

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E
BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PLANTAS INSETICIDAS NO
CONTROLE DE *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (Hemiptera:
Aleyrodidae) EM MANDIOCA *Manihot esculenta* Crantz**

MARCOS PAULO LEITE DA SILVA

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
SETEMBRO - 2013**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PLANTAS INSETICIDAS NO CONTROLE
DE *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (Hemiptera: Aleyrodidae) EM
MANDIOCA *Manihot esculenta* Crantz**

MARCOS PAULO LEITE DA SILVA
Engenheiro Agrônomo
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007

Tese submetida ao Colegiado de
Curso do Programa de Pós-graduação em Ciências
Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau
de Doutor em Ciências Agrárias, Área
de Concentração: Fitotecnia.

Orientadora: Dr^a Franceli da Silva

Co-orientador: Dr. Rudiney Ringenberg

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

S586

Silva, Marcos Paulo Leite da.

Avaliação do potencial de plantas inseticidas no controle de *Aleurothrixus aepim* (Goeldi 1886) (Hemiptera: Aleyrodidae) em mandioca *Manihot esculenta* Crantz. Marcos Paulo Leite da Silva. Cruz das Almas, BA, 2013.
113f.; il.

Orientadora: Franceli da Silva.

Coorientador: Rudiney Ringenberg.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Entomologia. 2.Plantas – Efeito dos inseticidas. 3.Mandioca – Inseticidas vegetais. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

II.Título.

CDD: 623.951

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas
Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias
Comissão examinadora da tese de doutorado do aluno
Marcos Paulo Leite da Silva

Franceli da Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientadora)

Dr. José Emílio Zanzirolani de Oliveira
Instituto Federal do Sudeste de Minas – Câmpus Barbacena

Dra. Marilene Fancelli
Embrapa Mandioca e Fruticultura – CNPMF

Dra. Suely Xavier de Brito Silva
Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia – ADAB

Dra. Viviane Modesto Arruda
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG

Tese homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias em
Conferindo o Grau de Doutor em Ciências Agrárias em

À Deus e a espiritualidade amiga.

Ofereço

*As escolhas que fazemos são as escolhas que queremos!
Preto velho (Amigo espiritual)*

*A minha família, a minha avó Zilda (in memoriam) e a minha mãe Antonia Leite,
a minha esposa Edméia Leite pelo companheirismo,
aos amigos, pelo encorajamento,
Partícipes desta caminhada!
Dedico.*

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Dr. Rudiney Ringenberg e professora Dr^a. Franceli da Silva, pela paciência e confiança.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pelo conhecimento ofertado durante o curso de doutorado.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura pelo espaço cedido na realização da pesquisa.

Aos técnicos do Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, José Carlos Neri e Dílson Brito por partilhar o conhecimento durante a condução dos experimentos.

A todos do Setor de Campo da Embrapa Mandioca e Fruticultura por estar sempre disponível quando precisei.

Ao professor Hugo Brandão e a toda a equipe do Laboratório de Bioprospecção Vegetal e do Laboratório de Produtos Naturais da Universidade Estadual de Feira de Santana por ter cedido os espaços dos laboratórios para a realização da pesquisa.

A toda a equipe do Grupo Insecta e do Laboratório de Apicultura da UFRB, Luciana e Pedro, por ter cedido as abelhas.

Ao Diego Cunha pelo companheirismo e amizade.

Aos pesquisadores Dr. Nilton Sanches, Dr. Antônio Nascimento pelo apoio e disponibilidade.

A Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo por ter realizado as análises estatísticas.

Ao professor Carlos Alfredo e a equipe do Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias pela oportunidade de crescimento profissional.

À natureza que nos oportuniza o aprendizado diariamente.

Ao Conselho de Aperfeiçoamento e Capacitação de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| INTRODUÇÃO GERAL | 4 |
| CAPÍTULO 1..... | 12 |
| TOXICIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS INSETICIDAS NO CONTROLE DE <i>Aleurothrixus aepim</i> (Goeldi, 1886) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM MANDIOCA <i>Manihot esculenta</i> Crantz | |
| CAPÍTULO 2..... | 42 |
| SELETIVIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS INSETICIDAS SOBRE INSETOS BENÉFICOS | |
| CAPÍTULO 3..... | 77 |
| FITOTOXICIDADE DE PLANTAS INSETICIDAS E PRODUTOS COMERCIAIS EM FOLHAS DE MANDIOCA <i>Manihot esculenta</i> Crantz | |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 113 |

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PLANTAS INSETICIDAS NO CONTROLE DE *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (Hemiptera: Aleyrodidae) EM MANDIOCA *Manihot esculenta* Crantz

AUTOR: Marcos Paulo Leite da Silva

ORIENTADORA: Franceli da Silva

CO-ORIENTADOR: Rudiney Ringenberg

RESUMO: A mandioca *Manihot esculenta* Crantz é uma planta da família das Euphorbiaceae de grande importância para alimentação humana, animal e utilização na indústria. Devido o seu ciclo ser relativamente longo possibilita o ataque de diversos insetos pragas, dentre eles a mosca branca *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (Hemiptera: Aleyrodidae). O uso de pesticidas para o controle deste inseto é desaconselhável devido o alto custo na cultura da mandioca, dessa forma os extratos de plantas inseticidas figura-se como uma alternativa para diminuir os custos de produção. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a bioatividade de extratos de plantas inseticidas e produtos comerciais no controle de *A. aepim*, a seletividade dos extratos de plantas inseticidas à *Melipona scutellaris* (Latreille 1811) (Hymenoptera: Apidae), *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) e a larvas e adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant 1853) (Coleoptera: Coccinellidae), a fitotoxicidade em folhas de mandioca *M. esculenta* e a caracterização fitoquímica de *Chenopodium ambrosioides* L., *Zingiber officinale* Roscoe e *Azadirachta indica* A. de Jussieu. A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura – CNPMF, Cruz das Almas-BA. Na avaliação da fitotoxicidade em campo o experimento foi montado na comunidade Combê em Cruz das Almas-BA. E a caracterização fitoquímica das plantas inseticidas foi realizada no Laboratório de Produtos Naturais e Laboratório de Farmácia da Universidade Estadual de Feira de Santana. As plantas utilizadas na elaboração dos extratos foram folhas nas concentrações (5 e 10%) e sementes de *A. indica* (7,9%), parte aérea de *C. ambrosioides* e rizoma de *Z. officinale* (50, 60 e 70%) e os produtos comerciais Azamax[®] nas concentrações (0,25 e 0,50%) e Organic Neem[®] (0,50 e 0,75%). O material

vegetal triturado foi adicionado em água destilada e após 24 horas foram filtrados e utilizados nos experimentos. As concentrações mais elevadas dos extratos de *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, o produto comercial Organic Neem[®] (0,75%) provocaram mortalidade em ovos de *A. aepim* em *M. esculenta*. Os extratos aquosos de sementes de *A. indica* na concentração de 7,9%, parte aérea de *C. ambrosioides* e rizoma de *Z. officinale* na concentração de 60%, os produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] nas concentrações 0,50 e 0,75%, tiveram maior eficiência de controle sobre ninfas de *A. aepim*. Observou-se que os extratos de plantas inseticidas de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e os produtos comerciais Organic Neem[®] e Azamax[®] afetaram a sobrevivência de *M. scutellaris* e *A. mellifera*. Na avaliação da seletividade os extratos de *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, folhas e sementes de *A. indica*, os produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] não afetaram de forma significativa a sobrevivência de larvas e adultos de *C. montrouzieri*. Observou-se que os extratos aquosos e os produtos comerciais a base de *A. indica* provocaram fitotoxicidade às folhas de *M. esculenta*.

Palavra-chave: Mosca branca, plantas inseticidas, insetos benéficos.

Assessing the potential of insecticidal plants to control *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (Hemiptera: Aleyrodidae) in *Manihot esculenta* Crantz.

AUTHOR: Marcos Paulo Leite da Silva

ADVISOR: Franceli da Silva

CO-ADVISOR: Rudiney Ringenberg

ABSTRACT: Although contributing to food production, the indiscriminate use of pesticides over time has caused a negative impact on humans and environment. Currently, there has been an increased interest in the use of products derived from insecticidal plants to control pest insects for offering lower risks to the health of humans and animals. This study aimed to evaluate the bioactivity of insecticidal plant extracts and commercial products to control whitefly *Aleurothrixus aepim* Goeldi, 1886 (Hemiptera: Aleyrodidae), phytotoxicity on cassava leaves *Manihot esculenta* Crantz, selectivity of the extracts to *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae), *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) and larvae and adults of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. The study was conducted at the Laboratory of Entomology - Embrapa Cassava and Fruits - CNPMF, Cruz das Almas, Bahia. To assess field phytotoxicity, an experiment was carried out in the community of "Combe", Cruz das Almas, Bahia, and the phytochemical characterization of insecticidal plants was performed at the Laboratory of Natural Products Laboratory and Pharmacy, State University of Feira de Santana. Plants used were *A. indica* leaves (5 and 10%) *A. indica* (7.9%), *C. ambrosioides* and *Z. officinale* seeds (50, 60 and 70%) and commercial products Azamax[®] at concentrations of 0.25 and 0.50% and Organic Neem[®] at concentrations of 0.50 and 0.75% in the form of cold aqueous solution on eggs and nymphs of *Aleurothrixus aepim*. During the experiment, it was observed that the highest concentrations (60 and 70%) of *C. ambrosioides*, *Z. officinale* extracts, commercial product Organic Neem[®] (0.75%) had mortality action on eggs of *A. aepim* in *M. esculenta*. The aqueous extracts of *A. indica* seeds at concentration of 7.9%, *C. ambrosioides* and *Z. officinale* at concentration of

60%, commercial products Azamax[®] and Organic Neem[®] 0.50 and 0.75%, respectively, were more efficient in controlling nymphs of *A. aepim*. It was observed that aqueous extracts from insecticidal plants of *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* leaves and seeds and commercial products Organic Neem[®] and Azamax[®] did affect the survival rate of *M. scutellaris* and *A. mellifera*. In assessing the selectivity of *C. ambrosioides*, *Z. officinale* extracts, leaves and seeds of *A. indica*, commercial products Azamax[®] and Organic Neem[®] did not significantly affect the survival rate of larvae and adults of *C. montrouzieri*. It was also observed that aqueous extracts and commercial products based on *A. indica* caused phytotoxicity to *M. esculenta* leaves. Despite the harmful effects shown by extracts, some alternatives may be used to reduce these disadvantages. Among them, ecological selectivity, i.e., applying insecticidal plant extracts at times when beneficial insects are not foraging. Applications can be made at the end of the afternoon for bees, in periods in which plants are without flowers or feeding them artificially. In relation to phytotoxicity caused by the extracts, further studies with different concentrations and longer intervals than those used in this work should be carried out to reduce the action of extracts on cassava leaves.

Keyword: Allelochemicals, aqueous extracts, *Manihot*, whitefly.

INTRODUÇÃO GERAL

A mandioca *Manihot esculenta* Crantz é cultivada desde a antiguidade pelos povos indígenas na América do Sul, local de sua origem, pertencente à família Euphorbiaceae, é uma planta perene com grande capacidade de armazenar amido em suas raízes (ALVES, 2006; AMARAL et al., 2007).

Segundo Cardoso et al. (2006), esta cultura é importante na alimentação de mais de 600 milhões de pessoas em todo o mundo. Grande parte da produção brasileira é cultivada por agricultores familiares, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial de mandioca. Sua produção anual gira em torno de 24,4 milhões de toneladas e sua área plantada de 1,8 milhões de hectares, com rendimento médio de 13,86 toneladas de raízes por hectare (IBGE, 2010; FAOSTAT, 2012).

É cultivada na maioria dos estados brasileiros, servindo de matéria prima na indústria e na alimentação humana e animal. De acordo com o IBGE (2010), a produção de mandioca no Brasil tem aumentado devida à área colhida e o rendimento dos principais estados produtores compreendidos pelo Pará, com 296.732 ha de área colhida e rendimento de 15,4 t/ha. Seguido da Bahia com 262.025 ha e rendimento de 12,26 t/ha, Paraná com 172.214 ha e rendimento de 23,30 t/ha.

O aumento da produção de mandioca no Brasil tem sido afetado devido ao ataque de artrópodes pragas dentre eles, o percevejo-de-renda *Vatiga illudens* Drake (Hemiptera: Tingidae), a Mandarová *Erinnys ello* L. (Lepdoptera: Sphingidae), os ácaros *Mononychellus tanajoa* (Bondar) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (BELLOTTI, 2000) e as moscas brancas *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Bemisia tuberculata* Bondar, 1923 (Hemiptera: Aleyrodidae) (BELLOTTI et al., 2002).

O ataque provocado pelas ninfas e adultos da mosca branca (CICIOLA; SAMAWAYS, 1979) pode ocorrer durante todo o ciclo de cultivo se agravando nos períodos chuvosos causando prejuízos econômicos afetando a qualidade da farinha e do amido (FARIAS; BELLOTTI, 2006).

O controle deste inseto tem sido difícil devido à ausência de inseticidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, destinado à cultura da mandioca (FARIAS; BELLOTTI, 2006).

A utilização de extratos vegetais figura como alternativa racional e sustentável em pequenos cultivos localizados em propriedades com mão de obra de base familiar (MOREIRA et al., 2006). Os extratos derivados de plantas com potencial inseticida podem ser utilizados no controle de insetos pragas na forma de pós (PROCÓPIO et al. 2003), de extrato bruto derivado das estruturas das plantas (ROEL et al., 2006) e de óleo (MARTINEZ, 2011).

De acordo com Gallo et al. (2002), o objetivo principal do uso de extratos vegetais é reduzir o crescimento da população de insetos pragas, contribuindo dessa forma com os princípios da agroecologia e servindo como alternativa aos agrotóxicos e a segurança alimentar.

O nim (*Azadirachta indica* A de Jussieu) é a planta mais estudada no mundo no controle de insetos pragas. No Brasil, as primeiras introduções para estudo como planta inseticida foram feitas pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, em Londrina, em 1986, com sementes originadas das Filipinas, e em 1989, com sementes da Índia, Nicarágua e República Dominicana (MARTINEZ, 2011).

O uso do nim não está restrito apenas a planta medicinal e inseticida. É utilizada também como planta sombreadora, material de construção, combustível, lubrificante, adubo, insumos na indústria de cosméticos, ornamental, fabricação de móveis, em silvicultura na produção de madeira e lenha (MARTINEZ, 2011).

No fitocomplexo do nim foram identificados mais de trinta compostos sendo o mais potente a azadiractina. A sua ação sobre os insetos provoca impedimento alimentar, age sobre o hormônio da ecdise causando a morte do inseto e é repelente (MARTINEZ, 2011).

Outra planta bastante estudada é o *Chenopodium ambrosioides* L. É conhecida na medicina tradicional como erva-de-Santa Maria, mastruz ou mastruço, entre outros, sendo seu uso largamente difundido em todo o país pela sua ação terapêutica (COSTA; TAVARES, 2006).

A ação inseticida de *C. ambrosioides* L., foi estudada por diversos autores e destacando-se por apresentar atividade repelente e inseticida em pragas de grãos armazenados de famílias, como Anobiidae, Bruchidae Curculionidae e Tenebrionidae (MAZZONETTO, 2002; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2003).

Utilizado na culinária, indústria e no controle de fitopatógenos, o *Zingiber officinale* Roscoe se configura também com controle de inseto praga conforme relata SILVA (2009) utilizando extratos aquosos de gengibre nas dosagens 0,7, 0,8 e 0,9 g/mL no controle o *Toxoptera citricida* Kirk., 1907 (Hemiptera: Aphididae) concluiu que após 48 horas, os valores do percentual de sobrevivência reduziu para 8%, 7% e 3% respectivamente, demonstrando o seu potencial para controle de insetos-praga.

Os extratos de plantas inseticidas representam alternativas importantes no controle de insetos praga principalmente em pequenas áreas de cultivo contribuído com a segurança alimentar e para diminuir os impactos dos pesticidas no meio ambiente, servindo também de base para o fortalecendo dos princípios da agroecologia (DEQUECH et al., 2008; SILVA, 2009).

No entanto, estes produtos também apresentam desvantagens como toxicidade a insetos benéficos, baixa persistência, alguns são tóxicos a mamíferos e a peixes, e os princípios ativos contidos nas plantas oscilam de acordo com o manejo que é empregado na produção e com os fatores edafoclimáticos da região em que são obtidas (ROEL, 2001; CORRÊA; SALGADO, 2011).

Outra desvantagem dos extratos de plantas inseticidas são os efeitos fitotóxicos sobre as plantas. Alguns extratos provocam descoloração nas folhas das plantas reduzindo a capacidade fotossintética e provocando perdas na produção (KARLSSON, 2005). Essas características foram observadas também por Dequech et al. (2008) quando aplicaram extratos de plantas inseticidas em feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), sendo que o produto comercial DalNeem[®] apresentou maior índice de fitotoxicidade influenciando diretamente na produção.

No entanto, os fitocomplexos das plantas inseticidas que provocam a fitotoxicidade nas culturas de importância econômica podem ser utilizados no

controle de plantas espontâneas (SILVA, 2012). Pires et al. (2001), constataram o efeito fitotóxico após aplicar extrato aquoso de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) sobre o desenvolvimento de desmódio (*Desmodium purpureum*), picão preto (*Bidens pilosa*) e caruru (*Amaranthus hybridus*).

Dentro do contexto apresentado, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a bioatividade de extratos de plantas inseticidas e produtos comerciais no controle de *A. aepim*, a seletividade dos extratos de plantas inseticidas à *M. scutellaris*, *A. mellifera*, a larvas e adultos de *C. montrouzieri*, a fitotoxicidade em folhas de mandioca *M. esculenta* e a caracterização fitoquímica de *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e *A. indica*.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, A. A. C. Fisiologia da Mandioca. In.: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. Cap.7, p.138-169.

AMARAL, L; JAIGOBIND, A. G. A.; JAISINGH, S. Processamento da mandioca. **Dossiê técnico**. Instituto de Tecnologia do Paraná. 2007. 48p.

BELLOTTI, A.C. El manejo integrado de las plagas principales de la yuca. In: Curso-Taller Internacional de control biológico. **Memórias**. Santa Fé de Bogotá. Corpoica. 2000. p.210-243.

BELLOTTI, A. C. **Arthropod pests**. In: Cassava: Biology, production and utilization. Eds: Hillocks, R.J., Thresh, J.M., Bellotti, A.C. CAB International. Oxon, UK. p.332, 2002.

CARDOSO, C.E.L.; SOUZA, J.S.; GAMEIRO, A.H. Aspectos econômicos e mercado. In: SOUZA, L. da S. et al. (Eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.2, p.41-70.

CIOCIOLA, A.I.; SAMWAYS, M.J. Insetos da mandioca e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.5, n. 59-60, p. 65-70, 1979.

CORRÊA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.4, p.500-506, 2011.

COSTA, M.V.L.; TAVARES E. S. Anatomia foliar de *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) – erva-de-Santa Maria. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.3, p.63-71, 2006.

DEQUECH, S.T.B. et al. Fitotoxicidade causada por inseticidas botânicos em feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em estufa plástica. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. v. 15, n.1, p. 71-80. 2008.

FAOSTAT. **Produção agrícola**. FAO. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/default.aspx>>. Acesso em: 5 jun. 2012.

FARIAS, A.R.N.; BELLOTTI, A.C. Pragas e seu controle. In.: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura 2006. Cap.20, p.591-691.

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

IBGE. **Produção agrícola municipal**. 2010. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/territorio/carto.asp?f...> >. Acesso em: 27 out. 2011.

KARLSSON, M. F. **Control de mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Hemiptera: Aleyrodidae) minor field studies**. 2005. Tese. - Universidad Sueca de Agricultura, 2005.

MARTINEZ, S.S. **O Nim *Azadirachta indica* – natureza, usos múltiplos. produção**. Londrina: IAPAR, 2011, 205p.

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

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

MOREIRA, M.A.B. et al. **Alternativas para o controle da mosca branca, *Aleurothrixus aepim* na cultura da mandioca em Sergipe**. Aracaju: Embrapa CPTAC, 2006. 4p. (Comunicado técnico, 56).

PIRES, N. M. et al. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.61-65, jan./mar. 2001.

PROCÓPIO, S. J. et al. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência Agrotécnica**. Lavras. v.27, n.6, p.1231-1236, nov./dez., 2003.

RABÊLO, G. O. et al. Potencial alelopático de *Bidens pilosa* L. na germinação e no desenvolvimento de espécies cultivadas. **Revista científica da Faminas**, v. 4, n. 1, jan.-abr., 2008.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito residual do extrato de acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) para lagartas de diferentes idades de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1043-1343, jul-ago. 2006.

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

SILVA, M.P.L. **Bioatividade de extratos vegetais no controle de pulgão preto *Toxoptera citricida* Kirk.,1907 (Hemiptera: Aphididae) na cultura dos citros e sobrevivência de joaninhas e abelhas**. 79 f. 2009. Dissertação (Mestrado) - UFRB, Cruz das Almas-BA. 2009.

SILVA, P. S. S. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. **Revista Biotemas**. v. 25, n. 3, p. 65-74, set. 2012.

CAPÍTULO 1

**TOXICIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS INSETICIDAS NO
CONTROLE DE *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (HEMIPTERA:
ALEYRODIDAE) EM MANDIOCA *Manihot esculenta* Crantz**

TOXICIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS INSETICIDAS NO CONTROLE DE *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM MANDIOCA *Manihot esculenta* Crantz

AUTOR: Marcos Paulo Leite da Silva

ORIENTADORA: Franceli da Silva

CO-ORIENTADOR: Rudiney Ringenberg

RESUMO: Oriunda da América Latina, a mandioca é uma planta de interesse econômico e social possuindo grande importância na segurança alimentar, principalmente na Região Nordeste devido a sua capacidade de resistir a períodos de seca. Por possuir o ciclo longo fica exposta ao ataque de insetos pragas, destacando-se a mosca branca *Aleurothrixus aepim* (Goeldi 1886) (Hemiptera: Aleyrodidae). O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade dos extratos aquosos de plantas inseticidas e produtos comerciais a base de nim sobre ovos e ninfas de *A. aepim*. As concentrações utilizadas dos extratos foram folhas (5 e 10% p/v) e sementes de *A. indica* (7,9% p/v), planta inteira de *C. ambrosioides* e rizomas de *Z. officinale* (50, 60 e 70% p/v). Os produtos comerciais utilizados foram Azamax[®] nas concentrações (0,25 e 0,50% v/v) e Organic Neem[®] nas concentrações 0,50 e 0,75% v/v. Na avaliação dos extratos aquosos sobre ovos de *A. aepim* foi pulverizado em cada tratamento, 5 mL dos extratos e aos nove quantificadas o número de ninfas eclodidas e o número de ovos inviáveis. A avaliação dos extratos aquosos no desenvolvimento de *A. aepim* foi com a aplicação dos extratos a partir do 9º dia quando as ninfas de 1º instar haviam eclodido. A segunda aplicação foi após sete dias à primeira aplicação. A avaliação da ação dos extratos aquosos sobre ninfas de *A. aepim* foi iniciada aos nove dias, quando as ninfas de 1º instar quando as ninfas estavam fixas. Nesta primeira avaliação foi feita a contagem das ninfas com auxílio de microscópio estereoscópico. As ninfas foram pulverizadas com 5 mL dos extratos a cada sete dias. Os extratos que causaram maior mortalidade de ovos foram *C. ambrosioides* nas concentrações 60 e 70% com eficiência de 83 e 90,9%. O desenvolvimento de *A. aepim* após uma aplicação dos extratos de *Z. officinale* (60%) e sementes de *A. indica* (7,9%) provocaram mortalidade

total a partir do 3º instar. O mesmo ocorreu após duas aplicações nos extratos de *Z. officinale* (60%), Organic Neem® (0,75%) e Azamax® (0,50%). A sobrevivência diminuiu após a segunda aplicação dos extratos dos extratos aquosos de Azamax® (0,50%), sementes de *A. indica* (7,9%) e *C. ambrosioides* (60%). Verificou-se que os extratos aquosos de Azamax® (0,25%), *Z. officinale* (70%), sementes de *A. indica* (7,9%) e Organic Neem® (0,75%), diminuíram os índices de sobrevivência a partir da terceira aplicação com 3, 13, 13 e 20%. O Azamax® (0,50%) provocou a mortalidade de 100% nas ninfas de mosca branca onze dias após a primeira aplicação. Diante do exposto, conclui-se os extratos aquosos que causaram maior mortalidade de ovos de *A. aepim* foram os extratos de *C. ambrosioides* nas concentrações 60 e 70%. Os extratos de *Z. officinale* (60%), Organic Neem® (0,75%) e Azamax® (0,50%) afetaram o desenvolvimento das ninfas de *A. aepim*. Os extratos de *Z. officinale* (70%), sementes de *A. indica* (7,9%), Organic Neem® (0,75%), Azamax® (0,25%) diminuem a sobrevivência de *A. aepim* a partir da terceira aplicação e que o Azamax® (0,50%) provoca mortalidade de 100% nas ninfas onze dias após a primeira aplicação.

Palavra-chave: Agricultura orgânica, manejo integrado de pragas, mosca branca.

TOXICITY OF AQUEOUS EXTRACTS OF INSECTICIDAL PLANTS TO CONTROL *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) IN *Manihot esculenta* crantz

AUTHOR: Marcos Paulo Leite da Silva

ADVISOR: Franceli da Silva

CO-ADVISOR: Rudiney Ringenberg

ABSTRACT: Originating from Latin America, cassava is a plant of economic and social interest for having great importance for food security, especially in Northeastern Brazil due to its capacity of withstanding long periods of drought. Due to its long cycle, it is exposed to the attack of various pest insect, especially whitefly *Aleurothrixus aepim* (Goeldi), 1886 (Hemiptera: Aleyrodidae) causing severe losses. The aim of this study was to evaluate the toxicity of aqueous extracts of insecticidal plant and neem-based commercial products at different concentrations on eggs and nymphs of *A. aepim*. For the preparation of aqueous extracts, a weight /volume ratio was used for the plant material, and a volume/volume ratio was used for commercial products. The powders of different plant structures (leaves, seeds and rhizomes) were added (separately by plant structure) to distilled water. These mixtures were kept in the dark for 24 h for the extraction of water-soluble compounds, and after this period, the material was filtered on voile fabric. The concentrations used were leaves (5 and 10% w/v) and seeds of *A. indica* (7.9% w/v) whole plants of *C. ambrosioides* and rhizomes of *Z. officinale* (50, 60, and 70% w/v). The commercial products used were Azamax[®] at concentrations (0.25 and 0.50% v / v) and Organic Neem[®] at concentrations 0.50 and 0.75 v/v%. This experiment evaluated the effects of aqueous extracts on eggs of *A. aepim*, 5 ml of aqueous extracts previously described was sprayed for each treatment, and on the ninth day, the mortality rate of the egg stage was assessed by counting the number of hatched nymphs and number of unviable eggs per leaf / repetition. In the experiment to evaluate the effects of aqueous extracts on the development of *A. aepim*, the application of extracts occurred from the 9th day, in which 1st instar nymphs had hatched. The second application was performed seven days after

the first application. Plants were kept in an area close to the insectary of the laboratory of entomology, Embrapa Cassava and Fruits until the hatching of nymphs, then, they were transferred to semi-acclimatized room with temperature of 25 ± 3 ° C and 12h photophase, RH $70 \pm 10\%$, semi-natural photoperiod. In the experiment to evaluate the action of aqueous extracts on nymphs of *A. aepim* after about nine days, when 1st instar nymphs were already fixed, a preliminary evaluation was performed, quantifying the number of nymphs with the aid of a stereoscopic microscope. Nymphs were sprayed with 5 mL of aqueous extracts previously described using a manual sprayer, reapplying extracts every seven days, with three applications. The extracts that caused higher mortality on eggs were extracts of *C. ambrosioides* at concentrations of 60 and 70% with efficiency of 83 and 90.9%, respectively. When the action of aqueous extracts on the development of *A. aepim* was evaluated, it was found that with the application of extracts, the average duration of the development period of first instar nymphs ranged from 2.50 days for treatment with *A. indica* seeds to 4.88 days for treatment with Organic Neem[®] (0.75%). It was observed that from the third instar, treatments with *Z. officinale* (1.38 days), Organic Neem[®] (1.35 days) and Azamax[®] (0.79 days) interfered with the development of nymphs. The shortest survival period of nymphs was observed for treatment with seeds of *A. indica* and *Z. officinale*, with 13.82 15.57 days, respectively. With respect to treatments with two applications of extracts, there was total mortality for treatments with *Z. officinale* (60%), Organic Neem[®] (0.75%) and Azamax[®] (0.50%); the same result was not obtained for treatment with seeds of *A. indica* (7.9%). In the experiment to evaluate the survival of whitefly nymphs, it was found that the survival of *A. aepim* nymphs in the first four days after the first application of extracts was 90, 90, 87 and 77% for Organic Neem[®] (0.75%) leaves (10%) and seeds (7.9%) of *A. indica* and Azamax[®] (50%), respectively. The aqueous extract of *C. ambrosioides* (70 and %) differed from the others, with survival rate of 50%. The survival rate significantly decreased after the second application of extracts of Azamax[®] (0.50%) seeds of *A. indica* (7.9%) and *C. ambrosioides* (60%) with mortality rates of 20, 27 and 50% respectively. It was observed that extracts of *Z. officinale* (70%) seeds of *A. indica* (7.9%), Organic Neem[®] (0.75%), Azamax[®]

(0.25%) decreased the survival rates after the third application, with 13, 13, 20 and 3%, respectively. Commercial product Azamax[®] (0.50%) caused mortality of 100% of whitefly nymphs eleven days after the first application. Given the above, it was concluded that the extracts of *Z. officinale* (70%) seeds of *A. indica* (7.9%), Organic Neem[®] (0.75%), Azamax[®] (0.25%) decrease the survival rate after the third application of *A. aepim* and that the commercial product Azamax[®] (0.50%) caused mortality in 100% of whitefly nymphs eleven days after the first application. The extracts that caused the highest mortality on *A. aepim* eggs were extracts of *C. ambrosioides* at concentrations of 60 and 70%. Extracts of *Z. officinale* (60%), Organic Neem[®] (0.75%) and Azamax[®] (0.50%) affected the development of *A. aepim* nymphs.

Keyword: Agroecology, organic farming, integrated pest management

1 – INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem origem na América do Sul, onde foi domesticada visando à produção de raízes (FUKUDA; IGLESIAS, 2006). Encontrada nas mais diversas regiões ecológicas, demonstrando adaptabilidade a diferentes regiões climáticas (OLIVEIRA et al. 2006).

É uma das principais fontes de carboidratos dos trópicos (SOUZA et al. 2006), sendo importante na segurança alimentar, principalmente por ser a principal fonte de energia de famílias com renda na faixa inferior a um salário mínimo (CARDOSO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2006). Tendo como base a agricultura familiar, o seu cultivo na Bahia, está associado a outras culturas como amendoim, milho, feijão (CARVALHO, 2008).

Além do uso pelos agricultores familiares, como forma de subsistência, a mandioca é importante na indústria alimentícia, de papel e na indústria têxtil com a preparação de pigmentos e no acabamento de tecido (SEBRAE, 2008).

O ciclo relativamente longo da mandioca favorece o ataque de diversos artrópodes, destacando-se a mosca branca *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (Hemiptera: Aleyrodidae) (FARIAS; BELLOTTI, 2006).

Este inseto se alimenta da seiva da mandioca, provocando amarelecimento e secamento das folhas (GALLO et al. 2002), reduzindo o rendimento das raízes além de deixa-las com sabor amargo (FARIAS; BELLOT, 2006). O seu ciclo compreende as fases de ovo, seguido de três instares, pupa e adulto (GALLO et al., 2002).

A importância da mosca branca é por ser um inseto praga de interesse agrícola, mas por ser vetor de doenças causadas por vírus (MORENO, 2002). De acordo com Oliveira e Lima (2006), o maior impacto provocado na cultura da mandioca no território africano, é a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889), causando sérios danos à produção, pela transmissão do *African Cassava Mosaic Virus* – ACMV. Devido a sua grande capacidade de adaptação e dispersão em plantas hospedeiras, tem-se emitido alertas quarentenários visando evitar a introdução e estabelecimento desse vírus no Brasil.

De acordo com Lorenzi (2003), o controle da mosca branca tem sido difícil devido ao seu alto potencial biótico e pela escassez de inimigos naturais nesse agroecossistema. A causa deste fato pode estar justificada na argumentação apresentada por Farias e Alves (2004), onde o uso de inseticidas, apesar de ser dispendioso, pode causar destruição dos inimigos naturais de insetos pragas. Por esses motivos, iniciativas que buscam alternativas sustentáveis de controle, principalmente, voltadas a agricultores familiares, devem ser incentivadas. Sendo a utilização de princípios ativos provenientes de extratos botânicos uma prática promissora (MARTINEZ, 2011). A utilização de plantas com potencial inseticida tem sido pesquisada buscando-se diminuir os impactos provocados no meio ambiente pelos agrotóxicos (BEZERRA-SILVA et al., 2010; MARTINEZ, 2011).

Dentre as plantas com potencial controle da mosca branca em mandioca figura-se o nim (*Azadirachta indica* A. De Jussieu) (LIMA et al. 2011), omastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2003) e o gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) (SILVA, 2009).

O nim tem sido estudado em hemípteros, dípteros, coleópteros, lepidópteros, atuando no desenvolvimento e na taxa de mortalidade (TORRES et al. 2001; SOUZA; VENDRAMIM, 2005; DEQUECH et al., 2010; LIMA et al., 2011). De acordo com Martinez (2011), as meliacinas, azadiractina A e B, nimbina e salanina são responsáveis pela ação inseticida desta planta e estão contidas em maior quantidade nas sementes.

A utilização do mastruz (*C. ambrosioides* L.) tem se mostrado promissor no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) (PROCÓPIO et al., 2003), *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae) (MARCOMINI et al., 2009) e *Bemisia tabaci* (GENN. 1889) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) (BALDIN et al., 2007). Os seus constituintes ácidos palmíticos, oleico e linoleico, compostos flavônicos e o ascaridol, tem sido empregado como fungicida e inseticida (MENEZES, 2005; LORENZI; MATOS, 2008).

Outra planta promissora no controle de inseto praga é o *Z. officinale* conforme identificou Silva et al. (2009) quando utilizou extrato aquoso a frio de gengibre em *Toxoptera citricida* Kirk 1907 (Hemiptera: Aphididae) provocando

mortalidade acima de 90%. A potencialidade do gengibre como planta inseticida pode estar relacionada aos constituintes citral, cineol, borneol sesquiterpenos, zingibereno e bisaboleno devido à ação antimicrobiana (LORENZI; MATOS 2008).

No contexto do que foi apresentado, o objetivo deste trabalho foi avaliar toxicidade de extratos aquosos de *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, *A. indica* e produtos comerciais à base de nim no controle de *Aleurothrixus aepim* (Goeldi), 1886 (Hemiptera: Aleyrodidae) em mandioca *M. esculenta* Crantz.

2 – METODOLOGIA

2.1 – Obtenção e criação da mosca branca *Aleurothrixus aepim*.

Os insetos foram obtidos a partir de coleta com o auxílio de micro aspirador confeccionado com pipeta Pasteur no Banco de Germoplasma – BAG, da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA. Os adultos coletados foram liberados em casa de vegetação com tela anti-afídica visando infestar plantas de mandioca cv. “Cigana Preta”, cultivadas em sacos plásticos com capacidade de 2 quilos. Quando do início da emergência de adultos da geração F1, novas plantas foram introduzidas na casa de vegetação (Figura 1). O material entomológico (20 exemplares de *A. aepim*) foi depositado na Coleção Entomológica Prof. Johann Becker do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Figura 1: Detalhe de mudas de mandioca *M. esculenta* cv. “Cigana Preta” cujas folhas serviram à criação de mosca branca (*A. aepim*) em casa de vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, 2013.



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

2.2 – Obtenção das plantas de *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale* e *Azadirachta indica*

As folhas e frutos de *A. indica* foram coletados em plantas localizadas na área experimental da sede da Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF), em Cruz das Almas, BA.

Plantas de *C. ambrosioides* com sementes, foram coletadas de área de produtores do Programa Ervanário Regional de Valorização da Agroecologia e da Saúde – ERVAS, Cruz das Almas-BA, comunidade Pumba. As sementes foram semeadas em bandejas para germinação contendo solo areno-argiloso mais húmus de minhoca na proporção 1:1. Quando as plântulas atingiram 10 cm de altura foram transplantadas para vasos de polietileno (5 Kg de capacidade), a coleta do material vegetal foi realizada quando a planta estava completamente sementada. A cada três cortes das plantas de *C. ambrosioides* novas eram introduzidas.

Os rizomas de *Z. officinale* foram adquiridos em um Hipermercado da cidade de Cruz das Almas-BA.

As folhas e frutos de *A. indica* foram desidratadas em secador de madeira, à sombra, na área externa do Insetário do Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura até manter peso constante. As plantas de *C. ambrosioides* e os rizomas de *Z. officinale* foram secas em estufa de circulação de ar a 40 °C durante 48 horas, após secagem foram triturados em liquidificador doméstico, acondicionados em sacos plásticos e armazenados à temperatura de 5° C em geladeira comercial. As exsiccatas de *C. ambrosioides* e *A. indica* foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) sob n° HUEFS 196817 e HUEFS 196818.

2.3 – Preparo dos extratos aquosos de *A. indica*, *Z. officinale* e *C. ambrosioides* e produtos comerciais Organic Neem® e Azamax® e formulação das concentrações

No preparo dos extratos aquosos utilizou-se em material vegetal a proporção peso/volume (p/v), volume/volume (v/v) em produtos comerciais. Os pós das diferentes estruturas vegetais (folhas 5 e 10% p/v, sementes 7,9% p/v, de *A. indica*; planta inteira 50, 60 e 70% p/v de *C. ambrosioides*; rizomas 50, 60 e 70% p/v de *Z. officinale*) foram adicionados (separadamente por estrutura vegetal) a 100mL água destilada. Essas misturas foram mantidas em local escuro por 24 h para extração dos compostos hidrossolúveis. Após esse período o material foi filtrado em tecido voil. Os tratamentos com os produtos comerciais foram preparados antes da aplicação sobre os insetos.

Os produtos comerciais utilizados foram Azamax® com teor de azadiractina 1,2%, nas concentrações 0,25 e 0,50% v/v, aprovado pelo IBD para uso na agricultura orgânica de acordo com as normas internacionais NOP-EUA, IBD/IFOAM, CEE 2092/1 e JAS e Organic Neem® nas concentrações 0,50 e 0,75% v/v, aprovado para uso na produção orgânica “Produto em conformidade com a IN 007 de 17/05/1999 do MAPA-ANEXO III - 2”. Na testemunha foi utilizada água destilada.

2.4 – Avaliação da ação dos extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, parte aérea de *C. ambrosioides*, rizomas de *Z. officinale*, e produtos comerciais Azamax® e Organic Neem® sobre ovos de *A. aepim*

Casais de *A. aepim* foram coletados da criação estoque com o auxílio de micro aspirador elaborado com pipeta Pasteur e inseridos em gaiolas circulares com 25 mm de diâmetro através de orifício lateral, fixadas nas folhas com presilhas de metal (Figura 2) durante 48 horas até a oviposição.

Figura 2: A adultos (A), detalhe da gaiola para oviposição (B), ovos (C) e ninfas (D) de mosca branca *A. aepim* em folhas de mandioca *M. esculenta*, Cruz das Almas,BA, 2012.



Fonte: SILVA, M.P.S., 2013

A contagem dos ovos de *A. aepim*, na face abaxial das folhas de mandioca, foi realizada em microscópio estereoscópico, sendo selecionados 50 ovos por folha, totalizando 250 ovos por tratamento. Estes foram pulverizados com extratos aquosos nas concentrações descritas no item 2.3, com auxílio de pulverizador manual, capacidade de 20 mL. Em cada planta foi pulverizado 5 mL de extrato. Após nove dias, foi avaliada a mortalidade da fase de ovo contando-se o número de ninfas eclodidas e o número de ovos inviáveis por folha/repetição.

2.5 - Avaliação dos extratos aquosos de *A. indica*, planta inteira de *C. ambrosioides*, rizomas de *Z. officinale*, e produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] no desenvolvimento de *A. aepim*

Dez casais de mosca branca foram coletados da criação estoque e depositados nas folhas na face abaxial e mantidos com o auxílio de gaiolas circulares durante 48 horas até a obtenção de ovos. Após esse período, os adultos foram retirados e as plantas foram examinadas sob microscópio estereoscópico e eliminados o excesso de ovos, deixando-se 25 ovos/folha totalizando 100 por tratamento, sendo esses acompanhados.

Neste experimento a aplicação dos extratos ocorreu a partir do 9º dia, quando as ninfas 1º instar já haviam eclodido. A segunda aplicação dos extratos com duas aplicações foram realizadas sete dias após a primeira aplicação. As plantas foram mantidas em área anexo ao insetário do Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura até a eclosão das ninfas, depois, foram transferidas à sala semi-climatizada, com temperatura de 25±3 °C e fotofase de 12 horas, UR: 70 ± 10%; fotoperíodo seminatural.

As avaliações foram realizadas diariamente, sempre no mesmo horário, com o auxílio de microscópio estereoscópico, observando-se a eclosão das ninfas e as mudanças de instar, obtendo-se, assim, a duração do período total de ovo a ninfas de quarto instar. Foi acompanhado o desenvolvimento de 100 indivíduos por tratamento, sendo cada indivíduo considerado uma repetição.

2.6 – Avaliação da ação dos extratos aquosos de *A. indica*, parte aérea de *C. ambrosioides*, rizomas de *Z. officinale*, e produtos comerciais Azamax® e Organic Neem® sobre ninfas de *A. aepim*

A obtenção das ninfas de *A. aepim* ocorreu de acordo com o item 2.4 Após aproximadamente nove dias quando estavam no 1º instar e fixas. Foi realizada a avaliação prévia, quantificando-se o número de ninfas com auxílio de microscópio estereoscópico (Figura 2). Foram aplicados 5 mL dos extratos sobre as ninfas de mosca branca nas concentrações descritas no item 2.3, com auxílio de pulverizador manual, capacidade para 20 mL. Reaplicando-se os extratos a cada sete dias, totalizando três aplicações nos tempos 0, 7 e 14 dias. A avaliações foram realizadas aos 3 e 4 dias após cada aplicação, registrando-se os números de indivíduos mortos por folha. As ninfas foram consideradas mortas quando ainda possuíam tamanho pequeno (cerca de 0,25 x 0,15 mm) e formato elíptico semelhantes as ninfas de primeiro instar (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; PATEL et al., 1992).

2.7 – Análise estatística

2.7.1 – Ação dos extratos aquosos sobre os ovos de *A. aepim*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatorze tratamentos e cinco repetições, sendo que cada repetição correspondeu à média de cinco folhas por planta e cinquenta ovos por folha, totalizando duzentos e cinquenta ovos por tratamento. Os dados de porcentagem de mortalidade foram transformados em $\arcsen(\sqrt{(x/100)})$ e submetido à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott (SCOTT; KNOTT, 1974) a 5 % de significância por meio programa estatístico SAS 9.2 - Statistical Analysis System (SAS Institute Inc) (2006).

A porcentagem de eficiência dos extratos foi avaliada pela fórmula de ABBOTT (1925):

$$\%E = \frac{T - I}{T} \times 100$$

Em que:

E= eficiência; T= número de ovos na testemunha; I= número de ovos viáveis no tratamento.

A eficiência foi considerada muito baixa quando alcançou valores abaixo de 50%, razoável quando alcançou valores entre 50% e 80% e expressiva quando alcançou valores maiores que 80%.

2.7.2 - Ação dos extratos aquosos no desenvolvimento de *A. aepim*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e 100 insetos por tratamento, sendo cada inseto considerado uma repetição, totalizando setecentos insetos. Os dados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância e as médias dos tempos de vida foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS 9.2 - Statistical Analysis System (SAS Institute Inc) (2006).

2.7.3 – Ação dos extratos aquosos sobre as ninfas de *A. aepim*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatorze tratamentos e cinco repetições, trinta ninfas por repetição, totalizando cento e cinquenta ninfas por tratamento. Os dados de sobrevivência obtidos foram submetidos à análise de Sobrevivência de Kaplan-Meier mediante programa BIOESTAT 5.0 e os gráficos elaborados no programa Statística 7.0.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Ação dos extratos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax[®] e Organic Neem[®] sobre ovos de *A. aepim*

Observou-se que os extratos aquosos de folhas de *A. indica* 5%, sementes de *A. indica* 7,9%, Organic Neem[®] na concentração 0,50%, Azamax[®] nas concentrações 0,25 e 0,50% causaram mortalidade de ovos, porém não apresentaram diferença estatística entre si quando comparado com a testemunha (Tabela 1).

À medida que as concentrações dos extratos aumentaram os percentuais de mortalidade de ovos foram maiores. Os resultados de eficiência de controle de ovos obtidos nesse trabalho para folhas de *A. indica* 5%, sementes de *A. indica* 7,9%, *Z. officinale* 50%, Organic Neem[®] 0,50% Azamax[®] nas concentrações 0,25 e 0,50% foram baixos.

A baixa eficiência dos extratos de sementes de *A. indica*, *Z. officinale* e dos produtos comerciais possivelmente seja reflexo de uma baixa dosagem dos extratos sobre ovos de *A. aepim*. Autores corroboram com essa hipótese, como Souza e Vendramim (2000) e Bezerra-Silva et al. (2010) que constataram eficiência dos extratos aquosos de folhas de *M. azedarach* e de ramos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) somente na dosagem de 3% sobre ovos de *B. tabaci* biótipo B acima de 30%.

Figura 3: Folha de mandioca *M. esculenta* cv. Cigana Preta com ovos de *Aleurothrixus aepim* após aplicação de extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax[®] e Organic Neem[®], Cruz das Almas/BA, 2012.



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

Durante o experimento, observou-se que alguns ovos que completaram o desenvolvimento embrionário, entretanto, morreram sem conseguir romper completamente o córion do ovo, sugerindo que, em tais casos, os extratos não afetaram a embriogênese. O mesmo comportamento foi observado por Souza e Vendramim (2000) após avaliar a atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre *B. tabaci* Biótipo B no tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). De acordo com esses autores, a fase de ovo é a mais difícil de ser controlada por estar protegido pelo córion, enquanto que a fase de ninfa e pupa é mais afetada pelos extratos.

Tavares et al. (2010), avaliando a ação dos extratos aquosos de *Cymbopogon nardus*, *Ocotea odorifera* e produto comercial Dalquim[®] a base de *A. indica*, verificaram a eficiência do produto comercial de 64,17% sobre ovos de *Bemisia* spp., corroborando com o presente trabalho no qual obteve 69,3% de eficiência com o produto comercial Organic Neem[®], a base de *A. indica*.

Tabela 1: Mortalidade (%) ($X \pm EP$), eficiência (%) e emergência de ninfas após aplicação de extratos de folhas e sementes de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale*, Azamax[®] e Organic Neem[®] sobre ovos de *Aleurothrixus aepim* em mandioca cv. 'Cigana Preta'. Temperatura 30,4 ± 2,7 °C; UR: 72,4 ± 21,9%; fotoperíodo natural. Cruz das Almas/BA, 2012.

| Tratamentos | Mortalidade ^{1 2} (%) | Eficiência ³ (%) | Emergência Ninfa ^{1 2} (n=50) ⁴ |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|
| <i>A. indica</i> (Folhas) 5% | 13,2 ± 0,97 c | 10,8 | 43,0 ± 0,97 e |
| <i>A. indica</i> (Folhas) 10% | 53,6 ± 1,53 b | 51,9 | 23,2 ± 1,53 d |
| <i>A. indica</i> (Sementes) 7,9% | 16,8 ± 0,40 c | 13,7 | 41,6 ± 0,40 e |
| <i>C. ambrosioides</i> 50% | 63,6 ± 0,55 b | 62,7 | 18,0 ± 0,55 c |
| <i>C. ambrosioides</i> 60% | 83,6 ± 0,55 a | 83,0 | 8,2 ± 0,55 b |
| <i>C. ambrosioides</i> 70% | 91,2 ± 0,83 a | 90,9 | 4,4 ± 0,83 a |
| <i>Z. officinale</i> 50% | 13,2 ± 0,60 c | 10,0 | 43,4 ± 0,60 e |
| <i>Z. officinale</i> 60% | 42,8 ± 1,30 b | 40,7 | 28,6 ± 1,30 d |
| <i>Z. officinale</i> 70% | 63,6 ± 0,31 b | 62,2 | 18,2 ± 0,31 c |
| Azamax [®] 0,25% | 19,2 ± 0,73 c | 16,2 | 40,4 ± 0,73 e |
| Azamax [®] 0,50% | 4,80 ± 0,54 c | 1,20 | 48,2 ± 0,73 e |
| Organic Neem [®] 0,50% | 25,6 ± 1,37 c | 22,8 | 37,2 ± 1,37 d |
| Organic Neem [®] 0,75% | 70,4 ± 0,45 b | 69,3 | 14,8 ± 0,45 c |
| Água destilada | 3,6 ± 0,40 c | - | 48,2 ± 0,40 e |
| CV | 27,41 | | 17,69 |

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. ¹Médias nas colunas, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância; ²Os valores de porcentagem foram transformados em $\arcsen(\sqrt{x/100})$ e submetido ao teste de Scott-Knott a 5% de significância; ³Eficiência calculada pela fórmula de Abbott (NAKANO et al., 2011). ⁴ Número de indivíduos. EP: Erro padrão.

Os extratos que causaram maior mortalidade de ovos foram os de *C. ambrosioides* (60 e 70%) com eficiência de 83 e 90,9%, respectivamente. Marins et al., (2011), identificaram em *C. ambrosioides* os constituintes químicos triterpenóides, esteróides, catequinas, flavonas, compostos fenólicos, taninos e saponinas. Os triterpenos dão origem aos triterpenóides, e este aos limonóides, presentes em plantas da família Meliaceae que tem ação no desenvolvimento e longevidade dos insetos (SIMÕES et al., 1999). Outro composto identificado no mastruz é o ascaridol, constituinte majoritário do óleo essencial (LORENZI; MATOS, 2008). Possivelmente, esses compostos provocaram mortalidade da mosca branca *A. aepim*.

A emergência de ninfas foi observada em todos os tratamentos. Os extratos que provocaram significamente menor emergência de ninfas foram *C. ambrosioides* 4,4 e 8,2 e 18 ninfas, nas concentrações 50, 60 e 70%, respectivamente e o produto comercial Organic Neem[®] 14,8 ninfas (Tabela 1).

Nos demais tratamentos a emergência de ninfas foi alta, com valores entre 48,2 (testemunha) e 23,2 ninfas no extrato de folhas de *A. indica* (5%). Alguns extratos não afetaram o desenvolvimento embrionário, isso pode ter ocorrido possivelmente pela proteção do córion.

A mortalidade de ovos foi alta nos tratamentos de folhas de *A. indica* (10%) e Organic Neem[®] (0,75%) apresentando mortalidade de 53,6 e 70,4%, respectivamente. Esses resultados diferem dos apresentados por Carvalho et al. (2012), no qual avaliou eficiência de nanoformulações a base de óleo de nim, dentre eles o produto comercial Organic Neem[®] sobre *B. tabaci* Biótipo B obtiveram viabilidade entre 100 e 99,09%. De acordo com os autores, o baixo índice de mortalidade pode ter ocorrido devido o trabalho ter sido realizado em casa de vegetação, onde o experimento foi conduzido, variando entre 12 e 48°C.

Outro fator pode estar relacionado às nanoformulações, conforme relata Marcomini (2009), no qual afirma que as nanoformulações de produtos comerciais de plantas inseticidas tem a função de proteção do princípio ativo, evitando a degradação mais rápida em contato com o ambiente, porém, quando misturado a solventes como a água tende a degradar diminuindo a eficiência do produto.

Durante a condução do experimento, observou-se que as plantas de mandioca apresentavam sintomas de fitotoxicidade, o que pode ter influenciado na ação de mortalidade sobre ovos de *A. aepim*. Entretanto, difere do resultado obtido com o extrato de *Z. officinale*, que também provocou danos às folhas da mandioca. Apesar de causar danos à planta, o extrato aquoso de *C. ambrosioides* demonstra promissor no controle de *A. aepim*.

3.2 - Ação dos extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax[®] e Organic Neem[®] no desenvolvimento de *A. aepim*

A fase do desenvolvimento de ovos variou entre 7,32 à 7,38 dias em uma aplicação dos extratos aquosos e 7,11 a 8,54 dias com duas aplicações dos extratos. Quando foi realizada apenas uma aplicação dos extratos, a duração média do período de desenvolvimento de ninfas de primeiro ínstar variou de 3,76 dias no tratamento *C. ambrosioides* à 4,88 dias no tratamento Organic Neem[®] (0,75%) (Tabela 2). Houve diferença estatística no desenvolvimento de ninfas de segundo ínstar de mosca branca após aplicação dos extratos de *Z. officinale* e Organic Neem[®] (0,75%). Foi observado no terceiro ínstar os tratamentos *Z. officinale* (60%) 2,19 dias, 4,19 dias, sementes de *A. Indica* (7,9%) 5,49 dias interferiram no desenvolvimento das ninfas, havendo a mortalidade posteriormente (Tabela 2).

A azadiractina, é o mais potente dos limonóides ou tetranortriterpenóides presentes no nim, atua na inibição da alimentação dos insetos, afeta o desenvolvimento das fases jovens dos insetos, atrasa o crescimento, reduz a fecundidade e a fertilidade dos adultos, altera o comportamento, causa anomalias nas células e na fisiologia dos insetos (MARTINEZ, 2011). O menor período de sobrevivência das ninfas foi nos tratamentos sementes de *A. indica* e *Z. officinale* com 13,82 e 15,57 dias, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2: Duração (dias) ($X \pm EP$) dos períodos de ovo a ninfas de primeiro a terceiro ínstar e pupa de *Aleurothrixus aepim*¹ em desenvolvimento sobre folhas de mandioca cv. “Cigana Preta” após uma e duas aplicações de extratos de folhas e sementes de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale*, Azamax[®] e Organic Neem[®]. Temp.: $28,4 \pm 6,7^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotoperíodo seminatural, Cruz das Almas/BA, 2012

| Tratamentos | Uma aplicação (Dias) | | | | | Duração total* (Médias) |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| | Ovo | 1º ínstar | 2º ínstar | 3º ínstar | Pupa | |
| <i>Chenopodium ambrosioides</i> 60% | 7,34 ± 0,11cd (100) | 3,76 ± 0,10 b (100) | 4,21 ± 0,06 bc (100) | 3,14 ± 0,06 bcd (100) | 5,79 ± 0,17 b (100) | 24,24 |
| <i>Zingiber officinale</i> 60% | 6,33 ± 0,04 e (100) | 4,61 ± 0,11 a (100) | 3,25 ± 0,14 de (100) | 2,19 ± 0,11 d (63) | -- -- | 16,38** |
| <i>Azadirachta indica</i> (Folhas) 10% | 7,32 ± 0,22 d (90) | 4,11 ± 0,14 b (90) | 3,23 ± 0,10 de (90) | 3,58 ± 0,18 bc (73) | 5,87 ± 0,29 b (73) | 24,08 |
| <i>A. indica</i> (Sementes) 7,9% | 8,41 ± 0,41 a (62) | 4,03 ± 0,20 b (62) | 4,61 ± 0,26 b (62) | 5,49 ± 0,49 a (60) | -- -- | 22,54** |
| Organic Neem [®] 0,75% | 7,70 ± 0,14 bc (100) | 4,88 ± 0,11 a (100) | 2,92 ± 0,12 e (100) | 4,09 ± 0,23 b (33) | 6,44 ± 0,24 b (15) | 26,03 |
| Azamax [®] 0,50% | 7,88 ± 0,08 b (100) | 4,13 ± 0,14 b (97) | 6,35 ± 0,38 a (68) | 4,15 ± 0,18 b (19) | 8,00 ± 0,17a (5) | 30,51 |
| Água destilada | 7,84 ± 0,11 b (100) | 3,99 ± 0,09 b (100) | 3,78 ± 0,05 cd (100) | 2,75 ± 0,04 d (100) | 5,56 ± 0,09 b (100) | 23,92 |
| CV | | | | | | 32,47 |
| Duas aplicações (Dias) | | | | | | |
| <i>Chenopodium ambrosioides</i> 60% | 8,03 ± 0,14 bc (100) | 4,70 ± 0,90 c (100) | 3,37 ± 0,08 c (100) | 3,03 ± 0,16 b (100) | 5,20 ± 0,08 a (72) | 24,33 |
| <i>Zingiber officinale</i> 60% | 7,00 ± 0,10 d (100) | 5,10 ± 0,12 b (100) | 2,34 ± 0,13 d (100) | 1,00 ± 0,00 c (28) | -- -- | 15,44** |
| <i>Azadirachta indica</i> (Folhas) 10% | 8,24 ± 0,10 ab (100) | 4,70 ± 0,08 c (100) | 3,62 ± 0,06 c (100) | 2,18 ± 0,04 c (100) | 5,61 ± 0,26 a (100) | 24,35 |
| <i>A. indica</i> (Sementes) 7,9% | 7,65 ± 0,09 c (100) | 4,17 ± 0,08 d (100) | 7,50 ± 0,25 a (100) | 5,68 ± 0,42 a (67) | 6,00 ± 0,00 a (3) | 31,00 |
| Organic Neem [®] 0,75% | 7,11 ± 0,15 d (100) | 5,56 ± 0,06 a (100) | 3,65 ± 0,16 c (100) | 2,47 ± 0,10 bc (23) | -- -- | 18,79** |
| Azamax [®] 0,50% | 8,54 ± 0,10 a (100) | 4,65 ± 0,11c (100) | 4,85 ± 0,26 b (100) | 6,20 ± 0,31 a (7) | -- -- | 24,24** |
| Água destilada | 8,22 ± 0,41 ab (100) | 4,45 ± 0,06 cd (100) | 3,40 ± 0,05 c (100) | 2,73 ± 0,06 b (100) | 5,93 ± 0,91 a (100) | 24,73 |
| CV | | | | | | 14,95 |

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. EP: Erro padrão. ¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Valores entre parênteses indicam o número de indivíduos; Traços na coluna indica indivíduos mortos. *Somatório das médias nas linhas; **Somatório sem o número de indivíduos mortos (Pupa).

Os extratos de folhas de *A. indica* e de *C. ambrosioides* tiveram valores próximos aos da testemunha com uma e duas aplicações. Tavares (2005), relata que a menor atividade inseticida das folhas ou planta inteira de *C. ambrosioides* está relacionada à translocação do princípio ativo das folhas ao fruto. Estes mesmos autores, utilizando o pó do fruto de mastruz (*C. ambrosioides*) sobre *Sitophilus zeamais* Mots, obtiveram a mortalidade de 37%, enquanto o extrato da planta inteira propiciou mortalidade de 17%.

Com relação aos tratamentos com duas aplicações (Tabela 2) de extratos, o período de duração de primeiro ao terceiro ínstar foi maior quando realizado uma aplicação dos extratos. Houve mortalidade total nos tratamentos *Z. officinale* (60%), Organic Neem[®] (0,75%) e Azamax[®] (0,50%), não ocorrendo o mesmo para os demais. Silva (2009), trabalhando com extrato aquoso de *Z. officinale*, observou que dosagens 0,7, 0,8 e 0,9 g/mL após 24 horas demonstrava potencial inseticida *Toxoptera citricida* Kirk (Hemiptera: Aphididae).

Dentro dessa mesma linha de pesquisa, Gonzaga et al. (2007), utilizando manipueira, obtiveram resultados semelhantes no controle de pulgão *T. citricida*. O tempo total de duração das fases de ovo a pupa foi maior em relação a apenas uma aplicação dos extratos. Isso ocorreu possivelmente, devido à fase de ovo ter sido maior.

3.3 – Ação dos extratos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax[®] e Organic Neem[®] na sobrevivência de *A. aepim*.

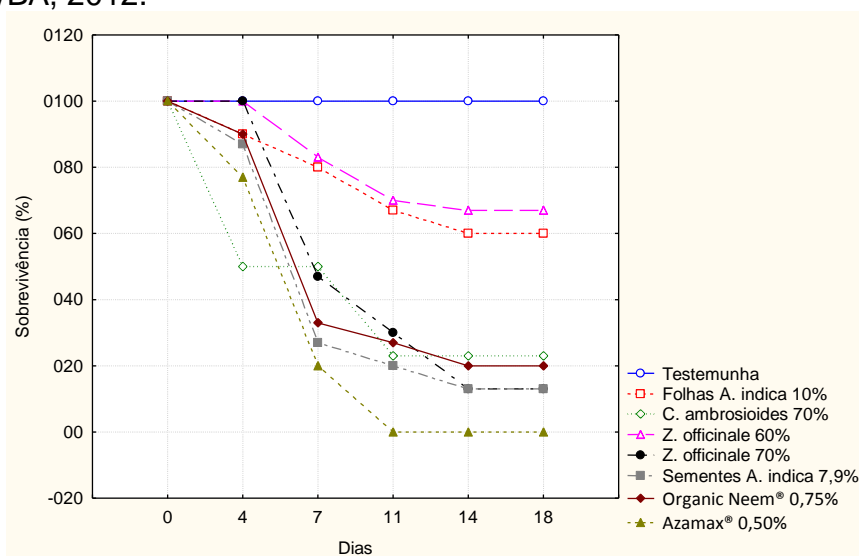
A sobrevivência das ninfas de *A. aepim* nos primeiros quatro dias após a primeira aplicação dos extratos aquosos foi de 90, 90, 87 e 77% para Organic Neem[®] (0,75%), folhas (10%) e sementes (7,9%) de *A. indica* e Azamax[®] (50%), respectivamente (Figura 4A).

O extrato aquoso de *C. ambrosioides* (70%) diferiu dos demais com 50% de sobrevivência, demonstrando a ação de controle sobre ninfas de *A. aepim* a partir da segunda aplicação (Figura 4A).

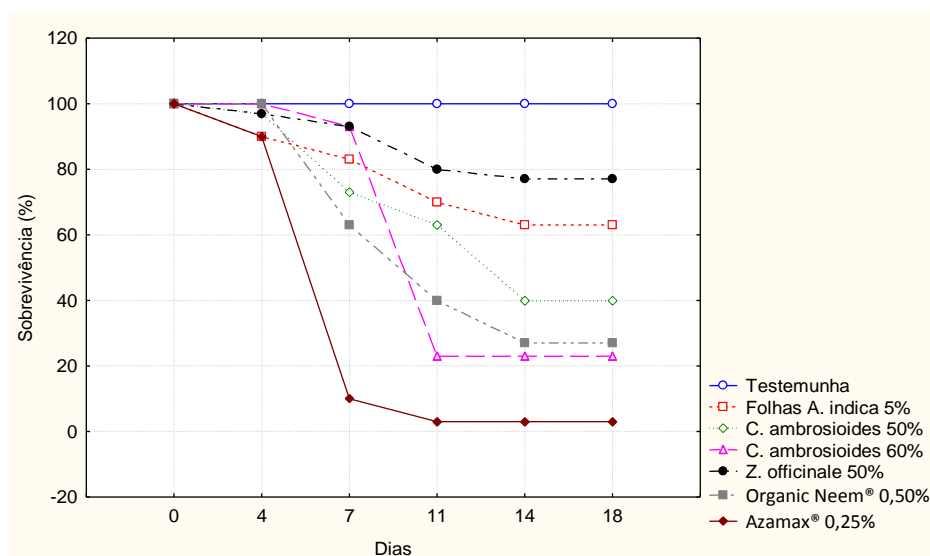
A aplicação dos extratos foi realizada objetivando a maior cobertura das folhas, não apenas sobre as ninfas localizadas em um dos folíolos. Dessa forma, permitir a ação translaminar dos extratos.

A sobrevivência foi diminuindo mais significativamente após a segunda aplicação dos extratos Azamax[®] (0,50%), sementes de *A. indica* na concentração 7,9% e *C. ambrosioides* (60%) mantendo-se em a partir da terceira aplicação (Figura 4A).

Figura 4. Sobrevivência de ninfas de *Aleurothrixus aepim* em mandioca (*M. esculenta*) cv. 'Cigana Preta', após três aplicações de extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax[®] e Organic Neem[®]. Temperatura média 30 ± 2 °C, fotoperíodo natural. Cruz das Almas/BA, 2012.



A*



B*

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. *'A' maior concentração, 'B' menor concentração

Gonsalves-Gervásio e Vendramim (2007) avaliando a bioatividade de extratos sobre a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) obtiveram eficiência de 100% de mortalidade quando aplicaram extratos aquosos de sementes de *A. indica*. Afirmaram os autores que mesmo havendo degradação da azadiractina nas folhas, os compostos ativos provocaram mortalidade. A translocação do nim pela planta aumenta a sua persistência por até uma semana, o que faz dessa opção uma boa alternativa no controle de insetos vetores como a mosca branca.

Verificou-se que os extratos de *Z. officinale* (70%) (Figura 4A), sementes de *A. indica* (7,9%), Organic Neem[®] (0,75%), Azamax[®] (0,25%) diminuíram os índices de sobrevivência a partir da terceira aplicação com 13, 13, 20 e 3% respectivamente (Figura 4B). O produto comercial Azamax[®] na concentração de 0,50% provocou a mortalidade de 100% nas ninfas de mosca branca onze dias após a primeira aplicação.

São escassas na literatura as informações da utilização de extratos de *Z. officinale* no controle de insetos-praga, sendo seu emprego segundo Silva et al.(2009) no controle de fitopatógenos.

A efetividade do nim em formulação comercial ou extrato aquoso, sobre a mosca branca impede que as ninfas prossigam em seu desenvolvimento e atinjam o estágio adulto. Isto ocorre devido a azadiractina promover alterações no sistema neuroendócrino do inseto, responsável pela produção de hormônios do crescimento (SCHMUTTERER, 1990).

Bleicher et al. (2007) quando utilizaram derivados de nim no controle *B. tabaci* biótipo B em meloeiro, verificaram que azadiractina causou redução na média de ninfas vivas na dose de 4%, com nível acima de 80% de eficiência. As doses 8 e 16% de azadiractina igualmente afetaram a população de ninfas, com desempenho semelhante ao inseticida comercial Buprofezin[®], utilizado convencionalmente para o controle dos insetos no campo.

Observou-se, durante a condução dos experimentos, que os extratos afetaram a coloração quando comparadas com as ninfas do tratamento testemunha. De acordo com Schmutterer (1990), a azadiractina, presente em plantas de *A. indica* tem efeitos fisiológicos na fase jovem dos insetos

provocando metamorfose, interferência na reprodução e processos celulares, muito mais consistentes que os de inibição alimentar.

4 – CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos com a aplicação dos extratos de folhas e sementes de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale*, Organic Neem[®], e Azamax[®] sobre ovos e ninfas de *A. aepim*, conclui-se que:

- o produto comercial Azamax[®] (0,50%) causa mortalidade de 100% nas ninfas de mosca branca onze dias após a primeira aplicação;
- extratos de rizomas de *Z. officinale* (70%), sementes de *A. indica* (7,9%), Organic Neem[®] (0,75%), Azamax[®] (0,25%) diminuem a sobrevivência de *A. aepim* a partir da terceira aplicação;
- os extratos parte aérea de *C. ambrosioides* nas concentrações 60 e 70% provocam menor sobrevivência de ovos de *A. aepim*;
- os extratos de *Z. officinale* (60%), Organic Neem[®] (0,75%) e Azamax[®] (0,50%) afetam o desenvolvimento das ninfas de *A. aepim*.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 18, p. 265-267, 1925.

BALDIN, E.L.L. et al. Controle de mosca branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. **Horticultura brasileira**, v. 25, n. 4. p. 602-606, 2007.

BEZERRA-SILVA, G.C.D. et al. Efeito de extratos orgânicos de Meliaceae sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo b em tomateiro. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.3, p.477-485, 2010.

BLEICHER, E.; GONÇALVES, M.E.C.; SILVA, L.D. Efeito de derivados de nim aplicados por pulverização sobre a mosca branca em meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 110-113, jan./mar. 2007.

CARDOSO, C.E.L.; SOUZA, J.S.; GAMEIRO, A.H. Aspectos econômicos e mercado. In: SOUZA, L. da S. et al. (Eds.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas/BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.2, p.41-70.

CARVALHO, L.L. **Diagnostico da qualidade do solo em dois sistemas tradicionais de uso e manejo: citros e mandioca**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA.

CARVALHO, S.S. et al. Eficiência de nanoformulações a base de óleo de nim sobre *Bemisia tabaci* (GENN.) Biótipo B (Homoptera: Aleyrodidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 193-202, jan./mar. 2012.

DEQUECH, S.T.B. et al. Inseticidas botânicos sobre *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) e seus parasitoides em feijão-de-vagem cultivada em estufa. **Revista Biotemas**, Florianópolis-SC, v.23, n.2, p. 37-43, 2010.

EICHELKRAUT, K.; CARDONA C. Biología, cria massal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como praga del frijol común. **Turrialba**, v. 39, n.1, p. 51-55, 1989.

FARIAS, A.R.N.; BELLOTTI, A.C. Pragas e seu controle. In: SOUZA, L.S. et al. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap. 20, p. 591-671.

FARIAS, A. R.; ALVES, R. T. **O percevejo de renda na cultura da mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. (Mandioca em foco, 28).

FUKUDA, W.M.G.; IGLESIAS, C. Recursos genéticos. In: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.12, p.301-323.

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

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R.C.R.; J.D. VENDRAMIM. Bioatividade do extrato aquoso de sementes sobre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em três formas de aplicação. **Ciência Agrotécnica** v. 31, n. 1, p. 28-34, jan./fev., 2007.

GONZAGA, A.D.; RIBEIRO, J.D.; VIEIRA, M.F.; ALÉCIO, M.R.; Toxidez de três concentrações de Erva-de-rato (*Palicourea marcgravii* A. St.-Hill) e Manipueira (*Manihot esculenta* Crantz) em Pulgão Verde dos Citros (*Aphis spiraecola* Patch) em Casa de Vegetação. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 55-56, jul. 2007.

LIMA, B.M.F.V.; MOREIRA, J.O.T.; PINTO, H.C.S. Avaliação de extratos vegetais no controle de mosca branca em tomate. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 24, n. 4, p. 36-42, 2011.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais do Brasil**: nativas e exóticas. 2ª. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2008. 544p.

LORENZI, J.O. **Mandioca**. Campinas: CATI, 2003.116p (Boletim técnico, 245).

MARCOMINI, A. M. Bioatividade e efeito residual de nanoformulações de nim sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). 2009. –f. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

MARCOMINI, A.M. et al. Atividade inseticida de extratos vegetais e do óleo de nim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.3, p. 409-416, 2009.

MARINS, A.K. et al. Prospecção fitoquímica das partes aéreas da erva-de-santa-maria (*Chenopodium ambrosioides* L.) In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, **15.**, 2011, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2011. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/RE_0450_0720_01.pdf>. Acesso em: 11 set. 2012.

MARTINEZ, S.S. **O Nim *Azadirachta indica*** – natureza, usos múltiplos. produção. Londrina: IAPAR, 2011. 205p.

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

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos**: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica/RJ: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58p.

MORENO, L.L.V. Avances del control biologico de *Bemisia tabaci* en la region neotropical. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, n. 66, p. 82-95, 2002.

OLIVEIRA, S.L.; COELHO, E.F.; NOGUEIRA, C.C.P.; Irrigação. In: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.11, p.291-300.

OLIVEIRA, M.R.V.; LIMA, L.H.C. **Moscas brancas na cultura da mandioca no Brasil**. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 74 p. (Documentos 186).

PATEL, H.N. et al. Biology of whitefly (*Bemisia tabaci*) on okra (*Hibiscus esculentus*). **Indian Journal of Agricultural Science**, v. 62, n. 7, p. 497-499, 1992.

PROCÓPIO, S.O. et al. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação à *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência Agrotécnica**, Lavras-MG, v. 27, n.6, p.1231-1236, 2003.

SAS INSTITUTE. SAS Technical Report. SAS/STAT software: Changes and Enhancement, **Release 9.1. 3**, Cary NC: SAS Institute. 2006.

SEBRAE. Estudo de mercado sobre a mandioca. **Relatório completo**. 2008.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, v.35, n.2, p.217-297, 1990.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512. 1974.

SILVA, M.P.L. **Bioatividade de extratos vegetais no controle de pulgão preto *Toxoptera citricida* Kirk.,1907 (Hemiptera: Aphididae) na cultura dos citros e sobrevivência de joaninhas e abelhas**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado) - UFRB, Cruz das Almas-BA.

SILVA, M P.L. et al. Atividade inseticida de extrato aquoso de gengibre *Zingiber officinale* L. no controle do Pulgão Preto *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) em citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 16. 2009, Curitiba-PR. **Anais...** Curitiba: ABLA, SOCLA, 2009. p. 654-658.

SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. Porto Alegre: Editora UFRGS, 1999. 1104p.

SOUZA, A.P.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo b em tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p.173-179, 2000.

SOUZA, A.P.; VENDRAMIM, J.D. Efeito translaminar, sistêmico e de contato de extrato aquoso de sementes de nim sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B em tomateiro. **Neotropical Entomology**, v.34, n. 1, p.83-87, 2005.

SOUZA, A.S. et al. Cultura de tecidos em mandioca: técnicas e aplicações. In: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas/BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura 2006. Cap.14, p.364-432.

TAVARES, A.P.M.; SALLES, R. F. M.; OBRZUT, V. V. Efeito ovicida de nim, citronela e sassafrás sobre a mosca branca *Bemisia* spp. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambiental** v. 8, n. 2, p. 153-159, abr./jun. 2010.

TAVARES, M.A.G.C. Bioatividade da erva-de-santa-maria *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. 1885 (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**. vol.34 no.2 Londrina mar./apr. 2005.

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

CAPÍTULO 2

SELETIVIDADE DE EXTRATOS DE PLANTAS INSETICIDAS A INSETOS BENÉFICOS

SELETIVIDADE DE EXTRATOS DE PLANTAS INSETICIDAS A INSETOS BENÉFICOS

AUTOR: Marcos Paulo Leite da Silva

ORIENTADORA: Franceli da Silva

CO-ORIENTADOR: Rudiney Ringenberg

RESUMO: Os inseticidas botânicos atualmente têm sido utilizados devido aos baixos impactos provocados ao meio ambiente, no entanto o estudo da seletividade a insetos benéficos como os polinizadores e predadores ainda são incipientes. Nesse sentido o presente trabalho avaliou o efeito de extratos de plantas inseticidas e produtos comerciais a base de nim em *Melipona scutellaris* (Latreille), *Apis mellifera* (Linnaeus) e *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant). O ensaio experimental foi no Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura – CNPMF, em estufa tipo B.O.D. com temperatura de $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa $70\% \pm 10\%$, fotofase 12 horas. Utilizou-se nos experimentos favos contendo adultos prestes a emergir de *M. scutellaris*, *A. melífera*, larvas e adultos de *C. montrouzieri*. As concentrações dos extratos aquosos utilizadas foram: folhas (10% p/v) e sementes de *A. indica* (7,9% p/v), *C. ambrosioides* (60% p/v) e *Z. officinale* (60% p/v) e Azamax[®] (0,50% v/v) e Organic Neem[®] (0,75% v/v) foram comparados com a testemunha (Água destilada). O delineamento experimental nos bioensaios de *M. scutellaris* e *A. mellifera* foi inteiramente casualizado com sete tratamentos, cinco repetições e dez insetos por repetição. Os dados de sobrevivência foram submetidos à análise de Sobrevivência de Kaplan-Meier no programa BIOESTAT 5.0. Nos tratamentos com Organic Neem[®] (96%), folhas de *A. indica*, Azamax[®] e sementes de *A. indica*, com 56 horas de exposição aos extratos, observou-se 94% de sobrevivência. Após 72 horas em que os extratos foram oferecidos às abelhas foi observado que o índice de sobrevivência foi alto. Os produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] apresentaram índice de sobrevivência de 80 e 85%, respectivamente. Quando a ação dos extratos foi por contato no disco, os índices de sobrevivência se mostraram próximos em relação ao teste por ingestão com o extrato Azamax[®] (82%), Organic Neem[®] (74%), folhas (85%) e semente (70%) de *A. indica*. A

ação por contato foi maior no extrato de rizoma de *Z. officinale* (53%) e *C. ambrosioides* (35%). Possivelmente a intoxicação das abelhas ocorra por meio da ingestão e por contato. Os extratos avaliados não afetaram a duração do período larval de primeiro ínstar de *C. montrouzieri*. Da mesma forma foi observado que os índices de sobrevivência foram altos. Constatou-se que a ingestão dos extratos de folhas de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, os produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] provocaram pouco efeito tóxico sobre *C. montrouzieri*, com índices de sobrevivência de 100, 96, 98, 98 e 96%. Conclui-se que os extratos afetaram a sobrevivência de *M. scutellaris* e *A. mellífera*. E que os extratos de *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, folhas e sementes de *A. indica* e os produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] não afetaram de forma significativa a sobrevivência de larvas e adultos de *C. montrouzieri*.

Palavras chave: Abelhas, joaninhas, predadores.

SELECTIVITY OF AQUEOUS EXTRACTS OF INSECTICIDAL PLANT TO BENEFICIAL INSECTS

AUTHOR: Marcos Paulo Leite da Silva

ADVISOR: Franceli da Silva

CO-ADVISOR: Rudiney Ringenberg

ABSTRACT: Currently, botanical insecticides have been used due to the low impact caused to the environment; however, studies on their selectivity to beneficial insects are still scarce. In this sense, the present study assessed the effects of aqueous extracts of insecticidal plant and neem-based commercial products on *Melipona scutellaris* (Latreille), *Apis mellifera* (Linnaeus) and *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. The experimental trial was conducted at the Laboratory of Entomology of Embrapa Cassava and Fruits - CNPMF. Combs containing adults of *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae) and *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) about to emerge were placed in a B.O.D. greenhouse at temperature of $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of $70\% \pm 10\%$, 12-hour photoperiod. Larvae and adults of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant were provided by the laboratory of entomology, Embrapa CNPMF. The concentrations of aqueous extracts used were: *A. indica* leaves (10% w/v) and seeds (7.9% w/v), *C. ambrosioides* and *Z. officinale* (60% w/v) and Azamax[®] at concentration of 0.50% v / v and Organic Neem[®] at concentration of 0.75% v / v. The experimental design for bioassays of *M. scutellaris*, *A. mellifera* was completely randomized with seven treatments and five replicates and ten insects per replicate using distilled water as a control. The survival data obtained were submitted to Kaplan-Meier Survival analysis with the aid of the BioStat 5.0 software. In treatments with Organic Neem[®] (96%), *A. indica* leaves Azamax[®] and neem seeds with 56 hours of exposure to extracts, survival rate 94% was observed. After 72 hours in which extracts were offered to bees, it was observed that the survival rate was high. Commercial products Azamax[®] and Organic Neem[®] showed survival rates of 80 and 85%, respectively. When the action of extracts was through contact with disk, the survival rates were close in relation to the ingestion test for Azamax[®]

(82%) and Organic Neem[®] (74%), *A. indica* leaves (85%) and seeds (70 %). The action by contact was higher for *Z. officinale* (53%) and *C. ambrosioides* (35%). Possibly, the intoxication of bees occurred through ingestion and contact. The extracts did not affect the duration of the first instar larval period of *C. montrouzieri*. Likewise, it was observed that the mortality rates caused by extracts were low, differing only from Azamax[®] with 20% mortality in the second instar larvae. It was found that the effect of aqueous extract of *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* leaves, commercial products Azamax[®] and Organic Neem[®] caused little toxic effect on *C. montrouzieri*. The survival rates were 100, 96, 98, 98 and 96%, respectively, by evaluating through ingestion. Although the survival rates were high, caution should be taken in the use of phyto-insecticides. It was concluded that aqueous extracts affected the survival rate of *M. scutellaris* and *A. mellifera*. However, aqueous extracts of *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, *A. indica* leaves and seeds, commercial products Azamax[®] and Organic Neem[®] did not significantly affect the survival rate of larvae and adults of *C. montrouzieri*.

Keywords: Selectivity, pollination, predators.

1 – INTRODUÇÃO

Os insetos são responsáveis pela polinização da maioria das culturas, sem esses, não seria possível a produção de sementes em muitas espécies que se reproduzem sexualmente. Cabendo as abelhas nativas e africanizadas a polinização de culturas de importância econômica no Brasil, entre elas citros, mamão, pêssego e café (FLORES; TRINDADE, 2007).

A apicultura é considerada uma das mais antigas atividades agropecuárias do mundo, fornecendo ao homem produtos apícolas como mel, cera e geleia real, além de prestar importante e imprescindível serviço ecológico por meio da polinização (CARVALHO, 2006; MORETI et al. 2006; SILVA, 2009). Devido a nossa flora ser uma das mais ricas, associada às condições climáticas propícias, a perspectiva brasileira em relação à apicultura tem sido bastante promissora (GALLO et al., 2002).

Outro grupo de insetos importante no ecossistema são as abelhas sem ferrão, com cerca de 400 espécies ocupando grande parte das regiões de clima tropical do mundo (NOGUEIRA-NETO, 1997). Além de contribuir no aumento da produção agrícola, essas abelhas tem importância econômica e ambiental possibilitando uma qualidade de vida para os meliponicultores da agricultura familiar, devido à exploração racional dos seus produtos (MODRO, 2006).

Os insetos benéficos desempenham as funções de polinização e de controle de insetos praga. Dessa forma, a joaninha predadora *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant, 1853) (Coleoptera: Coccinellidae) proveniente do Instituto de Investigaciones Agrícolas – Centro de Entomologia La Cruz- INIA, Chile, foi introduzida no Brasil pelo Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura (processo Ministério da Agricultura nº 21052.007104/97-33) com apoio do Laboratório Costa Lima da Embrapa Meio Ambiente, como alternativa de controle biológico (SANCHES; CARVALHO, 2010).

Os coccinelídeos são importantes nos ecossistemas por manter o baixo nível populacional de insetos pragas. Entretanto, o uso indiscriminado de inseticidas de amplo espectro de ação em detrimento de técnicas sustentáveis de manejo de insetos tem causado crescente preocupação devido ao seu

potencial de desequilíbrio ambiental (CARVALHO et al., 2009; SCARPELLINI; ANDRADE, 2010).

A constante aplicação de pesticidas acarreta desequilíbrio biológico, resíduos nos alimentos e aparecimento de insetos resistentes. Buscando diminuir os impactos provocados pelos agrotóxicos, a utilização de produtos derivados de plantas tem sido uma alternativa ao controle químico (ROEL; VENDRAMIM, 2006). O uso de plantas com potencial inseticida é antigo e está ressurgindo devido aos efeitos danosos ao meio ambiente provocado pelos inseticidas sintéticos (ROEL, 2001).

Uma das plantas mais estudadas no controle de insetos praga é o nim (*Azadirachta indica* A. De Jussieu). Esta planta possui em seu fitocomplexo os limonóides, sendo a azadiractina responsável por afetar o desenvolvimento das fases jovens dos insetos, por inibir a oviposição e por inibir a alimentação (MARTINEZ, 2011).

Face à diversidade na flora brasileira, outras plantas passaram a ser estudadas, entre elas o mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L). utilizada por Mazzone e Vendramim, (2003) no controle de *Acanthoscelides obtectus* (Say) 1831 (Coleoptera: Bruchidae), gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) Silva (2009) no controle de *Toxoptera citricida* (Kirk. 1907) (Hemiptera: Aphididae).

Os extratos de plantas são considerados compatíveis para uso na agricultura orgânica por apresentarem pouco impacto sobre inimigos naturais. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar efeito de extratos aquosos de plantas inseticidas sobre os insetos benéficos *Melipona scutellaris* (Latreille), *Apis mellifera* (Linnaeus) e *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant.

2 – METODOLOGIA

2.1 – Avaliação de extratos aquosos em abelhas *Melipona scutellaris* (Latreille) e *Apis mellifera* (Linnaeus)

O ensaio experimental foi realizado nos meses de janeiro a abril/2012 no Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura - CNPMF. Colocou-se em uma estufa tipo B.O.D. com temperatura de 30°C ± 1°C e

umidade relativa 70% ± 10%, fotofase 12 horas, favos contendo pupas prestes a emergir de *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae) provenientes do meliponário instalado no Núcleo de Estudos dos Insetos (NEIN-Insecta) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, e *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) proveniente do apiário do Centro de Ciências Agrárias - CCAAB da UFRB. O material entomológico (*Melipona scutellaris* (12 exemplares) e *Apis mellifera* (10 exemplares) foi depositado na Coleção Entomológica Prof. Johann Becker do Museu de Zoologia da UEFS.

Após a emergência, as operárias de ambas as espécies foram confinadas em potes de polipropileno com capacidade de 500g, forrado internamente com papel filtro. As tampas foram perfuradas em 5 cm de diâmetro fechando este espaço com tecido voil para que houvesse aeração e adição de alimento (Figura 1).

Figura 1: Detalhe dos potes com extratos/alimentos na avaliação do teste de ingestão em *M. scutellaris* e *A. mellifera*, Cruz das Almas, BA, 2012.



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

No preparo dos extratos utilizou-se a proporção peso/volume, do material vegetal e volume/volume nos produtos comerciais. Os pós das diferentes estruturas vegetais (folhas 10% p/v, sementes 7,9% p/v de *A. indica*, planta inteira 60% p/v de *C. ambrosioides* e rizomas 60% p/v de *Z. officinale*) foram adicionados (separadamente por estrutura vegetal) a 100 mL água destilada. Essas misturas foram mantidas em local escuro por 24 h visando extração dos compostos hidrossolúveis, após esse período, o material foi

filtrado em tecido voil. Os tratamentos com os produtos comerciais foram preparados imediatamente antes da aplicação nos insetos.

Os produtos comerciais à base de *A. indica* utilizados foram Azamax[®] com 1,2% de azadiractina na concentração 0,50% v/v, aprovado pelo IBD para uso na agricultura orgânica de acordo com as normas internacionais NOP-EUA, IBD/IFOAM, CEE 2092/1 e JAS e Organic Neem[®] na concentração 0,75% v/v. aprovado para uso na produção orgânica “Produto em conformidade com a IN 007 de 17/05/1999 do MAPA-ANEXO III - 2”. Como testemunha foi utilizada água destilada.

2.2 – Avaliação de toxicidade de extratos aquosos em *M. scutellaris* e *A. mellifera*

Os indivíduos de *M. scutellaris* e *A. mellifera* foram submetidos a três bioensaios de avaliação comportamental: B1 – Ingestão; B2 - Contato no dorso; B3 – Contato direto no disco.

2.2.1 – comportamento por ingestão (B1)

As concentrações dos extratos descritas no item 2.1 foram incorporadas ao mel a 10%, na proporção 1:1 e oferecidos às abelhas por meio de chumaço de algodão embebido e depositado sobre o *voil* da tampa do recipiente juntamente com outro chumaço de algodão umedecido com água destilada

As avaliações ocorreram a cada 8 horas durante 72 horas, retirando-se os indivíduos mortos, sendo considerado o inseto morto àquele que perdeu total coordenação motora.

2.2.2 - Comportamento por contato direto no dorso (B2)

Abelhas operárias recém-emergidas foram colocadas em refrigerador com temperatura média de 5° C durante 30 segundos, permitindo dessa forma serem manipuladas. Após esse período foi aplicado, com auxílio de

micropipeta, 30µL de cada extrato descrito no item 2.1, no dorso das abelhas. Em seguida, as abelhas foram confinadas nos recipientes de polietileno forrados com discos de papel filtro. Foi oferecido mel a 10% e água destilada embebido em algodão. Foi utilizada a mesma metodologia de avaliação descrita em B1.

2.2.3 – Comportamento por contato direto no disco (B3)

Discos de papel filtro foram embebidos por 5 segundos nas concentrações descritas no item 2.1. Após, deixou-se secar por 40 minutos e posteriormente colocados em cada recipiente, as abelhas foram inseridas logo em seguida.

O alimento ofertado foi mel a 10% juntamente com água destilada embebido em algodão e depositado sobre tecido *voil*. A troca de alimento era feita diariamente para evitar ressecamento. Foi utilizada a mesma metodologia de avaliação descrita no comportamento por ingestão (B1).

2.3 – Avaliação da toxicidade de extratos aquosos em *C. montrouzieri*

O ensaio experimental foi realizado nos meses de março a maio/2012 no Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura - CNPMF. O experimento foi instalado em estufa tipo B.O.D. com 27°C ± 2°C e umidade relativa 70% ± 10%, fotofase 12 horas. O material entomológico (*Cryptolaemus montrouzieri*, 13 exemplares) foi depositado na Coleção Entomológica Prof. Johann Becker do Museu de Zoologia da UEFS.

O método empregado na criação artificial da joaninha exótica *C. montrouzieri* foi o proposto por Sanches e Carvalho (2010), no qual se utiliza abóbora cv. “Jacarezinho” na multiplicação da cochonilha *Planococcus citri* Risso e esta como alimento. As cochonilhas das abóboras eram fornecidas às joaninhas mantidas em potes plásticos. Dessa forma, os adultos de *C. montrouzieri* consomem maior quantidade de cochonilhas e ainda utilizavam o local (potes plásticos) como substrato na oviposição facilitando o manejo da criação, obtendo assim, maior número de ovos e larvas.

As concentrações dos extratos utilizados foram os mesmos descritos no item 2.1. Adultos de *C. montrouzieri* com um dia de idade foram submetidos a três bioensaios de avaliação comportamental: B1 – Ingestão; B2 - Contato no dorso; B3 – Contato direto no disco.

2.3.1 – Comportamento por ingestão (B1)

As concentrações dos extratos descritas no item 2.1 foram pulverizadas 5 mL em 5g de cochoilhas com o auxílio de pulverizador. Após 30 minutos em que os extratos foram aplicados sobre as cochoilhas foram inseridos adultos de *C. montrouzieri* em potes de plásticos com capacidade para 500g. As avaliações ocorreram a cada 24 horas durante 72 horas, retirando-se os indivíduos mortos, sendo considerado o inseto morto aquele que perdeu total coordenação motora.

Figura 2: Cochoilha *P. citri* pulverizadas com extratos aquosos para serem oferecidas às joaninhas *C. montrouzieri* e detalhe dos potes com *C. montrouzieri* em B.O.D., Cruz das Almas, BA, 2012.



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

2.3.2 – Comportamento por contato direto no dorso (B2):

Adultos de *C. montrouzieri* recém-emergidos foram colocados em potes de plásticos transparentes conforme descrito acima, em seguida com auxílio de micropipeta, foi aplicado 10 μ L dos extratos no dorso de cada inseto. O alimento ofertado foi cochoilha *ad libitum*. Foi utilizada a metodologia de avaliação descrita em 2.3.1 (B1).

2.3.3 – Comportamento por contato direto no disco (B2)

Discos de papel filtro foram embebidos por 5 segundos nas concentrações descritas no item 2.1 deixando secar durante 40 minutos, em seguida foram colocados internamente em potes transparente, os adultos de *C. montrouzieri* foram liberados em seguida dentro desses potes. O alimento ofertado foi cochonilhas *ad libitum*. A avaliação ocorreu conforme o item 2.3.1 (B1).

2.3.4 - Ação dos extratos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e dos produtos comerciais Organic Neem[®] e Azamax[®] sobre larvas de *C. montrouzieri*

2.3.4.1 - Ação dos extratos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e dos produtos comerciais Organic Neem[®] e Azamax[®] sobre larvas de primeiro ínstar de *C. montrouzieri*

Larvas de primeiro ínstar recém-emergidas foram dispostas em placas de Petri forradas internamente com papel filtro. Em seguida, os extratos de folhas (10%) e sementes (7,9%) de *A. indica*, *C. ambrosioides* (60%), *Z. officinale* (60%) e os produtos comerciais Organic Neem[®] (0,75%) e Azamax[®] (0,50%), foram aplicados sobre cochonilhas *P. citri* e após vinte minutos foram oferecidas às joaninhas.

Avaliou-se o desenvolvimento das larvas diariamente, acompanhando a mudança de fase pela da retirada da exúvia.

2.3.4.2 - Ação dos extratos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e dos produtos comerciais Organic Neem[®] e Azamax[®] sobre larvas de terceiro ínstar de *C. montrouzieri*

Larvas de terceiro ínstar recém-emergidas foram dispostas em placas de Petri forradas internamente com papel filtro. Em seguida, os extratos de folhas (10%) e sementes (7,9%) de *A. indica*, *C. ambrosioides* (60%), *Z. officinale*

(60%) e os produtos comerciais Organic Neem[®] (0,75%) e Azamax[®] (0,50%), foram aplicados sobre cochonilhas *P. citri* e após vinte minutos foram oferecidas às joaninhas.

Avaliou-se o desenvolvimento das larvas diariamente, acompanhando a mudança de fase na retirada da exúvia.

2.4 – Análise estatística

2.4.1 - Avaliação dos extratos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e dos produtos comerciais Organic Neem[®] e Azamax[®] sobre *M. scutellaris* e *A. mellifera*

O delineamento experimental nos bioensaios de *M. scutellaris*, *A. mellifera* foi inteiramente casualizado com sete tratamentos, cinco repetições e dez insetos por repetição sendo utilizado água destilada como testemunha.

Os dados de sobrevivência obtidos foram submetidos à análise de Sobrevivência de Kaplan-Meier no programa BIOESTAT 5.0 e os gráficos confeccionados no programa Statistica 7.0.

2.4.2 - Avaliação dos extratos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, produtos comerciais Organic Neem[®] e Azamax[®] sobre larvas de primeiro e segundo ínstar de *C. montrouzieri*

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 5 repetições, sendo que cada repetição foi constituída de 10 indivíduos por vaso.

Os dados obtidos da duração de fases das larvas e pupas foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$ e a porcentagem de mortalidade de larvas transformadas em $\arcsen\sqrt{(x/100)}$. A análise foi pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de significância.

2.4.3 - Avaliação dos extratos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e dos produtos comerciais Organic Neem[®] e Azamax[®] sobre sobre adultos de *C. montrouzieri*

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com sete tratamentos e cinco repetições, sendo que cada repetição foi constituída de dez indivíduos por vaso.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de Sobrevivência de Kaplan-Meier no programa BIOESTAT 5.0 e os gráficos elaborados no programa Statistica 7.0.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

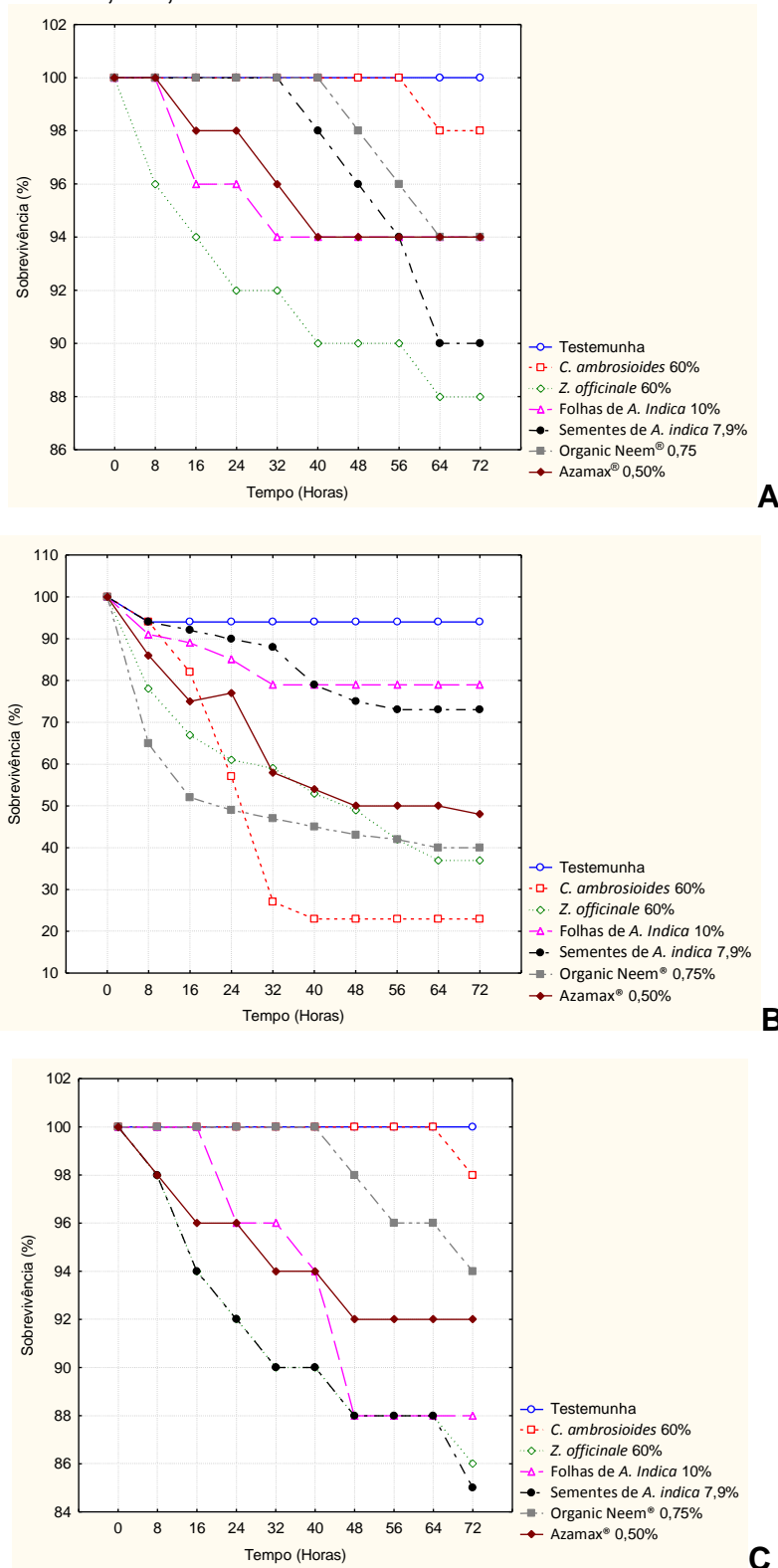
3.1 – Avaliação de toxicidade em *M. scutellaris*

Na avaliação da toxicidade dos extratos e produtos comerciais a base de *A. indica* por ingestão, observou-se que os tratamentos com maior sobrevivência nas primeiras 24 horas de exposição das *M. scutellaris* foram Organic Neem[®], *C. ambrosioides* e Azamax[®], 100%, 100% e 98% respectivamente (Figura 3A).

Nos tratamentos com Organic Neem[®] (96%), folhas de *A. indica*, Azamax[®] e sementes de *A. indica*, com 56 horas de exposição aos extratos, observou-se 94% de sobrevivência. Após 72 horas em que os extratos foram oferecidos às abelhas foi observado que o índice de sobrevivência foi alto, demonstrando a pouca toxicidade dos extratos sobre *M. scutellaris*. Após 72 horas de exposição o extrato aquoso de *Z. officinale* foi o que proporcionou menor índice de sobrevivência (88%) (Figura 3A).

Apesar da importância da seletividade na preservação do controle biológico natural de pragas, existem ainda poucos estudos a esse respeito. De acordo com Bacci (2001) a preservação dos insetos benéficos no agroecossistema é dependente da utilização de inseticidas sintéticos e de plantas seletivas. Dessa forma, o emprego de extratos vegetais seletivos aos insetos benéficos figura-se como alternativa ao uso de inseticidas sintéticos.

Figura 3: Sobrevivência de *M. scutellaris* recém-emergidas após 72 horas de exposição aos extratos de folhas e sementes de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale* e produtos comerciais Organic Neem® e Azamax® por ingestão (A), contato no dorso (B) e contato no disco (C). Cruz das Almas, BA, 2012.



Fonte: SILVA, M.P.L, 2013

O índice de sobrevivência de *M. scutellaris* variou de 96% (testemunha) a 23% (*C. ambrosioides*), sendo que quando foram aplicados os extratos aquosos de folhas (79%) e sementes (73%) de *A. indica* após 72 horas a sobrevivência de *M. scutellaris* foi alta. No entanto os extratos aquosos de *Z. officinale* (37%) e dos produtos comerciais Azamax[®] (40%) e Organic Neem[®] (40%) foram próximos (Figura 3B).

Nos tratamentos sementes de *A. indica*, Azamax[®], Organic Neem[®] e *Z. officinale* a sobrevivência foi de 85%, 92%, 94% e 86% quando as abelhas foram expostas durante 64 horas nos discos de papel filtro (Figura 3C).

Mendonça et al. (2005) avaliando a seletividade de Biopiról[®], Nim-I-Go[®] e dos inseticidas sintéticos Lambda-cyhalothrin e Ethion sobre vespa predadora *Polybia scutellaris* (White, 1841) (Hymenoptera: Vespidae) constataram que o produto comercial a base de *A. indica* foram mais seletivos que os demais com índice de sobrevivência de 88% quando os produtos foram adicionados na dieta e 82% quando a ação dos produtos foram por contato.

Moraes et al. (2000) relataram que as abelha tem mais chance de ser exposta a um inseticida em ambiente natural através do abdômen, já que a probabilidade de este entrar em contato com folha contaminada é maior. Deste modo, tentou-se simular as condições em que os inseticidas são aplicados em campo às quais as abelhas estão expostas, ou seja, contato do abdômen no disco e se alimentando.

Considerando-se que o disco funcione como folha contaminada, ao passo que a aplicação no dorso, a qual é dependente de micro aplicador, tem menor possibilidade de simular meio natural de exposição, exceto naquela situação em que a abelha esteja presente no momento da pulverização.

Os menores índices de sobrevivência nesta forma de exposição das abelhas no período de 72 horas foram para os extratos de *Z. officinale* e sementes de *A. indica* com 86 e 85%, respectivamente (Figura 3 B). Esses índices são promissores para a utilização dos extratos no sistema orgânico comparados com os resultados obtidos por Thomazoni et al. (2009) quando estudaram a seletividade de Match CE[®] e Turbine[®], inseticidas sintéticos utilizados para controlar insetos-praga do algodoeiro, resultando em 100% de mortalidade em *A. mellifera* após 120 minutos em que foram aplicados.

A seletividade dos inseticidas derivados de plantas deve ser levada em consideração, haja vista que provocam impactos negativos nos insetos benéficos presentes no ecossistema durante a aplicação sobre o inseto-alvo.

A seletividade se divide em fisiológica e ecológica (SOARES et al. 2008). A seletividade fisiológica está relacionada à especificidade do inseticida sobre o inseto-alvo, não afetando de forma significativa os insetos não alvo (PICANÇO et al. 1997). Enquanto que a seletividade ecológica se refere ao espaço de aplicação, à formulação do produto e à estratégia de aplicação (SOARES et al. 2008).

Dessa forma, os extratos vegetais de folhas e sementes de *A. indica* e produtos comerciais Organic Neem[®] e Azamax[®] que tiveram menor efeito na avaliação por ingestão e contato no disco poderão ser aplicados no final do dia, no qual a visita das abelhas às flores é menor, evitando o contato dessas com os produtos nas plantas (Figura 3). No entanto, a simulação da aplicação dos extratos de *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e os produtos comerciais Azamax[®], Organic Neem[®] quando as abelhas estão presentes na planta, contato no dorso, demonstrou que há a necessidade do manejo da seletividade ecológica para diminuir os danos dos extratos às abelhas.

3.1.1 – Avaliação de toxicidade em *A. mellifera*

Na avaliação comportamento por ingestão dos extratos aquosos em *A. mellifera*, demonstrou que dentre os sete tratamentos testados, o de *C. ambrosioides* e *Z. officinale* foram os mais tóxicos, diminuindo a sobrevivência de *A. mellifera* após 40h para 34 e 30%, respectivamente (Figura 4A).

A sobrevivência das abelhas que se alimentaram com extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica* foi 89 e 82%, respectivamente, após 72 horas (Figura 4A). Esses valores são próximos, haja vista que nas sementes está presente a maior quantidade dos fitocomplexos inseticidas desta planta.

Os produtos comerciais Organic Neem[®] e Azamax[®] apresentaram índices de sobrevivência de 82 e 74%, respectivamente (Figura 4A).

A avaliação dos extratos no comportamento por contato no disco (Figura 4B) foi próxima comparado com a testemunha. O menor índice de

sobrevivência de *A. mellifera* ocorreu no tratamento extrato de *C. ambrosioides* e *Z. officinale*.

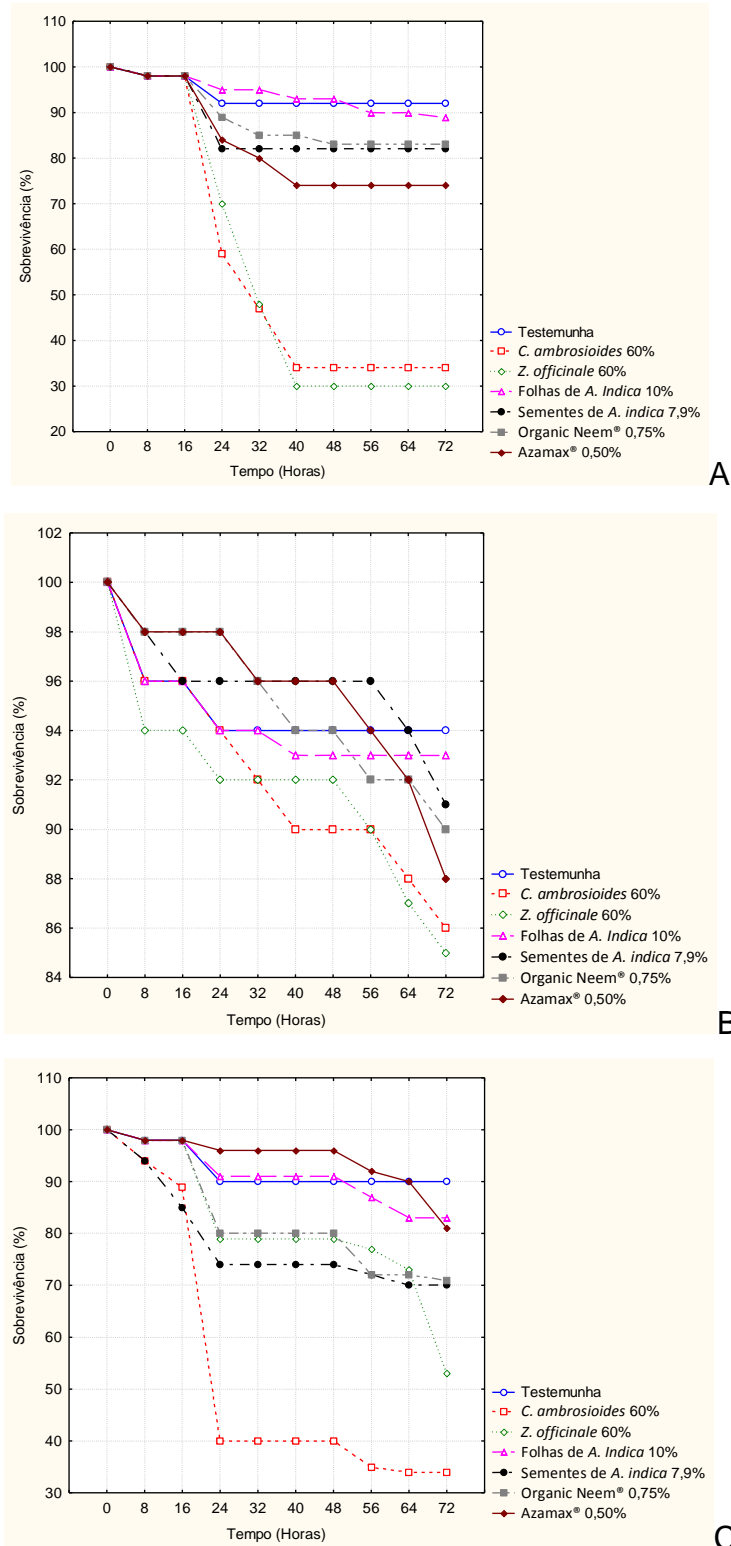
Cintra et al. (2012), avaliando a toxicidade de extrato aquoso obtido a partir da inflorescência de barbatimão (*Dimorphandra mollis* Benth) (Fabaceae) oferecido no alimento de operárias de *A. mellifera* observaram que a população controle sobreviveu aproximadamente o dobro do tempo, quando comparada a dos grupos experimentais, identificando o composto flavonóide conhecido como astilbina como possível componente tóxico às abelhas.

Quando a ação dos extratos foi por contato através de disco (Figura 4C), os índices de sobrevivência se mostraram próximos em relação ao teste por ingestão para Azamax[®] 82% e Organic Neem[®] 74%, folhas 85% e semente 70% de *A. indica*. A ação por contato foi maior para *Z. officinale* 53% e *C. ambrosioides* 35%. Possivelmente a intoxicação das abelhas *A. mellifera* ocorra por meio da ingestão e por contato. Dessa forma, possivelmente os extratos concentrados de *C. ambrosioides* e *Z. officinale* podem atuar como fagoinibidor ou prejudicando de alguma forma a alimentação das abelhas atuando como deterrente.

De acordo com Moreira et al. (2012), diversos efeitos da azadiractina podem ser observados em insetos como: alteração na diferenciação de tecidos, melanização da cutícula e interferência na mitose de forma semelhante à colchicina. Os músculos dos insetos também são afetados reduzindo a locomoção e atividade de vôo.

Esses efeitos não foram observados nas abelhas durante a condução do experimento. Um dos fitocomplexos do nim são os limonóides que são tetranotriterpenóides e talvez os maiores representantes dessa classe como substâncias inseticidas, no entanto, os monoterpenos simples, como o limoneno e mirceno, desempenham um papel de proteção contra insetos nas plantas que os produzem (SIMÕES et al., 1999).

Figura 4: Sobrevivência de *A. mellifera* recém-emergidas após 72 horas de exposição aos extratos de folhas e sementes de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale* e produtos comerciais Organic Neem® e Azamax® por ingestão (A), contato no dorso (B) e contato no disco (C). Cruz das Almas, BA, 2012.



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

Mordue e Nisbet (2000) e Costa et al. (2004) afirmam que a deterrência reduz o consumo de alimento provocado por um distúrbio associado a mecanismos sensoriais, provocando deficiência nutricional, que por sua vez pode ocasionar um atraso no desenvolvimento ou deformações.

Nas três formas de aplicação dos extratos em *A. mellifera*, por ingestão, por contato no dorso e no disco, a ação dos produtos comerciais, Azamax[®] e Organic Neem[®], afetaram pouco a sobrevivência (Figura 4). Abd-Allah et al. (2005) realizando experimento na condição de semi-campo verificaram que após a pulverização com Neem Azal[®], produto comercial, o número de abelhas forrageando nas flores diminuíram gradativamente até 2 dias após a aplicação. Segundo os autores isso ocorreu possivelmente pela ação repelente do produto.

Da mesma forma, Xavier et al. (2010) avaliaram a ação de inseticidas botânicos de óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) (Meliaceae), *Eucalyptus citriodora* Hook (Myrtaceae), *Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor (Poaceae), Natualho[®], Natuneem[®], Rotenat CE, na forma de contato e ingestão em *A. mellifera*, *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Apidae: Meliponinae), *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier, 1836 (Apidae: Meliponinae) e constataram que todos os extratos de plantas inseticidas foram tóxicos às larvas e adultos.

Naumann et al., (1994) relatam que a azadiractina tem pouco efeito sobre as abelhas campeiras. De acordo com esses autores, os efeitos do *A. indica* sobre as abelhas e outros insetos benéficos são dependentes da dose dos extratos aplicados. Em doses mais elevadas, o *A. indica* pode não ser completamente seguro para as abelhas. No entanto, sabe-se que os produtos a base de *A. indica* degradam-se muito rápido, muitas vezes dentro de algumas semanas. Não ocorrendo o mesmo com pesticidas, como os piretróides.

De modo geral os extratos de folhas e sementes de *A. indica* e os produtos comerciais foram poucos tóxicos às abelhas (Figura 4), exceto o *C. ambrosioides* que provocou menor sobrevivência nas três formas de aplicação.

Lorenzi e Matos (2008), relataram que o componente majoritário do *C. ambrosioides* é o ascaridol, sendo encontrados também *p*-cimeno, *trans*-

acetato de verbenila, óxido de piperitona, possivelmente estes componentes tenham ação tóxica sobre abelhas.

Almeida et al. (2011) avaliando a bioatividade *C. ambrosioides* no controle do *Zabrotes subfasciatus* identificou a presença de esteroides, pertencentes da subclasse dos terpenos e flavonoides. De acordo com autores, esses constituintes tem ação deterrente em insetos e são importantes na defesa das plantas contra fatores bióticos e abióticos, se potencializando como planta inseticida.

Esses dados não corroboram com Silva (2009), que avaliando a seletividade de extratos aquosos sobre *A. mellifera* concluiu que os extratos de *Z. officinale* não afetaram a sobrevivência. Este autor observou que durante a condução do experimento as abelhas pouco visitavam o tubo de ensaio que continha o alimento. Portanto, supõe-se que a intoxicação das abelhas ocorra por meio do contato pelo abdome e por ingestão, já que as mesmas foram atraídas pelos extratos no disco de papel filtro.

3.1.2 – Avaliação de toxicidade em *C. montrouzieri*

3.1.3.1 - Ação dos extratos sobre larvas de *C. montrouzieri*

Os extratos avaliados não afetaram a duração do período larval de primeiro ínstar de *C. montrouzieri*. Para as larvas de primeiro ínstar houve uma pequena diferença na duração de dias entre os tratamentos folhas de *A. indica*, *C. ambrosioides* e *Z. officinale* em relação aos extratos de sementes de *A. indica*, Azamax[®] e Organic Neem[®], porém não houve diferenças significativas e as médias não diferenciaram entre si (Tabela 1). As larvas de segundo ínstar foram afetadas pelo extrato de sementes de *A. indica*, no entanto no período total de dias de primeiro e segundo ínstar não houve diferenças (Tabela 1).

A ação dos extratos nas larvas de terceiro e quarto instar (Tabela 2) foi próximo às larvas de primeiro e segundo ínstar. Os extratos não interferiram na duração de dias para pupa e não afetaram o período total compreendido entre o terceiro ínstar e pupa, sendo que as médias não foram significativas.

Tabela 1. Duração (dias) ($X \pm EP$) de larvas de primeiro e segundo ínstar de *C. montrouzieri* após exposição à extratos de *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, folhas e sementes de *A. indica* e produtos comerciais. Cruz das Almas, BA, 2012

| TRATAMENTOS | Instar | | |
|-----------------------------------|------------------------|---------------|---------------|
| | Primeiro ^{NS} | Segundo* | Total* |
| <i>A. indica</i> (Folhas) 10% | 2,96 ± 0,00 a | 3,76 ± 0,38 b | 6,72 ± 0,64 a |
| <i>A. indica</i> (Sementes) 7,9% | 3,14 ± 0,00 a | 3,16 ± 0,31 a | 6,30 ± 0,95 a |
| <i>C. ambrosioides</i> 60% | 2,80 ± 0,00 a | 3,96 ± 0,52 b | 6,76 ± 0,46 a |
| <i>Z. officinale</i> (Rizoma) 60% | 2,88 ± 0,00 a | 3,84 ± 0,40 b | 6,72 ± 0,62 a |
| Azamax [®] 0,50% | 3,00 ± 0,00 a | 3,72 ± 0,39 b | 6,72 ± 0,62 a |
| Organic Neem [®] 0,75% | 3,10 ± 0,00 a | 3,76 ± 0,34 b | 6,86 ± 0,44 a |
| Água destilada | 3,18 ± 0,00 a | 3,66 ± 0,31 b | 6,84 ± 0,45 a |
| CV (%) | 14,03 | 22,87 | 20,67 |

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. *Significativo pelo teste F a 5%. ^{NS} Não significativo pelo teste F a 5%. E.P.: Erro padrão

Tabela 2. Duração (dias) ($X \pm EP$) de larvas de terceiro e quarto ínstar e pupas ($X \pm EP$) de *Cryptolaemus montrouzieri* após exposição à extratos de folhas e sementes de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale* e produtos comerciais. Cruz das Almas, BA, 2012

| TRATAMENTOS | Larvas | | Pupa ^{NS} | Total ^{NS} |
|----------------------------------|---------------|-------------------------|--------------------|---------------------|
| | 3º ínstar* | 4º ínstar ^{NS} | | |
| <i>A. indica</i> (Folhas) 10% | 3,32 ± 0,49 a | 3,22 ± 0,67 a | 9,64 ± 1,38 a | 15,88 ± 2,21 a |
| <i>A. indica</i> (Sementes) 7,9% | 3,66 ± 0,68 b | 3,40 ± 0,64 a | 9,48 ± 1,19 a | 16,38 ± 1,91 a |
| <i>C. ambrosioides</i> 60% | 3,74 ± 0,49 b | 3,44 ± 0,59 a | 9,62 ± 1,30 a | 16,40 ± 2,22 a |
| <i>Z. officinale</i> 60% | 3,18 ± 0,61 a | 3,48 ± 0,61 a | 9,28 ± 1,21 a | 15,72 ± 1,89 a |
| Azamax [®] 0,50% | 3,62 ± 0,51 b | 3,10 ± 0,54 a | 9,56 ± 1,32 a | 16,06 ± 2,17 a |
| Organic Neem [®] 0,75% | 3,88 ± 0,61 b | 3,34 ± 0,56 a | 9,14 ± 1,19 a | 16,18 ± 1,95 a |
| Testemunha | 3,90 ± 0,64 b | 3,26 ± 0,51 a | 10,08 ± 0,98 a | 17,06 ± 1,62 a |
| CV (%) | 15,97 | 21,25 | 21,28 | 22,26 |

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knot. A 5% de significância. *Significativo pelo teste F a 5%. ^{NS} Não significativo pelo teste F a 5%. E.P.: Erro padrão

Pode-se observar que os índices de mortalidade provocados pelos extratos foram baixos, diferenciando apenas o Azamax[®] com 20% de mortalidade em larvas de segundo ínstar, porém os valores das médias não foram significativos pelo teste F a 5% de probabilidade (Tabela 3). Valores encontrados por Venzon et al. (2007) sobre larvas de quarto ínstar de *Eriopis connexa* (German, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) foram próximos com mortalidade de 55% para concentração de 0,5% e 59% de mortalidade na concentração de 1% utilizando extrato aquoso de sementes de *A. indica*.

Esses resultados estão de acordo com os de Cosme et al. (2007) quando avaliaram a seletividade de produtos fitossanitários sobre *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) no qual os extratos do produto comercial Nim-I-Go[®] apresentaram baixa toxicidade na duração de dias das larvas. Resultado semelhante também foi obtido por Efrom et al. (2011) em adultos de *C. montrouzieri*. Os efeitos que geralmente os extratos tem ação provocam no desenvolvimento dos insetos, como diminuição do estágio larval e deformidade morfológica na mudança de fase, não foram observados no presente trabalho.

Tabela 3. Mortalidade (%) ($X \pm EP$) dos estádios larvais de *Cryptolaemus montrouzieri* após exposição à extratos de folhas e sementes de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale* e produtos comerciais. Cruz das Almas, BA, 2012

| Tratamentos | Mortalidade de larvas (%) | | | |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|
| | 1º Instar ^{NS} | 2º Instar ^{NS} | 3º Instar* | 4º Instar ^{NS} |
| <i>A. indica</i> (Folhas) 10% | 4,00 ± 0,24 a | 6,00 ± 0,40 a | 0,00 ± 0,00 a | 6,00 ± 0,24 a |
| <i>A. indica</i> (Sementes) 7,9% | 6,00 ± 0,24 a | 6,00 ± 0,24 a | 0,00 ± 0,00 a | 6,00 ± 0,24 a |
| <i>C. ambrosioides</i> 60% | 2,00 ± 0,20 a | 6,00 ± 0,40 a | 0,00 ± 0,00 a | 8,00 ± 0,37 a |
| <i>Z. officinale</i> 60% | 8,00 ± 0,37 a | 6,00 ± 0,40 a | 0,00 ± 0,00 a | 6,00 ± 0,24 a |
| Azamax [®] 0,50% | 4,00 ± 0,24 a | 6,00 ± 0,40 a | 0,00 ± 0,00 a | 6,00 ± 0,24 a |
| Organic Neem [®] 0,75% | 2,00 ± 0,20 a | 20,00 ± 0,24 a | 0,00 ± 0,00 a | 6,00 ± 0,40 a |
| Água destilada | 2,00 ± 0,20 a | 4,00 ± 0,24 a | 0,00 ± 0,00 a | 4,00 ± 0,24 a |
| CV | 30,67 | 38,33 | 0,00 | 6,96 |

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knot a 5% de significância. *Significativo pelo teste F a 5%. ^{NS} Não significativo pelo teste F a 5%. E.P.: Erro padrão

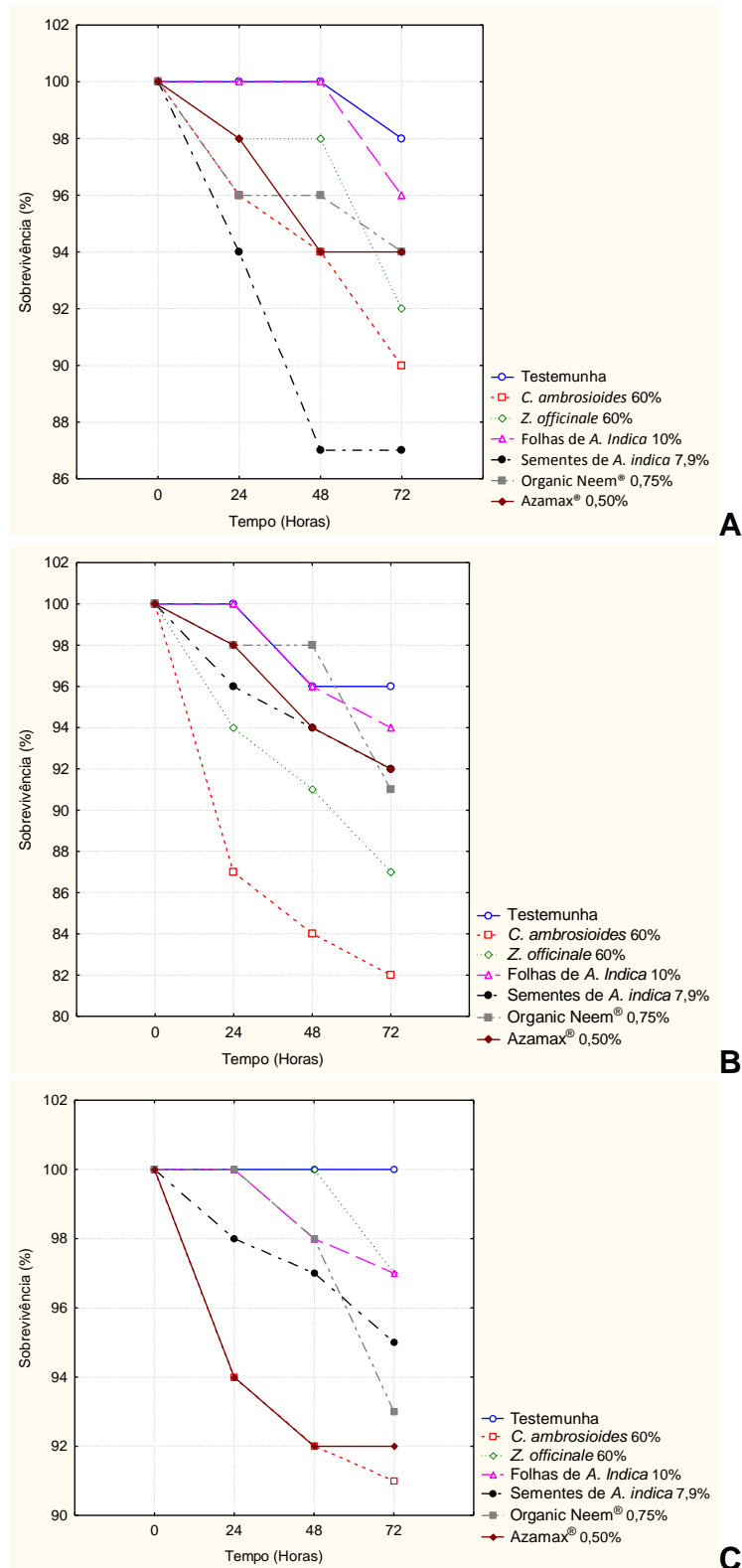
Constatou-se que o efeito dos extratos aquosos de folhas de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e os produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] provocaram pouco efeito tóxico sobre *C. montrouzieri* após 24 horas de ingestão de cochonilhas pulverizadas com os referidos extratos, cujos índices de sobrevivência foram 100, 96, 98, 98 e 96%, respectivamente (Figura 5A).

O maior índice de toxicidade foi causado pelo extrato de sementes de *A. indica* com 87%, após 72 horas. Verificou-se que houve mortalidade provocada pelos extratos, porém os valores foram próximo ao da testemunha. Observa-se que mesmo utilizando dosagens maiores nos extratos de *C. ambrosioides*, *Z. officinale* os efeitos sobre as joaninhas não foram significativos (Figura 5A).

Silva (2009) avaliou o extrato de *C. ambrosioides* em adultos e larvas de joaninha *C. montrouzieri* nas concentrações de 0,4 até 0,7 g/mL e verificou que não houve efeito significativo de mortalidade. Mesmo quando foram aplicadas concentrações maiores, os extratos apresentaram apenas mortalidade de 1%, não significativa, em larvas de primeiro (0,8 g/mL) e segundo instares (0,8 g/mL e 0,9 g/mL).

No entanto, há estudos como o de Cosme et al. (2007) que constataram efeito negativo da aplicação do óleo de nim (*A. indica*) sobre a joaninha nativa *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae), verificando redução do percentual de sobrevivência em 61% nos primeiros estádios larvais e prolongamento da duração do estágio larval e aparecimento de anomalias morfológicas. Esses dados não corroboram com Santos (2010) que avaliando a seletividade fisiológica de produtos fitossanitários sobre *Coccidophilus citricola* (Brethes, 1905) (Coleoptera: Coccinellidae) observou que o “Querobão”, frequentemente utilizado no controle de cochonilhas, não foi seletivo a *C. citricola* causando letalidade em 82 % da população. Resultado semelhante foi obtido quando utilizou o óleo emulsionável da semente de *A. indica*, que causou a mortalidade em 54% dos insetos.

Figura 5: Sobrevivência de *Cryptolaemus montrouzieri* após 72 horas de exposição de extratos de folhas e sementes de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale* e de produtos comerciais Organic Neem® e Azamax® por ingestão (A), contato no dorso (B) e contato no disco (C). Cruz das Almas, BA, 2012



Fonte: SILVA, M.P.L, 2013

Yamamoto e Bassanezi (2003) relataram que inseticidas botânicos são misturados com inseticidas sintéticos, e que isto tem se tornado uma prática comum, acarretando incremento na mortalidade das joaninhas *C. citricola* (Brèthes, 1905), *C. nigrita* (Fabricius, 1798) e *Z. bimaculosus* (Mulsant, 1850), dentre outras espécies. Havendo dessa forma a necessidade do agricultor familiar utilizar bioinseticidas registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento - MAPA.

De acordo com Gallo et al. (2002) a eficácia dos produtos fitossanitários, químicos ou naturais, podem ser afetados por fatores bióticos e abióticos entre eles pode-se citar a degradação do composto pela atividade metabólica da planta, as condições climáticas, o mecanismo de ação do produto, o tipo de solo, a metodologia de pulverização dos compostos e a própria espécie ou variedade da planta e o período de exposição dos produtos após aplicados.

Os produtos naturais normalmente apresentam rápida degradação, sobretudo em condições de alta luminosidade, umidade e chuva. Devido a essa menor persistência no ambiente pode se reduzir o impacto desses produtos a organismos benéficos, homem e ambiente (GIOVANETTO; CHAVEZ, 2000).

Esses índices de sobrevivência corroboram com os dados de Efron et al. (2011), no qual avaliaram a seletividade de produtos fitossanitários usados no sistema de produção orgânica, sobre adultos de *C. montrouzieri* em laboratório, não identificaram diferença estatística dos produtos aplicados em relação a testemunha. Relatam ainda que a ausência de diferenças significativas entre as repetições do experimento indicam que os espécimes de *C. montrouzieri* utilizados no experimento responderam de forma semelhante ao tratamento tópico e à exposição residual.

Resultados semelhantes foram encontrados por Banken e Stark (1998) que não observaram mortalidade de adultos quando pulverizadas com produtos comerciais a base de nim, apenas alterações fisiológicas já descritas por outros autores referentes à azadiractina.

O período de 72 horas no qual as joaninhas foram expostas aos extratos possivelmente não afetou a sobrevivência, haja vista que há na literatura (Silva et al., 2009; Poncio, 2010; Santos, 2010) trabalhos comprovando a ação de plantas inseticidas com ação rápida sobre insetos-pragas e sobre inimigos naturais.

A avaliação do efeito dos extratos aquosos por contato no dorso sobre adultos de *C. montrouzieri* apresentou índice de sobrevivência acima de 88% para folhas e sementes de *A. indica*, Azamax[®], Organic Neem[®]. Os tratamentos com *C. ambrosioides*, *Z. officinale* apresentaram sobrevivência de 86 e 84%, respectivamente (Figura 5B).

A avaliação da sobrevivência do *C. montrouzieri* submetida à ação dos extratos nos discos de papel filtro, variou entre 100 e 91%, ou seja, variação de 9% de mortalidade entre os extratos aquosos e a testemunha (Figura 5C). Esses índices estão próximo aos encontrados por Ribeiro et al. (2009) quando avaliaram a toxicidade de inseticidas botânicos sobre *Eriopsis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) obtendo mortalidade entre 12,5% com o produto comercial DalNeem[®] e 25% de mortalidade com pó-de-fumo nas concentrações de 5 e 10%.

Apesar dos índices de sobrevivência terem sido elevados, recomenda-se precaução na utilização dos presentes extratos de plantas inseticidas, havendo a necessidade de novas pesquisas na comprovação da ação seletivas em outros insetos benéficos.

4 – CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, conclui que:

- na aplicação tópica o extrato de *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, os produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] afetam a sobrevivência de *M. scutellaris*;
- no teste de ingestão e contato no disco o extrato aquoso de *C. ambrosioides* afeta a sobrevivência de *A. mellifera*;
- no teste de contato no disco o extrato aquoso de *Z. officinale* afeta a sobrevivência de *A. mellifera*;
- os extratos de folhas e sementes de *A. indica* são seletivos a *M. scutellaris* e *A. mellifera*;
- os extratos de *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, folhas e sementes de *A. indica* e os produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] são seletivos a larvas e adultos de *C. montrouzieri*.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD-ALLAH, S. M. et al. Effect of two Neemazaltm formulations on honeybees under semi-field conditions. **Plant Protection Science**, v. 41, n. 2, p. 63–72, 2005.

ALMEIDA, F. A. C. et al. Bioatividade de extratos vegetais no controle do *Zabrotes subfasciatus* isolado e inoculado em uma massa de feijão *Phaseolus*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n. Especial, p.375-384, 2011.

BACCI, L. et al. Seletividade de inseticidas a *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) e ao predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae). **Neotropical Entomology**, Viçosa, v. 4, n. 30, dez. 2001.

BANKEN, J. A. O.; STARK, J. D. Multiple routes of pesticide exposure and the risk of pesticides to biological controls a study of neem and the sevens potted *Lady beetle* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 91, n. 1, p. 1-6, 1998.

CARVALHO, S. M. **Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros a operárias de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae)**. 2006. 72f. Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG.

CARVALHO, S. M. et al. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* (L., 1758) (Hymenoptera: Apidae). **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.4, p.597-606, 2009.

CINTRA, P. et al. **Toxicidade do barbatimão para as abelhas**. Disponível em <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/66/artigo.htm>>. Acesso em 29 out. 2012.

COSME, L.V.; CARVALHO, G.A.; MOURA, A.P. Efeitos de inseticidas botânico e sintéticos sobre ovos e larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.74, n.3, p.251-258, jul./set., 2007.

COSTA, E.L.N.; SILVA, R.F.P.; FIÚZA, L.M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia** v. 26 n. 2 p. 173-185, jul./dez. 2004.

EFROM, C.F.S. et al. Selectivity of phytosanitary products used in organic farming on adult of *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant, 1853) (Coleoptera, Coccinellidae) under laboratory conditions. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1429-1438, out./dez., 2011.

FLORES, L.R.F.; TRINDADE, J.L.F. Importância da polinização entomófila em diferentes culturas com interesse econômico para o Brasil. In: SEMANA DE

TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 5. 2007, Ponta Grossa. **Anais... Ponta Grossa:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2007.

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

GIOVANETTO, F.; CHAVEZ, E.C. Desarrollo actual de las investigaciones alelopáticas de la producción de insecticidas botánicos em michoacan. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE SUBSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EM EL COMBATE DE PLAGAS, 2000. Acapulco. **Memórias....** Acapulco: SME, 2000. p.123-134.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais do Brasil:** nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2008. p. 544.

MARTINEZ, S. S. **O Nim *Azadirachta indica*:** natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 205p. 2011.

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

MENDONÇA, J. M. A.; CARVALHO, G. A.; REIS, P. R.; GUIMARÃES, R. J.; ROCHA, L. C. D. Produtos naturais e sintéticos no controle do bicho mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* e seus efeitos sobre a vespa predadora *Polybia scutellaris*. **Manejo Integrado de Pragas y Agroecología**, Costa Rica, n. 75, p.52-59, 2005.

MODRO, A. F. H. **Flora e caracterização polinífera para abelhas *Apis mellifera* L. na região de Viçosa, MG.** 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

MORAES, S.S.; BAUTISTA, AA.R.L.; VIANA, B.F. Avaliação da Toxicidade Aguda (DL50 e CL50) de Inseticidas para *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863) (Hymenoptera: Apidae): Via de Contato. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, n. 29, p. 31-37. 2000.

MORDUE (LUNTZ), A.J.; NISBET, A.J. Azadirachtin from de neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais da Sociedade Entomologia Brasileira**, v. 29, p. 615-632, 2000.

MOREIRA, M. D. et al. **Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas.** Disponível em: <http://xa.yimg.com/kq/groups/25029988/865598723/name/capitulo+livro+controle+alternativo%5b1%5d.pdf>. Acesso em: 21 maio, 2012.

MORETI, A. C. C. C. et al. Abelhas visitantes em vegetação de diferentes áreas remanescente de cerrado. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v. 18, n. 4, p. 229-248. 2006.

NAUMANN, K.; CURRIE, R.W.; ISMAN M.B. Evaluation of the repellent effects of neem pesticides on foraging honeybees and other pollinators. **Canadian Entomologist**, n. 126, p. 225–230, 1994.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997. 446p.

PICANÇO, M.; RIBEIRO, L. J.; LEITE, G. L. D.; ZANUNCIO, J. C. Seletividade de inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monijste orseis* Godart. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.369-372, abr. 1997.

PONCIO, S. **Bioatividade de inseticidas botânicos sobre *Microtheca ochroloma* Stal (Coleoptera: Chrysomelidae)**. 2010. 81f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS.

RIBEIRO, L.P. et al. Toxicidade de inseticidas botânicos sobre *Eriopis connexa* (Germar, 1827) (Coleoptera: Coccinellidae). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.16, n.2, p. 246-254. 2009.

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

ROEL, A.R.; VENDRAMIM, J.D. Efeito residual do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) para lagartas de diferentes idades de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p. 1043-1343, jul-ago. 2006.

SANCHES, N.F; CARVALHO, R.S. **Procedimentos para manejo da criação e multiplicação do predador exótico *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant, 1853) (Coleoptra: Coccinellideo)**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. (Circular técnica 99).

SANTOS, E.N. **Seletividade fisiológica de produtos fitossanitários sobre *Coccidophilus citricola* (Brèthes, 1905) (Coleoptera: Coccinellidae) em *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Diaspididae) palma-forrageira**. 2010. 34f. Monografia (Conclusão de curso) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL.

SCARPELLINI, J.R.; ANDRADE, D.J. Avaliação do efeito de inseticidas sobre a joaninha *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em algodoeiro. **Arquivo Instituto Biológico**, v.77, n.2, p.323-330 abr./jun., 2010.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 1999. 1104p.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512. 1974.

SILVA, M.P.L. **Bioatividade de extratos vegetais no controle de pulgão preto *Toxoptera citricida* (Kirk.,1907) (Hemiptera: Aphididae) na cultura dos citros e sobrevivência de joaninhas e abelhas.** 2009. 79f. Dissertação (Mestrado) - UFRB, Cruz das Almas-BA.

SILVA, M.P.L. et al. Atividade inseticida de extrato aquoso de gengibre *Zingiber officinale* L. no controle do pulgão preto *Toxoptera citricida* (Kirkaldy 1907) (Hemiptera: Aphididae) em citros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 654-657, 2009.

SOARES, J.J.; NASCIMENTO, A.R.B.; SILVA, M.V. **Predadores e parasitóides chaves e seletividade de inseticidas na cultura algodoeira.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 29p. (Documentos, 209).

THOMAZONI, D. et al. Selectivity of insecticides for adult workers of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 35, n. 2, p. 173-176, 2009.

YAMAMOTO, P.T.; BASSANEZI, R.B Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p. 353-382, 2003.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; PALLINI, A.; FIALHO, A.; PEREIRA, C. J. Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopsis connexa* (German, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.627-631, maio 2007.

XAVIER, V. M. et al. Impact of Botanical Insecticides on Indigenous *Stingless bees* (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, V. 56, n. 3, 2010.

CAPÍTULO 3

**FITOTOXICIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS INSETICIDAS E
DE PRODUTOS COMERCIAIS EM FOLHAS DE MANDIOCA *Manihot esculenta*
Crantz**

FITOTOXICIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS INSETICIDAS E DEPRODUTOS COMERCIAIS EM FOLHAS DE MANDIOCA *Manihot esculenta* Crantz

AUTOR: Marcos Paulo Leite da Silva

ORIENTADORA: Franceli da Silva

CO-ORIENTADOR: Rudiney Ringenberg

RESUMO: Embora as pesquisas e o emprego das plantas inseticidas comprovem a eficácia sobre espécies de artrópodes pragas seus compostos podem causar fitotoxicidade em plantas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade de extratos aquosos a plantas inseticidas e produtos comerciais sobre folhas de mandiocas *Manihot esculenta* Crantz e realizar a caracterização fitoquímica das folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides* e *Z. officinale*. As concentrações dos extratos aquosos utilizadas foram: folhas (10% p/v) e sementes de *A. indica* (7,9% p/v), parte aérea de *C. ambrosioides* e rizoma de *Z. officinale* (60% p/v) e Azamax[®] na concentração 0,50% v/v, Organic Neem[®] na concentração 0,75% v/v. Os pós das diferentes estruturas vegetais (folhas, sementes, parte aérea e rizomas) foram adicionados (separadamente por estrutura vegetal) à água destilada. Essas misturas foram mantidas em local escuro por 24 h na extração dos compostos hidrossolúveis. Nos experimentos, foram utilizadas plantas de mandioca *M. esculenta* cv. “Cigana preta” cultivadas em vasos e em campo. Na avaliação da fitotoxicidade foi utilizada a “escala percentual de fitotoxicidade”. Foram realizadas três aplicações aos 0, 7 e 14 dias, com avaliações compreendendo 3-4 dias após as aplicações. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com sete tratamentos e cinco repetições. Aplicaram-se os extratos em toda a planta de mandioca até ponto de escorrimento. Adicionalmente, a caracterização fitoquímica quali e quantitativa do óleo essencial de *C. ambrosioides* e *Z. officinale* foi realizado em cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro de massas (CG-EM). O teor de azadiractina foi quantificado através de HPLC nas condições cromatográficas: coluna LiChroCART Purospher Star[®] RP18-e (75 mm x 4 mm i.d.) (3µm) (Merck, Darmstadt, Germany) combinado com pré-coluna

LiChroCART 4-4 LiChrospher 100RP18 (5 µm) da Merck. Eluição isocrática com fase móvel de água (H₂O) e acetonitrila (CH₃CN) na proporção (65:35). O tempo de corrida foi de 5 minutos e fluxo da fase móvel de 1mL/min. Os valores das notas obtidos dos experimentos de fitotoxicidade em vasos e em campo, foram transformados em raiz (x) e submetidos a análise de variância. Observou-se que a aplicação de extrato aquoso de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides* e *Z. officinale* e dos produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] provocaram fitotoxidez às folhas das mudas de mandioca nos experimentos montados em área coberta e em área descoberta. No experimento em campo foi observado que, exceto a testemunha, todos os extratos provocaram fitotoxidez às folhas da mandioca. Na análise cromatográfica de óleo de rizomas de gengibre utilizado nos experimentos, identificou-se 22 constituintes. Os compostos encontrados nas plantas de *C. ambrosioides* foram α-terpineno, p-cimeno, ciclooctano, ascaridol, trans-acetato de verbenila, óxido de piperitona entre outros. Os teores de azadiractina identificados foram 188,6 ppm nas folhas e 200,16 ppm nas sementes de *A. indica*. Conclui-se que os extratos aquosos e os produtos comerciais a base de *A. indica*, nas condições utilizadas neste trabalho, provocaram fitotoxicidade às folhas de *M. esculenta*.

Palavra chave: Alelopatia, fitoquímica, metabólitos secundários.

PHYTOTOXICITY OF INSECTICIDAL PLANTS AND COMMERCIAL PRODUCTS ON CASSAVA LEAVES (*Manihot esculenta* Crantz)

AUTHOR: Marcos Paulo Leite da Silva

ADVISOR: Franceli da Silva

CO-ADVISOR: Rudiney Ringenberg

ABSTRACT: Although research and the use of insecticidal plants have proven the effectiveness on various species of pest arthropods, they have disadvantages, among them phytotoxicity in relation to beneficial insects and plants. The objective of this study was to evaluate the phytotoxicity of insecticidal plant and commercial products on cassava leaves (*Manihot esculenta* Crantz) and perform the phytochemical characterization of *A. indica*, *C. ambrosioides* and *Z. officinale* leaves and seeds. The concentrations of aqueous extracts used were: *A. indica* leaves (10% w/v) and seeds (7.9% w/v), *C. ambrosioides* and *Z. officinale* (60% w/v) and Azamax[®] at concentration of 0.50% v/v, Organic Neem[®] at concentration of 0.75% v/v. For the preparation of the aqueous extracts, weight / volume ratio was used for the plant material, and volume / volume ratio for commercial products. The powders of different plant structures (leaves, seeds and rhizomes) were added (separately for plant structure) to distilled water. These mixtures were kept in the dark for 24 h for the extraction of water-soluble compounds. In the experiments, cassava plants *M. esculenta* cv. "Black Gypsy" grown in pots and in the field were used. To evaluate phytotoxicity, the "phytotoxicity percentage scale" was used. Three applications were used: time 0, 7 and 14 days, with evaluations being performed 3-4 days after application. The experimental design was randomized blocks with seven treatments and five replications. The extract was applied across the cassava plant to runoff point. Additionally, qualitative and quantitative phyto-chemical characterization of the essential *C. ambrosioides* and *Z. officinale* oil was performed on a gas chromatograph coupled to a mass spectrometer (GC-MS). The azadirachtin content was quantified by HPLC in the following chromatographic conditions: LiChroCART Purospher Star[®] RP18-e (75 mm x 4 mm id) (3µm) column (Merck, Darmstadt, Germany) combined with a LiChroCART 4-4 LiChrospher 100RP18 (5 µm) pre-column (Merck). Isocratic

elution with mobile phase composed of water (H₂O) and acetonitrile (CH₃CN) was performed at a ratio of 65:35. The run time was 5 min and the mobile phase flow rate was 1mL/min. The scores obtained in phytotoxicity experiments in pots and field were transformed into root (x) and submitted to analysis of variance by the Tukey test at 5% significance level in the Sisvar software. In general, it was observed that the application of aqueous extracts of *A. indica*, *C. ambrosioides* Z. *officinale* leaves and seeds and commercial products Azamax[®] and Organic Neem[®] caused phytotoxicity to cassava seedlings in experiments conducted in covered and open areas. The field experiment showed that, except for the control, all extracts, with different scores, caused phytotoxicity to cassava leaves. In the chromatographic analysis of the ginger rhizome oil used in the experiments, 22 constituents were identified. The compounds found in *C. ambrosioides* plants were α -terpinene, p-cymene, cyclooctane, ascaridol, verbenile trans-acetate, piperitone oxide, among others. The azadirachtin contents identified were 188.6 ppm for *A. indica* leaves and 200.16 ppm for *A. indica* seeds. It was concluded that aqueous extracts and commercial products based on *A. indica* caused phytotoxicity to *M. esculenta* leaves.

Keyword: Allelopathy, phytochemical compounds, secondary metabolites.

1 - INTRODUÇÃO

A mandioca *Manihot esculenta* Crantz é uma planta rica em carboidratos de grande importância socioeconômica (ALBUQUERQUE et al., 2012). Cultivada em todo o Brasil devido a sua adaptação às diversas condições edafoclimáticas, sendo que no nordeste se destaca socialmente por ser utilizada no combate à fome. A importância econômica se deve ao aproveitamento quase total da parte aérea e das raízes (LIMA, et al. 2012).

É utilizada na alimentação humana, animal e na indústria (CARDOSO et al, 2006). Dentre os produtos da mandioca, a fécula é o único vendido para mercado externo, considerando o Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul os principais produtores (VILPOUX, 2008).

De acordo com Alves (2006), o ciclo da mandioca é de até dois anos alternando o período de crescimento vegetativo, variando entre acúmulo de reserva nas raízes sendo que período de seca entra em quase dormência. A sua raiz principal é pivotante com número variável de raízes secundárias, as folhas têm características taxonômicas importantes nas quais são decíduas e a permanência na planta dura até dois meses (CARVALHO; FUKUDA, 2006).

Outro aspecto a ser destacado é que durante o ciclo produtivo, a mandioca é atacada por insetos pragas, dentre eles a mosca branca que pode provocar danos diretos e indiretos à cultura (CARBALI et al., 2009). Segundo Gallo et al. (2002), as moscas brancas são insetos pequenos de coloração branca e asas pulverulentas, abrigam-se na parte abaxial das folhas onde ovipositam e desenvolvem as ninfas, permanecendo até a emergência dos adultos.

Ao se alimentar da seiva da mandioca, a mosca branca excreta uma substância açucarada que favorece surgimento da fumagina. O ataque deste inseto provoca enrolamento das folhas, afeta a qualidade da farinha e diminui a quantidade das manivas, influencia na produção devido ao depauperamento e perdas dos nutrientes (FARIAS, 2005).

A dificuldade no controle da mosca branca na cultura da mandioca é função da ausência de inseticidas registrados e do seu alto custo (FARIAS e BELLOTTI, 2006), encarecendo a produção aos agricultores familiares e danos ao meio ambiente (ROCHA et al, 2011). Apesar de ser técnica muito antiga, o uso

dos extratos de plantas inseticidas ressurgem com o objetivo de minimizar os impactos provocados pelo uso indiscriminado dos inseticidas organosintéticos (COSTA et al, 2010).

Atualmente, pesquisas estão sendo realizadas com plantas inseticidas sobre coleópteros de grãos armazenados, afídeos, lepidópteros, neurópteros e hemípteros (ALMEIDA et al., 2011; CARVALHO et al., 2012).

Em trabalho desenvolvido por Tagliari et al. (2010) sobre o efeito de extratos vegetais na mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* 1997 (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), os autores observaram que os extratos de *Chenopodium ambrosioides* L. e de *Zingiber officinale* Roscoe têm potencial inseticida no controle desses insetos-pragas devido os mesmos terem promovidos mortalidade sobre as lagartas.

Da mesma forma, Silva et al. (2009) obtiveram mortalidade de 97% no pulgão preto dos citros *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae) após aplicarem extrato aquoso de *Z. officinale* (90%).

Considerando plantas com potencial inseticidas, o *Azadirachta indica* A. de Jussie figura-se como importante devido a ação de mortalidade, de repelência, de fagoínibidor, por atuar no desenvolvimento desde a de fase jovem até adulto, além de seu extrato ser seletivo à inimigos naturais (CORRÊA; SALGADO, 2011).

Embora as pesquisas e os empregos das plantas inseticidas comprove a eficácia sobre espécies de artrópodes, há ainda questões a serem analisadas, como a seletividade a inimigos naturais, estudo fitoquímico, estabilidade das moléculas e fitotoxicidade (CORRÊA; SALGADO, 2011). Dentre essas, a fitotoxicidade é definida como a capacidade de um produto provocar danos temporários ou permanentes a planta (KARLSSON 2005).

As partes mais afetadas pelos extratos de plantas inseticidas são as folhas, causando nas mesmas, necrose no limbo foliar, engruvilhamento, descoloração e redução do tamanho, o que gera efeito direto na capacidade de realizar fotossíntese (KARLSSON, 2005). Outro efeito provocado pelos metabólitos secundários vegetais às plantas é a alelopatia, inibindo a germinação de sementes e influenciando no crescimento (RICKLI, et al., 2011). Nesse sentido, o estudo da fitotoxicidade permite avaliar as desvantagens das plantas inseticidas e

identificar novos compostos alelopáticos que possam controlar espécies invasoras (SILVA, 2012).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade de extratos aquoso de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale* e de produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] sobre folhas de mandiocas *Manihot esculenta* Crantz e identificar os fitocomplexos.

2 - METODOLOGIA

2.1 – Obtenção das plantas de *Azadirachta indica*, *Zingiber officinale* e *Chenopodium ambrosioides*

As folhas e frutos de *A. indica* foram coletados em plantas localizadas na área experimental da sede da Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF) em Cruz das Almas, BA.

Plantas de *C. ambrosioides* com sementes, foram coletadas de área de produtores do Programa Ervanário Regional de Valorização da Agroecologia e da Saúde – ERVAS, Cruz das Almas-BA, comunidade Pumba. As sementes foram semeadas em bandejas de polietileno contendo solo areno-argiloso mais húmus de minhoca na proporção 1:1. Quando as plântulas atingiram 10 cm de altura foram transplantadas em vasos de polietileno (5 Kg de capacidade). A coleta foi realizada quando estavam completamente sementada. A cada três cortes de *C. ambrosioides* novas plantas eram introduzidas.

Os rizomas de *Z. officinale* foram adquiridos em Hipermercado da cidade de Cruz das Almas-BA.

Após a coleta vegetal, procedeu-se a secagem. As folhas e frutos de *A. indica* foram secas em secador de madeira, à sombra, na área externa do Insetário do Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura até manter peso constante. As partes aéreas de *C. ambrosioides* e os rizomas de *Z. officinale* foram postas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 40 °C durante 48 horas, após secagem foram triturados em liquidificador doméstico, acondicionados em sacos plásticos e armazenados à temperatura de 5° C em geladeira comercial.

2.2 – Preparo dos extratos aquosos de *A. indica*, *Z. officinale* e *C. ambrosioides* e de produtos comerciais Azamax® e Organic Neem® e formulação das concentrações

No preparo dos extratos aquosos, utilizou-se a proporção peso/volume no material vegetal e volume/volume nos produtos comerciais. Os pós das estruturas vegetais (folhas 10% p/v, sementes 7,9% p/v, de *A. indica*, parte aérea de *C. ambrosioides* 60% p/v e rizomas de *Z. officinale* 60% p/v) foram adicionados (separadamente por estrutura vegetal) a 100 mL água destilada. Essas misturas foram mantidas em local escuro por 24 h para extração dos compostos hidrossolúveis, após esse período, o material foi filtrado em tecido voil. Os tratamentos com os produtos comerciais foram preparados antes da aplicação sobre os insetos

Os produtos comerciais à base de *A. indica* utilizados foram Azamax® com 1,2% de azadiractina na concentração 0,50% v/v, aprovado pelo IBD para uso na agricultura orgânica de acordo com as normas internacionais NOP-EUA, IBD/IFOAM, CEE 2092/1 e JAS e Organic Neem® na concentração 0,75% v/v. aprovado para uso na produção orgânica “Produto em conformidade com a IN 007 de 17/05/1999 do MAPA-ANEXO III - 2”. Como testemunha foi utilizada água a destilada.

2.3 - Avaliação da fitotoxicidade dos extratos sobre plantas de mandioca em área coberta e descoberta

Foram utilizadas as mudas de mandioca *M. esculenta* cv. “Cigana preta” com 6 – 8 folhas completamente desenvolvidas. Foram aplicados extratos aquosos de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale* e de produtos comerciais conforme descrito no item 2.2 com auxílio de pulverizador manual com capacidade para 100 mL, até ponto de escorrimento. Entende-se por área coberta espaço de alvenaria coberto com cerâmica evitando dessa forma a incidência direta dos raios solares sobre as mudas de mandioca e área descoberta local sem proteção das mudas simulando as plantas em campo.

Utilizou-se neste experimento cinco mudas em cada tratamento com cinco repetições, ou seja, 35 mudas na área coberta (plantas protegidas de chuva e raios solar em excesso) e 35 mudas na área descoberta (sem proteção simulando cultivo em campo), totalizando 70 mudas em delineamento inteiramente casualizado. Na avaliação da fitotoxicidade foi utilizado a “Escala Percentual de Fitotoxicidade” (Tabela 1) adaptada de Frans e Crowley (1986) e Dequech et al. (2008). As aplicações realizadas nos dias 0, 7 e 14 totalizando três e as avaliações ocorreram três dias após as aplicações.

TABELA 1: Escala Percentual de Fitotoxicidade para avaliação da fitotoxicidade dos extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax® e Organic Neem®

| Nota | Descrição das categorias principais | Descrição detalhada da fitotoxicidade na cultura |
|------|-------------------------------------|---|
| 0 | Sem ação do extrato | Sem injúria ou redução |
| 10 | Ação leve do extrato | Leve descoloração ou atrofia |
| 20 | | Alguma descoloração ou atrofia |
| 30 | | Injúria mais pronunciada, mas não duradoura |
| 40 | Ação moderada do extrato | Injúria moderada, mas normalmente com recuperação |
| 50 | | Injúria mais duradoura |
| 60 | | Injúria duradoura, sem recuperação |
| 70 | Ação severa do extrato | Injúria pesada, sem recuperação do estande |
| 80 | | Cultura próxima da destruição |
| 90 | | Poucas plantas sobreviventes |
| 100 | Ação total do extrato | Destruição completa da cultura |

Fonte: Adaptado de Frans e Crowley (1986) e Dequech et al (2008).

2.4 - Avaliação da fitotoxicidade dos extratos sobre plantas de mandioca em campo

O experimento em campo foi implantado em área de agricultura familiar na localidade de “Combê” município de Cruz das Almas-BA, nas coordenadas geográficas S 12° 42' 36,2” e W° 39° 03' 39,7” no período de janeiro a fevereiro de 2013.

A variedade utilizada foi *M. esculenta* cv. Cigana preta instalada em área de cultivo comercial com três meses de idade, com cerca de 1,60 m de altura e espaçamento de 1 m X 1 m em fileiras simples.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com sete tratamentos e cinco repetições. Cada unidade experimental foi composta por dez plantas, totalizando 350 plantas.

Foram aplicados os extratos em toda a planta de mandioca até ponto de escorrimento, na parte abaxial e adaxial das folhas com o auxílio de bomba costal com capacidade cinco litros, jato contínuo, pressão máxima de 2068 Kpa (300psi), diâmetro da ponta 1,2mm, tubo de descarga de cobre e ponta regulável (bico). O bico do pulverizador foi ajustado para que as gotas permanecessem finas permitindo cobertura maior das folhas.

A avaliação foi em escala de notas ao longo do tempo, adaptada de Frans e Crowley (1986) e Dequech et al. (2008) (Tabela 2), constituído por três aplicações, e a avaliação dos danos foi realizada a cada 3-4 dias após cada aplicação. As aplicações ocorreram sempre no mesmo horário, às 6:30 h da manhã.

Figura 1: Vista geral do experimento em campo. Comunidade “Combê” Cruz das Almas-BA, 2013.



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013.

2.5 - Extração do óleo essencial identificação dos compostos ativos em *C. ambrosioides* e *Z. officinale*

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação no Laboratório de Produtos Naturais (LAPRON) do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, localizada no município de Feira de Santana, BA.

Foi utilizado 1 g na determinação do teor de umidade que ocorreu em triplicata no determinador de umidade, as amostras foram secas durante 10 min à temperatura de 100°C.

O processo de hidrodestilação foi realizada de acordo com Santos et al. (2004), cada amostra de 100g foi inserida em balão de vidro com capacidade de 5 litros contendo água destilada em volume suficiente para cobertura total do material vegetal. Foram adotados aparatos do tipo Clevenger graduados, acoplados aos balões de vidro, sendo estes aquecidos por mantas térmicas elétricas com termostato. O processo de extração foi conduzido durante 3 horas, contadas a partir da condensação da primeira gota, verificando o volume de óleo extraído na coluna graduada do aparelho de Clevenger. Após retirar o óleo do aparelho adicionou-se sulfato de sódio anidro com objetivo de evitar perdas por hidrólise durante o armazenamento, posteriormente, com o uso de pipeta do tipo

Pasteur, o óleo seco foi acondicionado em frasco de vidro de 2 mL, etiquetados e armazenados em congelador comercial a -5°C.

O rendimento do óleo essencial foi calculado a partir da base livre de umidade (BLU), que corresponde ao volume/peso (mL de óleo essencial por 100g de biomassa seca) de acordo com a equação:

$$To = \frac{Vo \times 100}{\frac{Bm - (Bm \times U)}{100}}$$

To – teor de óleo; Vo- volume de óleo extraído; Bm- biomassa vegetal; (BmxU)- quantidade de umidade na biomassa; Bm-(BmxU)- quantidade de biomassa seca.

2.6 - Análise da composição química dos óleos de *Z. officinale* e *C. ambrosioides*

A análise qualitativa e quantitativa dos constituintes do óleo essencial foi realizada em cromatógrafo a gás 17A (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan), acoplado a espectrômetro de massas (CG-EM) QP5000. As seguintes condições foram usadas: coluna capilar de sílica fundida Macherey-Nagel Optima® - 5 (5% fenil, 95 % dimetilpolissiloxano) com 30 m x 0,25 mm d. i. x 0,25 µm de espessura do filme; fluxo de 1,2 mL.min⁻¹ de hélio como gás de arraste (99,999%); volume de injeção 0,5 µL (diluído em acetato de etila); razão do split de 1:10; temperatura do injetor de 250 °C; temperatura do detector 280 °C. A temperatura foi programada para 60°C por 1,0 min, seguido de 5 °C.min⁻¹ até 280 °C finalizando com uma isoterma de 3 min a 280 °C. O espectro de massas foi conduzido a 70 eV com varredura rápido de 0,5 scan.s⁻¹ na faixa de massas de 45 a 550 Da. A quantificação de cada constituinte foi estimada pela normalização da área (%) calculadas pela área dos picos no CG-EM e organizados em ordem de eluição.

Os componentes voláteis foram identificados por comparação de seu espectro de massas com espectros existentes na literatura (ADAMS, 2007), com espectros do banco de dados (WILEY8, NIST05, NIST21 e NIST107) do equipamento e, também, pela comparação dos índices de retenção com aqueles da literatura. Os Índices de Retenção (IR) foram determinados utilizando uma série homologa de *n*-alcanos (C₉H₂₀ – C₁₉H₄₀) injetados nas mesmas condições

cromatográficas das amostras, utilizando a equação de Van Den Dool e Kratz (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963).

2.7 - Avaliação do teor de Azadiractina nas folhas e sementes de *A. indica*

2.7.1 - Curva de Calibração com Padrão de Azadiractina

A avaliação do teor de Azadiractina (AZA) nas folhas e sementes de *A. indica* foi realizada no Laboratório de Bioprospecção Vegetal – LABIV, na Universidade Estadual de Feira de Santana, O padrão utilizado como referência foi azadiractina, FR 05MG, 95%– SIGMA, seguindo metodologia descrita por Forim et al. (2010).

Inicialmente foi preparada a solução estoque de AZA com concentração de 1mg/mL. A curva de calibração foi preparada a partir da solução estoque e tendo soluções de 200, 160, 120, 80, 40 e 20µg/mL, filtradas através de membrana micro porosa (0,22µm), diretamente para um vial e submetidas à análise no cromatógrafo a líquidos de alta eficiência (HPLC).

2.7.2 - Condições cromatográficas

Os experimentos cromatográficos foram realizados com sistema HPLC EZChrom Elite, consistindo de bomba VRW HITACHI L-2130, equipado com injetor e detector de arranjo de diodo (DAD) VRW HITACHI L-2455, e forno VRW HITACHI L-2300. A separação cromatográfica foi realizada por meio de coluna LiChroCART Purospher Star[®] RP18-e (75 mm x 4 mm i.d.) (3µm) (Merck, Darmstadt, Germany) combinado com pré-coluna LiChroCART 4-4 LiChrospher 100RP18 (5 µm) da Merck.

As condições de análise incluíram método isocrático de eluição conduzido com fase móvel de água (H₂O) e acetonitrila (CH₃CN) na proporção (65:35); solvente em grau HPLC e filtrado através de membranas PTFE (0,45 µm) da Millipore[®]. A água utilizada nas análises cromatográficas foi ultra-purificada pelo sistema Milli-Q (Millipore, Bedford, MA, USA). Tempo de corrida de 5 minutos e fluxo da fase móvel de 1mL/min. A leitura do detector de arranjo de diodo foi

realizada na faixa de 210 a 400 nm e a aquisição cromatográfica foi definida em 217 nm.

2.7.3 - Preparo e análise dos extratos de folhas e sementes de *A. indica*

Foram adicionados 50 mL de etanol em 5g de folhas moídas de *A. indica* para extração dos analitos de interesse, sob radiação de ultrassom constante por 10 min. A solução foi separada do sólido por filtração. A extração foi repetida 5 vezes e todo solvente agrupado. O mesmo procedimento foi utilizado nas sementes moídas de *A. indica*.

Os extratos das folhas e sementes de *A. indica* foram submetidos à extração em fase sólida para remoção dos interferentes apolares, por meio da filtração em cartucho *Solid-Phase Extraction* - SPE previamente condicionado com 5 mL de *n*-hexano. Foram solubilizados 20mg do extrato em *n*-hexano e transferidos ao cartucho. As amostras foram lavadas com outros 4 mL de *n*-hexano e posteriormente removidas do cartucho com 1 mL de metanol e analisadas por HPLC - fase reversa.

2.8 - Análise estatística

Os valores das notas obtidos dos experimentos com as mudas e no experimento em campo foram transformados em $\sqrt{(x)}$ e submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de significância no programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 - RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 - Avaliação da fitotoxicidade dos extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax® e Organic Neem® em folhas de mandioca em ambiente coberto e descoberto

A fitotoxicidade foi crescente com a aplicação dos extratos (Tabela 2). Foi observado que a aplicação do extrato aquoso de *Z. officinale* em área coberta, quatro dias após a aplicação provocou “ação moderada” de fitotoxicidade, causando “injúria duradoura”, decorrido a segunda aplicação, a injúria não apresentava recuperação (Tabela 2). No final da avaliação as plantas de mandioca apresentavam “injúria pesada”, sem recuperação da cultura (Figura 2).

Figura 2: Folhas de mandioca *M. esculenta* cv. “Cigana Preta” com sintomas de fitotoxicidade causada por extratos aquosos de *C. ambrosioides* e de *Z. officinale* (A) em área coberta (B). Cruz das Almas, BA, 2012.



A

B

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

A aplicação do extrato aquoso de *C. ambrosioides* (Tabela 2) sobre plantas de mandioca em área coberta causou “ação moderada” de fitotoxicidade, com injúria mais duradoura apenas 11 dias após a primeira aplicação dos extratos. Posteriormente as injúrias foram se agravando, tornando-se pesada, sem recuperação do estande.

Os extratos de folhas 10% e sementes de *A. indica* 7,9% (Tabela 2) provocaram uma leve descoloração ou atrofia nas folhas de mandioca, após a terceira aplicação porém ao longo do tempo as folhas foram se recuperando, contrapondo-se aos resultados encontrado por Pinheiro e Quintela (2004). Estes autores relataram que foram testadas doses de óleo de *A. indica*, e observaram que doses maiores que 2%, causaram fitotoxicidade às folhas primárias do feijoeiro, exceto o produto comercial Ninkol[®] que é composto de mistura de óleo e extrato de folhas de *A. indica*. As concentrações dos extratos aquosos dos produtos comerciais Organic Neem[®] 0,75% e Azamax[®] 0,50%, a base de óleo de nim, não provocaram efeito fitotóxico significativo, com a classificação “sem injúria ou redução”, semelhante à testemunha. Isso ocorreu possivelmente devido a baixa concentração dos mesmos.

TABELA 2: Percentual médio de fitotoxicidade em área coberta em plantas de mandioca cv. “Cigana Preta”, após aplicação de extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax[®] e Organic Neem[®], Cruz das Almas/BA, 2012

| Tratamentos | Dias | | | | |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| | 4 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| <i>C. ambrosioides</i> 60% | 2 a | 18 b | 52 d | 66 e | 70 e |
| <i>Z. officinale</i> 60% | 50 d | 54 d | 66 e | 76 e | 76 e |
| Folhas de <i>A. indica</i> 10% | 0 a | 0 a | 4 a | 4 a | 4 a |
| Sementes de <i>A. indica</i> 7,9% | 6 b | 16 c | 16 c | 16 c | 16 c |
| Organic Neem [®] 0,75% | 2 a | 4 a | 4 a | 6 b | 6 b |
| Azamax [®] 0,50% | 2 a | 2 a | 2 a | 6 b | 6 b |
| Água destilada | 0 a | 0 a | 0 a | 0 | 0 a |

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. *Médias nas colunas, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Figura 3: Folhas de mandioca *M. esculenta* cv. “Cigana Preta” com sintomas de fitotoxicidade causada por extratos aquosos de *C. ambrosioides* (A) e de *Z. officinale* (B) em área sem cobertura, Cruz das Almas, BA, 2012.



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

Quando os extratos foram aplicados em área descoberta (Tabela 3), simulando aplicação a campo, o percentual de fitotoxicidade do *Z. officinale* inicialmente foi semelhante a área coberta, com “ação moderada” e “injúria duradoura”. A ação fitotóxica do extrato de *Z. officinale* sobre as folhas de mandioca permaneceu até o final das três aplicações, com “injúria pesada” sem recuperação do estande”, (Figura 3A).

O efeito fitotóxico dos extratos de *C. ambrosioides* (Tabela 3) após a primeira aplicação foi de leve descoloração ou atrofia. Decorrido a segunda aplicação, a injúria já se encontrava moderada sem recuperação (Figura 3B). E ao final do experimento, a injúria provocada pelo extrato de *C. ambrosioides* era “pesada” sem recuperação do estande no qual algumas plantas encontravam-se com poucas folhas.

TABELA 3: Percentual médio de fitotoxicidade, em área sem cobertura em plantas de mandioca cv. “Cigana Preta”, após aplicação de extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax[®] e Organic Neem[®], Cruz das Almas/BA, 2012

| Tratamentos | Dias | | | | |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| | 4 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| <i>C. ambrosioides</i> 60% | 10 a | 28 b | 46 c | 58 d | 70 e |
| <i>Z. officinale</i> 60% | 50 c | 56 d | 66 e | 72 e | 76 e |
| Folhas de <i>A. indica</i> 10% | 0 a | 0 a | 2 a | 2 a | 4 a |
| Sementes de <i>A. indica</i> 7,9% | 12 b | 14 b | 14 b | 14 b | 14 b |
| Organic Neem [®] 0,75% | 0 a | 0 a | 4 a | 6 a | 6 a |
| Azamax [®] 0,50% | 2 a | 2 a | 2 a | 2 a | 6 a |
| Água destilada | 0 a | 0 a | 0 a | 0 | 0 a |

Fonte: SILVA, M.P.L, 2013. *Médias nas colunas, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Os extratos de folhas 10% e sementes 7,9% de *A. indica* provocaram leve atrofia das folhas de mandioca, com recuperação ao longo do tempo, resultado semelhante ao da área coberta (Tabela 3). Os extratos aquosos de Organic Neem[®] 0,75% e Azamax[®] 0,50% não provocaram injurias significativas às plantas de mandioca. Esse valores não corroboram com Dequech et al. (2008), quando aplicaram o produto comercial DalNeem[®] na concentração de 10% peso/volume, sobre plantas de feijão *Phaseolus vulgaris*, no qual provocou injuria duradoura sem recuperação do estande. Segundo os autores, as plantas tratadas com DalNeem[®], as folhas novas apresentaram engruvinhamento, deixando-as com aspecto enrugado.

3.2 - Avaliação da fitotoxicidade dos extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax® e Organic Neem® em folhas de mandioca em campo

A partir dos dados contidos na Tabela 4, observa-se que, exceto a testemunha, todos os extratos, com notas diferentes, provocaram fitotoxidez às folhas da mandioca.

O extrato aquoso de *C. ambrosioides* apenas provocou “sem ação” sobre a folha de mandioca com “leve descoloração ou atrofia” após quatro dias em que foi aplicado (Tabela 4). A partir da segunda aplicação, o efeito “variou entre alguma descoloração ou atrofia” e “injúria mais pronunciada, mas não duradoura”.

Tabela 4: Percentual médio de fitotoxicidade em folhas de mandioca cv. “Cigana Preta” em campo após aplicação de extratos aquosos de folhas e sementes de *A. indica*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, Azamax® e Organic Neem®, Cruz das Almas/BA, 2013.

| Tratamentos | Dias | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| | 4 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| <i>C. ambrosioides</i> 60% | 8 b | 20 d | 23 d | 24 d | 24 d |
| <i>Z. officinale</i> 60% | 12 c | 26 d | 31 d | 32 d | 32 d |
| Folhas <i>A. indica</i> 10% | 3 a | 8 b | 16 c | 17 c | 17 c |
| Sementes <i>A. indica</i> 7,9% | 4 b | 20 d | 24 d | 25 d | 25 d |
| Organic Neem® 0,75% | 1 a | 8 b | 9 b | 9 b | 11 b |
| Azamax® 0,50% | 5 b | 11 c | 17 c | 18 c | 18 c |
| Água destilada | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a |

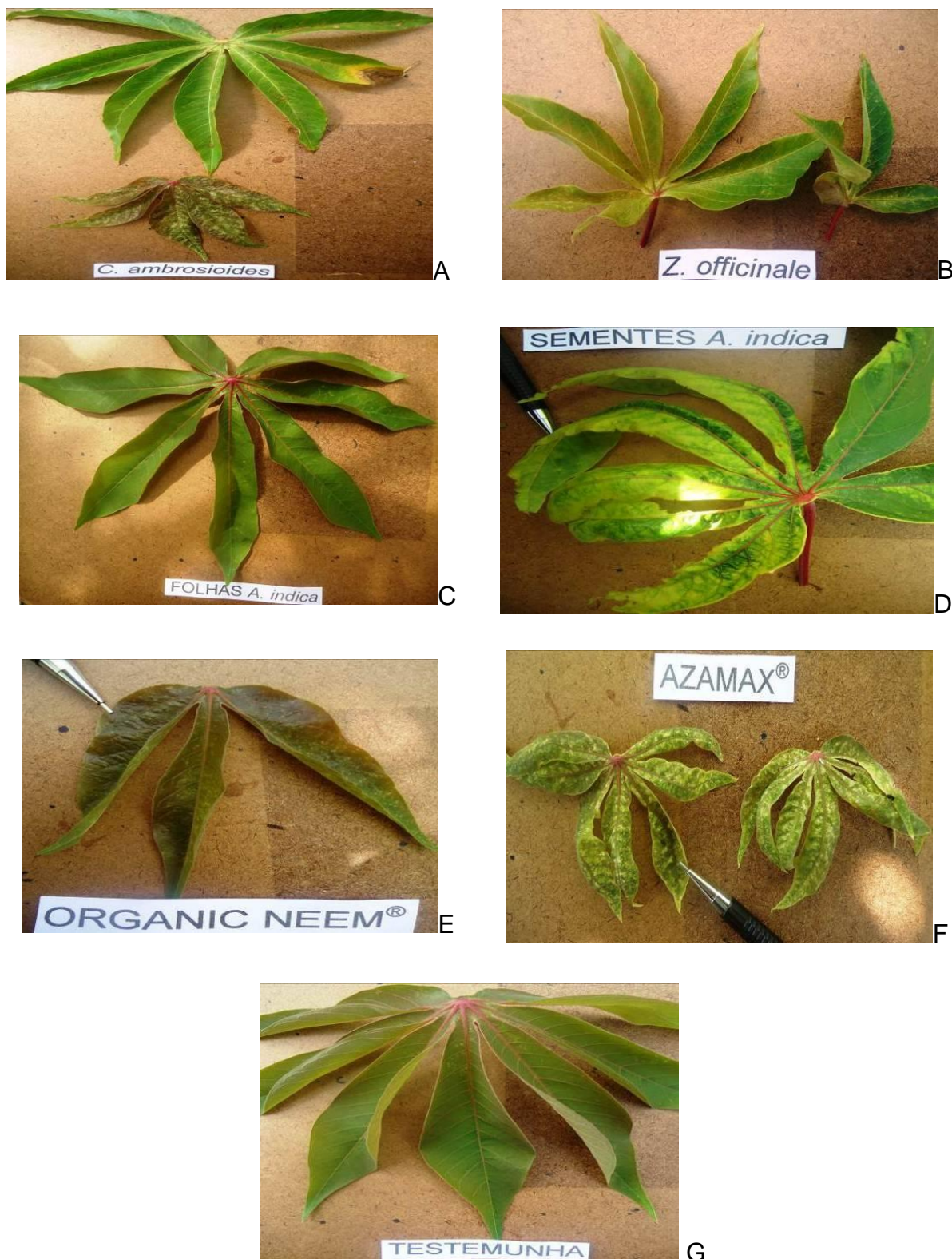
Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância

Inicialmente os extratos de *Z. officinale* provocaram “leve descoloração ou atrofia” na primeira aplicação. Nas demais aplicações o feito foi de “injúria mais pronunciada, mas não duradoura” (Tabela 4).

Apesar de haver diferentes concentrações de metabólitos secundários nas folhas e sementes de *A. indica* (MARTINEZ, 2011) os efeitos provocados pelos extratos de folhas e sementes de *A. indica* foram bem próximos, se classificando como “ação leve com alguma descoloração ou atrofia”.

Os extratos aquosos que provocaram menor efeito fitotóxico às folhas de mandioca foram Organic Neem[®] e Azamax[®], variando em “sem injúria ou redução” até “leve descoloração ou atrofia” (Tabela 4). Esse resultado obtido para os extratos dos produtos comerciais utilizados neste trabalho indica que podem ser usados pelos agricultores na cultura da mandioca para controlar a mosca branca *A. aepim*. No entanto, o acompanhamento dos sintomas de fitotoxidez ao longo das aplicações faz-se necessário. No entanto, Oliveira (2011) constatou que os produtos Azamax e Organic Neem causaram fitotoxicidade em folhas de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens* L.) apresentando os sintomas de clorose encarquilhamento.

Figura 4: Folhas de mandioca *M. esculenta* com sintomas de fitotoxicidade causada por extratos aquosos *C. ambrosioides* (A), *Z. officinale* (B), folhas (C), e sementes de *A. indica* (D) e de produtos comerciais Organic Neem[®] (E), Azamax[®] (F) e testemunha (G), Comunidade “Combê”, Cruz das Almas/BA, 2013



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

Os fitocomplexos das plantas com potencial inseticida, nas concentrações elevadas podem provocar efeitos danosos sobre plantas (LOVATTO, et al. 2012). Essas características podem ser positivas se forem direcionadas para o controle de espécies daninhas, conforme relata Silva (2012) quando estudou o potencial de plantas inseticidas. Em seu estudo, o autor identificou distúrbios nas plantas com efeitos alelopáticos e fitotóxicos afetando a fotossíntese, inibindo o transporte de elétrons, diminuindo a quantidade de clorofila e interferindo no desenvolvimento da planta, fato que pode ter ocorrido neste experimento.

As folhas apicais foram as mais afetadas pelos extratos (Figura 4). Resultado semelhante foi obtido por Pinheiro e Quintela (2004) e por Dequech et al. (2008) quando aplicaram extratos de origem vegetal e produtos comerciais a base de *A. indica* sobre plantas de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foram observadas neste trabalho, as mesmas características de fitotoxicidade relatadas por Karlsson (2005), após aplicar produtos comerciais a base de *A. indica*, ou seja, engruvilhamento das folhas, clorose e manchas marrom. Segundo o autor, apesar dos sintomas as plantas possuem a capacidade de se regenerarem. Dessa forma, o manejo adequado e o intervalo de aplicação pode ser alternativa na redução dos efeitos provocados pelos extratos vegetais nas culturas de importância econômica.

Outro fator a ser considerado é a dosagem e a metodologia de extração dos fitocomplexo das plantas, conforme relata Paracampo et al. (2008), quando utilizaram extratos a frio e a quente de *Vouacapoua cf american* Aublet (Leg.-Caesalp.) com os extratos *n*-hexânico, diclorometânico, acetato de etila metanólico e aquoso. Os autores concluíram que os extratos obtidos a frio inibiram a germinação de malícia *Mimosa pudica* Mill. enquanto os extratos extraídos a quente não obtiveram o mesmo desempenho devido a degradação dos compostos fitotóxicos que foram degradados pelo método de extração.

Trabalho semelhante foi realizado por Ribeiro et al. (2012), utilizando extratos a quente de barbatimão *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, na germinação de alface *Lactuca sativa* L., os autores observaram que o extrato a quente permitiu maior porcentagem de germinação em relação ao acetônico. Relatam ainda que isto ocorreu devido às perdas dos fenólicos totais e flavonoides que influenciam na permeabilidade das membranas e na turgidez das

sementes.

Segundo Moraes et al (2012), outro fator a ser considerado na fitotoxicidade é a dosagem. De acordo com os dados em seu trabalho, quando aumentaram a dosagem dos extratos de *Brassica napus* L., *Raphanus sativus* L., *Trifolium vesiculosum* Savi e *Lolium multiflorum* Lam., aplicados sobre sementes de *Bidens pilosa* L. constataram que a germinação dos aquênios, foram completamente inibida, atribuindo esse efeito aos compostos fenólicos contidos nos extratos.

De acordo com Magalhães et al. (2013) as meliáceas, além dos compostos fenólicos, monoterpenos e os sesquiterpenos, também possuem efeito fitotóxicos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Tur et al. (2012), com extrato aquoso de folhas e frutos de *Melia azedarach* L. sobre a germinação e crescimento inicial de *Lycopersicon esculentum* Mill., constataram que na maior concentração dos extratos houve inibição no crescimento inicial que na germinação, 18% folhas e 66% nas sementes.

3.3 - Composição do óleo essencial de *Z. officinale* e *C. ambrosioides*

Os compostos encontrados no óleo de *C. ambrosioides* foram α -terpineno, *p*-cimeno, ciclooctano, ascaridol, epóxido de piperitona, *trans*-acetato de verbenila, Óxido de piperitona (Tabela 5).

Pontes et al. (2007), avaliaram a toxicidade e a repelência do óleo essencial das folhas e frutos de *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae) sobre ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) identificando entre os componentes majoritários nos frutos α -terpineno (47,6 %), presente também em *C. ambrosioides*. Relatam os autores que tanto os óleos dos frutos quanto das folhas revelaram-se eficientes contra o *T. urticae*.

Rondelli et al. (2012) encontraram (*Z*)-ascaridol (87%) e (*E*)-ascaridol (5,04%) e concluíram que esses componentes são majoritários do *C. ambrosioides*. No presente estudo os principais componentes foram *p*-cimeno (30,67%) e óxido de piperitona (29,15%) ascaridol (17,31%).

Tabela 5: Constituintes majoritários do óleo essencial (%) de *C. ambrosioides*. Cruz das Almas/BA, 2013.

| Composto | IR calc. | IR lit. | Área (%) |
|------------------------------------|----------|---------|----------|
| α -terpineno | 1019 | 1014 | 11.66 |
| <i>p</i> -cimeno | 1026 | 1020 | 30.67 |
| ciclooctano | 1124 | - | 7.89 |
| NI | 1228 | - | 0.17 |
| ascaridol | 1242 | 1234 | 17.31 |
| epóxido de piperitona | - | *MS** | 0.41 |
| NI | 1272 | - | 0.29 |
| <i>trans</i> -acetato de verbenila | 1290 | 1291 | 2.45 |
| óxido de piperitona | 1309 | MS | 29.15 |
| Total identificado (%) | | | 99,56% |

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. IR calc = Índice de retenção calculado; IR lit. = Índice de retenção da literatura; MS = Identificado pelo padrão de fragmentação; * Identificado pelo NIST Web Book (<http://webbook.nist.gov/chemistry/>);** Estereoquímica não determinada; NI = não identificado

Na análise cromatográfica de óleo de rizomas de gengibre utilizado nos experimentos, identificou-se 22 constituintes, dentre eles, 2-heptanol, α -pineno, canfeno, β -pineno, α -felandreno, β -felandreno, 1,8-cineol, 2-acetato de heptila, linalol, borneol, α -terpineol, geranial, carveol, 2-undecanona, acetato de citronelila, acetato geranila, ar-curcumeno, α -zingibereno, γ -amorfeno, α -(E)-(E)-farneseno, β -bisaboleno, β -sesquifelandreno (Tabela 6).

Ootani (2010) avaliando o efeito de *Eucalyptus citriodora*, *Cymbopogon nardus* no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) relata que o β -pineno, presente no gengibre, tem ação de repelência e as diferentes respostas dos óleos essenciais aos insetos podem estar relacionadas à concentração de alguns monoterpenos que é dependente dos fatores abióticos, bióticos e genéticos da planta.

Tabela 6: Constituintes majoritários do óleo essencial (%) de *Z. officinale*. Cruz das Almas/BA, 2013.

| Composto | IR calc. | IR lit. | Área (%) |
|-----------------------------|----------|---------|----------|
| 2-heptanol | 919 | 894 | 1.17 |
| NI | 939 | - | 0.08 |
| α -pineno | 947 | 932 | 2.85 |
| canfeno | 959 | 946 | 9.47 |
| NI | 983 | - | 0.18 |
| NI | 989 | - | 0.10 |
| β -pineno | 993 | 974 | 1.24 |
| α -felandreno | 1007 | 1002 | 0.20 |
| β -felandreno | 1031 | 1025 | 9.46 |
| 1,8-cineol | 1033 | 1026 | 6.61 |
| 2-acetato de heptila | 1041 | 1038 | 0.20 |
| NI | 1090 | - | 0.02 |
| NI | 1091 | - | 0.03 |
| NI | 1099 | - | 0.11 |
| linalol | 1101 | 1095 | 0.83 |
| borneol | 1169 | 1165 | 0.76 |
| α -terpineol | 1193 | 1186 | 0.60 |
| NI | 1230 | - | 1.74 |
| carveol | 1242 | * | 5.22 |
| NI | 1257 | - | 8.51 |
| geranial | 1272 | 1264 | 6.73 |
| 2-undecanona | 1294 | 1293 | 0.37 |
| acetato de citronelila | 1355 | 1350 | 0.32 |
| acetato geranila | 1385 | 1379 | 3.41 |
| ar-curcumeno | 1478 | 1479 | 2.96 |
| α -zingibereno | 1489 | 1493 | 21.44 |
| γ -amorfenol | 1493 | 1495 | 1.70 |
| α -(E)-(E)-farneseno | 1499 | 1505 | 4.84 |
| β -bisaboleno | 1501 | 1505 | 2.84 |
| β -sesquifelandreno | 1519 | 1521 | 6.01 |
| Total identificado (%) | | | 89,23 |

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013. IR calc = Índice de retenção calculado; IR lit. = Índice de retenção da literatura; *Identificado pelo NIST Web Book (<http://webbook.nist.gov/chemistry/>); NI = não identificado

Alguns dos constituintes presentes neste trabalho foram relatados por Dabague (2008) e por Franz et al. (2011) que encontraram os componentes majoritários geranial (16%), α -zingibereno (13%), neral (10%), e α -farneseno (5%) em seu trabalho.

Os efeitos dos óleos essenciais tóxicos nos insetos e fitotóxico nas plantas envolvem fatores pouco estudados. Os insetos podem absorvê-los por contato, fumigação ou ingestão provocando a morte, o atraso no desenvolvimento e a esterilização (FRANZ et al., 2011). Da mesma forma, nas plantas interfere na respiração, na fotossíntese, no crescimento, na germinação e na viabilidade das sementes por afetar a seletividade da membrana celular (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

3.4 - Teor de Azadiractina nas folhas e sementes de *A. indica*

Inicialmente foi realizada uma análise qualitativa, com o intuito de confrontar os dados cromatográficos do padrão de azadiractina com os obtidos na análise das sementes e folhas de *A. indica* obtendo dessa forma a linearidade satisfatória entre 0,005 e 0,25 µg/µL. O ajuste da reta foi realizado por regressão linear e a determinação da equação foi $y = 5.198.654.89x + 50.337.55$ e coeficiente de correlação $r^2 = 0.99$ demonstrando a pouca interferência da matriz.

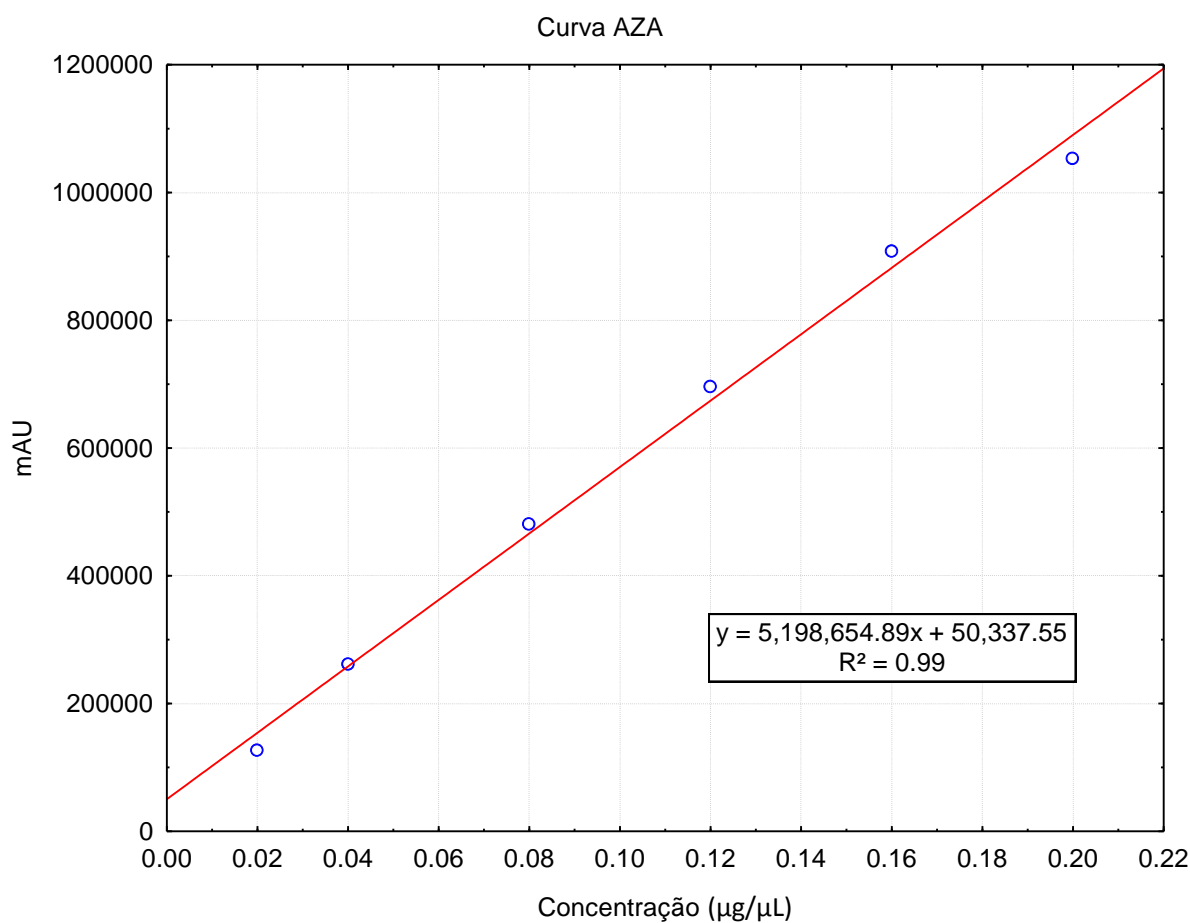
Tabela 6: Tempos de retenção dos extratos de folhas e sementes de Nim e do padrão de Azadiractina (AZA).

| Padrão AZA | Folhas de <i>A. indica</i> | Sementes de <i>A. indica</i> |
|--------------|----------------------------|------------------------------|
| Tempo (min.) | | |
| 3,44 | 3,31 | 3,32 |

Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

Pelos resultados obtidos foi possível inferir a presença de azadiractina nas amostras de folhas e sementes de *A. indica*. Isso porque os tempos de retenção do padrão e das amostras apresentaram similaridade, como pode ser observada na Tabela 5 e Figura 5.

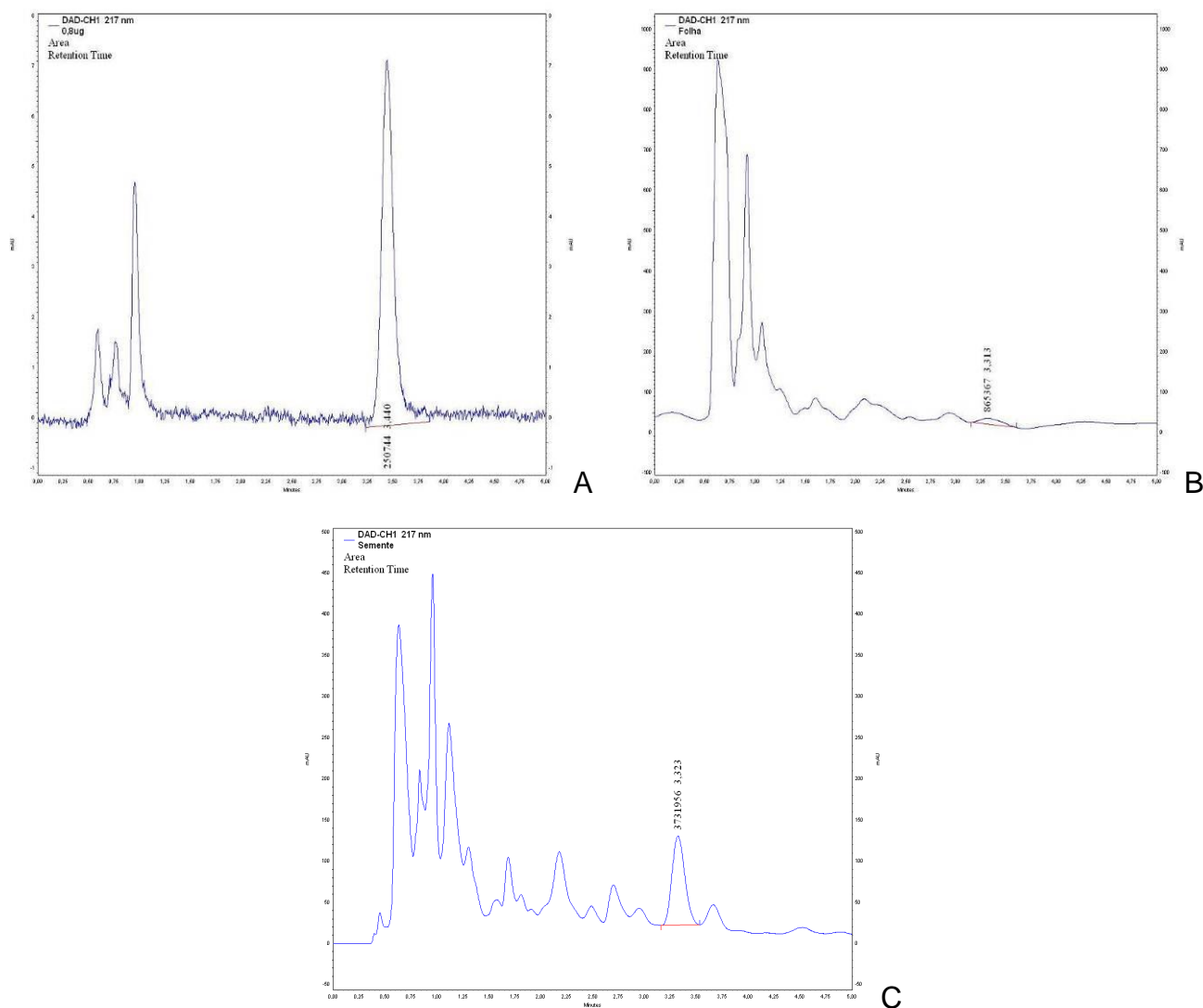
Figura 5: Curva de calibração padrão para azadiractina.



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

Na Figura 6 (A) observa-se o cromatograma padrão azadiractina com a análise do pico cromatográfico da azadiractina no detector de arranjo de diodos apresentando comprimento de onda com absorção máxima em 217 nm e 100% de pureza cromatográfica, identificando a similaridade entre os picos para folhas (B) e sementes de *A. indica* (C) em relação com o padrão.

Figura 6: Cromatograma do padrão de azadiractina (A) e do extrato de folhas (B) e de sementes (C).



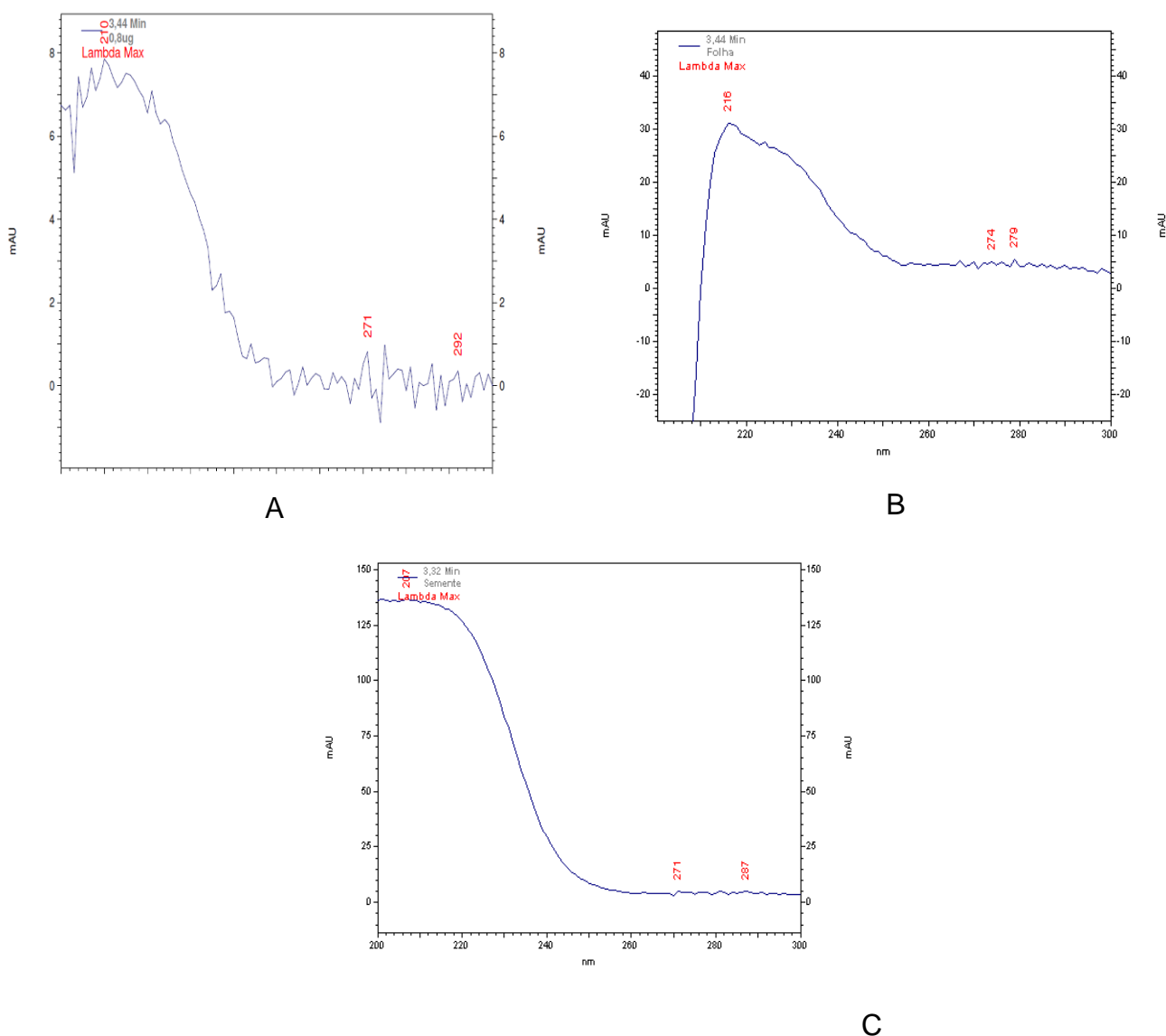
Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

Em relação à caracterização do sólido obtido das folhas (tempo de retenção de 3,44 min) e sementes (tempo de retenção 3,32 min) de *A. indica*, observou-se uma correlação satisfatória do espectro de UV com o espectro do padrão analítico entre 207 e 216 nm (Figura 7A).

Além disso, a comparação dos espectros de UV das amostras com o obtido pelo padrão de AZA possibilitou confirmar que os picos das amostras de folhas e

sementes de *A. indica* com tempos de retenção semelhantes ao padrão, correspondiam à substância AZA. Sendo assim, foi possível quantificar essa substância nas folhas (Figura 7B) e sementes (Figura 7C) de *A. indica*.

Figura 7: Espectro UV de Azadiractina do padrão (A), de folha (B) e semente (C) de *A. indica*.



Fonte: SILVA, M.P.L., 2013

Para tanto, foi construída a curva de calibração (Figura 7A) relacionando seis concentrações, na faixa de 0,02 a 0,2 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, do padrão de AZA com as áreas obtidas na separação cromatográfica. O coeficiente de correlação (R^2) obtido foi de 0,99 demonstrando a qualidade da curva, visto que, quanto mais próximo de

1,0 for R^2 menor a dispersão entre o conjunto de pontos experimentais e maior a sua linearidade (RIBANI et al., 2004).

Os teores de azadiractina identificados foram 188,6 ppm para folhas e 200,16 ppm sementes de *A. indica*. De acordo com Espaza-Díaz (2010), os valores apresentados são considerados baixos e pode está em função do extrator utilizado como metanol ou *n*-hexano.

Outro fator a ser considerado é o tempo de armazenamento, podendo contribuir na perda dos metabólicos secundários contidos nas plantas inseticidas comprometendo a eficiência e pode gerar descrédito generalizado sobre o uso de produtos naturais para controlar insetos praga. (FORIM et al., 2010).

4 – CONCLUSÃO

Conclui-se que os extratos aquosos de folhas e sementes de *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale* e os produtos comerciais a base de *A. indica* provocaram fitotoxicidade às folhas de *M. esculenta*, nas condições experimentais deste trabalho.

5 - REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Allured: Carol Stream, 2007. 804 p.

ALBUQUERQUE, J. A. A. et al. Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 532-538, jul-set, 2012.

ALMEIDA, F. A. C. et al. Bioatividade de extratos vegetais no controle de *Zabrotes subfasciatus* isolado e inoculado em massa de feijão *Phaseolus*. **Revista brasileira de produtos agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. especial, p. 375-384, 2011.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. da S. et al. (Eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.7, p.138-169.

CARABALI, A. et al. Resistance to the whitefly, *Aleurotrachelus socialis*, in wild populations of cassava, *Manihot tristis*. **Journal of insect**, v.10, n. 70, p. 1-10, 2009.

CARDOSO, C.E.L.; SOUZA, J.S.; GAMEIRO, A.H. Aspectos econômicos e mercado. In: SOUZA, L. da S. et al. (Eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.2, p.41-70.

CARVALHO, S.S. et al. Eficiência de nanoformulações a base de óleo de nim sobre *Bemisia tabaci* (GENN.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 193-202, jan./mar. 2012.

CARVALHO, P. C. L.; FUKUDA, W. M.G. Estrutura da planta e morfologia. In: SOUZA, L. da S. et al. (Eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.6, p.126-137.

COITINHO, R. L. B. C. **Atividade inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**. 2009 62f. Tese (Doutorado) – UFRP, Recife-PE.

CORRÊA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.4, p.500-506, 2011.

COSTA, E. L. N. et al. Bioatividade de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (Meliaceae) no controle de adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Coleopteros: Bruchidae) em laboratório. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 2, jun. p. 31-35, 2010.

DABAGUE, I.C.M. **Rendimento e composição do óleo essencial de rizomas de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) sob diferentes épocas de colheita e períodos de secagem.** 2008 63f. Dissertação (Mestrado) - UFPR, Curitiba-PR.

DEQUECH, S.T.B. et al. Fitotoxicidade causada por inseticidas botânicos em feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris*L.) cultivado em estufa plástica. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 15, n.1, p. 71-80, 2008.

ESPARZA-DÍAZ, G. et al. Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. JUSS. **Agrociência**, v. 44, n. 7, oct./nov., 2010.

FARIAS, A. R. N. Pragas da mandioca: instruções práticas. **Informativo Técnico**, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas-BA, 32 p. 2005.

FARIAS, A.R.N.; BELLOTTI, A.C. Pragas e seu controle. In.: **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas-BA. 2006. 817p. il.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, São Carlos. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000. p.255-258.

FORIM, M. R. et al. Simultaneous quantification of azadirachtin and 3-tigloylazadirachtol in Brazilian seeds and oil of *Azadirachta indica*: application to quality control and marketing. **Analytical Methods**, v. 2, n. 1, p. 860–869, 2010.

FORIM, M. R. et al. Uso de CLAE no controle de qualidade em produtos comerciais de nim: reprodutibilidade da ação inseticida. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p.1082-1087, 2010.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: **Southern Weed Science Society. Research methods in weed science**, Clemson, 3ª ed. 1986. p 29-45.

FRANZ, A.R.; KNAAK, N.; FIUZA, L.M. Toxic effects of essential plant oils in adult *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**. v.55, p. 116–120, marc. 2011.

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

KARLSSON, M. F. **Control de mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Hemiptera: Aleyrodidae)**. **Minor Field Studies**. Tese.- Universidad Sueca de Agricultura, 2005.

LIMA, M. H. D.; LOUREIRO, E. S.; KASSAB, S. O.; SILVA, A. S. Eficiência de fungos entomopatogênicos para o controle de ninfas de *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivo de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 8, p.47-56, 2012.

LOVATTO, P.B.; MARTINEZ, E.A.; MAUCH, C.R.; SCHIEDECK, G. A utilização da espécie *Melia azedarach* L. (Meliaceae) como alternativa à produção de insumos ecológicos na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n.2, p. 137- 149, 2012.

MAGALHÃES, H. M.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; SANTOS, L. D. T.; LOPES, P. S. N. Ação alelopática de óleos essenciais de alecrim-pimenta e capim-santo na germinação de aquênios de alface. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 485-496, mar./abr. 2013.

MARTINEZ, S.S. **O Nim *Azadirachta indica* – natureza, usos múltiplos. produção.** Londrina: IAPAR, 2011, 205p.

MORAES, P. V. D. et al. Potencial alelopático de extratos aquosos de culturas de cobertura de solo na germinação e desenvolvimento inicial de *Bidens pilosa*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1299-1314, jul./ago. 2012.

OLIVEIRA, R. M. Toxicidade de formulações de nim ao ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) e a plantas de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n. 2, p. 01-05, dez., 2011.

OOTANI, M.A. **Atividade inseticida, antifúngica e herbicida dos óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora* e *Cymbopogon nardus*.** 2010 121 f. Dissertação (Mestrado) – UFT, Gurupi/TO.

PARACAMPO, N. E. P. et al. Atividade fitotóxica e fungitóxica de extratos de *Vouacapoua cf americana* Aublet (Leg.-Caesalp.), essência florestal nativa da Amazônia. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 52, p. 9-22, jul./dez. 2009.

PINHEIRO, P.V.; QUINTELA, E.D. **Efeito de Extratos de Plantas Sobre a Mortalidade de Ninfas de *Bemisia Tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** 2004. (Circular técnica 95).

PIRES, M.N.; OLIVEIRA V.R. Alelopatia. In.: OLIVEIRA Jr., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Eds.) **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba-PR, Ominipax, 2011, Cap. 5, 95-123.

PONTES, W. J. T. et al. Chemical composition and acaricidal activity of the leaf and fruit essential oils of *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae). **Acta Amazônica**. v. 37, n. 1, p.103-110. Jan. 2007.

RIBANI, M. et al. Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. **Química Nova**, v. 27, n. 5, p.771-780, 2004.

RIBEIRO, L. O. et al. Fitotoxicidade de extratos foliares de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em bioensaio com alface. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 220-225, abr./jun. 2012.

RICKLI, H. C. et al. Efeitos alelopáticos de extrato aquoso de folhas de *Azadiractha indica* A. Juss em alface, soja, milho e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p.473-484, abr/jun, 2011.

ROCHA, L. C. D. et al. Seletividade de inseticidas utilizados em cultura cafeeira para larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 41, n. 6, p. 939-946, 2011.

SANTOS, A. S; ALVES, S. M; FIGUEREDO, F. J. C.; ROCHA NETO, O. G. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Embrapa Amazônia Ocidental, Belém, PA, **Comunicado Técnico**, n. 99, 2004.6p.

SILVA, M. P.L. et al., Atividade inseticida de Extrato Aquoso de Gengibre *Zingiber officinale* L. no Controle do Pulgão preto *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) em Citros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n. 2, p. 677-680, nov., 2009.

SILVA, P. S. S. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. **Revista Biotemas**. v. 25, n. 3, p. 65-74, set. 2012.

TAGLIARI, M. S.; KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Efeito de extratos de plantas na mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* 1997 (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.2, p.259-264, abr./jun., 2010.

TUR, C. M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Alelopatia de extratos aquosos de cinamomo (*Melia azedarach* L. Meliaceae) sobre a germinação e crescimento inicial do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. – Solanaceae). **Revista Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 49-56, set. 2012

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. J.; **Journal Chromatogr. A.**, v. 11, p. 463, 1963.

VILPOUX, O. F. Competitividade da mandioca no Brasil, como matéria-prima para amido. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n.11, p.27-38, nov. 2008.

XUAN, T. D. et al. Evaluation on phytotoxicity of neem (*Azadiractha indica* A. Juss) to crops and weeds. **Elsevier**, v. 23, n. 1, p. 335-345, 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo com extratos aquosos de *Chenopodium ambrosioides*, *Zingiber officinale*, folhas e sementes *A. indica*, os produtos comerciais Azamax[®] e Organic Neem[®] permitiu concluir que tiveram ação de mortalidade sobre ovos, no desenvolvimento e em ninfas de *Aleurothrixus aepim* em *Manihot esculenta*.

Apesar das plantas inseticidas contribuírem para minimizar os impactos provocados pelos pesticidas, provocam também efeitos deletérios aos insetos benéficos, conforme foi identificado no presente estudo com a queda da sobrevivência de *Mellipona scutellaris*, *Apis mellifera*, larvas e adultos de *Cryptolaemus montrouzieri*.

Para reduzir esse efeito negativo é necessário o uso da seletividade ecológica, ou seja, aplicar os extratos das plantas inseticidas nos horários em que os mesmos não estejam forrageando. As aplicações podem ser realizadas para as abelhas nos períodos da tarde e nos períodos no qual as plantas estejam sem flores ou as alimentando artificialmente.

Foi observado também neste trabalho a fitotoxicidade provocada pelos extratos às folhas de mandioca no experimento com mudas e em campo, havendo a necessidade de mais estudos para encontrar concentrações de extratos que possam controlar as moscas brancas sem provocar fitotoxidez às folhas. No entanto, esse resultado pode ser utilizado para aprofundar os estudos sobre herbicidas naturais.