

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

**BIOATIVIDADE DO RESÍDUO DE SISAL (*Agave sisalana* Perrine  
Ex Engelm) SOBRE *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1824)  
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) E *Diachasmimorpha longicaudata*  
(ASHMEAD, 1905) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)**

TAMARA THAYS BARBOSA LEAL

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
FEVEREIRO - 2015

BIOATIVIDADE DO RESÍDUO DE SISAL (*Agave sisalana* Perrine Ex Engelm) SOBRE *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1824) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) E *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD, 1905) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

**TAMARA THAYS BARBOSA LEAL**

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Piauí, 2011

Dissertação 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 Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flávia Silva Barbosa**

**Coorientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2015

## FICHA CATALOGRÁFICA

L435b

Leal, Tamara Thays Barbosa.

Bioatividade do resíduo de sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) sobre *Ceratitits capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) e *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) / Tamara Thays Barbosa Leal. – Cruz das Almas, BA, 2015.

62f.; il.

Orientadora: Flávia Silva Barbosa.

Coorientador: Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos.

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

1.Insetos – Entomologia. 2.Insetos – Controle alternativo. 3.Extratos vegetais – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 595.7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE  
TAMARA THAYS BARBOSA LEAL

*Flávia Silva Barbosa*

---

Membro Presidente: Profa. Dra. Flávia Silva Barbosa  
Instituição: UFRB

*Antônio Souza do Nascimento*

---

Membro Externo à Instituição: Prof. Dr. Antônio Souza do Nascimento  
Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura

*Marilene Fancelli*

---

Membro Externo à Instituição: Profa. Dra. Marilene Fancelli  
Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura

Homologada em     /     /     .

## DEDICATÓRIA

Dedico a minha família que é minha base,  
minha força, meu tudo,  
por sempre acreditarem em mim,  
pelo amor e incentivo aos estudos.

## AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela minha fé que me faz superar as dificuldades e seguir a vida sempre com a cabeça erguida e com um sorriso no rosto.

A minha família, mãe, pai, irmãos, sobrinho, tios, primos, avós, que mesmo distantes são a minha maior força, sem vocês eu nada seria.

Aos meus amigos do Piauí, pelo apoio e por sempre enviarem mensagens de carinho, amor e saudade, sinto-me especial.

Aos amigos da Bahia, vocês foram importantíssimos para que eu suportasse a dor da saudade, me proporcionaram muitas alegrias. Agradeço a Deus por ter tido a oportunidade de conhecer e morar nesta terra que tanto amo e por ter conhecido pessoas maravilhosas.

A família sisaleira, que me acolheu com muito carinho. Meninos! O amor e a gratidão que tenho por vocês é enorme. Só tenho a agradecer pela amizade de vocês e por terem sido uma segunda família para mim. Meu agradecimento vai em especial para meu grande amigo Miguel Júlio Guimarães, um ser humano sem igual, um anjo.

Agradeço imensamente a meus pais acadêmicos, minha orientadora Flávia Silva Barbosa, pela paciência, apoio, disposição, por sempre levantar meu ego como profissional com seus incentivos, elogios e puxões de orelha, e meu coorientador, Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos, paciente, prestativo, incentivador e sempre acreditando em meu potencial. Vocês foram dez comigo.

A professora Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Fermino Soares pela atenção e apoio sempre que necessário.

A Embrapa Mandioca e Fruticultura por todo o apoio, por abrir as portas e me proporcionar à oportunidade de desenvolver meu trabalho.

Ao Dr. Antonio Souza do Nascimento, aos técnicos, Dilson e José Carlos, e aos bolsistas do laboratório de Entomologia da Embrapa, por toda ajuda, pelos ensinamentos e pelos sorrisos, enfim, vocês foram indispensáveis para a conclusão deste trabalho.

A CAPES pela bolsa de estudos.

Agradeço aos professores da UFRB que ministraram o mestrado, pelo apoio, compreensão e transmissão de conhecimentos.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram, torceram e oraram para a realização desse sonho.

**Muito Obrigada!**

**“Tudo posso naquele que me fortalece”**

***Filipenses 4:13***

**“Toda a grande obra supõe um sacrifício; e no próprio sacrifício se encontra a mais bela e a mais valiosa das recompensas”.**

***Agostinho da Silva***

**“Faço da fé a chama com que acendo meus sonhos, e com eles realizados, agradeço a Deus por me fazer acreditar que sou um vencedor!”**

***Autor desconhecido***



## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	1
<b>Capítulo 1</b>	
BIOATIVIDADE DO RESÍDUO SECO E FRESCO DE SISAL ( <i>Agave sisalana</i> Perrine Ex Engelm) EM <i>Ceratitis capitata</i> (WIEDEMANN, 1824) (DIPTERA: TEPHRITIDAE).....	12
<b>Capítulo 2</b>	
BIOATIVIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE RESÍDUO SECO DE SISAL ( <i>Agave sisalana</i> Perrine ex Engelm) A 5% SOBRE O PARASITOIDE <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (ASHMEAD, 1905) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE).....	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62

BIOATIVIDADE DO RESÍDUO DE SISAL (*Agave sisalana* Perrine Ex Engelm) SOBRE *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1824) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) E *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD, 1905) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

**Autor:** Tamara Thays Barbosa Leal

**Orientador:** Flávia Silva Barbosa

**Resumo:** *Ceratitis capitata* é considerada uma das pragas mais nocivas para a produção de frutas mundial, é convencionalmente controlada com produtos químicos sintéticos. O uso de extratos botânicos é um método alternativo para o controle destas pragas. O sisal é uma planta nativa das regiões áridas e tropicais do hemisfério ocidental, rica em metabólitos secundários, e se adaptou muito bem à região nordeste. Hoje é produzida em larga escala principalmente no estado da Bahia. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial atrativo de extratos botânicos provenientes de resíduo de sisal sobre a oviposição de *C. capitata*, bem como a seletividade ao organismo benéfico *Diachasmimorpha longicaudata*. O extrato aquoso de resíduo seco a 5% apresentou o maior potencial atrativo sobre *C. capitata*. Todos os extratos nas diferentes concentrações interferiram negativamente na taxa de emergência dos adultos de *C. capitata* demonstrando efeito inseticida. O extrato aquoso de resíduo seco a 5% interferiu na localização e taxa de postura do inimigo natural *D. longicaudata* e possivelmente na redução da taxa de parasitismo.

**Palavras-chave:** Controle alternativo, extratos vegetais, metabolismo secundário.

BIOACTIVITY OF THE WASTE OF SISAL (*Agave sisalana* PERRINE EX ENGELM) ON *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN 1824) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) AND *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD, 1905) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

**Author:** Tamara Thays Barbosa Leal

**Advisor:** Flávia Silva Barbosa

**Abstract:** *Ceratitis capitata*, considered one of the most destructive pests worldwide for producing fruits, is conventionally controlled with synthetic chemicals products. The use of botanical extracts is an alternative method to control of these pests. The sisal is a plant native to the arid and tropical regions of the Western Hemisphere, rich in secondary metabolites, which has adapted very well to the Northeast region. Today is produced in large scale mainly in the state of Bahia. The objective of this study was to evaluate the potential attraction of botanical extracts from sisal waste on oviposition of *C. capitata*, and on the selectivity the beneficial organism *Diachasmimorpha longicaudata*. The aqueous extract of dry waste at 5% showed the greatest attractive potential on *C. capitata*. All extracts at different concentrations negatively interfered in the emergence rate of *C. capitata* adults demonstrating insecticidal effect. The aqueous extract of dry waste at 5% interfered in locating and posture rate of natural enemy *D. longicaudata* and possibly in the reduction the rate of parasitism.

**Key- words:** Alternative control, plant extracts, secondary metabolism

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas tropicais, subtropicais e temperadas, apesar disso, somente 2,3%, ou 828 mil toneladas são destinadas para exportação, já que a prioridade é o mercado interno (POMMER & BARBOSA, 2009). Hoje o país ocupa a 15<sup>o</sup> posição do ranking mundial de exportação, onde, 47% de tudo que é produzido é destinado para o consumo *in natura* e 53% vai para o processamento (CARVALHO & MIRANDA, 2009). O Brasil apresenta um grande potencial produtivo, com muitas vantagens sobre os outros países exportadores, uma vez que possui um vasto território composto de climas diversos, sendo favorecido pelo fato de se localizar no hemisfério sul e possui capacidade produtiva o ano inteiro. Quando é inverno na parte norte do globo, muitos países não conseguem produzir, é preciso importar do hemisfério sul, refletindo em maiores vendas e melhores preços (CARVALHO & MIRANDA, 2009). A área plantada no país é cerca de 1,9 milhões de hectares, sendo a laranja, banana, abacaxi, melancia e mamão os frutos mais produzidos, que juntos somam aproximadamente 30 milhões de toneladas (FACHINELLO et al., 2011).

Um dos maiores problemas encontrados pela fruticultura internacional, são as espécies de pragas pertencentes à família dos tefritídeos, causadores de perdas na produção e responsáveis por limitar o mercado de exportações em muitos países (RAGA et al., 2004). As principais espécies de moscas-das-frutas consideradas pragas para a fruticultura no Brasil são as do gênero *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis* e *Rhagoletis* (ZUCCHI, 2000).

O gênero *Ceratitis*, originário da África, compreende 65 espécies, onde somente uma ocorre no Brasil, a *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) (RABELO, 2010), com grande importância econômica no país (UCHÔA-FERNANDES et al., 2003). O primeiro registro de ocorrência da praga no Brasil foi há mais de cem anos, sendo constatada pela primeira vez em 1901 (CARVALHO et al., 1998). *C. capitata* é conhecida vulgarmente por mosca-do-mediterrâneo, moscas-das-frutas-do-mediterrâneo, mosca-das-frutas e moscamed (VILLEGAS & COTO, 1980). Pertence à família dos tefritídeos, que possui mais de 5000 espécies no mundo todo, destas, 1400 desenvolvem seu

estágio larval em frutos carnosos (MALACRIDA et al., 2007), possui hábito alimentar polífago (JOACHIM-BRAVO et al., 2001), é cosmopolita, sendo considerada a mais nociva dentre as espécies desta família (SILVA et al., 2011). Sua biogeografia abrange toda a África, sul da Europa (Zona do Mediterrâneo), Oriente Médio, todas as Américas, Caribe, Austrália e Ilhas do Pacífico (MALAVASI, et al., 2000).

Convencionalmente o controle de *C. capitata* é feito por meio de aplicações de produtos químicos sintéticos, como pulverizações de cobertura e a mistura de proteína hidrolisada com organofosforados (Malathion) e piretroides (PANISELLO-TAFALLA et al., 2009). O uso de tais produtos vem aumentando em todo o mundo, e tem como consequência o desenvolvimento de pragas resistentes, sendo necessárias a cada aplicação, quantidades maiores destes produtos químicos sintéticos. Com isso, tem-se motivado pesquisas com produtos naturais como uma alternativa, já que os pesticidas com o passar do tempo perdem sua eficácia (NERIO et al., 2010), além de elevar os custos de produção, assim como acarretam problemas a saúde ambiental, humana e entomofauna (AZEVEDO, et al., 2010).

Decorrentes dos inúmeros problemas ocasionados pela agricultura convencional busca-se cada vez mais uma agricultura limpa, livre de contaminantes para a saúde humana e ambiental. Uma agricultura sustentável é aquela que visa um ecossistema mais equilibrado, é onde faz-se necessário o uso de tecnologias de manejo ecologicamente sintonizadas. Portanto, a produção agrícola e a pesquisa buscam uma mudança na mentalidade dos atores sociais envolvidos visando à estabilidade e sustentabilidade ecológica, por meio da otimização do sistema como um todo, sem altos rendimentos (ALTIERI et al., 2003).

Além da busca pela preservação do meio ambiente, utilizando seus recursos naturais de forma sustentável e racional, maiores benefícios sociais e a auto-sustentação, a produção agrícola sustentável visa reduzir ou suprimir a dependência de energia não sustentável e insumos externos (HAMERSCHMIDT et al., 2000; PENTEADO, 2000).

Conhecer o comportamento da praga pode ajudar na escolha da forma de controle, reduzindo custo e otimizando o processo de manejo. Nesse contexto,

fazer uso de método alternativo a pesticida químico que possua efeito atrativo, alterando o comportamento da praga em questão, impedindo que realizem posturas nos frutos, torna-se uma alternativa atraente num contexto de equilíbrio ambiental, já que, por meio de extratos botânicos com propriedades atrativas podem-se desenvolver iscas para controle e monitoramento de pragas. Lovatto et al. (2004) em trabalho com extratos de plantas silvestres da família *Solanaceae* sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae), mostraram que *Solanum aculeatissimum* (joá-bravo) nas concentrações de 2,5% e 5% apresentaram ação atraente sobre a praga.

Quando trata-se do controle de insetos-praga, um grande desafio na agricultura convencional e/ou de base agroecológica, é a adoção de medidas curativas quando estes chegam a um nível populacional que podem ou não causar consideráveis prejuízos econômicos ao produtor. O objetivo deve ser o de minimizar os impactos socioeconômicos e ecotoxicológicos provocados pelos inseticidas orgânicos sintéticos, os quais possuem o uso proibido na agricultura de base ecológica, segundo os preceitos da agroecologia, conforme Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica (BRASIL, 2003). Dessa forma, é preciso que medidas alternativas de controle sejam adotadas para o controle de insetos pragas, como o uso de extratos vegetais e o controle biológico, porém, nem sempre tais medidas alternativas estão disponíveis para o produtor (PENTEADO, 2000), é preciso que sejam realizadas pesquisas para que processos e produtos tecnológicos sejam desenvolvidos.

Nos extratos vegetais encontram-se substâncias químicas produzidas pelo metabolismo secundário das plantas, a produção dessas substâncias ocorre como resposta ao ataque de herbívoros, como um mecanismo de defesa da planta (MAZID et al., 2011).

Para obtenção de inseticidas botânicos toda a planta ou somente parte dela pode ser utilizada (folhas, frutos, sementes, raízes, caule), e o preparo pode ser de diferentes formas como em pó, extração aquosa ou com uso de solventes orgânicos, como éter, acetona, álcool, clorofórmio, entre outros, e destilação (WIESBROOK, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2005). Óleo essencial tem sido obtido experimentalmente (CAVALCANTI et al., 2004; ESTRELA et al., 2006; AYVAZ et

al., 2010), entretanto a extração só é possível com uso de equipamentos sofisticados, o que não é compatível com a realidade de pequenos agricultores.

Em relação a *C. capitata*, pouco tem sido pesquisado quanto ao efeito dos extratos botânicos sobre essa praga, contudo Epino (1991) verificou a atividade inseticida de extratos obtidos de sementes de *Annona squamosa* (L.) sobre *C. capitata*, concluindo a eficácia desses extratos. Rohde et al. (2013) constataram que extratos aquosos de *Melia azedarach* (Meliaceae), *Ruta graveolens* (Rutaceae), *Zingiber officinalis* (Zingiberaceae) e *Allium sativum* (Liliaceae) tem efeito inseticida sobre larvas e pupas de *C. capitata*.

A planta *Agave sisalana* Perrine ex Engelm, conhecida popularmente como sisal é uma monocotiledônea (SANTOS et al., 2009). As folhas apresentam coloração verde-escuro, são eretas, lanceoladas, as plantas na fase adulta chegam a medir de 0,9 a 1,3 metros de comprimento, com espinho nas pontas que medem de 20-25 milímetros de comprimento (SMITH et al., 2008), esta espécie pode durar de 15-20 anos (DEBNATH et al., 2010). Um aspecto intrínseco do sisal é que sua floração ocorre somente uma vez, no final do seu ciclo de vida, morrendo em seguida (PIVEN et al., 2001). É uma planta nativa das regiões áridas e tropicais do hemisfério ocidental, principalmente o Sul do Taiwan, América Central e México (CHEN et al., 2009), pertence ao gênero *Agave* e à família Asparagaceae (DUNDER et al., 2010) com mais de 250 espécies descritas em todo o mundo (MWAIKAMBO, 2006).

No Brasil a *A. sisalana* é uma cultura de grande importância (SILVEIRA et al., 2012). Segundo Azzini et al. (1998) esta é a única espécie cultivada no país para a produção de fibras duras. No ano de 2010, o Brasil produziu 246.535 toneladas em total de 264.016 ha de área plantada e colhida com um rendimento médio de 934 kg/ha de fibra (IBGE, 2010). Hoje o país é o maior produtor e exportador de fibras de sisal e sisal manufaturado. Aproximadamente 70% do sisal beneficiada alimenta os mercados europeus e asiáticos, já os Estados Unidos e Canadá importam o sisal manufaturado brasileiro, 86% e 5%, respectivamente (MARTIN et al., 2009). No Nordeste brasileiro, o sisal, planta que se adapta muito bem a regiões semiáridas, é produzida em larga escala, principalmente no estado da Bahia, que é responsável por 95% da produção nacional, gerando empregos para mais de 800 mil pessoas, com áreas cultivadas

de até 190 mil hectares, e em pequenas propriedades, menores que 15 hectares, onde a mão de obra familiar predomina (SANTOS et al., 2010). O território do sisal abrange os municípios de Araci, Barrocas, Biritinga, Candeal, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Nordestina, Queimadas, Quijingue, Retirolândia, Santaluz, São Domingos, Serrinha, Teofilândia, Tucano, Valente (BELTRÃO & SAYAGO, 2010) (Figura 1).



**Figura 1-** Mapa do território do Sisal

Fonte: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia

Na planta de sisal a fibra representa 4% do peso das folhas da planta, enquanto 0,75% é de cutícula, 8% de matéria seca e 87,25% de umidade, que são considerados resíduos (MURHERJEE & SATYANARAYANA, 1984). Suas fibras são duras, sendo a planta considerada uma das mais utilizadas e de fácil cultivo (LI et al., 2000).

As fibras, produto de maior evidência do sisal é bastante procurado na indústria têxtil e automobilística, para fabricação de produtos artesanais, na ornamentação de ambientes, na produção de cordas, cordões, telhas, caixas d'água. Sua matéria-prima também é utilizada para a fabricação de celulose e papéis finos. Na indústria farmacêutica, é utilizada para produção de embalagens



específicas, também é empregado em outros setores como em revestimento de estradas (OLIVEIRA, 2010).

Na composição química do sisal encontra-se, tanino, alcaloides, saponina e cumarina (BARRETO et al., 2010).

Como toda intervenção no agroecossistema gera impacto é importante verificar se há seletividade do uso desse extrato em organismos benéficos como os inimigos naturais. A vespa *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) é um solitário endoparasitoide coinobionte de larvas de último instar de moscas-das-frutas (EBEN et al., 2000; SIVINSKI et al., 2001). Foi introduzido no Brasil pela primeira vez em 1994, pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo originária do sudeste da Ásia (CARVALHO et al., 1998). É considerada a espécie de parasitoide mais importante nos programas de controle biológico de moscas-das-frutas (GARCIA & RICALDE, 2013).

Neste contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo geral de disponibilizar informações sobre o potencial de extratos botânicos provenientes de resíduo de *Agave sisalana* Perrine ex Engelm (Agavaceae) sobre a oviposição de *C. capitata*, bem como sobre a seletividade ao organismo benéfico *D. longicaudata*.

O capítulo I, intitulado “Bioatividade do resíduo seco e fresco de sisal em *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)”, foi conduzido com o objetivo de identificar nas diferentes extrações e concentrações de resíduo de sisal, o que apresente maior potencial atrativo, efeito no comportamento dos adultos e estimulantes de oviposição de *C. capitata*.

O Capítulo II, intitulado “Bioatividade do extrato aquoso de resíduo seco de sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) a 5% sobre o parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae)”, foi conduzido com o objetivo de verificar se o extrato botânico de resíduo de sisal que obteve melhor resposta quanto à atratividade no capítulo I apresenta seletividade sobre *D. longicaudata*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005, 58 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205).

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.

AYVAZ, A.; SAGDIC, O.; KARABORKLU, S.; OZTURK, I. Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. **Journal of insect science**, v. 10, n. 21, p. 1-13, 2010.

AZEVEDO, F. R.; GUIMARÃES, J. A.; SIMPLÍCIO, A. A. F.; SANTOS, H. R. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri cearense. **Arquivos do Instituto Biológico**, n. 77, p. 33-41, 2010.

AZZINI, A.; GONDIM-TOMAZ, R. M. A.; ERISMANN, N. M.; COSTA, A. A.; BENATTI JUNIOR, R. Caracterização tecnológica de híbridos de *Agave*. **Bragantia** v. 57 n. 1, p.113-117, 1998.

BARRETO, A. F.; ARAÚJO, E.; BONIFÁCIO, B. F. Eficiência de extratos de *Agave sisalana* (Perrine) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch) e ocorrência de fitotoxidez em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r *latifolium* Hutch). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, p. 207-215, 2010.

BELTRÃO, S. L. L.; SAYAGO, D. A. V. Novos atores e novas institucionalidades no Território do Sisal (BA): estruturas de poder no contexto das políticas públicas de desenvolvimento territorial rural sustentável. **C&D-Revista Eletrônica da Fainor**, v. 3, n. 1, p.132-148, 2010.

BRASIL. Poder executivo. Lei n. 10.831. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 de dezembro de 2003. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/2003/L10.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.831.htm)>. Acesso em: 02 de abril de 2014.

CARVALHO, J. M.; MIRANDA, D. L. **As exportações brasileiras de frutas: um panorama atual**. Brasília: SOBER, [2009]. Disponível em: [www.sober.org.br/palestra/13/1300.pdf](http://www.sober.org.br/palestra/13/1300.pdf)>. Acesso em 10 de setembro de 2014.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. **Metodologia de criação do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), visando estudos em laboratório e em campo**. Cruz das Almas: EMBRAPA, CNPMF, 1998. 16 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 30).

CAVALCANTI, E. S. B.; MORAIS, S. M.; LIMA, M. A. A.; SANTANA, E. W. P. Larvicidal Activity of essential oils from Brazilian plants against *Aedes aegypti* L. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 5, p. 541-544, 2004.

CHEN, P. Y.; KUO, Y. C.; CHEN, C. H.; KUO, Y. H.; LEE, C. K. Isolation and immunomodulatory effect of homoisoflavones and flavones from *Agave sisalana* Perrine ex Engelm. **Molecules**, v. 14, n. 5, p. 1789-1795, 2009.

DEBNATH, M.; PANDEY, M.; SHARMA, R.; THAKUR, G. S.; LAL, P. Biotechnological intervention of *Agave sisalana*: A unique fiber yielding plant with medicinal property. **Journal of Medicinal Plant Research**, v. 4, n. 3, p. 177-187, 2010.

DUNDER, R. J.; QUAGLIO, A. E. V.; MACIEL, R. P.; LUIZ-FERREIRA, A.; ALMEIDA, A. C. A.; TAKAYAMA, C.; FARIA, F. M.; SOUZA-BRITO, A. R. M. Anti-inflammatory and analgesic potential of hydrolyzed extract of *Agave sisalana* Perrine ex Engelm., Asparagaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 376-381, 2010.

EBEN, A.; BENREY, B.; SIVINSKI, J.; ALUJA, M. Host species and host plant effects on preference and performance of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 1, p. 87-94, 2000.

EPINO, P. B. **Insecticidal activity and physiological property of *Annona squamosa* (L.) seed extracts against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) : (Diptera: Tephritidae)**. 1991. 87 f. Dissertação (Ph. D em Entomologia)- University of Hawaii, Manoa, 1991.

ESTRELA, J. L. V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 217-222, 2006.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. S1, p. 109-120, 2011.

GARCIA, F. R. M.; RICALDE, M. P. Augmentative Biological Control Using Parasitoids for Fruit Fly Management in Brazil. **Insects**, v. 4, p. 55-70, 2013.

HAMERSCHMIDT, I.; SILVA, J. C. B.; LIZARELLI, P. H. **Agricultura orgânica**. Curitiba: EMATER-PR, 2000. 68 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes**, Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91, 2010.

JOACHIM-BRAVO, I. S.; FERNANDES, O. A.; BORTOLI, S. A.; ZUCOLOTO, F. S. Oviposition Behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): Association Between Oviposition Preference and Larval Performance in Individual Females. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 559-564, 2001.

LI, Y.; MAI, Y. W.; YE, L. Sisal fibre and its composites: a review of recent developments. **Composites Science and Technology**, v. 60, n. 11, p. 2037-2055, 2000.

LOVATTO, P. B.; GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 971-978, 2004.

MALACRIDA, A. R.; GOMULSKI, L. M.; BONIZZONI, M.; BERTIN, S.; GASPERI, G.; GUGLIELMINO, C. R. Globalization and fruit fly invasion and expansion: the medfly paradigm. **Genetica**, v. 131, p. 1-9, 2007.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In: MALAVASI A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. 327p. cap. 10, p. 93-98.

MARTIN, A. R.; MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H. C.; SILVA, O. R. R. F. Caracterização química e estrutural de fibra de sisal da variedade *Agave sisalana*. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 19, nº 1, p. 40-46, 2009.

MAZID, M.; KHAN, T. A.; MOHAMMAD, F. Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. **Biology and Medicine**, v. 3, n. 2, p. 232-249, 2011.

MURHERJEE P. S & SATYANARAYANA K. G. Structure and properties of some vegetable fibres, part 1. Sisal fibre. **Journal of Materials Science**, v. 19, p. 3925-3934, 1984.

MWAIKAMBO, L. Y. Review of the history, properties and application of plant fibres. **African Journal of Science and Technology**, v. 7, n. 2, p. 120-133, 2006.

NERIO, L. S.; OLIVERO-VERBEL, J.; STASHENKO, E. Repellent activity of essential oils: A review. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 1, p. 372-378, 2010.

OLIVEIRA, L. **Eficiência do resíduo de sisal para a compostagem com esterco animal e farinha de rocha natural**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA. 88 p.

PANISELLO-TAFALLA, P.; ROIG-REVERTÉ, J.; RAMONEDA-MOLINS, J. Situación actual del control de la mosca de la fruta, *Ceratitis capitata*, en España. **Horticultura internacional**, n. 70, p. 22-27, 2009.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas: Grafimagem, 2000. 110 p.

PIVEN, N. M.; BARREDO-POOL, F. A.; BORGES-ARGA´EZ, I. C.; HERRERA-ALAMILLO, M. A.; MAYO-MOSQUEDA, A.; HERRERA-HERRERA, J. L.; ROBERT, M. L. Reproductive biology of henequén (*Agave fourcroydes*) and its wild ancestor *Agave angustifolia* (Agavaceae). i. Gametophyte development. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 11, p. 1966–1976, 2001.

POMMER, C. V.; BARBOSA, W. The impact of breeding on fruit production in warm climates of Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p. 612-634, 2009.

RABELO, L. R. S. **Monitoramento de Moscas-das-Frutas (Diptera, Tephritidae) em cinco municípios do Estado de Goiás**. 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiás. 2010.

RAGA, A.; PRESTES, D. A. O.; SOUZA FILHO, M. F.; SATO, M. E.; SILOTO, R. C.; GUIMARÃES, J. A.; ZUCCHI, R. A. Fruit fly (Diptera: Tephritoidea) infestation in citrus in the State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.33, n.1, p. 85-89, 2004.

ROHDE, C; MOINO JUNIOR, A.; SILVA, P. K.; RAMALHO, K. R. O. Efeito de extratos vegetais aquosos sobre a mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 4, p. 407-415, 2013.

SANTOS, J. D. G.; BRANCO, A.; SILVA, A. F., PINHEIRO, C. S. R.; NETO GÓES, A.; UETANABARO, A. P. T.; QUEIROZ, S. R. O. D.; OSUNA, J. T. A. Antimicrobial activity of *Agave sisalana*. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 22, p. 6181-6184, 2009.

SANTOS, M. B.; SANTOS, C. Y.; ALMEIDA, M. A.; SANTOS, C. R. S.; SANT'ANNA, H. L. S.; SANTOS, O. S. N.; SILVA, F.; MARTINS, G. N. Efeito inibitório in vitro de extrato vegetal de *Allium sativum* sobre *Aspergillus Níger* Tiegh. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.1, p.13-17, 2010.

SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. Ocorrência e hospedeiros de *Ceratitis capitata* na Amazônia brasileira. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá. p.197-204, 2011.

SILVEIRA, R. X.; CHAGAS, A. C. S.; BOTURA, M. B.; BATATINHA, M. J. M.; KATIKI, L. M.; CARVALHO, C. O.; BEVILAQUA, C. M. L.; BRANCO, A.; MACHADO, E. A. A.; BORGES, S. L.; ALMEIDA, M. A. O. Action of sisal (*Agave sisalana* Perrine) extract in the in vitro development of sheep and goat gastrointestinal nematodes. **Experimental parasitology**, v. 131, n. 2, p. 162-168, 2012.

SIVINSKI, J.; VULINEC, K.; ALUJA, M. Ovipositor length in a guild of parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) attacking *Anastrepha* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae) in southern Mexico. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 94, n. 6, p. 886-895, 2001.

SMITH, G. F.; WALTERS, M.; FIGUEIREDO, E.; KLOPPER, R. R. Naturalised species of *Agave* L. (Agavaceae) in the Eastern Cape Province of South Africa. **Bradleya**, v. 26, p. 33-40, 2008.

Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia-SEI. **Mapa do território do sisal**. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/>. Acesso em: 18 de novembro de 2014.

UCHÔA-FERNANDES, M. A.; OLIVEIRA, I.; MOLINA, R. M. S.; ZUCCHI, R. A. Biodiversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) captured in citrus groves, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 239-246, 2003.

VILLEGAS, C.; COTO, L. R. **Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* (Wiedemann))**: bibliografía parcialmente anotada. Costa Rica: IICA, 1980. 166 p.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Illinois Pesticide Review**, v. 17, n. 3, p. 1-8, 2004.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de Importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p.13-24.

## CAPÍTULO 1

### **BIOATIVIDADE DO RESÍDUO SECO E FRESCO DE SISAL (*Agave sisalana* Perrine Ex Engelm) EM *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1824) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico: Revista Brasileira de Plantas Mediciniais.

BIOATIVIDADE DO RESÍDUO SECO E FRESCO DE SISAL (*Agave sisalana* Perrine Ex Engelm) EM *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1824) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

**Autor:** Tamara Thays Barbosa Leal

**Orientadora:** Flávia Silva Barbosa

**Resumo:** *Agave sisalana* Perrine ex Engelm, conhecida popularmente como sisal, é uma planta exótica, rica em compostos secundários com potencial inseticida, antimicrobial e antiparasitária. Este estudo teve como objetivo identificar nas diferentes formas de extratos de resíduo de sisal, o que apresente maior potencial de atratividade sobre *Ceratitis capitata*. O experimento foi conduzido no laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Determinou-se em condições de laboratório, o efeito de extratos de sisal sobre a oviposição de *C. capitata*. Para isso frutos de mamão Havaí (*Carica papaya*) variedade Sunrise Solo, foram tratados com extratos de sisal em três concentrações (5; 10; 15%), e dois tratamentos adicionais testemunha 0% = extrator (álcool diluído em água destilada a 15%) e testemunha absoluta (somente água destilada), durante 6 dias. Constatou-se que, na concentração de 5 %, o extrato aquoso de resíduo seco mostrou ter maior potencial de atratividade sobre *C. capitata*, já os extratos obtidos por meio de extração alcoólica apresentaram maior bioatividade sobre as moscas. Conclui-se que os extratos que apresentaram os melhores resultados quanto ao potencial atrativo, em função dos metabolitos secundários dos resíduos de sisal foram os extratos aquosos de resíduo seco à 5% e todos os tratamentos interferiram negativamente na taxa de emergência dos adultos das moscas, ou seja, apresentaram efeito inseticida.

**Palavra-chave:** *Agave sisalana* Perrine ex Engelm, extratos botânicos, moscas-das-frutas.



BIOACTIVITY OF FRESH AND DRY WASTE OF SISAL (*Agave sisalana* Perrine Ex Engelm) IN *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1824) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

**Author:** Tamara Thays Barbosa Leal

**Advisor:** Flávia Silva Barbosa

**ABSTRACT:** *Agave sisalana* Perrine ex Engelm, popularly known as sisal, is an exotic plant, rich in secondary compounds with potential insecticide, antimicrobial, antiparasitic. This study aimed to identify the different forms of residue extracts of sisal, which present the greatest potential for attractiveness on *Ceratitis capitata*. The experiment was conducted in the lab of Entomology of the Embrapa Cassava and Fruits. It was determined under laboratory conditions, the effect of extracts of sisal on oviposition of *C. capitata*. For this Hawaii papaya fruits (*Carica papaya*) Sunrise Solo variety, were treated with extracts of sisal in three concentrations (5; 10; 15%), and two additional treatments witness 0% = Extractor (alcohol diluted in distilled water at 15%) and absolute witness (only distilled water), during 6 days. It was noted that, at 5% concentration, the aqueous extract of dry waste showed greater potential for attractiveness about *C. capitata*, the extracts obtained through alcoholic extraction presented a higher bioactivity about flies. It is concluded that the extracts that showed the best results regarding the attractive potential, in the light of the secondary metabolites of sisal waste were aqueous extracts of dry waste to 5% and all treatments interfered negatively in the rate of emergence of adult of flies, i.e. showed insecticidal effect.

**Key-words:** *Agave sisalana* Perrine ex Engelm, botanical extracts, fruit flies.

## INTRODUÇÃO

No território brasileiro existe a maior diversidade de espécies vegetais do mundo, são mais de 56.000 espécies, o que representa cerca de 19% da flora mundial (GIULIETTI et al., 2005). Essa biodiversidade pode ser uma rica fonte de recursos naturais contendo novas substâncias e alternativas para o controle de pragas.

Dentre estas, está o sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm), uma monocotiledônea, da classe Liliopsida, ordem Liliales e família Agavaceae, que após sua introdução no Brasil, disseminou por todo semi-árido baiano (SOUZA, 2010). Gera empregos e renda para mais de 800 mil pessoas, com áreas cultivadas de até 190 mil hectares, e em pequenas propriedades, menores que 15 hectares, onde a mão de obra familiar predomina (SANTOS et al., 2010).

Os subprodutos do sisal após desfibramento podem ser aproveitados. Os chamados resíduos têm sido utilizados como bioinseticidas (SINGH et al., 2014), antiparasitário (SILVEIRA et al., 2012), antimicrobial (SANTOS et al., 2009), etc.

As plantas apresentam diversos compostos secundários que são responsáveis por uma série de funções ecológicas específicas, uma delas é sua ação como pesticida natural (GARCIA & PÉREZ-URRIA CARRIL, 2009). Na composição química do sisal encontra-se, tanino, alcaloides, saponina e cumarina (BARRETO et al., 2010). O tanino é uma substância adstringente solúvel em água (SALINAS, 2010) que quando adicionado na dieta de herbívoros interfere de maneira significativa no seu crescimento e sobrevivência, tem ação anti-alimentar, causa impalatabilidade (YAMADA, 2004). Já os alcaloides são substâncias orgânicas que apresentam em sua composição carbono, oxigênio e nitrogênio, com ação antiespasmódica, analgésica, anestésica, antiparasitária, excitante e depressiva, dentre outras (SALINAS, 2010), são extremamente tóxicas com ação inseticida e acaricida, e forte semelhança com acetilcolina (BARRETO et al., 2010), tem capacidade de deterrência, inibindo enzimas digestivas e a alimentação (YAMADA, 2004). Pertencem a esse grupo substâncias como a morfina, heroína e cocaína (LÓPEZ-BREA & DOMINGO, 2003). As cumarinas são compostos orgânicos que causam fototoxicidade em insetos, quando ativadas por luz UV, levando a morte celular, podem agir como agentes antimicrobiano e

inibidores de germinação (GARCÍA & PÉREZ-URRIA CARRIL, 2009), além de apresentarem ação antiinflamatória, antitrombótica e vasodilatadora (LÓPEZ-BREA & DOMINGO, 2003). As saponinas são glicosídeos encontrados em todo reino vegetal, podem ser tóxicas a microorganismos, insetos, animais e humanos, dependendo da concentração (PUENTES, 2009), também podem ter ação hemolítica, antiinflamatória, antialérgica, imunomoduladora, dentre outras (PIZARRO et al., 1999).

O uso de extratos vegetais na agricultura é uma prática bastante antiga que foi esquecida com a introdução de produtos químicos sintéticos, mas, voltou a ganhar espaços nas pesquisas e também interesse das indústrias químicas, numa tentativa de buscar produtos mais limpos, importantes na preservação e recuperação ambiental (MAIRESSE & COSTA, 2009).

Os extratos botânicos com propriedades atrativas para os insetos podem ser uma alternativa ecológica para substituição de pesticidas, já que estudos podem ser realizados na expectativa de desenvolver iscas atrativas para controle e monitoramento de pragas. A propriedade de atração dos extratos obtidos a partir dos resíduos de sisal ainda é pouco estudada, mas alguns estudos preliminares demonstram sua ação larvicida sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) e *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) (Diptera: Culicidae) (PIZARRO et al., 1999), bem como, ação acaricida, em ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Trombidiformes: Tetranychidae) (BARRETO et al., 2010). Souza (2009) mostra a atividade inseticida de extratos obtidos de resíduos líquidos de *A. sisalana* para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), causando morte direta, com aplicação tópica e indireta, por meio da ingestão de folhas de milho tratadas.

Na fruticultura brasileira há um complexo de espécies de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis* e *Rhagoletis* (ZUCCHI, 2000), consideradas pragas, que durante muito tempo vem gerando uma série de danos nos cultivos em decorrência do seu ataque. O dano ocorre quando a mosca fêmea deposita seus ovos no interior dos frutos, dando origem a larvas que irão se desenvolver naquele local, causando deterioração e conseqüentemente perdas de colheita (AMI et al., 2010).

*Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), praga de origem Africana, teve seu primeiro registro no Havaí em 1895. São encontradas na Austrália Ocidental, Havaí, África, países do Mediterrâneo, América do Sul e Central e podem completar o ciclo de vida em um período de 18 a 31 dias. Possuem mais de 300 hospedeiros, dentre eles, o café, o pêssego, a ameixa, a nêspera, a laranja, a goiaba, o jambo, solanáceas (pimentão, Jerusalém cereja), a família sapota (MESSING, 1999), e o mamão (ALVARENGA et al., 2007).

O mamão (*Carica papaya* Linnaeus) é uma planta perene, herbácea, que pode chegar de 6 a 10 metros de altura (OLAGUNJU et al., 2009), nativa da América Central (SILVA et al., 2013) pertencente à família Caricaceae, que é composta por seis gêneros e 35 espécies (GSCHWEND et al., 2012). É polígamo, suas flores podem ser masculinas, femininas ou hermafroditas (MARAMOROSCH & SHATKIN, 1953). Somente as flores hermafroditas dão origem a frutos com valor comercial, seus frutos podem variar desde a forma esférica até oblongo ou piriforme (OLIVEIRA, et al., 1994). Quando maduros podem ficar verde amarelado, amarelo ou de cor laranja (ALOBO, 2003).

*C. papaya* é amplamente cultivada em países tropicais e subtropicais do mundo, seus maiores produtores são a Índia, Brasil, Nigéria, Indonésia e México (DALTRO et al., 2012). O México e a Malásia são os principais exportadores (SERRANO & CATTANEO, 2010). No ano de 2008, o Brasil alcançou uma produtividade de 1,89 milhões de toneladas em 36.500 hectares com um valor de produção estimado em U\$ 1 bilhão (DALTRO et al., 2012). Segundo IBGE (2012), no ano de 2012 a cultura obteve uma produtividade de cerca de 1,517 milhões de toneladas, com rendimento médio de 48,473 kg/ha, com um valor de produção aproximado de R\$ 1,165 bilhões. Há pelo menos 10 anos o país é o primeiro colocado no *ranking* mundial de produção do mamão (QUITINO et al., 2010). Os estados da Bahia e Espírito Santo são os maiores produtores no país, responsáveis por 910,131 e 613, 734 toneladas, respectivamente (CARVALHO et al., 2014).

O mamão apresenta destaque tanto no mercado interno como externo, é um fruto apreciado em todo mundo por seus efeitos benéficos à saúde, auxilia na digestão e assimilação dos alimentos (MARUCHI et al., 2008). É fonte de cálcio,

ferro, fibras, vitamina A, vitamina C, entre outro, sendo classificado como o fruto mais nutritivo dentre 38 frutas mais consumidas (MING, et al., 2008).

No cultivo do mamão, o controle de pragas é convencionalmente o químico, o que gera o aumento do custo de produção, impactos negativos à entomofauna, saúde humana e agroecossistema (AZEVEDO, et al., 2010). É importante promover numa cultura tão importante como essa, controles alternativos e eficazes como o uso de extratos botânicos.

Os produtores da região do sisal aproveitam os resíduos oriundos do desfibramento do sisal (mucilagem e suco) para alimentação animal e adubação do próprio plantio (SOUZA, 2010), além desses usos, pode-se avaliar o efeito destes quanto ao seu potencial atrativo em relação a pragas mediante uso em armadilhas de monitoramento.

Neste contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo geral de identificar nas diferentes formas de extratos de resíduo de sisal, o que apresente maior potencial de atratividade, efeito no comportamento dos adultos e estimulantes de oviposição sobre *C. capitata*.

## MATERIAL E MÉTODOS

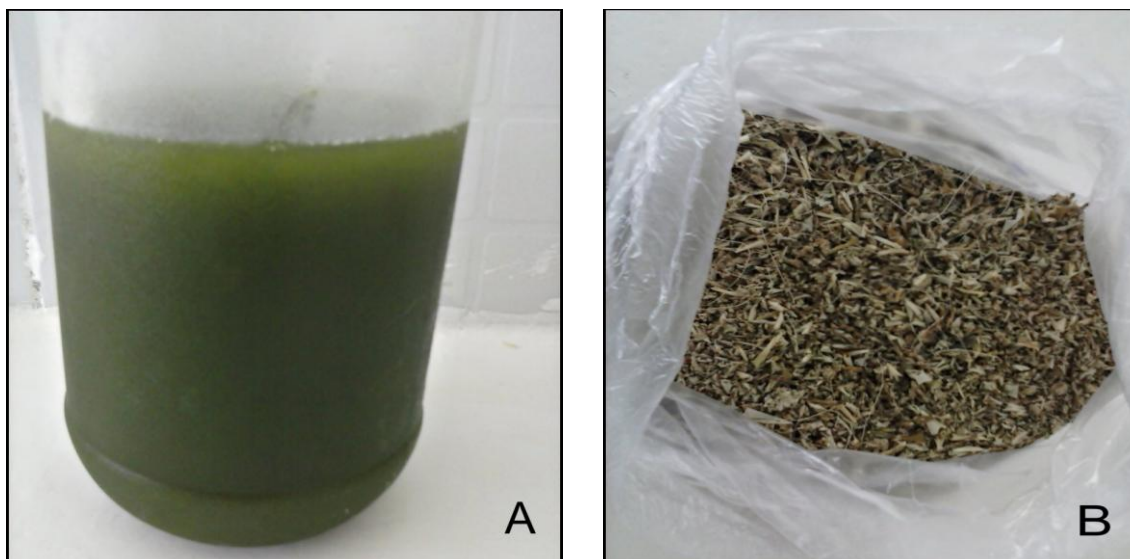
### **Obtenção dos extratos alcoólicos de resíduo seco e fresco de sisal**

Os resíduos, seco e fresco de sisal foram adquiridos no município de Valente, BA (Figura 1).

A proporção utilizada para obtenção dos extratos alcoólicos de resíduo seco de sisal foi de 100 g de resíduo para 500 ml de álcool etílico hidratado comercial. Para os extratos alcoólicos de resíduo fresco de sisal, utilizou-se a proporção de 100 ml de resíduo para 500 ml de álcool etílico hidratado comercial, com a preocupação de adicionar primeiramente o resíduo e em seguida o álcool. Foram misturados e acondicionados em vidro de cor âmbar, mantido em temperatura ambiente e agitado uma vez ao dia por 15 dias. Os extratos foram filtrados utilizando-se um filtro confeccionado de tecido tipo *voil* e em seguida diluídos nas concentrações desejadas (5%; 10% e 15%).

### **Obtenção dos extratos aquosos de resíduo seco e fresco de sisal**

Os extratos aquosos foram obtidos por infusão. A proporção utilizada para obtenção dos extratos aquosos de resíduo seco de sisal foi de 200 g do resíduo para 1000 ml de água destilada fervente. O extrato foi preparado, abafado até esfriar e filtrado com um filtro confeccionado de tecido tipo *voil*, em seguida diluído nas concentrações desejadas (5%; 10% e 15%) para posterior submersão. Para o preparo dos extratos aquosos de resíduo fresco de sisal, utilizou-se 5; 10 e 15 ml de resíduo líquido em que foi acrescido 100 ml de água destilada fervente para se obter as concentrações 5; 10 e 15%. O resíduo foi filtrado com um filtro confeccionado de tecido tipo *voil*, depois diluído com água destilada fervente nas concentrações desejadas (5%; 10% e 15%), abafados até esfriar, em seguida utilizados. Teve-se a preocupação de adicionar primeiramente o resíduo e em seguida a água fervente.



**Figura 1.** Resíduos de sisal utilizados para obtenção dos extratos alcoólicos e aquosos. (A) Resíduo fresco de sisal; (B) Resíduo seco de sisal.

### **Fruto avaliado**

Frutos “de vez” de mamão do tipo Havaí (*Carica papaya*), variedade Sunrise Solo foram comprados em mercado local isento de presença de artrópodes e submetidos a testes de preferência para oviposição da mosca-do-mediterrâneo (*Ceratitis capitata*) em condições de laboratório.

### **Localização e duração do experimento**

O experimento foi conduzido no laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizado no município de Cruz das Almas, BA (latitude 12° 40' 12" S; altitude 220 m), em sala climatizada a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de 60-80% e fotofase de 12 horas, no período de julho a agosto de 2014.

### **Procedência do material biológico**

Adultos de *C. capitata* utilizados no experimento foram obtidos na criação de insetos do laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA (Figura 2).



**Figura 2.** Colônia de criação dos adultos de *Ceratitis capitata* em laboratório.

## **Caracterização do Bioensaio**

### Análise estatística

O delineamento experimental foi em esquema de blocos casualizados, com 14 tratamentos (fatorial 4X3 +2). Os dados foram submetidos a teste de GLM (General Linear Model) distribuição Poisson.

Os tratamentos consistiram dos extratos alcoólicos e aquoso de resíduo fresco e seco de sisal (*A. sisalana*), em três concentrações (5%; 10%; 15%), com os tratamentos adicionais: testemunha 0% = extrator (álcool diluído em água destilada a 15%) e testemunha absoluta (somente água destilada), com 6 repetições (dias das aplicações dos extratos).

Como substrato para oviposição de *C. capitata* foram usados frutos “de vez” de mamão Havaí, que é considerado susceptível à mosca do mediterrâneo. Os frutos foram comprados e, em seguida, transportados para o laboratório de Entomologia da Embrapa, onde foram lavados com água e detergente neutro e secos com papel toalha para receberem os tratamentos.

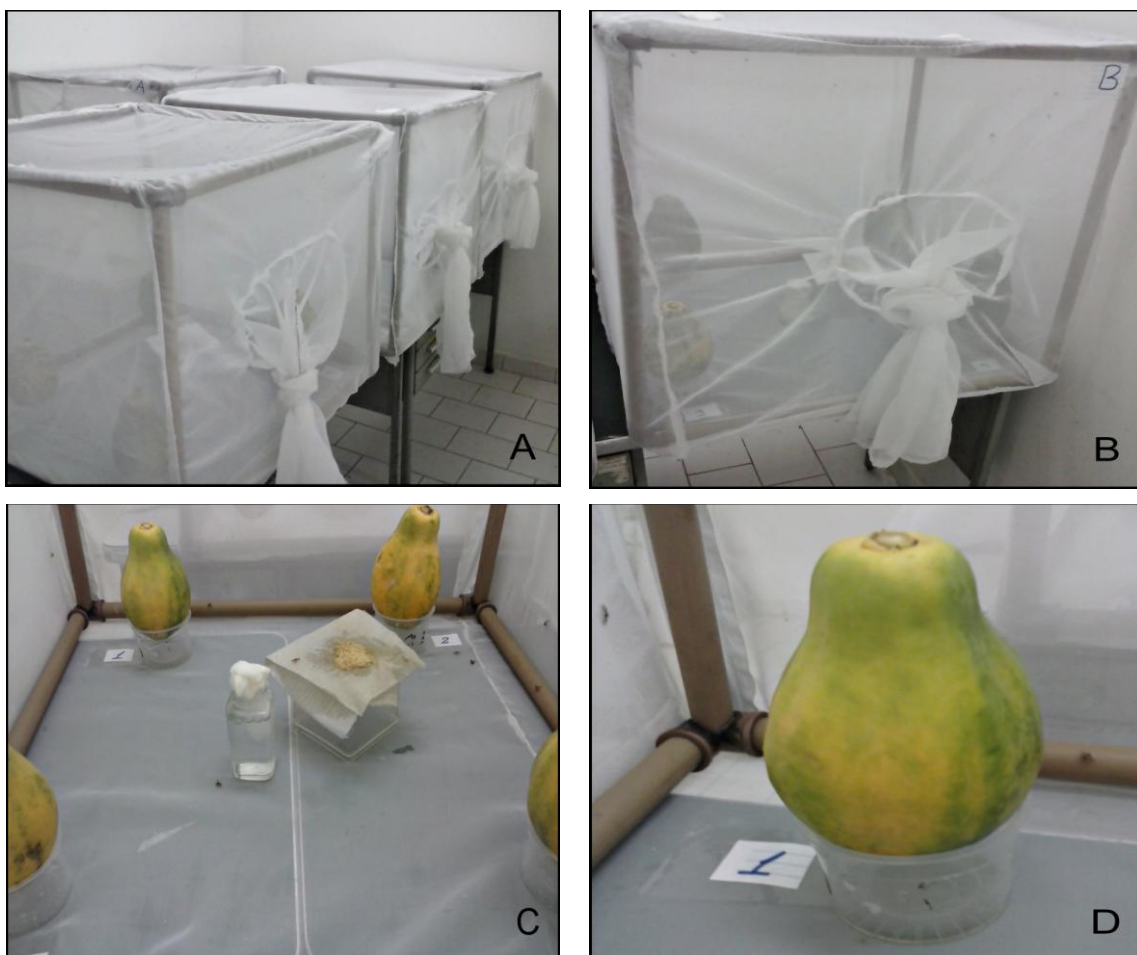
Os frutos devidamente lavados foram submersos nas soluções, deixados para secar e, então, acondicionados em quatro gaiolas, contendo, cada uma, 30 casais devidamente sexados de *C. capitata* com  $10 \pm 2$  dias de idade. As gaiolas



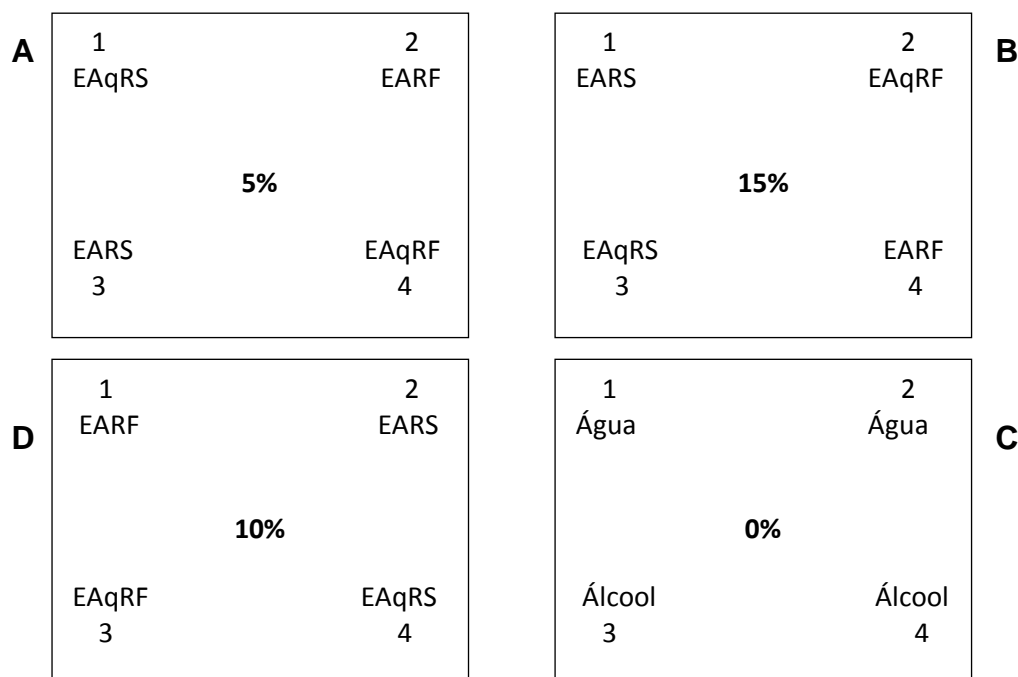
apresentavam 50 cm de altura x 50 cm de largura x 50 cm de profundidade, confeccionadas com canos de pvc e revestidas com voil conforme Figura 3. Os insetos foram alimentados com dieta artificial composta por açúcar mascavo, açúcar comum, levedo de cerveja, sustagem, hidrolisado de proteína e mel de abelha em quantidades indicadas por Carvalho et al. (1998), fornecida em cima de um papel toalha dobrado, colocado sobre um pote de plástico.

Disponibilizou-se, no interior da gaiola, água em pequenos frascos de vidro, cobertos com chumaço de algodão, de acordo com a metodologia vigente no laboratório.

Cada gaiola correspondeu a uma dose (0; 5; 10; 15%) que diariamente tinham as doses alteradas por meio de sorteio e dentro de cada gaiola os frutos de mamão foram distribuídos mediante sorteio, logo após receberem os tratamentos com extratos (alcoólico de resíduo seco; aquoso de resíduo seco; alcoólico de resíduo fresco e aquoso de resíduo fresco). Nas gaiolas cujo sorteio foi a dose 0%, os frutos foram tratados com a testemunha extrator (0% = álcool+água) e testemunha absoluta (somente água destilada) (Esquema 1).



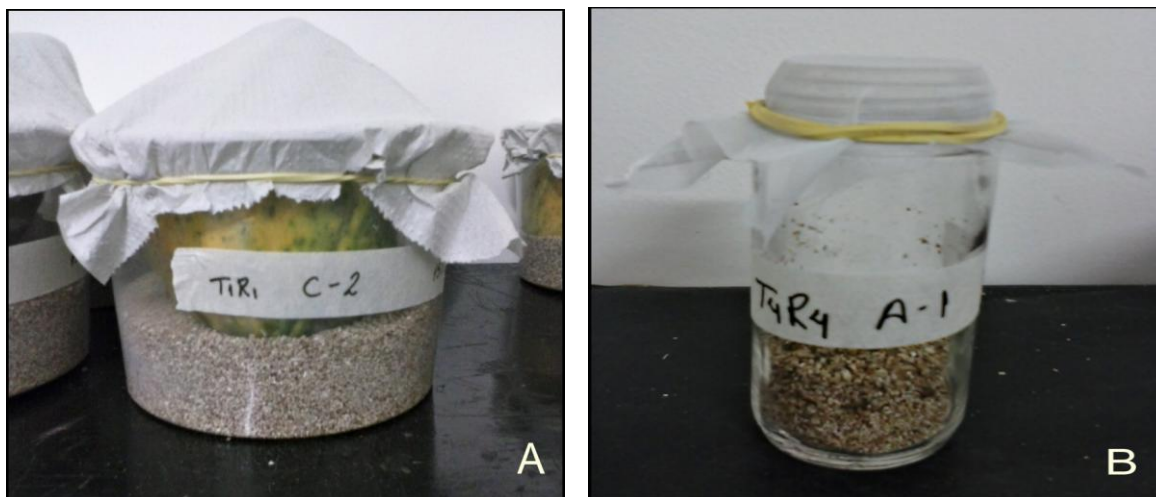
**Figura 3.** Experimento para avaliação das propriedades atrativas de resíduos de sisal sobre *Ceratitis capitata*, utilizando mamão Havaí (*Carica papaya*). (A) Posicionamento das gaiolas; (B) Identificação das gaiolas; (C) Posicionamento dos frutos no interior das gaiolas; (D) Identificação dos frutos no interior das gaiolas.



**Esquema 1.** Esquema do sorteio das doses (tratamentos) e posições dos frutos tratados. EAqRS: Extrato aquoso de resíduo seco; EAqRF: Extrato aquoso de resíduo fresco; EARS: Extrato alcoólico de resíduo seco; EARF: Extrato alcoólico de resíduo fresco.

Os frutos tratados expostos aos adultos de *C. capitata* foram retirados a cada 24 horas, quando se procedia à troca por novos frutos tratados, totalizando seis dias de avaliação. Na reposição dos frutos, realizou-se a casualização das doses de cada gaiola e posição dos frutos dentro das gaiolas.

Uma vez retirados das gaiolas, os frutos foram colocados em potes plásticos contendo vermiculita e cobertos com papel toalha presos com um elástico. Após 14 dias fez-se a quantificação do número de pupas presentes em cada fruto. Em seguida, as pupas foram colocadas em potes de vidro contendo vermiculita e cobertos com tecido *voil* presos com um elástico (Figura 4), depois de 13 dias realizou-se a quantificação do número de adultos que emergiram.



**Figura 4.** (A) Pote de plástico contendo vermiculita e mamão após exposição a *C. capitata*; (B) Pote de vidro contendo vermiculita e pupários para posterior quantificação de adultos emergidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Avaliação da bioatividade dos extratos de sisal sobre oviposição de *C. capitata***

Os extratos aquosos de resíduo fresco nas diferentes concentrações não diferiram estatisticamente entre si, nem da testemunha (Água). Esse resultado sugere que as fêmeas de *C. capitata* ovipositaram uma quantidade semelhante de ovos nos frutos tratados com tais extratos (Gráfico 1).

Observa-se que na concentração a 5%, o extrato aquoso de resíduo seco mostrou ter maior potencial de atratividade sobre *C. capitata* (Gráfico 1), já nas concentrações a 10 e 15%, a média de pupas encontradas foi bem inferior. Baldin et al. (2007) mostraram que extratos aquosos a 3% de folhas de citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e folhas de coentro (*Coriandrum sativum* L.) têm efeito atrativo sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B. Espécies vegetais em forma de pó também apresentam potencial atrativo.

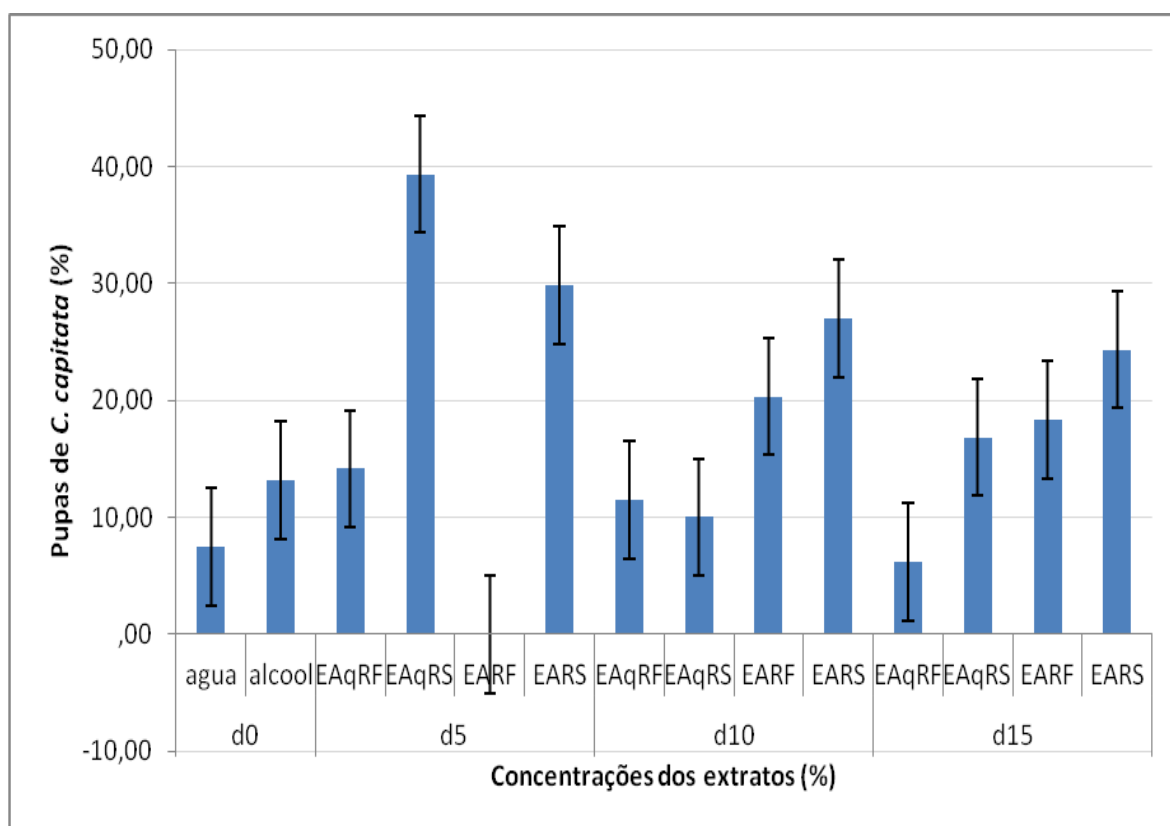
Almeida et al. (2011) estudando a bioatividade de extratos vegetais no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera, Bruchidae), concluíram que o pó do extrato hidroalcoólico de mastruz (*Chenopodium ambrosioides*) tem ação atrativa sobre adultos desses coleópteros.

Já nos frutos tratados com extrato alcoólico do resíduo fresco de sisal na dose a 5% as moscas apresentaram um comportamento bem diferente, tiveram uma não preferência para oviposição, a média estatística de pupas encontradas nos frutos tratados com esse extrato foi igual a zero, quando comparado com os demais extratos em suas diferentes concentrações, bem como comparados as testemunhas extrator a 0%. Nas concentrações a 10 e 15%, os extratos não diferiram entre si, e diferente do extrato a 5%, tiveram ação atrativa sobre as moscas. Talvez a interação do álcool com o resíduo fresco na concentração a 5% tenha favorecido a liberação de alguns voláteis com grande poder repelente, ou seja, pode ter ocorrido o efeito de antixenose, alterando o comportamento do inseto em questão, impedindo que realizassem as posturas nos frutos.

A antixenose como foi descrito por Lara (1991) é quando uma planta é menos utilizada pelos insetos para alimentação, oviposição e abrigo, é uma reação comportamental do inseto em relação à planta. O uso desse extrato pode ser uma segurança no cultivo de modo que possa repelir oviposições. Ou ainda, os demais extratos obtidos principalmente por resíduo seco tiveram um poder atrativo tão forte, que as moscas preferiram depositar seus ovos nesses extratos, assim, a *C. capitata* pode não ter sentido atratividade alguma sobre o extrato alcoólico de resíduo fresco a 5%. Os voláteis dos demais extratos podem ter mascarado os do extrato alcoólico de resíduo fresco a 5%. Também pode ter ocorrido o efeito ovicida, além disso, o efeito repelente e o efeito ovicida podem ter agidos juntos.

Os extratos alcoólicos de resíduo seco nas concentrações a 5; 10 e 15% não diferiram estatisticamente entre si, mas diferiram da testemunha álcool.

**Gráfico 1.** Percentagem de pupas de *C. capitata* em frutos de mamão tratados com extratos de resíduos de sisal.



Os extratos obtidos por meio de extração alcoólica apresentaram maior bioatividade sobre as moscas, os frutos tratados com esses extratos foram os principais alvos da oviposição de *C. capitata*. Tal efeito também foi observado nos frutos tratados com testemunha álcool a 15%, estes tiveram maior preferência pelas fêmeas das moscas, até mais do que os tratados com a testemunha absoluta (somente água destilada). Em trabalhos com armadilhas para *Anastrepha* spp. e *C. capitata*, Veloso et al. (1994) mostraram que frasco que continham álcool foram mais atrativos que naqueles que continham água mineral e soro. Segundo Sugiura & Tomana (1983), o álcool quando em contato com o fruto ocasiona uma concentração de compostos voláteis em sua polpa, como etanol e acetaldeído. Neste caso, o que houve foi o efeito do extrator ou da interação fruto e álcool.

Alguns trabalhos mostram os efeitos da interação álcool com material vegetal.

Em trabalho com extratos vegetais no controle da *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey em pêsego, Flores (2013) observou que o repolho em extração alcoólica apresentou eficiência no controle do patógeno.

Shimizu et al. (2002), mostraram que o caqui (*Diospyros kaki*) para ser consumido “in natura” precisa passar pelo processo de destanização. Frutos de caqui da variedade ‘Mikado’ e ‘Rama Forte’ foram submetidos à aplicação de 3 concentrações de álcool (1,75 mL.Kg<sup>-1</sup> de fruto, 3,50 mL.Kg<sup>-1</sup> de fruto e 7,00 mL.Kg<sup>-1</sup> de fruto) e avaliados, 48, 72 e 96 horas após a aplicação do álcool. Na concentração de 7,00 mL de álcool.kg<sup>-1</sup> de fruto a partir de 72 horas após o tratamentos, os frutos de caqui apresentaram decréscimos nos teores de tanino, ficando apropriado para consumo.

Nota-se que, nas diferentes formas de extração, nas diferentes dosagens, os extratos obtidos de resíduo seco, também foram os que apresentam a maior bioatividade sobre as moscas. Rohde et al. (2013) em trabalho com extratos aquosos preparados com vegetais secos e frescos de folha, ramo e fruto de cinamomo (*Melia azedarach*) (Meliaceae), folha de arruda (*Ruta graveolens*) (Rutaceae), gengibre (*Zingiber officinalis*) (Zingiberaceae) e alho (*Allium sativum*) (Liliaceae) no controle de *C. capitata*, tiveram resultados semelhantes, onde extratos obtidos de vegetais secos tiveram mais eficiência. Ainda de acordo com

os autores, os vegetais secos quando passam pelo processo de extração garantem uma maior concentração de compostos bioativos.

De acordo com Barreto (2010) o sisal apresenta em sua composição química substâncias como o tanino, alcaloides, saponina e cumarina. Trabalhos realizados com extratos obtidos a partir de tal planta mostram sua ação inseticida, antimicrobiana, antiparasitária (SANTOS et al., 2009; SILVEIRA et al., 2012; SINGH et al., 2014). Porém, são escassos os trabalhos que demonstram sua ação atrativa sobre os insetos.

Pesquisas mostram os diferentes efeitos de extratos vegetais sobre a oviposição de algumas pragas. Como Jayakumar (2010) que estudou o efeito de extratos aquosos de espécies vegetais sobre a oviposição de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae), os extratos foram diluídos em diferentes concentrações (1,25%, 2, 5%, 5% e 10%). Assim o autor concluiu que *Cassia siamiae* (Caesalpiniaceae) e *Citrus aurantium* peel (Rutaceae) na concentração mais elevada, tiveram efeito deterrente na oviposição de 84,66% e 82,11%, respectivamente.

Elimam et al. (2009), verificaram que extratos aquosos de folhas de *Ricinus communis* L., tem efeito deterrente na oviposição de mosquitos vetores, *Anopheles arabiensis* (Patton, 1905) (Diptera: Culicidae) e *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera, Culicidae).

Medeiros et al. (2005) estudaram os efeitos de extratos aquosos de várias espécies vegetais na concentração a 10% sobre a oviposição da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) e verificaram que *Enterolobium contortisilliquum* (Vell.) Morong (frutos), *Sapindus saponaria* L. (frutos) e *Trichilia pallida* Sw. (folhas) tiveram máxima eficiência (100% de deterrência).

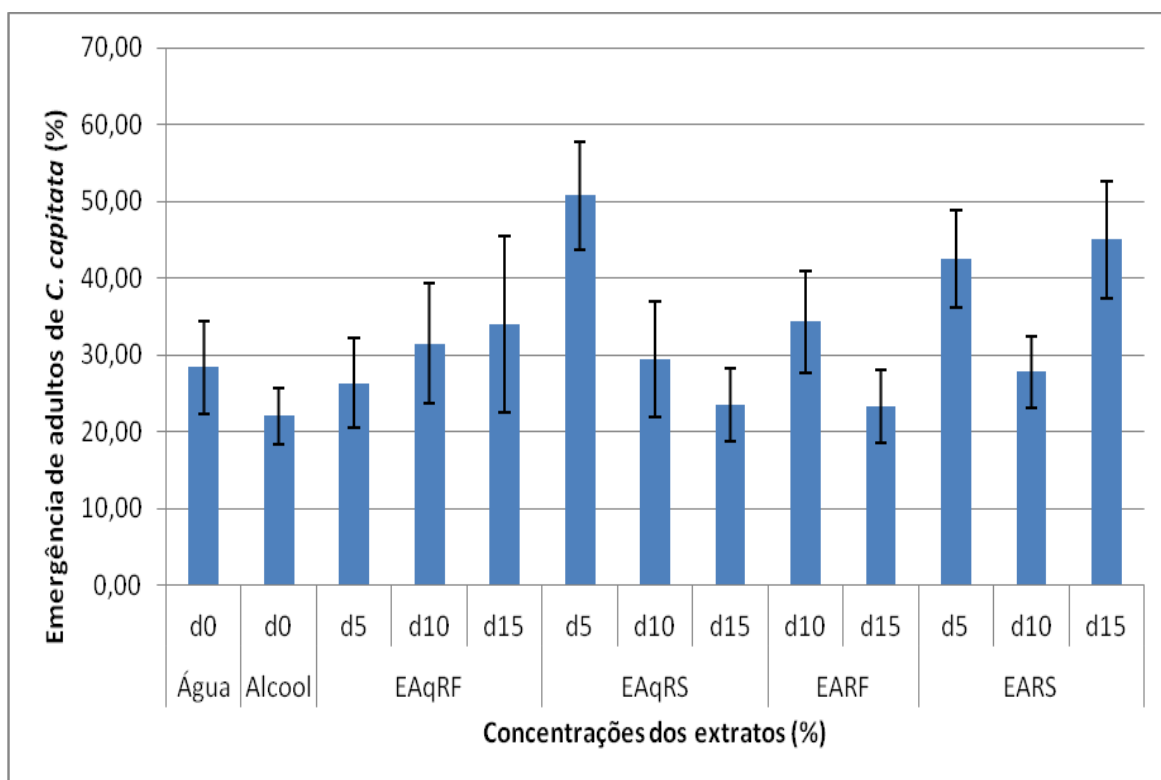
Consoli et al. (1989), em trabalho com 25 extratos em diferentes concentrações (100, 10 e 1 ppm) obtidos de 22 plantas diferentes por cinco métodos distintos sobre o comportamento da oviposição de *Aedes fluviatilis* (Lutz) (Diptera: Culicidae) verificaram que dos 25 extratos testados 12 influenciaram na oviposição do inseto (48,0%), enquanto 13 destes, não influenciaram. Extratos de *Allium sativum*, *Jatropha curcas*, *Mikania schenkii*, *Poinciana regia*, *Spatodea campanulata* a 100 ppm e *Anacardium occidentale*, *Bidens segetum*, *Caesalpinia*

*peltophoroides* a 10 ppm, repeliram as fêmeas, já extratos de *Coriandrum sativum* (100, 10 e 1ppm), *Chara zeylanica* (10 ppm), *Cupressus sempervirens* (10 ppm), *Foeniculum vulgare* (10 ppm) e *Spatodea campanulata* (1ppm), foram atrativos para as fêmeas.

### Efeitos de extratos de sisal sobre a emergência de adultos de *C. capitata*.

O número de adultos emergentes de *C. capitata* está representado no gráfico 2. Nos extratos aquosos de resíduo fresco, quanto menor a concentração, menor a porcentagem de adultos emergidos, nas concentrações a 5, 10 e 15%, as porcentagens foram de 26,33; 31,50 e 34,00%, respectivamente. O que foi contraditório nos extratos aquosos de resíduo seco, na maior concentração usada, a de 15%, menor foi a porcentagem de adultos emergidos. Os extratos aquosos de resíduo seco a 5%, considerado o extrato mais atrativo para adultos de *C. capitata*, foi o que apresentou a maior porcentagem de emergentes. Tem boa ação atrativa, mas mostrou-se o extrato com menor interferência sobre a biologia dos adultos de *C. capitata*.

**Gráfico 2:** Percentagem de emergência de adultos de *C. capitata* oriundo de frutos tratados com extratos de resíduo de sisal.





Nos extratos alcoólicos de resíduo fresco também notou-se que a menor taxa de emergentes foi nos extratos a 15%, sendo este, dentre todos os extratos utilizados, o que mais interferiu negativamente na taxa de emergente, 23,25%. Já nos extratos alcoólicos obtidos de resíduo seco, nas concentrações a 5% e 15%, foram os que apresentaram maior número de emergentes, com 42,50% e 45,00%, respectivamente, na concentração a 10% a taxa de adultos emergidos foi igual a 27,80%.

Todos os extratos avaliados afetaram a biologia da moscamed, indicando que há efeito inseticida sobre a praga. Resultados sobre a ação inseticida de extratos botânicos sobre a biologia da moscas-das-frutas foi obtido por Salles & Rech (1999), ao verificarem que extratos de nim (*Azadiractha indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) causaram efeito inseticida na mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae), com redução da postura, mortalidade de larvas, deformação de pupas e adultos incapazes de expandir normalmente suas asas. Em teste com outra espécie da ordem díptera, Rajkumar & Jebanesan (2005) mostraram o efeito de extratos de folhas de *Centella asiatica* Brahmi (Umbelliferae) sobre *C. quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) e concluíram que tal extrato é promissor como larvicida e inibidor da emergência de adultos. Arivoli & Tennyson (2011) em trabalhos com dípteros, *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae), *Anopheles stephensi* (Liston) (Diptera: Culicidae) e *C. quinquefasciatus*, encontraram resultados iguais, utilizando extratos de folhas de *Abutilon indicum* (Linn.) (Malvaceae).

Os extratos vegetais também podem afetar a biologia dos insetos de outras maneiras. Com mostra Silva et al. (2013), que realizaram estudos dos efeitos subletais dos extratos de nim (*Azadiractha indica*) sobre adulto de *C. capitata*. Constataram que estes extratos de ramos em diclorometano (88 ppm) afetaram a fecundidade e fertilidade, já a longevidade dos adultos foi reduzidas quando os adultos da mosca foram expostos ao extrato de folhas em metanol (39 ppm) e extratos de ramos em diclorometano (225 e 888 ppm).

Na testemunha absoluta (somente água destilada) o número de adultos da moscas emergidas foi superior aos quantificados na testemunha extrator a 0% (álcool diluído em água destilada a 15%). Em frutos não tratados, as larvas costumam apresentar melhor desempenho. Em trabalho de Oliveira et al. (2014)

visando testar a ação inseticida de bioprodutos sobre *C. capitata*, frutos não tratados apresentaram menor proporção na mortalidade de larvas do que em frutos tratados. Pesquisas com aplicação direta sobre diferentes fases dos insetos mostram o melhor comportamento destes quando não tratados, Rohde et al. (2013) mostraram tais resultados em trabalho realizado para estudo dos efeitos dos extratos vegetais sobre larvas, pupas e adultos de *C. capitata*.

Todos esses resultados mostram que houve uma redução na emergência dos adultos de *C. capitata* em todos os extratos e em todas as concentrações. Ou seja, todos os extratos interferiram negativamente na taxa de emergência da mosca.

Ao fazer um comparativo dos gráficos, no gráfico 1, pode-se notar que os frutos que receberam os tratamentos de extrato aquoso de resíduo seco a 5%, extratos alcoólicos de resíduo seco a 5% e 15%, foram os que mais estimularam posturas, sendo que, embora os extratos tenham apresentado o efeito de atração de adultos para oviposição, sua capacidade de interferir negativamente no desenvolvimento do inseto foi menor que os demais, tendo em vista que mediante o gráfico 2, os insetos tiveram 50,75; 42,50 e 45,00% de emergência, respectivamente.

Um único extrato botânico pode interferir positivamente e negativamente sobre a biologia de uma mesma praga. Santiago et al. (2008) em trabalho com o efeito de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) observaram que extratos obtidos de folhas de *Lippia sidoides* em concentração a 10%, reduziu a postura da praga, porém não afetou a fase larval e pupal e aumentou a longevidade do adulto de *S. frugiperda*. Em pesquisa de Ramos (2012), com larvas de *S. frugiperda* alimentadas com dietas contendo extrato aquoso de torta de mamona, verificaram que os adultos advindos dessas larvas apresentaram redução no período de oviposição, porém o período de pré-oviposição, longevidade e fecundidade não foram afetados negativamente. Já Jbilou et al. (2006) mostraram que alguns extratos obtidos de espécies vegetais podem trazer somente efeitos prejudiciais para as pragas, como efeitos inseticidas. Testaram extratos metanólicos em forma de pó de quatro plantas sobre *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Extratos de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae), *Ajuga reptans* (Lamiaceae) e

*Aristolochia baetica* (Aristolochiaceae) apresentam efeitos tóxicos significativos. Govindarajan et al. (2011) observaram que extratos metanólicos de folhas de *Ervatamia coronaria* e *Caesalpinia pulcherrima* apresentam notáveis propriedades ovicida e repelente contra, *C. quinquefasciatus*, *A. aegypti* e *A. stephensi*.

O extrato aquoso de resíduo seco a 5%, extratos alcoólicos de resíduo seco a 5% e 15%, seriam melhor utilizados em armadilhas do tipo Mcphail ou confeccionadas com garrafas pet. A armadilha Mcphail consiste em um recipiente, que pode ser de vidro ou plástico, com formato de sino, projetada para ser suspensa nas árvores, com uma abertura na parte inferior, formando um reservatório para fluído com capacidade de 500 ml (THOMAS et al., 2001). Segundo Lang Scoz et al. (2006), o líquido colocado no interior da armadilha deve ser atrativo para a praga, isso que o fará entrar no seu interior, devido a liberação de voláteis, após sua entrada no recipiente, a praga afoga-se no líquido. Portanto uma boa alternativa para os extratos que demonstraram menor interferência negativa sobre a emergência de adultos de *C. capitata*, é serem usados como fluídos atrativos de armadilhas, já alguns dos demais extratos poderiam ser usados em pulverizações de cobertura, como o extrato alcoólico de resíduo fresco a 5% e o extrato aquoso de resíduo fresco a 15 %, este último teve baixo poder de atratividade, além de interferir negativamente nas taxa de emergência. Porém novos testes devem ser realizados para comprovar sua eficiência e efeito no controle de outras pragas.

## CONCLUSÕES

1. Os extratos que apresentaram resultados quanto ao potencial atrativo em função dos metabolitos secundários dos resíduos de sisal, foram os extratos aquosos de resíduo seco a 5%.
2. Todos os extratos nas diferentes concentrações interferiram negativamente na taxa de emergência dos adultos de *C. capitata*, sendo o extrato aquoso de resíduo seco e extrato alcoólico de resíduo fresco, ambos a 15%, os que mais se destacaram. Pode-se afirmar que os extratos tiveram efeito inseticida sobre as formas imaturas (ovos e larvas) de *C. capitata*, reduzindo assim, a emergência dos adultos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALOBO, A. P. Proximate composition and selected functional properties of defatted papaya (*Carica papaya* L.) kernel flour. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 58, n. 3, p. 1-7, 2003.
- ALMEIDA, F. A. C.; COSTA, G. V.; SILVA, J. F.; SILVA, R. G.; PESSOA, E. B. Bioatividade de extratos vegetais no controle do *Zabrotes subfasciatus* isolado e inoculado em uma massa de feijão *Phaseolus*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, p. 375-384, 2011.
- ALVARENGA, C. D.; SILVA, M. A.; LOPES, G. N.; LOPES, E. N.; BRITO, E. S.; QUERINO, R. B.; MATRANGOLO, C. A. R. Ocorrência de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) em frutos de mamoeiro em Minas Gerais. **Neotropical entomology**, v.36, n.5, p. 807-808, 2007.
- AMI, E. B.; YUVAL, B.; JURKEVITCH, E. Manipulation of the microbiota of mass-reared Mediterranean fruit flies *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) improves sterile male sexual performance. **The ISME journal**, v. 4, p. 28-37, 2010.
- ARIVOLI, S.; TENNYSON, S. Larvicidal and adult emergence inhibition of *Abutilon indicum* (Linn.) (Malvaceae) leaf extracts against vector mosquitos. **Journal of Biopesticides**, v. 4, n. 1, p. 27 – 35, 2011.
- AZEVEDO, F. R.; GUIMARÃES, J. A.; SIMPLÍCIO, A. A. F.; SANTOS, H. R. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri cearense. **Arquivos do Instituto Biológico**, n. 77, p. 33-41, 2010.
- BALDIN, E. L.; SOUZA, D. R.; SOUZA, E. S.; BENEDUZZI, R. A. Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 602-606, 2007.
- BARRETO, A. F.; ARAÚJO, E.; BONIFÁCIO, B. F. Eficiência de extratos de *Agave sisalana* (Perrine) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch) e ocorrência de fitotoxidez em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r *latifolium* Hutch). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, p. 207-215, 2010.
- CARVALHO, G. C.; COELHO, E. F.; SILVA, A. S. A. M.; PAMPONET, A. J. M. Trickle irrigation: effects on papaya crop. **Engenharia Agrícola**, v.34, n.2, p.236-243, 2014.
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. **Metodologia de criação do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), visando estudos em laboratório e em campo.** Cruz das Almas: EMBRAPA, CNPMF, 1998. 16 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 30).

CONSOLI, R.A.G.B.; MENDES, N. M.; PEREIRA, J. P.; , SANTOS, B. S.; LAMOUNIER, M. A. Influence of several plant extracts on the oviposition behaviour of *Aedes fluviatilis* (Lutz) (Diptera: Culicidae) in the laboratory. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 84, n. 1, p. 47-51, 1989.

DALTRO, C. B.; PEREIRA, Á. J.; CASCARDO, R. S.; ALFENAS-ZERBINI, P.; BEZERRA-JUNIOR, J. E. A.; LIMA, J. A. A.; ZERBINI, F. M.; ANDRADE, E. C. Genetic variability of papaya lethal yellowing virus isolates from Ceará and Rio Grande do Norte States, Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 1, p. 37-43, 2012.

ELIMAM, A. M.; ELMALIK, K. H.; ALI, F. S. Larvicidal, adult emergence inhibition and oviposition deterrent effects of foliage extract from *Ricinus communis* L. against *Anopheles arabiensis* and *Culex quinquefasciatus* in Sudan. **Tropical Biomedicine**, v. 26, n. 2, p. 130–139, 2009.

FLORES, M. F. **Extratos vegetais no controle de podridão parda (*Monilinia fructicola*) em pêssego**. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR, 2013.

GARCÍA, A. A.; PÉREZ-URRIA CARRIL, E. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca (Biología)**, v. 2, n. 3, p. 119-145, 2009.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L.; BERG, C. V. D. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, p. 52-61, 2005.

GOVINDARAJAN, M.; MATHIVANAN, T.; ELUMALAI, K.; KRISHNAPPA, K.; ANANDAN, A. Ovicidal and repellent activities of botanical extracts against *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* and *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). **Asian Pacific journal of tropical biomedicine**, v. 1, n. 1, p. 43-48, 2011.

GSCHWEND, A. R.; YU, Q.; TONG, E. J.; ZENG, F.; HAN, J.; VANBUREN, R.; ARYAL, R.; CHARLESWORTH, D.; MOORE, P. H.; PATERSON, A. H.; MING, R. Rapid divergence and expansion of the X chromosome in papaya. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 34, p. 13716-13721, 2012.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes**, Rio de Janeiro, v. 39, p.1-101, 2012.

JAYAKUMAR, M. Oviposition deterrent and adult emergence activities of some plants aqueous extract against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Biopesticides**, v. 3, n. 1, p. 325-329, 2010.

JBILLOU, R.; ENNABILI, A.; SAYAH, F. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 10, p. 936-940, 2006.

LARA, F. M. **Princípios de Resistência de Plantas a Insetos**. 2 edição. São Paulo: Icone, 1991. 336 p.

LÓPEZ-BREA, M.; DOMINGO, D. Plantas con acción antimicrobiana. **Revista Española de Quimioterapia**, v. 16, n. 4, p. 385-393, 2003.

MAIRESSE, L. A. S.; COSTA, E. C. **Contaminação ambiental pela agricultura e as novas perspectivas com a moderna biotecnologia**. 1ª edição. Santa Maria: Orium, 2009. 159 p.

MARAMOROSCH, K.; SHATKIN, A. J. **Plant Virus Epidemiology**. California: Academic Press, 1953. 560p.

MARUCHI, A.; TORNET, Y.; ARANGUREN, M.; RAMOS, R.; RODRÍGUEZ, K.; PASTOR, M. C. R. Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo solo, introducidos en Cuba. **Agronomía Costarricense**, v. 32, n. 2, p. 169-175, 2008.

MEDEIROS, C. A. M.; BOICA-JUNIOR, A. L.; TORRES, A. L. Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 227-232, 2005.

MESSING, R. Managing fruit flies on farms in hawaii. Cooperative Extension Service: College of Tropical Agriculture & Human Resources. University of Hawaii at Manoa, **Insect Pests**, v. 4, p. 1-8, 1999.

MING, R., et al. The draft genome of the transgenic tropical fruit tree papaya (*Carica papaya* Linnaeus). **Nature**, v. 452, n. 7190, p. 991-996, 2008.

OLAGUNJU, J. A.; ADENEYE, A. A.; FAGBOHUNKA, B. S.; BISUGA, N. A.; KETIKU, A. O.; BENEBO, A. S.; OLUFOWOBIC, O. M.; ADEOYEC, A. G.; ALIMI, M. A.; ADELEKE, A. G. Nephroprotective activities of the aqueous seed extract of *Carica papaya* Linn. in carbon tetrachloride induced renal injured Wistar rats: a dose- and time-dependent study. **Biology and Medicine**, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2009.

OLIVEIRA, A. M. G.; FARIAS, A. R. N.; SANTOS FILHO, H. P.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS, J. L. L.; SANTOS, L.B.; OLIVEIRA, M. A.; SOUZA JUNIOR, M. T.; SILVIA, M. J.; ALMEIDA, O. A.; NICKEL, O.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. **Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 52 p.

OLIVEIRA, F. Q.; MALAQUIAS, J. B.; FIGUEIREDO, W. R. S.; BATISTA, J. L.; BESERRA, E. B.; OLIVEIRA, R. Insecticidal activity of bioproducts on *Ceratitidis*

*capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). **African Journal of Biotechnology**, v. 13, n. 12, p. 1430–1438, 2014.

PIZARRO, A. P. B.; OLIVEIRA FILHO, A. M.; PARENTE, J. P.; MELO, M. T. V.; SANTOS, C. E.; LIMA, P. R. O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no controle de larvas de mosquitos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, n.1, p. 23-29, 1999.

PUNTES, L. N. D. Interacciones moleculares entre plantas y microorganismos: saponinas como defensas químicas de las plantas y su tolerancia a los microorganismos. Una revisión. **RET. Revista de Estudios Transdisciplinarios**, v. 1, n. 2, p. 32-55, 2009.

QUINTINO, H. M. S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Benefícios sociais da política de incentivos à cultura de mamão no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n.1, p. 109-134, 2010.

RAJKUMAR S, JEBANESAN A. Larvicidal and Adult Emergence Inhibition Effect of *Centella asiatica* Brahmi (Umbelliferae) against Mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). **African Journal of Biomedical Research**, v. 8, p. 31-33, 2005.

RAMOS, V. O. **Isolamento de inibidores de tripsina de semente de mamoneae sua ação sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)**. 2012. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, 2012.

ROHDE, C.; MOINO JÚNIOR, A.; SILVA, P. K.; RAMALHO, K. R. O. Efeito de extratos vegetais aquosos sobre a mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.80, n.4, p. 407-415, 2013.

SALINAS, P. J. Plantas tóxicas comunes en el estado Mérida., Venezuela. Primera parte. Anacardiaceae, Apocynaceae, Asclepiadaceae. **MedULA**, v. 19, n. 1, p. 59-68, 2010.

SALLES, L. L.; RECH, N. Efeito de extratos de NIM (*Azadiractha indica*) e CINAMOMO (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.)(Diptera: Tephritidae). **Current Agricultural Science and Technology**, v. 5, n. 3, p. 225-227, 1999.

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

SANTOS, J. D. G.; BRANCO, A.; SILVA, A. F., PINHEIRO, C. S. R.; NETO GÓES, A.; UETANABARO, A. P. T.; QUEIROZ, S. R. O. D.; OSUNA, J. T. A. Antimicrobial activity of *Agave sisalana*. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 22, p. 6181-6184, 2009.



SANTOS, M. B.; SANTOS, C. Y.; ALMEIDA, M. A.; SANTOS, C. R. S.; SANT'ANNA, H.L.S.; SANTOS, O.S.N.; SILVA, F.; MARTINS, G.N. Efeito inibitório in vitro de extrato vegetal de *Allium sativum* sobre *Aspergillus Níger* Tiegh. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.1, p.13-17, 2010.

SCOZ, P. L.; BOTTON, M.; GARCIA, M. S.; PASTORI, P, L. Avaliação de atrativos alimentares e armadilhas para o monitoramento de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) na cultura do pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsh). **Idesia (Arica)**, v. 24, n. 2, p. 7-13, 2006.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. Papaya Culture in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p.657-959, 2010.

SHIMIZU, M. K.; CONEGLIAN, R. C. C.; BUSQUET, R. N. B.; CASTRICINI, A. Avaliação do efeito de diferentes concentrações de álcool na destanização e amadurecimento de caqui. **Agronomia**, v. 36, n. 1/2, p. 11-16 2002.

SILVA, I. P.; RODAS, C. L.; CARVALHO, J. G. Doses de boro no desenvolvimento do mamoeiro em solução nutritiva. **Agrarian**, v. 7, n. 23, p. 171-175, 2013.

SILVA, M. A.; BEZERRA-SILVA, G. C. D.; VENDRAMIM, J. D.; MASTRANGELO, T. Sublethal effect of neem extract on mediterranean fruit fly adults. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 93-101, 2013.

SILVEIRA, R. X.; CHAGAS, A. C. S.; BOTURA, M. B.; BATATINHA, M. J. M.; KATIKI, L. M.; CARVALHO, C. O.; BEVILAQUA, C. M. L.; BRANCO, A.; MACHADO, E. A. A.; BORGES, S. L.; ALMEIDA, M. A. O. Action of sisal (*Agave sisalana* Perrine) extract in the in vitro development of sheep and goat gastrointestinal nematodes. **Experimental parasitology**, v. 131, n. 2, p. 162-168, 2012.

SINGH, R. K., MITTAL, P. K., KUMAR, G., & DHIMAN, R. C. Evaluation of mosquito larvicidal efficacy of leaf extract of a cactus plant, *Agave sisalana*. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 2, n. 1, p. 83-86, 2014.

SOUZA, L. S. S. **Extratos aquosos de alho (*Allium sativum* L.) e sisal (*Agave sisalana* Perrine) no controle de *Aspergillus niger* e da podridão vermelha do sisal**. 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, 2010.

SOUZA, M. F. **Atividade inseticida de extratos obtidos a partir do resíduo líquido de *Agave sisalana* Perrine no controle da praga *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho**. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA, 2009.

SUGIURA, A; TOMANA, T. Relationships of ethanol production by seeds of different types of Japanese persimmons and their tannin content. **HortScience**, v. 18, n. 3, p. 319-321, 1983.

THOMAS, D. B.; HOLLER, T. C.; HEATH, R. R.; SALINAS, E. J.; MOSES, A. L. Trap-lure combinations for surveillance of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 84, n. 3, p. 344-351, 2001.

VELOSO, V. R. S.; FERNANDES, P. M.; ROCHA, M. R.; QUEIROZ, M. V.; SILVA, R. M. R. Armadilha para monitoramento e controle das moscas-das-frutas *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* (Wied.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, n. 3, p.487- 493, 1994.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? **Informações Agronômicas**, n. 108, p. 1-7, 2004.

ZUCCH, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de Importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 13-24.

## CAPÍTULO 2

**BIOATIVIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE RESÍDUO SECO DE SISAL  
(*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) A 5% SOBRE O PARASITOIDE  
*Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD, 1905) (HYMENOPTERA:  
BRACONIDAE)<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico: Revista Brasileira de Plantas Mediciniais.

BIOATIVIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE RESÍDUO SECO DE  
SISAL (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) A 5% SOBRE O  
PARASITOIDE *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD, 1905)  
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

**Autor:** Tamara Thays Barbosa Leal

**Orientadora:** Flávia Silva Barbosa

**Resumo:** *Diachasmimorpha longicaudata* é um parasitoide larval de moscas-das-frutas. É um inimigo natural de grande importância ambiental, já que reduz a população da praga e minimiza a utilização de pesticidas. Este trabalho avaliou a seletividade do extrato de resíduo de sisal que obteve melhor resposta quanto à bioatividade à mosca tal no capítulo I sobre *D. longicaudata*. O experimento foi conduzido no laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Em laboratório, frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.) variedade Pedro Sato Lisa, foram tratados com extrato aquoso de resíduo seco a 5% e testemunha absoluta (somente água destilada), durante 5 dias. Foi realizada uma avaliação para determinação de um escala de notas, baseando-se no número de parasitoides em posição de oviposição e quantificação do número de adultos de parasitoides fêmeas e machos emergidos em cada fruto. A análise dos dados mostrou que os frutos tratados com o extrato aquoso de resíduo seco de sisal a 5% interferiu negativamente sobre a preferência de oviposição do parasitoide. Concluiu-se que o extrato aquoso de resíduo seco a 5% interferiu na localização e taxa de postura do inimigo natural *D. longicaudata* e possivelmente na redução da taxa de parasitismo.

**Palavra-chave:** *Agave sisalana* Perrine ex Engelm, extratos vegetais, parasitoides.

BIOACTIVITY OF THE AQUEOUS EXTRACT OF DRY WASTE OF  
SISAL (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) TO 5% ON THE  
PARASITOID *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD, 1905)  
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

**Author:** Tamara Thays Barbosa Leal

**Advisor:** Flávia Silva Barbosa

**Abstract:** *Diachasmimorpha longicaudata* is a larval parasitoid of fruit flies. Is a natural enemy of great environmental importance, since it reduces the population of pest and minimize the use of pesticides. This study evaluated the selectivity of extract sisal waste obtained better response regarding bioactivity to fly such in chapter I about *D. longicaudata*. The experiment was conducted in the lab of Entomology of the Embrapa Cassava and Fruits. In the laboratory, fruits of guava (*Psidium guajava* L.) variety Pedro Sato Lisa, were treated with aqueous extract of dry waste at 5% and absolute witness (only distilled water) for 5 days. A review was performed to determine a scale of notes, based on the number of parasitoid in oviposition position and quantification of the number of adult parasitoid females and males emerged in each fruit. The analysis of the data showed that the fruits treated with the aqueous extract of dry waste of sisal at 5% interfered negatively on the oviposition preference of parasitoids. It was concluded that the aqueous extract of dry waste at 5% interfered in locating and posture rate of natural enemy *D. longicaudata* and possibly in the reduction the rate of parasitism.

**Key-words:** *Agave sisalana* Perrine ex Engelm, plant extracts, parasitoids.

## INTRODUÇÃO

A ocorrência de espécies de moscas-das-frutas como *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae), *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera, Tephritidae), dentre outras (SOUZA FILHO et al., 2000; GONÇALVES et al., 2006) tem acarretado danos severos a fruticultura brasileira.

O dano das moscas-das-frutas é causado quando a fêmea introduz seu ovipositor na epiderme dos frutos e deposita seus ovos (COLLIER & VAN STEENWYK, 2003). Os danos podem ser diretos, quando as larvas alimentam-se da polpa dos frutos, deixando-os impróprios para consumo, e indiretos, causados por agente patogênicos que provocam o apodrecimento dos frutos e sua perda total (MOYANO et al., 2013). São pragas quarentenárias, o que gera a perda de mercados de exportação, já que existem em as barreiras impostas pelos países importadores (CLARKE et al., 2005; FOLLETT & HENNESSEY, 2007).

Geralmente, o controle de moscas-das-frutas é feito por meio do uso de iscas tóxicas associadas a inseticida fosforado e pulverizações de cobertura, mostrando efetividade (KOVALESKI et al., 2000; IAEA, 2003). Porém, seu uso envolve riscos como resistência de insetos a inseticidas, resíduos tóxicos em alimentos, contaminação do solo, da água, diminuição da biodiversidade, não seletividade a inimigos naturais e doenças humanas (TANGA et al., 2005).

Diante das dificuldades para exportação e as mudanças na mentalidade de produtores, mercado e produtores quanto à obtenção por alimentos livres de contaminantes e a preservação do meio ambiente, tem-se buscado métodos de controle de pragas mais seguros à saúde humana e ambiental (PARANHOS et al., 2007).

Nos programas de manejo integrado de pragas, o controle biológico tem mostrado ser muito promissor, além de ser, no geral, mais vantajoso se comparado ao controle químico (BUENO, 2009). O controle biológico é eficaz quando o inimigo natural erradica ou regula a densidade das pragas abaixo dos níveis de dano econômico (TANGA et al., 2005).

No controle biológico das moscas-das-frutas, o parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) tem sido

o mais utilizados, pela sua efetividade, especificidade e facilidade para criação em laboratório (CARVALHO et al., 2000). *D. longicaudata* é um solitário endoparasitoide coinobionte de larvas de últimos instares de moscas-das-frutas (EBEN et al., 2000; SIVINSKI et al., 2001).

Durante o parasitismo, os braconídeos localizam as larvas das moscas com suas antenas, por meio de vibrações produzidas por estas ao se alimentar, então o parasitoide introduz seu ovipositor no fruto até alcançar a larva e realiza a postura, que darão origem a machos e fêmeas do braconídeo, caso os ovos tenham sido fecundados, se não, serão originados somente machos. Ao pupar, o conteúdo corporal das larvas das moscas será consumido pelas larvas do parasitoide, no final do ciclo ao invés de emergir o adulto de moscas-das-frutas, emergirá um adulto de parasitoide (CARVALHO et al., 2000).

A preservação desses inimigos naturais é uma tática econômica e de grande importância ambiental, já que reduz a população de pragas e minimiza a utilização de pesticidas.

Na visão do MIP e da produção agrícola, o inseticida considerado ideal é aquele que tem seletividade total, ou seja, que somente matasse as pragas, preservando os artrópodes benéficos, evitando desequilíbrio biológico nos agroecossistemas (YAMAMOTO & BASSANEZI, 2003).

Nos extratos vegetais encontram-se substâncias químicas produzidas pelo metabolismo secundário das plantas. A produção dessas substâncias ocorre, via de regra como resposta ao ataque de herbívoros, sendo um mecanismo de defesa da planta. Várias dessas substâncias apresentam atividade tóxica sobre os insetos, além de repelir, reduzir a capacidade de postura e regular o crescimento, por isso, são chamados de inseticidas botânicos (OLIVEIRA & MARTINS, 1998; AGUIAR-MENEZES, 2005; MOREIRA et al., 2006).

O sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) é uma planta nativa das regiões áridas e tropicais do hemisfério ocidental, principalmente o Sul do Taiwan, América Central e México (CHEN et al., 2009), pertence ao gênero *Agave* e à família *Asparagaceae* (DUNDER et al., 2010) com mais de 250 espécies descritas em todo o mundo (MWAIKAMBO, 2006).

No Brasil a *A. sisalana* é uma cultura de grande importância (SILVEIRA et al., 2012), segundo Azzini et al. (1998) esta é a única espécie cultivada no país

para a produção de fibras duras. Tais fibras são consideradas uma das mais utilizadas e de fácil cultivo (LI et al., 2000). No Nordeste, a Bahia é responsável por 95% da produção nacional, gerando empregos para mais de 800 mil pessoas, com áreas cultivadas de até 190 mil hectares, e em pequenas propriedades, menores que 15 hectares, onde a mão de obra familiar predomina (SANTOS et al., 2010). Na planta de sisal a fibra representa 4 % do peso das folhas da planta, enquanto 0,75% é de cutícula, 8% de matéria seca e 87,25% de umidade, que são considerados resíduos (MURHERJEE & SATYANARAYANA, 1984).

Os subprodutos do sisal após desfibramento podem ser aproveitados. Os chamados resíduos têm sido utilizados como bioinseticidas (SINGH et al., 2014), antiparasitário (SILVEIRA et al., 2012), antimicrobial (SANTOS et al., 2009), etc. Por apresentarem como princípios ativos o tanino, alcaloides, saponina e cumarina (BARRETO et al., 2010).

Dentro desse contexto, considerando que a associação entre inimigos naturais e o emprego de extratos vegetais pode se constituir numa alternativa para o manejo integrado de moscas-das-frutas, este estudo foi conduzido com o objetivo de verificar se o extrato de resíduo de sisal que obteve melhor resposta quanto a bioatividade sobre *C. capitata* no capítulo I apresenta seletividade sobre *D. longicaudata*.



## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção do extrato aquoso de resíduo seco de sisal

O resíduo seco de sisal foi adquirido no município de Valente, BA.

O extrato aquoso foi obtido por infusão. A proporção utilizada para obtenção do extrato aquoso de resíduo seco de sisal foi de 200 g do resíduo para 1000 ml de água destilada. Teve-se a preocupação de adicionar primeiramente o resíduo e em seguida a água fervente.

O extrato foi preparado, abafado até esfriar e filtrado com um filtro confeccionado de tecido tipo *voil*, em seguida diluído na concentração a 5% para posterior utilização.

### Fruto avaliado

Frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.) variedade Pedro Sato Lisa foram comprados em mercado local isento da presença de artrópodes e submetidos a testes de seletividade com o parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* em condições de laboratório.

### Localização e duração do experimento

O experimento foi conduzido no laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizado no município de Cruz das Almas, BA (latitude 12° 40' 12" S; altitude 220 m), em sala climatizada a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR 60-80% e fotofase de 12 horas, no período de setembro a outubro de 2014 .

### Procedência do material biológico

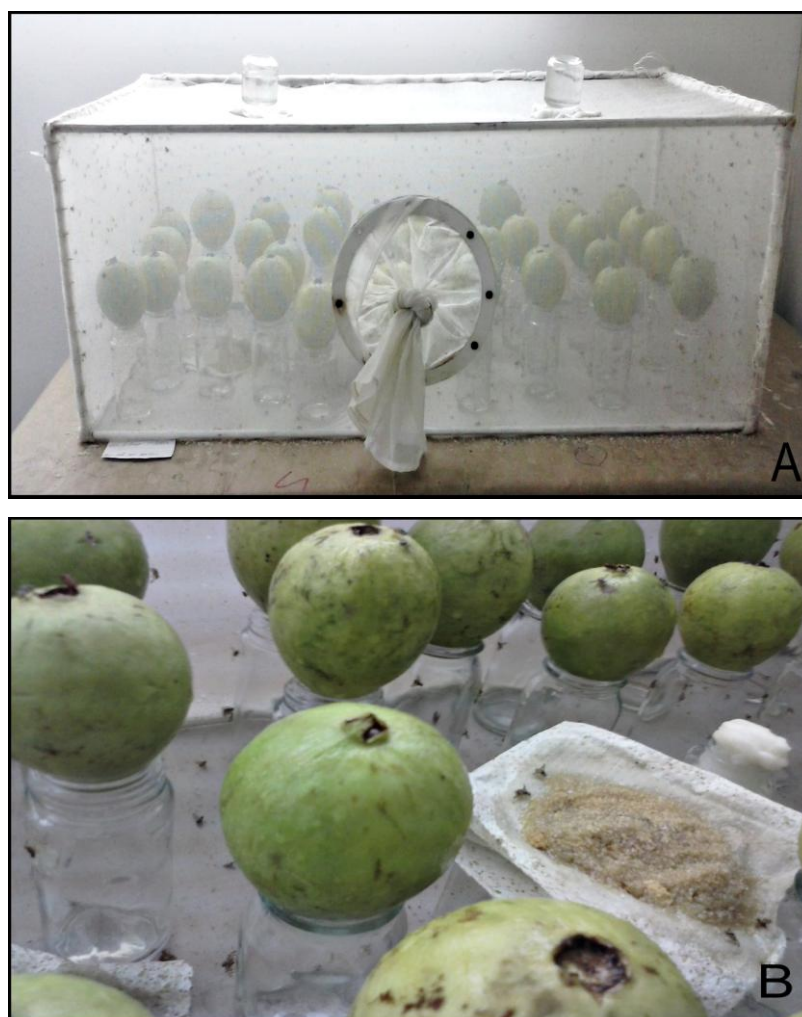
Os adultos de *C. capitata* e *D. longicaudata* utilizados no experimento foram obtidos na criação de insetos do laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

## **Caracterização do Bioensaio**

### Análise estatística

Para análise estatística dos dados, empregou-se o delineamento em blocos casualizados. Os dados da escala de notas foram submetidos a teste de GLM (General Linear Model) distribuição Gamma. Para análise dos dados do número total de parasitoides e número de parasitoides fêmeas, foi utilizado o teste GLM (General Linear Model) distribuição Poisson.

Os tratamentos consistiam no extrato aquoso de resíduo seco de sisal (*A. sisalana*) a 5%, e testemunha absoluta (somente água destilada), com quatro repetições (número de gaiolas utilizadas). Frutos “de vez” de goiaba, foram comprados e transportados para o laboratório de Entomologia da Embrapa, onde foram lavados com água e detergente neutro e secos com papel toalha. Durante 5 dias, lotes com 32 frutos “de vez” de goiaba foram expostos a uma colônia de *C. capitata*, com  $10 \pm 2$  dias de idade, para infestação. Cada lote permaneceu na gaiola por um período de 24 horas (Figura 1). Uma vez durante esse período os lotes de frutos eram virados para que tivessem o máximo de exposição/uniformidade de oviposição. A alimentação desses insetos era realizada com dieta artificial contendo açúcar mascavo, açúcar comum, levedo de cerveja, sustentagem, hidrolisado de proteína e mel de abelha em quantidades indicadas por Carvalho et al. (1998), fornecida em cima de um papel toalha dobrado, colocado sobre um pote de plástico e receberam água em pequenos frascos de vidro, cobertos com chumaço de algodão.



**Figura 1.** Exposição dos frutos de goiaba a *C. capitata*. (A) Vista externa da gaiola. (B) Vista interna da gaiola.

Após exposição a *C. capitata*, os frutos foram colocados em bandejas de plástico, devidamente identificados e cobertos com jornais (Figura 2). Foi dado um intervalo de 10 dias (período em que a larva de *C. capitata* alcança a fase L3), para iniciar a exposição dos frutos infestados ao parasitoide *D. longicaudata*.

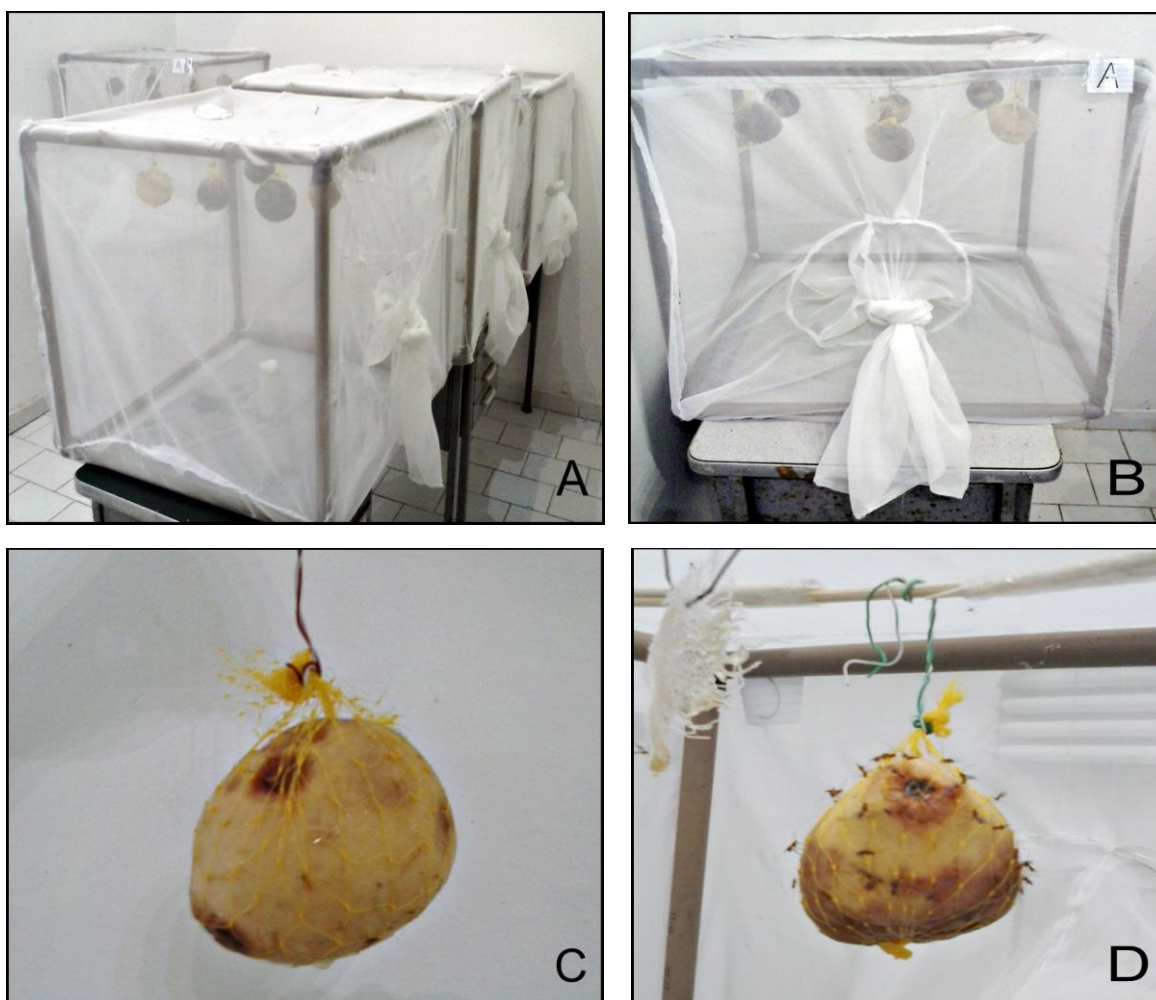


**Figura 2.** Frutos de goiaba acondicionados em bandejas plásticas, identificados e cobertos com jornais.

Os frutos infestados por *C. capitata* foram submersos no extrato aquoso de resíduo seco de sisal a 5%, deixados para secar e, então, acondicionados em quatro gaiolas, contendo, cada uma, 140 fêmeas e 115 machos de *D. longicaudata* com 7 dias de idade. As gaiolas apresentavam 50 cm de altura x 50 cm de largura x 50 cm de profundidade, confeccionadas com canos de pvc e revestidas com *voil*.

Os adultos de *D. longicaudata* foram alimentados com dieta artificial composta por ácido ascórbico, nipagin, mel de abelha, agar e água em quantidades indicadas por Carvalho et al. (1998), fornecida em bandagem de nylon, e receberam água em pequenos frascos de vidro, cobertos com chumaço de algodão, de acordo com a metodologia vigente no laboratório

Foram colocados em cada gaiola três frutos tratados e três frutos com a testemunha água, totalizando 24 frutos por dia. Os frutos foram pendurados de maneira intercalada com o auxílio de uma rede de plástico, arames e espetos de bambu (Figura 3).



**Figura 3.** Visão geral do experimento para avaliação da seletividade de resíduos seco de sisal a 5% sobre *D. longicaudata*, utilizando goiaba. (A) Posicionamento das gaiolas; (B) Vista do posicionamento dos frutos dentro das gaiolas; (C) Uso de redes e arames para pendurar os frutos; (D) Vista dos frutos no interior das gaiolas.

Após os frutos serem pendurados foi realizada uma avaliação para determinação de uma escala de notas, baseando-se no número de parasitoides em posição de oviposição (Tabela 1).

**Tabela 1.** Escala de notas para avaliação do número de parasitoides em posição de oviposição em frutos de goiaba.

Nota	Número de parasitoides
1	0 - 4
2	5- 9
3	10- 14
4	15 - 19
5	≥ 20

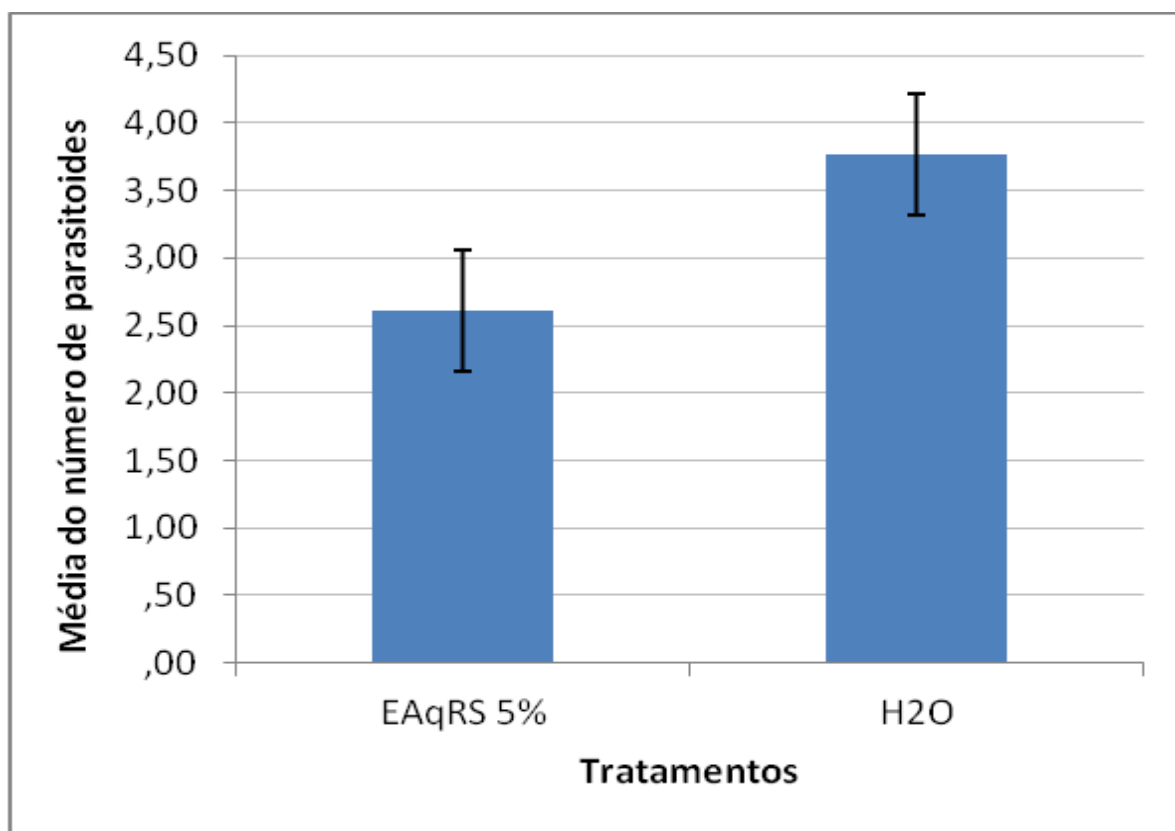
Os frutos tratados e expostos aos adultos de *D. longicaudata* foram retirados após três horas. A troca por novos frutos tratados era realizada no dia subsequente, totalizando cinco dias de avaliação.

Uma vez retirados das gaiolas, os frutos eram colocados em potes plásticos contendo vermiculita e cobertos com papel toalha presos com um elástico. Após 14 dias foi feita a quantificação do número de adultos de parasitoides fêmeas e machos emergidos em cada fruto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise geral da escala de notas, verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, extrato aquoso de resíduo seco de sisal a 5% e testemunha absoluta (somente água destilada) (Gráfico 1). Os frutos tratados com a testemunha absoluta foram os que apresentaram as maiores médias, ou seja, tiveram uma maior quantidade de parasitoides sobre as goiabas infestadas. Apesar do menor número de parasitoides visitando frutos tratados, esperava-se que o extrato aquoso de resíduo seco de sisal a 5% não interferisse na localização e postura por parte do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*. Contudo isso não aconteceu, ou seja, o extrato aquoso de resíduo seco de sisal a 5% afeta negativamente a vespa quanto a localizar e ovipositar em frutos tratados contendo larvas de mosca das frutas.

**Gráfico 1.** Número de parasitoides *D. longicaudata* sobre os frutos de goiaba após aplicação dos tratamentos.



A redução do parasitismo em frutos tratados deu-se possivelmente ao aroma forte liberado pelo extrato, já que fêmeas de parasitoides usam estímulos olfativos para reconhecer seu hospedeiro (Kraemer et al., 2007). Pode ter ocorrido uma ação de repelência devido à presença de alguns compostos químicos presentes na constituição da planta de sisal. Segundo Barreto et al. (2010), o sisal apresenta em sua composição química tanino, alcaloides, saponina e cumarina, tendo alguns destes, ação repelente sobre os insetos (Yamada, 2004; Fürstner & Davies, 2005; De Geyter et al., 2007). Ou os voláteis liberados pelo extrato de sisal podem ter interferido nos compostos químicos liberados pelos frutos.

Os estímulos químicos que fornecem informações de um organismo para outro são chamados semioquímicos (REDDY & GUERRERO, 2004). Os compostos químicos que transmitem informações entre indivíduos de espécies diferentes são conhecidos como aleloquímicos (FUNES et al., 2013), sendo que quando estes estímulos químicos favorecem positivamente o receptor e negativamente o emissor, é chamado de cairomônio (ZARBIN & RODRIGUES, 2009; SEGURA et al., 2012).

Segundo Segura et al. (2012) as fêmeas de *D. longicaudata* localizam os seus hospedeiros (frutos infestados) por meio da liberação de voláteis. Ainda, Quilici & Rousse (2012) em trabalhos realizados com parasitoide Opiinae utilizando diversas técnicas envolvendo olfatômetros mostraram a atração deste, por compostos voláteis de frutos.

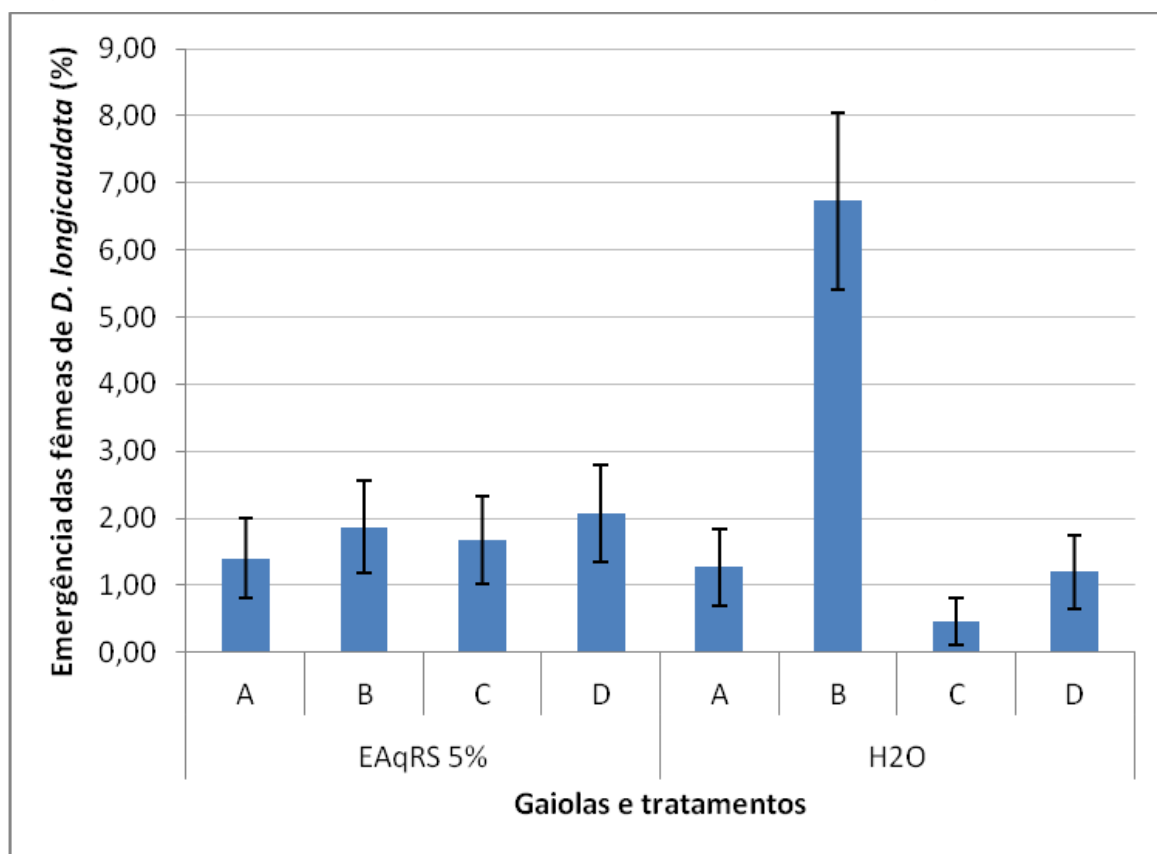
Também não pode ser descartada a hipótese que essa menor preferência pelos frutos tratados com extratos de resíduo seco de sisal a 5%, pelos parasitoides, pode ter sido devido à menor quantidade de larvas de *C. capitata* no interior dos frutos. De acordo com Lawrence (1981), fêmeas de parasitoides da família Braconidae localizam seu hospedeiro por compostos químicos derivados da atividade larval, além de vibrações causadas pelo movimento destas no interior dos frutos. Ou ainda, o extrato pode ter afetado a larva no interior do fruto, alterando seu desenvolvimento, em função disso, elas não sinalizaram para a vespa sua localização. Azevedo et al. (2013) mostraram que o inseticida vegetal Natuneem®, que apresenta como princípio ativo a azadiractina, quando pulverizado sobre frutos de goiaba infestados com larvas de *Anastrepha* spp. apresenta efeito inseticida sobre estas.



Em relação ao número de parasitoides fêmeas de *D. longicaudata*, foi verificada interação entre tratamento e gaiola (Gráfico 2). Em todas as gaiolas, os tratamentos não diferiram entre si, com exceção dos frutos tratados com a testemunha absoluta (somente água destilada) e colocados na gaiola B, observa-se que a quantidade de parasitoides fêmeas encontradas em tais frutos foi bem maior que nos demais (Gráfico 2).

Esse aumento considerável somente na gaiola B com frutos tratados com água pode ter sido pela coincidência de frutos visualmente mais atrativos para a vespa ou com maiores números de larvas em seu interior, já que não se pode fazer o controle da quantidade de larvas dentro dos frutos. Todas as condições de laboratório foram controladas, como iluminação, alimentação, água, umidade e temperatura. De acordo com Sivinski & Aluja (2012), o parasitoide de moscas-das-frutas utiliza-se de alguns meios para encontrar seu hospedeiro, como as pistas visuais, por meio da cor, forma e tamanho do fruto, além de vibrações e compostos químicos causados pela infestação de larvas. Os parasitoides percebem estes estímulos por meio de receptores presentes nos seus olhos compostos e antenas, isso resulta no seu comportamento que é expressado, pelo voo, sondagem e oviposição (SILVA, 2005).

**Gráfico 2.** Percentagem de emergência das fêmeas de *D. longicaudata* em frutos de goiaba tratados com extrato aquoso de resíduo seco a 5% e água destilada.

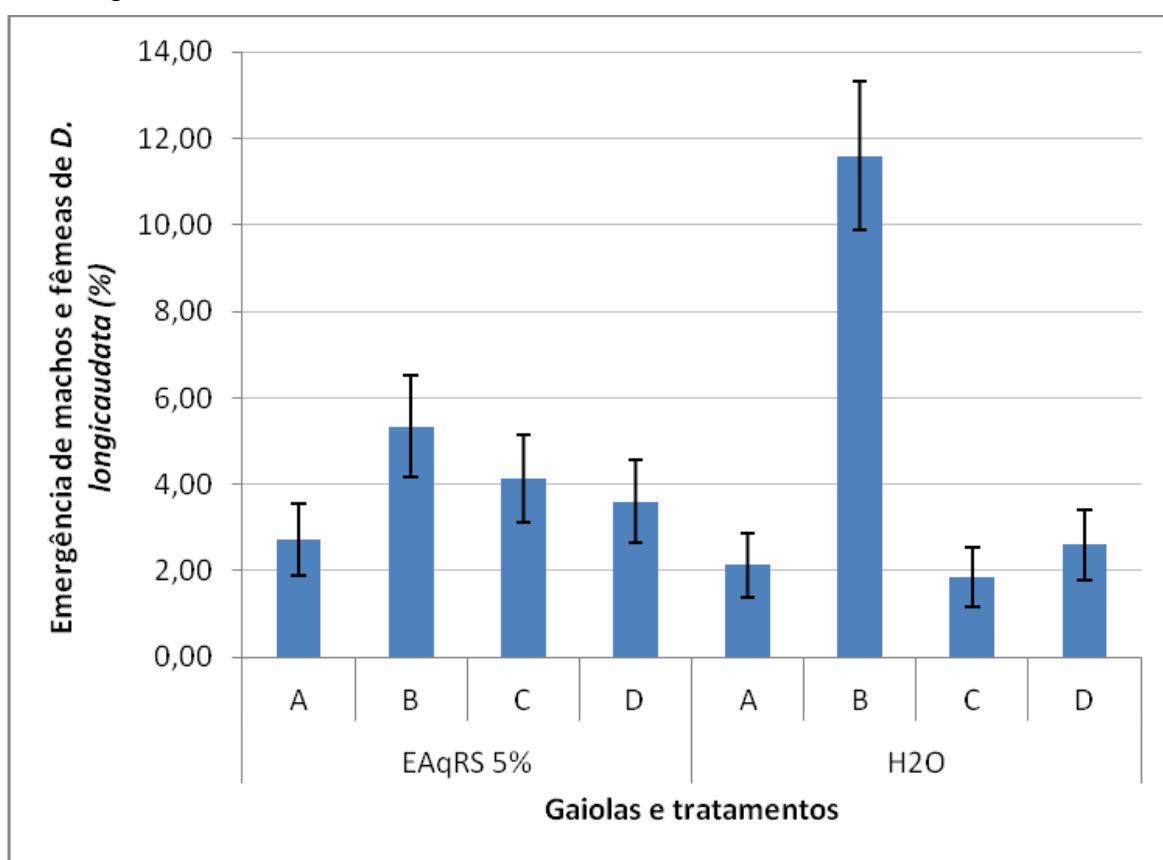




Em relação ao número total de parasitoides de *D. longicaudata*, para os frutos tratados com extrato aquoso de resíduo seco a 5%, nas gaiolas A, B, C e D, não houve diferença estatística (Gráfico 3).

Assim como no número de parasitoides fêmeas de *D. longicaudata*, o número total de parasitoides foi igualmente superior nos frutos tratados somente com água e colocados na gaiola B.

**Gráfico 3.** Percentagem de machos e fêmeas do parasitoide *D. longicaudata* emergidos de frutos de goiaba tratados com extratos aquosos de resíduo seco a 5% e água destilada.



Para implantação de um MIP bem sucedido é preciso um completo conhecimento da praga, seus inimigos naturais e plantas para posterior tomada de decisões sobre quais táticas de manejo de pragas utilizar (GULLAN & CRANSTON, 2012). Então, armadilhas utilizando extrato aquoso de resíduo seco de sisal a 5% devem ser implantadas longe do local produtivo, nas bordaduras dos pomares, para aprisionar apenas a praga, para não interferir negativamente na ação do parasitoide. Novas pesquisas devem ser realizadas para saber quais outros tipos de organismos benéficos tal extrato pode afetar, como polinizadores e

outros inimigos naturais. Inseticidas ideais devem ser aqueles que são tóxicos somente à praga e não ao inimigo natural (TRINDADE et al., 2013).

França et al. (2010) testaram o efeito do óleo de nim sobre o parasitoide de moscas-das-frutas *D. longicaudata*, onde larvas de *C. capitata* foram mergulhadas em soluções de nim nas concentrações, 0,5%, 1%, 1,5% e 0,37%. Em todas as concentrações, o óleo de nim teve ação de repelência sobre o parasitoide, todavia, não prejudicou as larvas de *C. capitata*, nem a emergência dos adultos.

Alvarenga et al. (2012) avaliaram a interação do parasitismo de *D. longicaudata* com a toxicidade da torta de nim sobre *C. capitata*. Larvas expostas ou não ao parasitismo foram colocadas em copos descartáveis contendo vermiculita e torta de nim nas concentrações a 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% e 30%. A torta de nim teve efeito nocivo sobre a emergência de *C. capitata*, em todas as concentrações, exceto a 5%, já para o seu inimigo natural, todas as concentrações reduziram sua taxa de emergência.

Os parasitoides por apresentarem o hábito de forragear em busca do hospedeiro (GARCÍA-MEDEL et al., 2007; ROUSSE et al., 2007; SIVINSKI & ALUJA, 2012) acabam sendo mais afetados por ficarem mais expostos aos princípios químicos dos extratos vegetais.

## CONCLUSÃO

1. O extrato aquoso de resíduo seco de sisal a 5% interferiu na localização e taxa de postura do inimigo natural *Diachasmimorpha longicaudata* e possivelmente na redução da taxa de parasitismo, face ao efeito tóxico do tratamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos**: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005, 58 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205).
- ALVARENGA, C. D.; FRANÇA, W. M.; GIUSTOLIN, T. A.; PARANHOS, J. B. A.; LOPES, G. N.; CRUZ, P. L.; BARBOSA, P. R. R. Toxicity of Neem (*Azadirachta indica*) Seed Cake to Larvae of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and Its Parasitoid, *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Florida Entomologist**, v. 95, n. 1, p. 57-62, 2012.
- AZEVEDO, F. R.; SANTOS, C. A. M.; NERE, D. R.; MOURA, E. S.; GURGEL, L. S. Inseticidas vegetais no controle de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em pomar de goiaba. **Holos**, v. 4, n. 29, p. 77-86, 2013.
- AZZINI, A.; GONDIM-TOMAZ, R. M. A.; ERISMANN, N. M.; COSTA, A. A.; BENATTI JUNIOR, R. Caracterização tecnológica de híbridos de *Agave*. **Bragantia** v. 57 n. 1, p.113-117, 1998.
- BARRETO, A. F.; ARAÚJO, E.; BONIFÁCIO, B. F. Eficiência de extratos de *Agave sisalana* (Perrine) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch) e ocorrência de fitotoxidez em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r *latifolium* Hutch). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, p. 207-215, 2010.
- BUENO, V. H. P. **Controle Biológico de Pragas: Produção Massal e Controle de Qualidade**. 2ª edição. Lavras: Editora UFLA, 2009. 430 p.
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. **Metodologia de criação do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), visando estudos em laboratório e em campo**. Cruz das Almas: EMBRAPA, CNPMF, 1998. 16 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 30).
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. Controle Biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de Importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p.113-117.
- CHEN, P. Y.; KUO, Y. C.; CHEN, C. H.; KUO, Y. H.; LEE, C. K. Isolation and immunomodulatory effect of homoisoflavones and flavones from *Agave sisalana* Perrine ex Engelm. **Molecules**, v. 14, n. 5, p. 1789-1795, 2009.
- CLARKE, A. R.; ARMSTRONG, K. F.; CARMICHAEL, A. E.; MILNE, J. R.; RAGHU, S., RODERICK, G. K.; YEATES, D. K. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical evolutionary radiation: the *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 293-319, 2005.

COLLIER, T.; VAN STEENWYK, R. Prospects for integrated control of olive fruit fly are promising in California. **California Agriculture**, v. 57, n. 1, p. 28-32, 2003.

DE GEYTER, E.; LAMBERT, E.; GEELEN, D.; SMAGGHE, G. Novel advances with plant saponins as natural insecticides to control pest insects. **Pest Technology**, v. 1, n. 2, p. 96-105, 2007.

DUNDER, R. J.; QUAGLIO, A. E. V.; MACIEL, R. P.; LUIZ-FERREIRA, A.; ALMEIDA, A. C. A.; TAKAYAMA, C.; FARIA, F. M.; SOUZA-BRITO, A. R. M. Anti-inflammatory and analgesic potential of hydrolyzed extract of *Agave sisalana* Perrine ex Engelm., Asparagaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 376-381, 2010.

EBEN, A.; BENREY, B.; SIVINSKI, J.; ALUJA, M. Host species and host plant effects on preference and performance of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 1, p. 87-94, 2000.

FOLLETT, P. A.; HENNESSEY, M. K. Confidence limits and sample size for determining nonhost status of fruits and vegetables to tephritid fruit flies as a quarantine measure. **Journal of economic entomology**, v. 100, n. 2, p. 251-257, 2007.

FRANÇA, W. M.; ALVARENGA, C. D.; GIUSTOLIN, T. A.; OLIVEIRA, P. R.; CRUZ, P. L.; LOPES, G. N.; PARANHOS, B. A. J. Efeito do Nim (*Azadirachta indica*) na mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) e seu parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 1, p. 57-64, 2010.

FUNES, H. M.; AUDINO, P. G.; ZERBA, E. N. *Megaplatypus mutatus*: descripción de su biología y optimización del uso de su principal componente feromonal. **Senasa**, v. 1, n. 1, p. 23-36, 2013.

FÜRSTNER, A.; DAVIES, P. W. Alkyne metathesis. **Chemical Communications**, n. 18, p. 2307-2320, 2005.

GARCÍA-MEDEL D.; SIVINSKI, J.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; RAMIREZ-ROMERO, R.; ALUJA, M. Foraging behavior of six fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) released as single or multiple-species cohorts in field cages: Influence of fruit location and host density. **Biological Control**, v.43, p. 12-22, 2007.

GONÇALVES, G. B.; SANTOS, J. C. G.; SILVA, C. E.; SANTOS, E. S.; NASCIMENTO, R. R.; SANT'ANA, A. E. G.; ZUCCHI, R. A. Occurrence of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the state of Alagoas, Brazil. **Florida Entomologist**, v.89, n.1, p. 93-94, 2006.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de Entomologia**. 4 edição. São Paulo: Editora Roca, 2012. 480p.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Trapping Guidelines for Area-Wide Fruit Fly Programmes**. 1ª Edição. Vienna: IAEA, 2003. 47 p.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Controle químico em macieiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto : Holos Editora, 2000. p.135-141.

KRAEMER, B.; PIETROWSKI, V.; LOHMANN, T. R.; GIBBERT, F. R.; KREIN, T. Avaliação da interferência de extratos vegetais e óleo mineral emulsionável sobre o parasitismo de *Trichogramma pretiosum*. **Revista Brasileira de agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1179-1182, 2007.

LAWRENCE P. O. Host vibration – a cue to host location by the parasite, *Biosteres longicaudatus*. **Oecologia**, v. 48, p. 249–251, 1981.

LI, Y., MAI, Y. W., & YE, L. Sisal fibre and its composites: a review of recent developments. **Composites Science and Technology**, v. 60, n. 11, p. 2037-2055, 2000.

MOREIRA, M. D.; PIKANÇO, M. C.; SILVA, M. E.; MORENO, S. C.; MARTINS J. C. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, 2006. p. 89-120.

MOYANO, M. I.; RUBERTI, D.; FLORES, P.; SETA, S.; LEONE, A.; GONSEBATT, G.; CONIGLIO, R.; POGGI, D.; CATRARO, M.; DE FAGOT, M.; QUADRELLI, A. Monitoreo y control del gusano del brote (*Grapholita molesta* Busk) y de mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Weidemann), su relación con el daño causado en durazneros de Piñero (Sta. Fe). **Revista Agromensajes**, v. 36, n. 8, p. 1-7, 2013.

MURHERJEE P. S; SATYANARAYANA K. G. Structure and properties of some vegetable fibres, part 1. Sisal fibre. **Journal of Materials Science**, v. 19, p. 3925-3934, 1984.

MWAIKAMBO, L. Y. Review of the history, properties and application of plant fibres. **African Journal of Science and Technology**, v. 7, n. 2, p. 120-133, 2006.

OLIVEIRA, L. O.; MARTINS, E. R. **O desafio das plantas medicinais brasileiras: I - O caso poaia (*Cephaelis ipecacuanha*)**. Campos dos Goytacazes: UENF, 1998. 73 p.

PARANHOS, B. A. J.; WALDER, J. M. M.; ALVARENGA, C. D. Parasitismo de larvas da mosca-do-Mediterrâneo por *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em diferentes cultivares de goiaba. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, p. 243, 2007.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology Earth System Science**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

QUILICI, S.; ROUSSE, P. Location of Host and Host Habitat by Fruit Fly Parasitoids. **Insects**, v. 3, p. 2012, 3, 2012.

REDDY, G. V. P.; GUERRERO, A. Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. **Trends in Plant Science**, v. 9, n. 5, p. 253-261, 2004.

ROUSSE, P.; CHIROLEU, F.; VESLOT, J.; QUILICI, S. The host and microhabitat olfactory location by *Fopius arisanus* suggests a broad potential host range. **Physiological Entomology**, v. 32, p. 313–321, 2007.

SANTOS, J. D. G.; BRANCO, A.; SILVA, A. F., PINHEIRO, C. S. R.; NETO GÓES, A.; UETANABARO, A. P. T.; QUEIROZ, S. R. O. D.; OSUNA, J. T. A. Antimicrobial activity of *Agave sisalana*. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 22, p. 6181-6184, 2009.

SANTOS, M. B.; SANTOS, C. Y.; ALMEIDA, M. A.; SANTOS, C. R. S.; SANT'ANNA, H. L. S.; SANTOS, O. S. N.; SILVA, F.; MARTINS, G. N. Efeito inibitório in vitro de extrato vegetal de *Allium sativum* sobre *Aspergillus Níger* Tiegh. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.1, p.13-17, 2010.

SEGURA, D. F.; VISCARRET, M. M.; OVRUSKI, S. M.; CLADERA, J. L. Response of the fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* to host and host-habitat volatile cues. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 143, p. 164–176, 2012.

SILVA, J. W. P. **Comportamento olfativo de três espécies de parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)**. 2005. 59 p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. 2005.

SILVEIRA, R. X.; CHAGAS, A. C. S.; BOTURA, M. B.; BATATINHA, M. J. M.; KATIKI, L. M.; CARVALHO, C. O.; BEVILAQUA, C. M. L.; BRANCO, A.; MACHADO, E. A. A.; BORGES, S. L.; ALMEIDA, M. A. O. Action of sisal (*Agave sisalana* Perrine) extract in the in vitro development of sheep and goat gastrointestinal nematodes. **Experimental parasitology**, v. 131, n. 2, p. 162-168, 2012.

SINGH, R. K., MITTAL, P. K., KUMAR, G., & DHIMAN, R. C. Evaluation of mosquito larvicidal efficacy of leaf extract of a cactus plant, *Agave sisalana*. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 2, n. 1, p. 83-86, 2014.

SIVINSKI, J.; ALUJA, M. The roles of parasitoid foraging for hosts, food and mates in the augmentative control of Tephritidae. **Insects**, v. 3, n. 3, p. 668-691, 2012.

SIVINSKI, J.; VULINEC, K.; ALUJA, M. Ovipositor length in a guild of parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) attacking *Anastrepha* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae) in southern Mexico. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 94, n. 6, p. 886-895, 2001.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. São Paulo. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 81-86.

TANGA, S.; XIAO, Y.; CHENC, L.; CHEKE, R. A. Integrated pest management models and their dynamical behaviour. **Bulletin of Mathematical Biology**, v. 67, n. 1, p. 115-135, 2005.

TRINDADE, R. C. P.; LIMA, I. S.; SANT'ANA, A. E. G; BROGLIO, S. M. F.; SILVA, P. P. Ação de extratos vegetais sobre *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 3, p. 255-262, 2013.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? **Informações Agronômicas**, n. 108, p. 1-7, 2004.

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

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



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de extratos de sisal é uma boa alternativa como iscas para armadilhas de controle e monitoramento da *Ceratitis capitata* e com grande vantagem, pois apresenta baixa toxicidade aos seres humanos e meio ambiente, e por interferir na localização do parasitoide específico dessa praga pode ser usado em programas de monitoramento e em armadilhas uma vez que não atrai o parasitoide.

Entretanto, deve-se evitar o uso desse extrato em pulverizações nos pomares uma vez que o mesmo apresenta efeito cida sobre insetos não alvo como a exemplo o parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*, que em condições de laboratório interferiu na localização e oviposição. Ainda são escassos os trabalhos referentes à bioatividade dos resíduos de sisal sobre os insetos e sua seletividade a uma série de organismos benéficos, então, vale ressaltar a importância desses estudos para a geração de conhecimento, no sentido de disponibilizar uma tecnologia mais sustentável e econômica a agricultores, além de restabelecer o equilíbrio nos cultivos que estão sofrendo surtos de pragas que inviabilizam o produto final para comercialização.

Este foi um dos trabalhos iniciais com a bioatividade de extratos de resíduos de sisal sobre a mosca-das-frutas *C. capitata* e seu inimigo natural, *D. longicaudata*, sendo assim um suporte para que outros estudos possam ser desenvolvidos na mesma linha de pesquisa.

Sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas com extratos de *Agave sisalana*, testando diferentes formas de extração e concentrações em diferentes pragas agrícolas, juntamente com análises químicas, além de testes de seletividade sobre polinizadores, inimigos naturais e artrópodes terrestres.