1,0 ± 1,00 aB                                       |
| Metanol     | 0,0 ± 0,00 bA  | 0,0 ± 0,00 aA  | 0,0 ± 0,00 aA                                       |

<sup>1</sup> Média seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

<sup>2</sup> Mortalidade corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli:

$$MC (\%) = \left( \frac{Mortal.(\%) \text{ em } T - Mortal.(\%) \text{ em } C}{100 - Mortal.(\%) \text{ em } C} \right) * 100$$

Sendo: T = tratamento e C = controle (testemunha)

Iannacone e Quispe (2003) verificaram 73% de mortalidade de adultos de *S. zeamais* com a utilização do extrato em clorofórmio de *C. quinoa*.

A não constatação deste efeito inseticida pelos extratos de *C. quinoa* no presente trabalho, pode estar relacionado à concentração adotada e/ou à variedade botânica utilizada nos respectivos experimentos.

Grãos de trigo pulverizados com extrato em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* não apresentaram emergência de novos insetos, diferindo significativamente dos valores obtidos nos grãos tratados com os extratos em hexano e metanol desta mesma espécie (100,4 e 102 adultos, respectivamente) (Tabela 18). A aplicação, nos grãos, dos extratos em hexano, clorofórmio e metanol de frutos de *C. quinoa* e *C. album* não afetaram significativamente a emergência de *S. zeamais*, observando-se valores variáveis entre 101,2 a 137,4 adultos (Tabela 18), os quais não diferiram aos verificados na testemunha (108 adultos).

Tabela 18 - Número de adultos emergidos de *S. zeamais* em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de frutos de *Chenopodium* spp

|             | <i>C. ambrosioides</i> <sup>1</sup> | <i>C. quinoa</i> <sup>1</sup> | <i>C. album</i> <sup>1</sup> |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Hexano      | 100,4 ± 16,07 aA                    | 126,2 ± 13,27 aA              | 112,0 ± 12,99 aA             |
| Clorofórmio | 0,0 ± 0,00 bB                       | 101,2 ± 15,95 aA              | 108,2 ± 16,17 aA             |
| Metanol     | 102,0 ± 22,69 aA                    | 111,4 ± 22,37 aA              | 137,4 ± 14,70 aA             |

<sup>1</sup> Média seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

Esta alta atividade inseticida apresentada pelo extrato em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* não foi verificado com o uso do extrato em clorofórmio obtido a partir de folhas desta mesma espécie, o qual ocasionou apenas 1% de mortalidade, não diferindo significativamente dos extratos em hexano e metanol, como também dos outros extratos obtidos de folhas de *C. quinoa* e *C. album* (Tabela 19).

Tabela 19 - Mortalidade (%), ao 5º dia, de adultos de *S. zeamais* em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas de *Chenopodium* spp

|             | <i>C. ambrosioides</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> | <i>C. quinoa</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> | <i>C. album</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> |
|-------------|--|--|---|
| Hexano      | 0,0 ± 0,00 aA  | 0,0 ± 0,00 aA  | 0,0 ± 0,00 aA                                       |
| Clorofórmio | 1,0 ± 1,00 aA  | 0,0 ± 0,00 aA  | 1,0 ± 1,00 aA                                       |
| Metanol     | 0,0 ± 0,00 aA  | 0,0 ± 0,00 aA  | 0,0 ± 0,00 aA                                       |

<sup>1</sup> Média seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

<sup>2</sup> Mortalidade corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli:

$$MC (\%) = \left( \frac{Mortal.(\%) \text{ em } T - Mortal.(\%) \text{ em } C}{100 - Mortal.(\%) \text{ em } C} \right) * 100$$

Sendo: T = tratamento e C = controle (testemunha)

Esta baixa mortalidade apresentada pelo extrato em clorofórmio de folhas de *C. ambrosioides* pode estar relacionada com a ausência e/ou menor concentração dos compostos responsáveis pela atividade inseticida nesta estrutura no momento da coleta do material vegetal para preparo dos extratos. Outro fator importante é a

presença de grande quantidade de clorofila nas folhas, as quais são extraídas em conjunto com as demais substâncias de interesse inseticida durante o processo de extração e que poderiam influenciar na constatação da atividade inseticida.

Não foi observada redução significativa na emergência de novos insetos entre todos os extratos não aquosos de folhas das três espécies de *Chenopodium*, cujos valores médios variaram de 53,2 insetos nos grãos de trigo pulverizados com os extratos em hexano de folhas de *C. ambrosioides* a 131,4 insetos nos grãos tratados com os extratos em clorofórmio de *C. album* (Tabela 20). A média dos valores obtidos em todos os tratamentos (95,7 adultos) foi bastante próxima do número de insetos emergidos na testemunha (108).

Tabela 20 - Número de adultos emergidos de *S. zeamais* em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas de *Chenopodium* spp

|             | <i>C. ambrosioides</i> <sup>1</sup> | <i>C. quinoa</i> <sup>1</sup> | <i>C. album</i> <sup>1</sup> |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Hexano      | 53,2 ± 6,79 aA                      | 89,6 ± 6,63 aA                | 73,6 ± 12,65 aA              |
| Clorofórmio | 105,8 ± 14,76 aA                    | 112,6 ± 26,81 aA              | 131,4 ± 23,38 aA             |
| Metanol     | 95,6 ± 18,73 aA                     | 103,6 ± 11,72 aA              | 94,8 ± 16,75 aA              |

<sup>1</sup> Média seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

#### 4.3.2.4 Efeito inseticida do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.

O óleo essencial de *C. ambrosioides* não demonstrou atividade inseticida sobre adultos de *S. zeamais* ao término do período de avaliação (5º dia), causando 0,6% de mortalidade, não diferindo significativamente da testemunha (0,5%).

Após 2 meses da instalação do ensaio, não foi constatada diminuição na emergência de novos adultos, observando-se, nos grãos de trigo tratados com óleo essencial, a emergência média de 127,8 insetos, não diferindo do valor observado na testemunha (123,5 indivíduos) (Tabela 21).

Tapondjou et al. (2002) também verificaram baixa mortalidade de adultos de *S. zeamais* quando da exposição ao óleo essencial de folhas de *C. ambrosioides*, enquanto Su (1991), estudando o efeito inseticida do óleo essencial de *C. ambrosioides*



sobre diferentes pragas de grãos armazenados, observou moderado efeito tóxico deste óleo sobre adultos de *S. oryzae*.

Tabela 21 - Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de *S. zeamais* em grãos de trigo pulverizados com óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides*

| Tratamentos    | Mortalidade de adultos (%) <sup>1</sup> | Nº de adultos/recipiente <sup>1</sup> |
|----------------|---|---------------------------------------|
| Testemunha     | 0,6 ± 0,32 a                            | 127,8 ± 7,01 a                        |
| Óleo essencial | 0,5 ± 0,31 a                            | 123,5 ± 17,40 a                       |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

#### 4.3.2.5 Efeito inseticida de substâncias presentes no óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.

As três substâncias testadas,  $\alpha$ -pineno, *p*-cimeno e limoneno, isoladamente ou misturadas, apresentaram baixo efeito inseticida em relação aos adultos de *S. zeamais*. A maior mortalidade foi observada com a aplicação de limoneno (12,4%), diferindo da testemunha onde a sobrevivência dos adultos, no período de avaliação, foi de 100% (Tabela 22). Os dados obtidos para as demais substâncias e para a mistura delas, não diferiram significativamente entre si e da testemunha, apresentando valores variáveis de 0,8 a 3,3% (Tabela 22).

Os números de adultos emergidos, dois meses após a infestação inicial, em todos os tratamentos (57 a 63,8 indivíduos por recipiente), não diferiram entre si e tampouco do valor (77,5 insetos) observado na testemunha (Tabela 22).

Tabela 22 - Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de *S. zeamais* em grãos de trigo pulverizados com substâncias presentes no óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides*

| Tratamentos          | Mortalidade de adultos (%) <sup>1</sup> | Nº de adultos/recipiente <sup>1</sup> |
|----------------------|---|---------------------------------------|
| $\alpha$ -pineno     | 3,3 $\pm$ 1,61 ab                       | 59,8 $\pm$ 12,47 a                    |
| <i>p</i> -cimeno     | 2,5 $\pm$ 1,70 ab                       | 59,5 $\pm$ 9,49 a                     |
| limoneno             | 12,4 $\pm$ 4,22 a                       | 57,0 $\pm$ 8,21 a                     |
| Mistura <sup>2</sup> | 0,8 $\pm$ 0,83 b                        | 63,8 $\pm$ 10,0 a                     |
| Testemunha           | 0,0 $\pm$ 0,00 b                        | 77,5 $\pm$ 4,35 a                     |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P  $\geq$  0,05).

<sup>2</sup> Aplicação das três substância em conjunto (1:1:1).

Segundo Viegas-Junior (2003), os terpenos abrangem uma grande variedade de substâncias de origem vegetal e inúmeros são os trabalhos descrevendo seu potencial inseticida.

Prates et al. (1998) destacaram o promissor potencial inseticida do limoneno, em relação a adultos de *R. dominica* e *T. castaneum*. A não constatação deste alto efeito tóxico do limoneno sobre adultos de *S. zeamais* no presente trabalho, pode estar relacionado, a questões de especificidade em relação ao inseto, mas principalmente com a metodologia de aplicação desta substância utilizada neste experimento.

#### 4.4 Bioensaios com *Rhyzopertha dominica*

##### 4.4.1 Avaliação da repelência

###### 4.4.1.1 Repelência de pós

Não foi observada atividade repelente ou atrativa com a aplicação de pós de *C. ambrosioides*, *C. quinoa* e *C. album* em relação a adultos de *R. dominica* (Tabela 23).

Grãos de trigo contendo, misturados, pós de folhas e frutos de *C. ambrosioides* apresentaram respectivamente 53,5 e 57% de insetos atraídos, não diferindo, de acordo com o IR adotado, do valor registrado nas caixas onde foram colocados somente grãos de trigo (46,5 e 43%) (Tabela 23).

As caixas onde foram adicionados aos grãos de trigo pós de folhas e frutos de *C. quinoa*, atraíram 54,6 e 41,9% de insetos, não diferindo significativamente dos valores encontrados na testemunha (45,4 e 58,1%) (Tabela 23).

Para pós de folhas e frutos de *C. album* observaram-se 49 e 42,9% dos insetos nos recipientes onde estes foram adicionados aos grãos de trigo e 51 e 57,1% nos recipientes contendo apenas os grãos (testemunha), também não demonstrando efeito sobre os adultos de *R. dominica* (Tabela 23).

Tabela 23 - Atratividade de adultos de *R. dominica* por pós de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamento <sup>1</sup>     | Insetos atraídos (%) | I.R. <sup>2</sup><br>(M±DP) | IClass. <sup>3</sup> | Cl. <sup>4</sup> |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 53,5                 | 1,07 ± 0,19                 | (0,87; 1,13)         | N                |
| Testemunha                  | 46,5                 |                             |                      |                  |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 57,0                 | 1,13 ± 0,18                 | (0,87; 1,13)         | N                |
| Testemunha                  | 43,0                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 54,6                 | 1,09 ± 0,31                 | (0,78; 1,22)         | N                |
| Testemunha                  | 45,4                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 41,9                 | 0,84 ± 0,26                 | (0,82; 1,18)         | N                |
| Testemunha                  | 58,1                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 49,0                 | 0,97 ± 0,33                 | (0,77; 1,23)         | N                |
| Testemunha                  | 51,0                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 42,9                 | 0,86 ± 0,32                 | (0,77; 1,23)         | N                |
| Testemunha                  | 57,1                 |                             |                      |                  |

<sup>1</sup> Fo = Folhas; Fr= Frutos.

<sup>2</sup> Índice de Repelência.

<sup>3</sup> Intervalo de classificação.

<sup>4</sup> Classificação: R= repelente; N= neutro; A= Atraente.

#### 4.4.1.2 Repelência de extratos aquosos

Nenhum dos extratos aquosos de folhas e frutos de *Chenopodium* spp. testados apresentou repelência ou atratividade em relação aos adultos de *R. dominica* de acordo com IR adotado (Tabela 24).

Excetuando-se os grãos de trigo onde foi aplicado o extrato de frutos de *C. ambrosioides*, o qual apresentou 49% de insetos atraídos, todos os demais extratos de folhas e frutos das três espécies de *Chenopodium*, apresentaram tendência de maior porcentagem de adultos atraídos nas caixas contendo trigo pulverizados com estes extratos botânicos. Em nenhum caso, entretanto, houve diferença significativa entre as parcelas tratadas e as respectivas testemunhas, demonstrando a inexistência de repelência ou atratividade (Tabela 24).

Tabela 24 - Atratividade de adultos de *R. dominica* por extratos aquosos de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamento <sup>1</sup>     | Insetos atraídos (%) | I.R. <sup>2</sup><br>(M±DP) | IClass. <sup>3</sup> | Cl. <sup>4</sup> |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 56,00                | 1,12±0,21                   | (0,85; 1,15)         | N                |
| Testemunha                  | 44,00                |                             |                      |                  |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 49,00                | 0,97±0,43                   | (0,69; 1,31)         | N                |
| Testemunha                  | 51,00                |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 52,50                | 1,05±0,21                   | (0,85; 1,15)         | N                |
| Testemunha                  | 47,50                |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 51,45                | 1,02±0,36                   | (0,74; 1,26)         | N                |
| Testemunha                  | 48,55                |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 50,20                | 1,00±0,29                   | (0,79; 1,21)         | N                |
| Testemunha                  | 49,80                |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 58,31                | 1,16±0,41                   | (0,71; 1,29)         | N                |
| Testemunha                  | 41,69                |                             |                      |                  |

<sup>1</sup> Fo = Folhas; Fr= Frutos.

<sup>2</sup> Índice de Repelência.

<sup>3</sup> Intervalo de classificação.

<sup>4</sup> Classificação: R= repelente; N= neutro; A= Atraente.

#### 4.4.1.3 Repelência de extratos não aquosos

Grãos de trigo pulverizados com os extratos não aquosos (em clorofórmio) de folhas e frutos de *C. ambrosioides* ocasionaram, respectivamente, 52,3 e 44,9% de insetos atraídos, não diferindo significativamente, de acordo com o IR adotado, dos valores observados nos recipientes contendo somente grãos de trigo (47,7 e 55,1%) (Tabela 25).

A aplicação aos grãos de trigo dos demais extratos, de folhas e frutos, de *C. quinoa* e *C. album*, também não causou efeito repelente ou atraente para os adultos de *R. dominica*, com valores de 47,3 e 52,9%, nos grãos onde foram aplicados os respectivos extratos de *C. quinoa*, e 50,2 e 49,4% de insetos atraídos para estes extratos de *C. album*, nenhum deles diferindo das porcentagens observadas para as testemunhas (Tabela 25).

Tabela 25 - Atratividade de adultos de *R. dominica* por extratos em clorofórmio de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamento <sup>1</sup>     | Insetos atraídos (%) | I.R. <sup>2</sup><br>(M±DP) | IClass. <sup>3</sup> | Cl. <sup>4</sup> |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 52,3                 | 1,04 ± 0,19                 | (0,87; 1,13)         | N                |
| Testemunha                  | 47,7                 |                             |                      |                  |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 44,9                 | 0,89 ± 0,40                 | (0,72; 1,28)         | N                |
| Testemunha                  | 55,1                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 47,3                 | 0,94 ± 0,33                 | (0,77; 1,23)         | N                |
| Testemunha                  | 52,7                 |                             |                      |                  |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 52,9                 | 1,05 ± 0,20                 | (0,86; 1,14)         | N                |
| Testemunha                  | 47,1                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 50,2                 | 1,00 ± 0,33                 | (0,77; 1,23)         | N                |
| Testemunha                  | 49,8                 |                             |                      |                  |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 49,4                 | 0,98 ± 0,29                 | (0,79; 1,21)         | N                |
| Testemunha                  | 50,6                 |                             |                      |                  |

<sup>1</sup> Fo = Folhas; Fr= Frutos.

<sup>2</sup> Índice de Repelência.

<sup>3</sup> Intervalo de classificação.

<sup>4</sup> Classificação: R= repelente; N= neutro; A= Atraente.

#### 4.4.1.4 Repelência de substâncias presentes no óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.

Não foi constatado efeito repelente ou atrativo com a aplicação nos grãos de trigo, de limoneno,  $\alpha$ -pineno e  $p$ -cimeno, como também com a aplicação da mistura dessas substâncias (Tabela 26).

Grãos pulverizados com  $\alpha$ -pineno e  $p$ -cimeno apresentaram 52,4% de insetos atraídos, não diferindo do valor obtido nas testemunhas (47,6%). Nos recipientes contendo grãos de trigo com aplicação de limoneno e das três substâncias misturadas, foram observados, respectivamente, 47,5 e 46,5% dos insetos, valores próximos dos constatados nas caixas contendo somente trigo com pulverização de acetona (testemunha), com 52,5 e 53,5% (Tabela 26).

A não constatação de efeito repelente destas substâncias sobre *R. dominica* realça a especificidade destas, uma vez que neste trabalho (Tabela 14) foi demonstrada a repelência de limoneno e  $p$ -cimeno sobre adultos de *S. zeamais*.

Tabela 26 - Atratividade de adultos de *R. dominica* por substâncias presentes no óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.

| Tratamento <sup>1</sup> | Insetos atraídos (%) | I.R. <sup>2</sup><br>(M $\pm$ DP) | IClass. <sup>4</sup> | CI. <sup>5</sup> |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------|
| $\alpha$ -pineno        | 52,4                 | 1,04 $\pm$ 0,43                   | (0,69; 1,31)         | N                |
| Testemunha              | 47,6                 |                                   |                      |                  |
| $p$ -cimeno             | 52,4                 | 1,05 $\pm$ 0,51                   | (0,64; 1,36)         | N                |
| Testemunha              | 47,6                 |                                   |                      |                  |
| limoneno                | 47,5                 | 0,95 $\pm$ 0,34                   | (0,76; 1,24)         | N                |
| Testemunha              | 52,5                 |                                   |                      |                  |
| Mistura <sup>3</sup>    | 46,5                 | 0,93 $\pm$ 0,25                   | (0,82; 1,18)         | N                |
| Testemunha              | 53,5                 |                                   |                      |                  |

<sup>1</sup> Fo = Folhas; Fr= Frutos.

<sup>2</sup> Índice de Repelência.

<sup>3</sup> Aplicação das três substâncias em conjunto (1:1:1).

<sup>4</sup> Intervalo de classificação.

<sup>5</sup> Classificação: R= repelente; N= neutro; A= Atraente.

#### 4.4.2 Atividade inseticida

##### 4.4.2.1 Efeito inseticida de pós

A observação dos valores de mortalidade de *R. dominica* demonstrou que pós de frutos e folhas de *C. ambrosioides*, com valores de 15,2 e 10,6% respectivamente, foram os mais eficientes, diferindo significativamente dos pós de folhas e frutos das demais espécies de *Chenopodium* analisadas, com valores variáveis entre 0 e 2,9%, e da testemunha (3,6%). Assim, pós de frutos e folhas de *C. quinoa* e *C. album* não apresentaram atividade inseticida sobre a praga (Tabela 27).

Apesar do moderado efeito tóxico apresentado pelos pós de frutos e folhas de *C. ambrosioides* sobre *R. dominica*, em comparação aos resultados obtidos em relação aos adultos de *S. zeamais* (Tabela 15), a avaliação da emergência de novos insetos, dois meses após a infestação inicial, foi significativamente inferior nas parcelas contendo misturados grãos de trigo aos pós de folhas e frutos desta espécie vegetal, emergindo, em média, 3 adultos nas parcelas tratadas com pós de folhas e praticamente nenhum adulto com o uso de frutos, evidenciando o efeito sobre o desenvolvimento da praga (Tabela 27).

Tabela 27 - Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de *R. dominica* em grãos de trigo tratados com pós de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamentos (extratos)      | Mortalidade de adultos (%) <sup>1</sup> | Nº de adultos /recipiente <sup>1</sup> |
|-----------------------------|---|--|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 15,2 ± 0,11 a                           | 0,3 ± 0,24 b                           |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 10,6 ± 0,40 ab                          | 2,7 ± 2,00 b                           |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 2,9 ± 0,49 bc                           | 65,2 ± 10,53 a                         |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 0,0 ± 0,00 c                            | 89,8 ± 6,87 a                          |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 0,6 ± 0,32 c                            | 120,0 ± 25,10 a                        |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 1,3 ± 0,39 c                            | 97,3 ± 7,72 a                          |
| Testemunha                  | 3,6 ± 0,55 bc                           | 102,8 ± 14,47 a                        |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

#### 4.4.2.2 Efeito inseticida de extratos aquosos

Os extratos aquosos de folhas e frutos das três espécies de *Chenopodium* avaliados não apresentaram atividade inseticida em relação aos adultos de *R. dominica*, já que os valores encontrados (variáveis entre 0,5 e 2,9%) não diferiram em relação àqueles observados na testemunha (2,3%) (Tabela 28).

De maneira semelhante, os valores obtidos para número de adultos emergidos, após dois meses da infestação inicial (97,2 a 101,8 indivíduos por recipiente), não diferiram entre si e do valor (93,4 insetos) encontrado na testemunha (Tabela 28).

Tabela 28 - Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de *R. dominica* em grãos de trigo pulverizados com extratos aquosos de folhas e frutos de *Chenopodium* spp

| Tratamentos (extratos)      | Mortalidade de adultos (%) <sup>1</sup> | Nº de adultos/recipiente <sup>1</sup> |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| <i>C. ambrosioides</i> (Fo) | 0,5 ± 0,31 a                            | 100,6 ± 8,11 a                        |
| <i>C. ambrosioides</i> (Fr) | 2,3 ± 0,39 a                            | 99,8 ± 10,50 a                        |
| <i>C. quinoa</i> (Fr)       | 0,5 ± 0,30 a                            | 100,0 ± 8,17 a                        |
| <i>C. quinoa</i> (Fo)       | 2,3 ± 0,38 a                            | 97,2 ± 5,82 a                         |
| <i>C. album</i> (Fr)        | 1,8 ± 0,52 a                            | 101,8 ± 4,18 a                        |
| <i>C. album</i> (Fo)        | 2,9 ± 0,48 a                            | 97,6 ± 3,58 a                         |
| Testemunha                  | 2,3 ± 0,39 a                            | 93,4 ± 17,65 a                        |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

Conforme verificado nos experimentos com *S. zeamais*, também houve diferenças nos resultados de avaliação da mortalidade de adultos de *R. dominica*, quando foram utilizados pós de folhas e frutos de *C. ambrosioides*, misturados aos grãos de trigo ou pulverizando estes com os extratos aquosos obtidos destes mesmos pós (Fig. 13 e 14), reforçando a importância de avaliar as diferentes formas de obtenção e aplicação destes produtos.



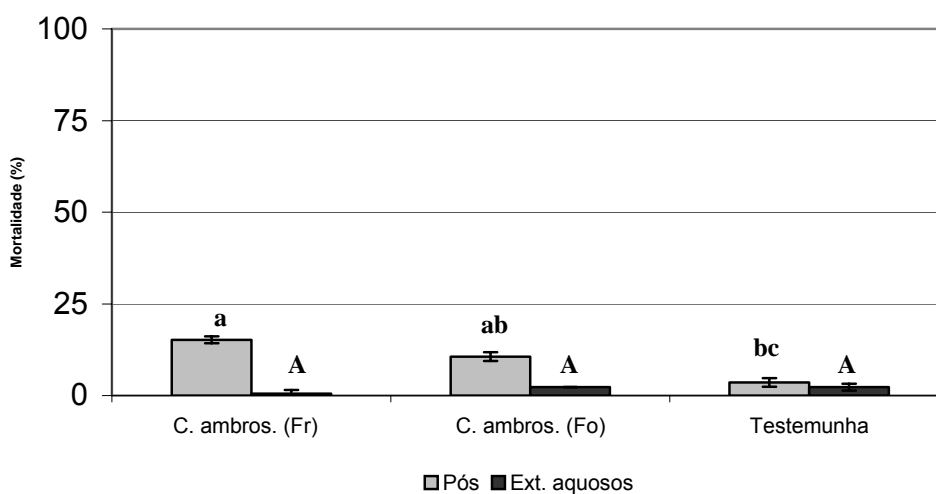


Figura 13 - Efeito de pós e extratos aquosos de *C. ambrosioides* sobre a mortalidade (%) de adultos de *R. dominica*

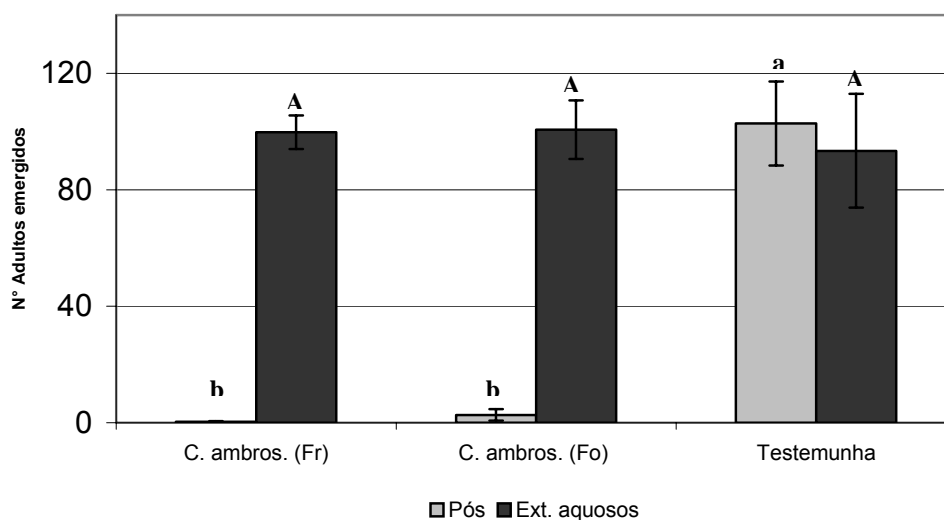


Figura 14 - Efeito de pós e extratos aquosos de *C. ambrosioides* sobre a emergência de adultos de *R. dominica*

#### 4.4.2.3 Efeito inseticida de extratos não aquosos

O maior valor de mortalidade de adultos de *R. dominica* foi observado onde os grãos de trigo foram pulverizados com extratos em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* (54,5%), diferindo significativamente dos extratos em hexano e metanol desta mesma espécie vegetal (respectivamente 1,8 e 2,9%), como também dos

extratos em hexano, clorofórmio e metanol de frutos de *C. quinoa* e *C. album* (variáveis de 0 a 1,8%) (Tabela 29).

Tabela 29 - Mortalidade (%), ao 5º dia, de adultos de *R. dominica* em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de frutos de *Chenopodium* spp

|             | <i>C. ambrosioides</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> | <i>C. quinoa</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> | <i>C. album</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> |
|-------------|--|--|---|
| Hexano      | 1,8 ± 0,51 bA  | 1,3 ± 0,39 aA  | 0,6 ± 0,32 aA                                       |
| Clorofórmio | 54,5 ± 0,62 aA   | 0,0 ± 0,00 aB  | 1,8 ± 0,51 aB                                       |
| Metanol     | 2,9 ± 0,51 bA  | 1,3 ± 0,38 aA  | 0,6 ± 0,32 aA                                       |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

<sup>2</sup> Mortalidade corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli:

$$MC (\%) = \left( \frac{Mortal.(\%) \text{ em } T - Mortal.(\%) \text{ em } C}{100 - Mortal.(\%) \text{ em } C} \right) * 100$$

Sendo: T = tratamento e C = controle (testemunha)

A pulverização dos grãos com extrato em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* inibiu totalmente a emergência de novos insetos, sendo que o valor constatado diferiu significativamente dos observados nos extratos em hexano e metanol da mesma espécie vegetal, respectivamente 105,2 e 91,8 indivíduos, como também dos demais extratos botânicos avaliados (variáveis de 101,8 a 116,6 adultos emergidos) (Tabela 30), sendo próximos aos verificados na testemunha (105 insetos).

Tabela 30 - Número de adultos emergidos de *R. dominica* em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de frutos de *Chenopodium* spp

|             | <i>C. ambrosioides</i> <sup>1</sup> | <i>C. quinoa</i> <sup>1</sup> | <i>C. album</i> <sup>1</sup> |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Hexano      | 105,2 ± 5,13 aA                     | 106,8 ± 8,63 aA               | 116,6 ± 14,29 aA             |
| Clorofórmio | 0,00 ± 0,00 bB                      | 101,8 ± 6,41 aA               | 108,8 ± 9,17 aA              |
| Metanol     | 91,8 ± 8,62 aA                      | 103,2 ± 10,69 aA              | 110,2 ± 9,15 aA              |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

De maneira semelhante ao constatado neste trabalho com *S. zeamais*, os extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) obtidos de folhas de *Chenopodium* spp. não apresentaram atividade inseticida sobre *R. dominica* (valores de mortalidade entre 0 e 3%) (Tabela 31).

Tabela 31 - Mortalidade (%), ao 5º dia, de adultos de *R. dominica* em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas de *Chenopodium* spp

|             | <i>C. ambrosioides</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> | <i>C. quinoa</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> | <i>C. album</i> <sup>1</sup><br>MC (%) <sup>2</sup> |
|-------------|--|--|---|
| Hexano      | 0,5 ± 0,31 aA  | 0,5 ± 0,30 aA  | 2,4 ± 0,49 aA                                       |
| Clorofórmio | 1,3 ± 0,38 aA  | 0,0 ± 0,00 aA  | 0,6 ± 0,4 aA  |
| Metanol     | 2,3 ± 0,39 aA  | 0,6 ± 0,31 aA  | 0,6 ± 0,32 aA                                       |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).<sup>2</sup> Mortalidade corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli:

$$MC (\%) = \left( \frac{Mortal.(\%) \text{ em } T - Mortal.(\%) \text{ em } C}{100 - Mortal.(\%) \text{ em } C} \right) * 100$$

Sendo: T = tratamento e C = controle (testemunha)

Estes extratos também não reduziram a emergência de novos adultos (variáveis de 69,6 a 98,2 indivíduos), avaliada após 2 meses da infestação inicial, não diferindo estatisticamente entre si. Analisando-se o valor médio obtido com todos os extratos (83,9 adultos), este foi semelhante ao obtido na testemunha (105 indivíduos) (Tabela 32).

Tabela 32 – Número de adultos emergidos de *R. dominica* em grãos de trigo pulverizados com extratos não aquosos (hexano, clorofórmio e metanol) de folhas de *Chenopodium* spp

|             | <i>C. ambrosioides</i> | <i>C. quinoa</i> | <i>C. album</i> |
|-------------|------------------------|------------------|-----------------|
| Hexano      | 69,6 ± 17,37 aA        | 76,8 ± 14,85 aA  | 97,4 ± 15,24 aA |
| Clorofórmio | 81,2 ± 7,06 aA         | 87,8 ± 19,68 aA  | 98,2 ± 19,10aA  |
| Metanol     | 92,8 ± 24,69 aA        | 70,6 ± 22,25 aA  | 80,6 ± 16,92 aA |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

Os resultados de mortalidade de *R. dominica* obtidos com o extrato em clorofórmio de folhas de *C. ambrosioides* (Tabela 32) foram semelhantes aos observados no bioensaio realizado com *S. zeamais* (Tabela 17) e também podem estar relacionados com a ausência dos compostos inseticidas nesta estrutura, no momento da coleta do material vegetal e posterior extração, e/ou pela presença de grande quantidade de clorofila nas folhas, as quais são extraídas em conjunto com as demais substâncias de interesse durante o preparo e obtenção dos extratos não aquosos.

#### 4.4.2.4 Efeito inseticida do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.

Não foi observado valor significativo de mortalidade de adultos de *R. dominica* através da pulverização do óleo essencial de *C. ambrosioides* sobre grãos de trigo (1,1%), não diferindo do valor (2,1%) constatado na testemunha (Tabela 33). Da mesma forma, após dois meses da infestação inicial, não houve diferença estatística na emergência de novos adultos, observando-se valores médios de 102,9 adultos nas parcelas tratadas com o óleo e 93,2 indivíduos na testemunha (Tabela 33).

Estes resultados são semelhantes aos obtidos neste trabalho com adultos de *S. zeamais* (Tabela 21), evidenciando a inexistência de atividade inseticida do óleo essencial de *C. ambrosioides* sobre estes insetos.

Tabela 33 - Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de *R. dominica* em grãos de trigo pulverizado com óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides*

| Tratamentos    | Mortalidade de adultos (%) <sup>1</sup> | Nº de adultos/recipiente <sup>1</sup> |
|----------------|---|---------------------------------------|
| Testemunha     | 2,1 ± 1,06 a                            | 93,2 ± 9,21 a                         |
| Óleo essencial | 1,1 ± 1,09 a                            | 102,9 ± 8,26 a                        |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

#### 4.4.2.5 Efeito inseticida de substâncias presentes no óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L

As substâncias testadas,  $\alpha$ -pineno,  $p$ -cimeno e limoneno, bem como a mistura destas, não apresentaram atividade inseticida em relação aos adultos de *R. dominica*, observando-se valores de mortalidade variáveis de 0,4 a 6%, não diferindo estatisticamente da testemunha (0,3%) (Tabela 34). Quanto à emergência de novos adultos, após dois meses da infestação inicial, os valores obtidos com as três substâncias não diferiram entre si (valores variáveis de 86,4 a 108,6 indivíduos) e tampouco do valor (120,2 adultos) observado na testemunha (Tabela 34).

Tabela 34 - Mortalidade (%), ao 5º dia, e emergência de adultos de *R. dominica* em grãos de trigo pulverizados com substâncias presentes no óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides*

| Tratamentos          | Mortalidade de adultos (%) <sup>1</sup> | Nº de adultos/recipiente <sup>1</sup> |
|----------------------|---|---------------------------------------|
| $\alpha$ -pineno     | 0,4 ± 0,25 a                            | 108,6 ± 12,82 a                       |
| $p$ -cimeno          | 6,0 ± 0,74 a                            | 88,8 ± 7,65 a                         |
| limoneno             | 0,8 ± 0,44 a                            | 95,0 ± 6,47 a                         |
| Mistura <sup>2</sup> | 0,6 ± 0,22 a                            | 86,4 ± 7,36 a                         |
| Testemunha           | 0,3 ± 0,16 a                            | 120,2 ± 12,02 a                       |

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

<sup>2</sup> Aplicação das três substâncias em conjunto (1:1:1).

#### 4.5 Considerações finais

Pós de *Chenopodium ambrosioides* ocasionaram significativas mortalidades dos adultos de *S. zeamais* e *R. dominica* e afetaram o desenvolvimento destes insetos. Entretanto, uma possível adoção prática destes materiais no controle destas pragas em armazenamento, num primeiro momento, restringir-se-á a menores unidades armazenadoras ou pequenas propriedades agrícolas, devido a grande quantidade de material vegetal necessária. A preocupação com a presença destes pós em mistura aos grãos de cereais é outro fator que deve ser considerado, uma vez que podem prejudicar a qualidade dos mesmos. Neste sentido, estudos relacionados a técnicas de aplicação seriam importantes para solucionar estes problemas. Tavares e Vendramim (2005b) demonstraram, em laboratório, a atividade inseticida via fumigação de *C. ambrosioides* sobre *S. zeamais* o que poderia viabilizar sua utilização nas condições de armazenamento.

Em vista do potencial inseticida apresentado por *C. ambrosioides*, esperavam-se resultados promissores com os pós de *C. album* e *C. quinoa*, fato não constatado neste trabalho. Apesar da não constatação desta atividade sobre *S. zeamais* e *R. dominica*, pesquisas envolvendo outros insetos-praga não devem ser descartadas.

Baixos índices de mortalidade em relação a *S. zeamais* e *R. dominica* foram observados com os extratos aquosos de *Chenopodium* spp. em comparação aos obtidos com o extrato em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* avaliados. Devido aos riscos de intoxicação do aplicador e contaminação do ambiente, além da dificuldade para comercialização e baixo rendimento no processo de extração, o uso de extratos não aquosos diretamente no controle de pragas é limitado. Porém, a identificação nesta pesquisa do potencial inseticida do extrato em clorofórmio é útil para o desenvolvimento de novos trabalhos laboratoriais objetivando seu fracionamento e identificação das substâncias inseticidas, e posteriormente a síntese e o desenvolvimento de novos produtos. Para isto, ressalta-se a importância da elaboração de projetos multidisciplinares com o envolvimento de entomologistas e fitoquímicos.

Compostos voláteis presentes nas espécies vegetais podem ser obtidos através da extração dos óleos essenciais. Em vista do efeito inseticida fumigante dos pós de *C. ambrosioides* acreditava-se através da obtenção e pulverização do óleo essencial desta espécie nos grãos de trigo afetar a sobrevivência e o desenvolvimento dos insetos estudados. Porém, isto não foi constatado neste trabalho, o que pode estar relacionado com a ausência ou baixa concentração das substâncias inseticidas no momento da coleta do material vegetal e/ou a degradação destas durante a extração do óleo. De maneira semelhante, a avaliação da atividade inseticida pelos compostos comerciais presentes no óleo essencial de *C. ambrosioides* não demonstraram este efeito. Embora o óleo possua um número elevado de substâncias e que possa existir um efeito sinérgico e/ou aditivo entre estas, a avaliação da bioatividade destas três substâncias no presente estudo mostrou-se relevante na busca das moléculas responsáveis por estas características.

A maioria das pesquisas sobre a ação inseticida de *C. ambrosioides* são relacionadas ao controle de insetos de grãos armazenados. Além das pragas em armazenamento, esta planta apresenta promissor efeito inseticida e/ou insetistático sobre outras importantes pragas, como a cigarrinha-da-raiz, *Mahanarva fimbriolata*, na cultura da cana-de-açúcar e a mosca-branca, *Bemisia tabaci*, uma das pragas mais prejudiciais na agricultura, atacando culturas como soja, algodão, feijão e hortaliças (RODRIGUEZ, 2000; GRISOTO et al., 2005). Em sistemas de cultivo protegido, pragas relevantes, como pulgão, *Myzus persicae*; tripses, *Frankliniella occidentalis*; mosca-branca, *Trialeurodes vaporariorum*; e alguns ácaros, *Tetranychus urticae* e *Panonychus ulmi*, também são afetados por produtos derivados desta planta (CHIASSON; BOSTANIAN; VINCENT, 2004a; CHIASSON; VINCENT; BOSTANIAN, 2004b).

Por apresentar uma ampla distribuição geográfica no Brasil, a obtenção dos derivados vegetais de *C. ambrosioides* não é limitada, possibilitando sua adoção pelos pequenos agricultores. Além disto, por se tratar de uma espécie anual e herbácea, pode ser cultivada em sistemas protegidos e sobre técnicas agrônômicas específicas que poderiam auxiliar no fornecimento de material vegetal durante o ano todo e em diferentes regiões do país. Porém, nestas condições de cultivo protegido, faz-

se necessário um planejamento dos custos para obtenção e produção dos derivados botânicos de *C. ambrosioides*, de maneira a viabilizar sua adoção.

O conhecimento da importância da utilização de diferentes métodos de controle de pragas visando minimizar os problemas ocasionados pelo uso intensivo dos inseticidas químicos tem propiciado nos últimos anos o avanço nas pesquisas com plantas inseticidas. Apesar disto, para dar continuidade à adoção dos inseticidas de origem vegetal dentro de um sistema de manejo integrado de pragas, são essenciais estudos visando à racionalização na exploração dos recursos vegetais; a quantificação e padronização dos princípios ativos nos diversos órgãos e ao longo do ciclo da planta; o conhecimento a respeito da composição química, análises toxicológicas e o modo de ação destas substâncias naturais sobre os organismos não-alvo; o desenvolvimento de formulações e a definição de normas para o registro e comercialização destes produtos. Além disto, um trabalho qualificado de extensão rural junto aos agricultores é fundamental, de maneira a propiciar a correta utilização destes produtos botânicos.



## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados de avaliação da bioatividade de *Chenopodium* spp. em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. e *Rhyzopertha dominica* (Fabr.), conclui-se que:

- ⌘ Pós e extratos aquosos, de folhas e frutos, de *C. ambrosioides*, *C. quinoa* e *C. album* não apresentam repelência sobre adultos de *S. zeamais* e *R. dominica*;
- ⌘ Extratos em clorofórmio de frutos de *C. ambrosioides* e *C. quinoa* apresentam efeito repelente sobre adultos de *S. zeamais*;
- ⌘ Extrato em clorofórmio de folhas de *C. quinoa* é atraente a *S. zeamais*;
- ⌘ Pós e extratos (aquosos e não aquosos) de *C. album* e *C. quinoa* não apresentam atividade inseticida e nem afetam o desenvolvimento de *S. zeamais* e *R. dominica*;
- ⌘ Pós de *C. ambrosioides* apresentam atividade inseticida e afetam o desenvolvimento de *S. zeamais* e *R. dominica*;
- ⌘ O extrato não aquoso (clorofórmio) de frutos de *C. ambrosioides* apresenta atividade inseticida sobre adultos dos besouros testados e também afeta a progênie destes insetos;
- ⌘ Adultos de *S. zeamais* são mais suscetíveis a pós e ao extrato (clorofórmio) de *C. ambrosioides* quando comparados aos adultos de *R. dominica*;
- ⌘ Óleo essencial de *C. ambrosioides* não reduz a sobrevivência e a progênie de *S. zeamais* e *R. dominica*;

- ≡ As substâncias limoneno; *p*-cimeno e  $\alpha$ -pineno não apresentam efeito repelente e tóxico sobre adultos de *R. dominica*.
  
- ≡ As substâncias limoneno e *p*-cimeno apresentam efeito repelente sobre *S. zeamais*;
  
- ≡ As substâncias limoneno, *p*-cimeno e  $\alpha$ -pineno apresentam baixo efeito tóxico sobre adultos de *S. zeamais*.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy**. Illinois: Allured Publishing, 2001.
- AELLEN, P.; JUST, T. Key and synopsis of the American species of the genus *Chenopodium* L. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 30, p. 47-76, 1943.
- ALLOTEY, J.; AZALEKOR, W. Some aspects of the biology and control using botanicals of the rice moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton), on some pulses. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 36, n. 3, p. 235-243, 2000.
- ANGEL, F.A.H.; PINEDA, Y.J.; ORTEGA, N.C.C.; FLORES, B.I.J.; MARTINEZ, J.F. Actividad de *Chrysactinia mexicana* Gray e *Tagetes lucida* sobre *Sitophilus zeamais*. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 6., 2000, Acapulco. **Memórias ... Acapulco: SME**, 2000. p.83-88.
- ATHIÉ, I.; DE PAULA, D.C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, 2002. 244 p.
- BEKELE, A.J.; OBENG-OFORI, D.; HASSANALI, A. Evaluation of *Ocimum suave* (Willd) as a source of repellents, toxicants and protectants in storage against three stored products insect pests. **International Journal of Pest Management**, London, v. 42, n.2, p.139-142, 1996.
- BEKELE, A.J.; OBENG-OFORI, D.; HASSANALI, A. Evaluation of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) as a source of repellents, toxicants and protectants in storage against three major stored products insect pests. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 121, p.169-173, 1997.
- BIRCH, L.C.; SNOWBALL, J.G. The development of eggs of *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera) at constant temperature. **Journal of Experimental Biology, Medicine and Science**, Cambridge, v. 23, p. 37-40, 1945.

BOEKE, S.J.; BAUMGART, I.R.; VAN LON, J.J.A.; VAN HUIS, A. DICKE, M. KOSSOU, D.K. Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 40, n. 4, p. 423-438, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/0022474X>>. Acesso em: 16 jan. 2006.

BOFF, M.I.C.; ALMEIDA, A.A. Efeito residual de extratos de *Piper nigrum* (L.) sobre larvas neonatas de *Sitotroga cerealella* (Oliv.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 115 -121, 1995.

BOUDA, H.; TAPONDJOU, L.A.; FONTEM, D.A.; GUMEDZOE, M.Y.D. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 37, n. 2, p.103-109, 2001.

CHAMBLEE, T.S.; CLARK, B.C. JR. Lemon and lime citrus essential oils. In: TERANISHI, R.; BUTTERY, R.G.; SUGISAWA, H. **Bioactive volatile compounds from plants**. São Francisco: IV American Chemical Society. Division of Agricultural and Food Chemistry. V. American Chemical Society, 1992. cap. 8, p. 88-102.

CHIASSEON, H.; BOSTANIAN, N.J.; VINCENT, C.; Acaricidal properties of a *Chenopodium*-based botanical. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, n. 4, p.1373 -1377, 2004a.

CHIASSEON, H.; VINCENT, C.; BOSTANIAN, N.J. Insecticidal properties of a *Chenopodium*-based botanical. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, n. 4, p. 1378 -1383, 2004b.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 14 jan. 2006.

CORREA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984a. v.1, 747 p.

CORREA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984b. v. 4, 765 p.

CRAVEIRO, A.A.; FERNANDES, A.G.; ANDRADE, C.H.S.; MATOS, F.J.A.; ALENCAR, J.W.; MACHADO, M.I.L. **Óleos essenciais de plantas do nordeste**. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 210 p.

CRUZ, G.L. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. 5.ed. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1995. 599 p.

CRUZ, M.I.H.; ZÚÑIGA, E.S.P.; MORALES, C.V.; PASQUALI, A.D.; IRACHETA, M.A.T.; FLORES, B.I.J.; PINEDA, Y.J. Polvos vegetales de plantas silvestres para el control del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motsch. en maíz almacenado. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 5., 1999, Aguascalientes. **Memorias ...** Aguascalientes: SME, 1999. p. 101-107.

DWIVEDI, S.C.; ANAND, K.; KUMAR, A. Ovicidal activity of six plant leaf extracts on the eggs of *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae). **Uttar Pradesh Journal of Zoology**, v. 19, n. 3, p. 175-178, 1999.

EL-NAHAL, A.K.M.; SCHIMDT, G.H.; RISHA, E.M. Vapour of *Acorus calamus* oil - a space treatment for stored-product insects. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 211-216, 1989.

EVANS, D.E. The biology of stored products Coleoptera. In: AUSTRALIAN DEVELOPMENT ASSISTANCE COURSE ON PRESERVATION OF STORED CEREALS, 1981. **Proceedings ...** p. 149 -185.

FARONI, L.R.D'A.; DE OLIVEIRA, C.R.F.; GONÇALVES, J.R.; PIMENTEL, M.A.G. Influência da alimentação na biologia de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 29, n.1, p. 13-18, 2004.

FILGUEIRA, M.A.; BEZZERRA NETO, F. Efeito de pimenta malagueta no controle do gorgulho do caupi, *Callosobruchus maculatus* (Fabr.). **Caatinga**, Mossoró, v. 6, p. 7-11, 1989.

FLORES, B.I.J.; PINEDA, Y.J.; PINEDA, I.J. Uso de plantas silvestres para el control del gorgojo del maíz. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 5., 1999, Aguascalientes. **Memórias ...** Aguascalientes: SME, 1999. p. 109-119.

FURLAN, A. Flora fanerógama da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). **Hoehnea**, São Paulo, v. 10, p. 38-39, 1983.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARCÍA, A.A. Productos de origen vegetal útiles para el combate de plagas, en maíz almacenado. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS DE ORIGEM VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 1.; SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS DE ORIGEM VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 4., 1998, Acapulco. **Memórias ...** Acapulco: SME, 1998. p. 100-106.

GRISOTO, E.; CORRÊA, M.B.; VENDRAMIM, J.D.; GARCIA, J.F.; TAVARES, M.A.G.C.; BOTELHO, P.S.M. Atividade inseticida de extratos vegetais de *Chenopodium ambrosioides*, sobre a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 13., 2005, Piracicaba. **Resumos ...** Piracicaba: ESALQ, 2005. 1 CD-ROM.

HALSTEAD, D.G.H. The separation of *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera Curculionidae), with a summary of their distribution. **Entomologist's Monthly Magazine**, Oxford, v. 99, p. 72-74, 1963.

HAQUE, M.A.; NAKAKITA, H.; IKENAGA, H.; SOTA, N. Development enhancing activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 36, n. 3, p. 281-287, 2000.

HO, S.H.; KOH, L.; MA, Y.; HUANG, Y.; SIM, K.Y. The oil of garlic, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 9, p. 41-48, 1996.

HUANG, Y.; CHEN, S.X.; HO, S.H. Bioactivities of methyl allyl disulfide and diallyl trisulfide from essential oil of garlic to two species of stored-product pests, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 2, p. 537-543, 2000.

HUANG, Y.; LAM, S.L.; HO, S.H. Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 36,n.2, p. 107-117, 2000.

IANNACONE, J.; QUISPE, C. **Efecto insecticida de extractos vegetales sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae), en el Perú.** Disponível em: <<http://www.lamolina.edu.pe/convencionentomologia/insecticidasbotanicos.htm>>. Acesso em:10 jan. 2003.

ISMAN, M.B. Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. **Phytoparasitica**, Bet Dagan. v. 25, n. 4, p. 339-344, 1997.

JACOBSON, M. Botanical pesticides (past, present and future). In: ARNASON, J.T; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. (Ed.). **Insecticides of plant origin**. Washington: ACS, 1989. chap. 1, p. 1-10.

JEMBERE, B.; OBENG-OFORI, D.; HASSANALI, A.; NYAMASYO, G.N.N. Products derived from the leaves of *Ocimum kilimandscharicum* (Labiatae) as post-harvest grain protectants against the infestation of three major stored product insect pests. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 85, p. 361-367, 1995.

KHAIRE, V.M.; KACHARE, B.V.; MOTE, U.N. Efficacy of different vegetable oils as grain protectants against pulse beetle, *Callosobruchus chinenses* L. in increasing storability of pigeonpea. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 28, n. 3, p. 153-156, 1992.

KIM,S.I.; PARH,C.; OHH,M.H.; CHO.H.C.; AHN,Y.J. Contact and fumigation activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 39,n. 1, p. 11-19. 2003a. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/0022474X>>. Acesso em: 15 dez. 2005.

KIM,S.I.; ROH.J.Y.; KIM,D.H.; LEE,H.S.; AHN,Y.J. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* e *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 39, n. 3, p. 293–303. 2003b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/0022474X>>. Acesso em: 5 dez. 2005.

KISMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, Brasileira, 1999. v. 2, 978 p.

KUSCHEL, G. On problems of synonymy in the *Sitophilus oryzae* complex (30<sup>th</sup> contribution. Col. Curculionidae). **Annals and Magazine of Natural History**, London, v. 13, n. 4, p. 241-244, 1961.

LAGUNES, T.A.; RODRÍGUEZ H., C. **Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas**. Chapingo: CONACYT - CP, 1989. 150 p. (Informe Final del Proyecto CONACYT/PVT/AI/NAL/85/3149).

LALE, N.E.S.; ABDULRAHMAN, H.T. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed oil obtained by different methods and neem powder for the management of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored cowpea. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 35, n. 2, p. 135-143, 1999.

LAWRENCE, B.M. Progress in essential oils. **Perfumer and Flavorist**, Wheaton, v. 24, n. 6, p. 45-53, 1999.

LEE, B.H.; ANNIS, P.C.; TUMAALII, F.; CHOI, W. S. Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8 cineole against 3 major stored-grain insects. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 40, n. 5, p. 553-564. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/0022474X>>. Acesso em: 5 dez. 2005.

LIN, H.; KOGAN, M.; FISCHER, D. Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environmental Entomology**, College Park, v.19, p. 1852-1857, 1990.

LIU, Z.L.; HO, S.H. Bioactivity of the essential oil extracted from *Evodia rutecarpa* Hook f. et Thomas against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* Motsch. and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 35, n. 4, p. 317-328, 1999.

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**, Viçosa, v. 17, n. 4, p. 367-371, 1988.



LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestre, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p.

LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002. 1000 p.

LORINI, I.; SCHNEIDER, S. **Pragas de grãos armazenados**: resultados de pesquisa. Passo Fundo: EMBRAPA CNPT, 1994. 48 p. (EMBRAPA. CNPT. Documentos).

MAKANJUOLA, W.A. Evaluation of extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) for the control of some stored product pests. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 231-237, 1989.

MALIK, M.M.; NAQVI, H.M. Screening of some indigenous plants as repellents or antifeedants for stored grain insects. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 41-44, 1984.

MAREDA, K.M.; SEGURA, O.L.; MIHM, J.A. Effects of neem, *Azadirachta indica*, on six species of maize insect pests. **Tropical Pest Management**, Basingstoke, v. 38, n. 2, p. 190-195, 1992.

MÁRQUEZ, V.M.D.; LÓPEZ, A.J.C. Uso de plantas silvestres para el controle del "gorgojo del maiz" *Sitophilus zeamais* Mots. y el "gorgojo pinto del frijol" *Zabrotes subfasciatus*. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 1.; SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 4., Acapulco, 1998. **Memórias ...** 1998, Acapulco: SME. p. 93-97.

MAZZONETTO, F. **Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col.: Bruchidae)**. 2002. 134 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n.1, p.145-149, 2003.

MIANA, G.A.; RAHMAN, A.U.; IQBAL, C.M.I.; JILANI, G.; BIBI, H. Pesticides nature: present and future perspectives. In: COPPING, L.G. (Ed.). **Crop protection agents from nature: natural products and analogues**. Cambridge: RSC, 1996. p. 241-253.

MORGAN, R. **Enciclopédia das ervas e plantas medicinais: doenças, aplicações, descrição e propriedades**. São Paulo: Ed. Hemus, 1994. 555 p.

MUHAYAMANA, A.; CHALCHAT, J.C.; GARRY, R.P. Chemical composition of essential oils of *Chenopodium ambrosioides* L. from Ruanda. **Journal of Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 10, n. 6, p. 690 - 692, 1998.

NIBER, T.; HELENIUS, J.; VARIS, A.L. Toxicity of plant extracts to three storage beetles (Coleoptera). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 113, p. 202-208, 1992.

NIETO, R.M.S.; FLORES, B.I.J.; PINEDA, Y.J. Evaluación insecticida de *Parthenium incanum* y de *Zinnia* spp. en *Sitophilus zeamais*. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 6., 2000, Acapulco. **Memorias ...** Acapulco: SME, 2000. p. 89-93.

NOVO, R.J.; VIGLIANCO, A.; NASSETA, M. Actividad repelente de diferentes extractos vegetales sobre *Tribolium castaneum* (Herbst). **Agriscientia**, Córdoba, v. 14, p. 31-36, 1997.

OFUYA, T.I. Oviposition deterrence and ovicidal properties of some plant powders against *Callosobruchus maculatus* in stored cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 115, p. 343-345, 1990.

OJI, O. Use of *Piper guineense* in the protection of stored *Zea mays* against the maize weevil. **Fitoterapia**, Milano, v. 62, n. 2, p. 179-182, 1991.

OKONKWO, E.U.; OKOYE, W.I. The control of *Callosobruchus maculatus* (F.) in stored cowpea with dried ground *Ricinus communis* (L.) leaves in Nigeria. **Tropical Pest Management**, Basingstoke, v. 38, n. 3, p. 237-238, 1992.

OKONKWO, E.U.; OKOYE, W.I. The efficacy of four seed powders and the essential oils protectants of cowpea and maize grains against infestation by *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) in Nigeria. **International Journal of Pest Management**, London, v. 42, n. 3, p. 143-146, 1996.

OLIVEIRA, J.V. Controle de pragas de grãos armazenados com substâncias de origem vegetal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos ...** Salvador: SBE, 1997. p. 10.

OLIVEIRA, J.V.; VENDRAMIM, J.D. Efeito do óleo essencial de folhas de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) na repelência, mortalidade, fertilidade e fecundidade de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Caderno Ômega. Série Agronômica**, Recife, n. 12, p. 9-11, 2001.

ONOCHA, P.A.; EKUNDAYO, O.; ERAMO, T.; LAAKSO, I. Essential oil constituents of *Chenopodium ambrosioides* L. leaves from Nigeria. **Journal of Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 11, n. 2, p.220 - 222, 1999.

PACHECO, Y.S.Y.; LÓPEZ-OLGUIN, J.F. Combate de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) em maiz armazenado à nível de laboratorio usando polvos vegetales. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENTOMOLOGIA, 29., 1994, Monterrey, **Memórias ...** Monterrey: SME, 1994. p. 256

PANERU, R.B.; PATOUREL, G.N.J.; KENNEDY, S.H. Toxicity of *Acorus calamus* rhizome powder from Eastern Nepal to *Sitophilus granarius* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **Crop Protection**, Guildford, v. 16, n. 8, p. 759-763, 1997.

PAPACHRISTOS, D.P.; STAMOPOULOS, D.C. Fumigant toxicity of three essential oils on the eggs of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 40, n. 5, p. 517-525, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/0022474X>. Acesso em: 15 dez. 2005.

PEMONGE, J.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; REGNAULT-ROGER, C. Effects of material and extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. against the stored products pests *Tribolium castaneum* and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 33, n. 3, p. 209-217, 1997.

PETERSON, G.S.; KANDIL, M.A.; ABDALLAH, M.D.; FARAG, A.A.A. Isolation and characterization of biologically active compounds from some plants extracts. **Pesticide Science**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 337-342, 1989.

PINEDA, Y.J.; FLORES, B.I.J.; PINEDA, I.J. Actividad insecticida de plantas de la familia Asteraceae sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 5., 1999. Aguascalientes. **Memórias ... Aguascalientes**: SME, 1999. p. 121-131.

POTTER, C. The biology and distribution of *Rhyzopertha dominica* (Fab.). **Transactinos of the Royal Entomological Society of London**, London, v. 83, p. 449-482, 1935.

PRATES, H.T.; SANTOS, J.P.; WAQUIL, J.M.; FABRIS, J.D.; OLIVEIRA, A.B.; FOSTER, J.E. Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 34, p. 243-249, 1998.

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., 1997, Salvador. **Resumos ... Salvador**: SBE, 1997. p. 326.

PROCOPIO, S.O.; VENDRAMIM, J.D.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; SANTOS, J.B. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 1231-1236, nov./dez. 2003.

RANI, P.U.; JAMIL, K. Effect of water hyacinth leaf extract on mortality, growth and metamorphosis of certain pests of stored products. **Insect Science and its Application**, Elmsford, v. 10, n. 3, p. 327-332, 1989.

REGNAULT-ROGER, C.; HAMRAOUI, A. Efficiency of plants from the south of France used as traditional protectants of *Phaseolus vulgaris* L. against its bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 29, n. 3, p. 259-264, 1993.

RISHA, E.M.; EL-NAHAL, A.K.M.; SCHIMDT, G.H. Toxicity of vapours of *Acorus calamus* L. oil to the immature stages of some stored-product Coleoptera. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 26, n. 3, p. 133-137, 1990.

RODRÍGUEZ, D.A.; SANCHEZ, S. Polvos vegetales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsch. y *Zabrotes subfasciatus* Boh. en maíz y frijol. **Turrialba**, San Jose, v. 44, n. 3, p. 160-167, 1994.

RODRÍGUEZ H., C. Recetas de nim *Azadirachta indica* (Meliaceae) contra plagas. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 5., 1999, Aguascalientes. **Memorias ...** Aguascalientes: SME, 1999. p. 39-59.

RODRÍGUEZ H., C. Propiedades plaguicidas del epazote *Telexys ambrosioides* (Chenopodiaceae). In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS, 6., 2000, Acapulco. **Memórias ...** Acapulco: SME, 2000. p. 95-109.

ROSSETTO, C.J. O complexo de *Sitophilus* spp., no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 28, p. 127-148, 1969.

ROSSETTO, C.J. **Resistência de milho a pragas da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Olivier)**. 1972. 144 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

SAGREIRO-NIEVES, L.; BARTLEY, J.P. Volatile constituents from the leaves of *Chenopodium ambrosioides* L. **Journal of Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 7, n. 2, p. 221 -223, 1995.

SAITO, M.L.; SCRAMIN, S. **Plantas aromáticas e seu uso na agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA, Embrapa Meio Ambiente, 2000. 48 p. (Documentos, 20).

SAITO, M.L.; OLIVEIRA, F.; FELL, D.; TAKEMATSU, A.P.; JOCYS, T.J.; OLIVEIRA, L.J. Verificação da atividade inseticida de alguns vegetais brasileiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 56, n. 1/2, p. 53-59, 1989.

SANTOS, C.M.A.; TORRES, K.R.; LEONART, R. **Plantas medicinais** (Herbarium, flora et Scientia). 2. ed. São Paulo: Ed. Ícone, 1988. 160 p.

SANTOS, J.P.; CRUZ, I. **Armazenamento e controle de pragas no milho armazenado**. Sete Lagoas: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1984. 29 p. (Documento,1).

SANTOS, J.P.; FONTES, R.A. Armazenamento e controle de insetos no milho estocado na propriedade agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 40-45, 1990.

SIGHAMONY, S.; ANEES, I.; CHANDRAKALA, T.; OSMANI, Z. Efficacy of certain indigenous plant products as grain protectants against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 22, n. 1, p. 21-23, 1986.

SILVA, G.; LAGUNES, A.; RODRIGUEZ, J. Control de *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) com polvos vegetales y en mezcla carbonato de calcio em maíz almacenado. **Ciencia e Investigacion Agrária**, Santiago de Chile, v. 30, n. 3, p. 153-160, 2003.

SILVA, G.; ORREGO, O.; HEPP, R.; TAPPIA, M. Búsqueda de plantas com propiedades inseticidas para el control de *Sitophilus zeamais* em maíz almacenado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 11-17, jan.2005.

SILVA-AGUAYO, I.G.; KIGER MELIVILU, R.; HEPP-GALLO, R.; TAPPIA-VARGAS, M. Control de *Sitophilus zeamais* com polvos vegetales de tres espécies del género *Chenopodium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 10, p. 953-960, out. 2005.

SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; DE MELO, J.C.P.; MENTEZ, L.A.; PETROVICK, P.E. (Ed.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento** 5.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2003. cap. 18, p. 467-495.

SPEHAR, C.R.; SOUZA, P.I.M. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ao cultivo nos cerrados do planalto central: resultados preliminares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 5, p. 635-639, 1993.

SU, H.C.F. Insecticidal properties of black pepper to rice weevils and cowpea weevils. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 70, n. 1, p. 18-21, 1977.

SU, H.C.F. Toxicity and repellency of *Chenopodium* oil to four species of stored product insects. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v. 26, n.1, p. 178-182, 1991.

TAPONDJOU, L.A.; ADLER, C.; BOUDA, H.; FONTEM, D.A. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored products beetles. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 38, p. 395-402, 2002.

TAPONDJOU, L.A.; ADLER, C.; FONTEM, D.A.; BOUDA, H.; REICHMUTH, C. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 41, p. 91–102, 2005.

TAVARES, M.A.G.C. **Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col.: Curculionidae)**. 2003. 59 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

TAVARES, M.A.G.C.; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 319-323, 2005a.

TAVARES, M.A.G.C.; VENDRAMIM, J.D. Atividade inseticida da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L., em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.1, p. 51-55, 2005b.

TIWARI, S.N. Efficacy of some plant products as grain protectants against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera; Bostrichidae). **International Journal of Pest Management**, London, v. 40, n. 1, p. 94-97, 1994.

VAN DEN DOOL e KRATZ, P. D.J. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gasoliquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 11, p. 463-471, 1963.

VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C.; DRESTER da COSTA, I.; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS: Palloti, 2000. cap. 8, p.113-128.

VIEIRA, P.C.; MAFEZOLI, J.; BIAVATTI, M.W. Inseticidas de origem vegetal. In: FERREIRA, J.T.B.; CORRÊA, A.G.; VIEIRA, P.C. **Produtos naturais no controle de insetos**. São Carlos: EDUFSCAR, 2001. cap. 2, p. 23-46.

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

WANG, J.; ZHU, F.; ZHOU, X.M.; NIU, C.Y.; LEI, C.L. Repellent and fumigant activity of essential oil from *Artemisia vulgaris* to *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 42, n. 3, p. 339-347. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/0022474X>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

WILLIAMS, L.A.D.; MANSINGH, A. Pesticidal potentials of tropical plants I. Insecticidal activity in leaf extracts of sixty plants. **Insect Science and Its Application**, Elmsford, v.14, n. 5/6, p. 697-700, 1993.