

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

ALEXANDRE GUIMARÃES DUARTE

**INFOQUÍMICOS NO CONTROLE DE *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) e *Metamasius hemipterus* L., 1758 (COL.: CURCULIONIDAE):
FORMULAÇÃO DE FEROMÔNIO; MONITORAMENTO; MANEJO
DO SUBPRODUTO DA CASCA DO COCO**

RIO LARGO - AL
2015

ALEXANDRE GUIMARÃES DUARTE

**INFOQUÍMICOS NO CONTROLE DE *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) e *Metamasius hemipterus* L., 1758 (COL.: CURCULIONIDAE):
FORMULAÇÃO DE FEROMÔNIO; MONITORAMENTO; MANEJO
DO SUBPRODUTO DA CASCA DO COCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Proteção de Plantas.

Orientador
Prof. Dr. Antônio Euzébio Goulart Sant'Ana
Coorientadora: Dr. Adriana Guimarães Duarte

**RIO LARGO
ALAGOAS - BRASIL
2015**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

D812i Duarte, Alexandre Guimarães.
Infoquímicos no controle de *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) e
Metamasius hemipterus L., 1758 (COL.: CORCULIONIDAE):
formulação de feromônio; monitoramento; manejo do subproduto da
casca do coco / Alexandre Guimarães Duarte. Rio Largo – 2015.
116 f. : il.

Orientador: Antonio Euzébio Goulart Sant'Ana.

Co-orientadora: Adriana Guimarães Duarte.

Dissertação (Doutorado em Proteção de plantas) – Universidade
Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2015.

Inclui bibliografia.

1. *Cocus nucifera*. 2. Insecta. 3. Semioquímicos. I. Título.

CDU: 632.937:634.616

Folha de Aprovação

ALEXANDRE GUIMARÃES DUARTE

**INFOQUÍMICOS NO CONTROLE DE *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) e *Metamasius hemipterus* L., 1758 (COL.: CURCULIONIDAE):
FORMULAÇÃO DE FEROMÔNIO; MONITORAMENTO; MANEJO
DO SUBPRODUTO DA CASCA DO COCO**

Tese submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de plantas da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 27 de Abril de 2015.

**Prof. Dr. Antônio Euzébio Goulart Sant'Ana, Universidade Federal de Alagoas
(Orientador)**

Banca Examinadora:

**Prof. Dr. João Gomes da Costa, Embrapa
(Examinador Externo)**

**Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima Silva Muniz, Universidade Federal de Alagoas
(Examinador Interno)**

**Prof. Dr. Henrique Fonseca Goulart, Universidade Federal de Alagoas
(Examinador Externo)**

Ofereço

Este trabalho aqueles que, incondicionalmente, sempre fizeram o possível e o impossível para que eu chegasse até aqui e conquistasse tudo que conquistei até o presente momento. Aos meus pais, Adonias Guimarães Duarte e Edileuza Faustino Duarte, todo o meu amor, respeito, carinho e gratidão.

À minha avó “Morena” (*in memoriam*)
que sempre estará presente nos meus pensamentos;

Aos meus irmãos;

Aos meus cunhados;

Aos meus sobrinhos, Tâmara, Laura, Fernanda e Gabriel.

À minha sogra Teresa Cristina dos Santos

Dedico

À minha amada esposa, Aline Priscila Santos e à minha filha Rafaella Santos Duarte, pelo amor, incentivo, compreensão e por serem a fonte de inspiração para sempre seguir em frente, sem as quais atingir este objetivo seria improvável.

AGRADECIMENTOS

Agradeço Especialmente a Deus

No corre-corre da minha vitória diária, esqueci tantas vezes de te agradecer. Obrigado meu Deus, pela minha família e amigos, por todos aqueles que entraram na minha história de vida e me ensinaram a crescer, a ser mais humano; pelo término desta longa jornada, o mais sincero agradecimento ao senhor que me confiaste a vida. Através da minha fé, do meu amor, te agradeço por tudo que fui, que sou e que ainda serei e, principalmente, por nunca ter me deixado nos momentos difíceis e por me ter permitido chegar até aqui. Toda honra e toda glória seja direcionada para o senhor Jesus Cristo.

Ao Prof. Dr. Antônio Euzébio Goulart Sant’Ana por compartilhar suas ideias, seus pensamentos, sendo um orientador disposto a oferecer estímulos e, principalmente, por expandir meus conhecimentos, e pela coragem de ousar trabalhar com novas ideias e conceitos;

À Coorientadora Adriana Guimarães Duarte, pela confiança, ensinamentos e importante colaboração na condução e desenvolvimento deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Henrique Fonseca Goulart por expandir meus conhecimentos na área, meu muito obrigado.

À Universidade Federal de Alagoas, pela oportunidade de realização deste curso;

À coordenação e colegiado do curso de Pós-Graduação em Proteção em Plantas, pelo apoio concedido;

À CAPES, pela concessão da bolsa de Doutorado;

Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias, pelos ensinamentos;

Aos funcionários da Secretaria da pós-graduação, Geraldo de Lima, Marcos Antônio Lopes e Michele Cristina pela ótima convivência;

Aos que fazem parte do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos, em especial ao Professor Ivanildo Soares de Lima e aos meus amigos Josemildo Verçosa de Araújo Júnior, Romário Guimarães Verçosa de Araujo, Anderson Rodrigues Sabino, Lud’milla Monique Dorvillé, Daniel Silva Torres, Rui Fernando da Silva, Lillia Iamar Leite Maciel Gama, Mariana Paes da Silva, Amanda Karolinne Ferreira Palmeira,

Valdemir Albuquerque da Silva Júnior, Antônio Lindraz de Barros, por todo apoio, amizade e ótima convivência;

Aos colegas e amigos da Pós-Graduação, Josemildo Verçosa de Araújo Júnior, Núbia Lima dos Santos, Anderson Rodrigues Sabino, Rui Fernando da Silva, Izael Oliveira Silva, Clemens Rocha Fortes, Nelson Augusto do Nascimento Júnior, Maria Lausanne Damasceno, Jair Tenório pelo excelente convívio durante a realização do curso, por todo estímulo e apoio prestados nesses anos de convivência;

Ao Dr. Paulo Manoel Ponte Lins pelo apoio e contribuição no desenvolver desta pesquisa.

A Msc Nadia Stefania Jelvez Serra pela contribuição nas análises de Eletroantenografia e ao Dr. Chrystian Iezid Maia e Almeida pelo aprendizado e ajuda nas análises estatísticas, o meu muito obrigado.

A todos os meus familiares e aqueles que não foram citados, que acreditaram em meu crescimento pessoal, Meu muito obrigado.

RESUMO

A cultura do coqueiro é afetada por diversas doenças que variam de importância de uma região para outra. Dentre as principais encontra-se o anel vermelho, causada pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard. *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Col.: Curculionidae) que pode causar danos diretos por meio de suas larvas ao abrirem galerias no meristema apical das palmeiras. *Metamasius hemipterus* Linnaeus, 1758 (Col.: Curculionidae), comumente denominada de ‘broca-rajada’ é encontrada associada a vários hospedeiros, tanto de importância agrícola como ornamental. O monitoramento é o principal componente do Manejo Integrado de Pragas, fundamental na racionalização do controle de insetos, acompanhar a variação no número de indivíduos ao longo do tempo, bem como para definir as áreas críticas, informações relevantes para a administração das medidas de controle. Os insetos exercem suas relações ecológicas com o ambiente e com outros organismos de várias maneiras, sendo uma das mais importantes a comunicação por meio de compostos químicos. Os feromônios são substâncias secretadas por um indivíduo causando uma reação no indivíduo receptor da mesma espécie, provocando uma reação específica. A aeração é a técnica mais comum na coleta de compostos voláteis de plantas. Por meio deste processo, compostos emitidos são coletados. A identificação de semioquímicos geralmente é utilizada a técnica da cromatografia, como por exemplo a cromatografia gasosa, a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-EM) e a cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia. A quitosana pode ser aplicada na biotecnologia e na fabricação de microesferas para liberação controlada. A questão do acúmulo dos cocos descartados ainda é um gargalo a ser resolvido, que evitaria poluição visual e contaminação. Esse resíduo pode ser matéria-prima na fabricação de diversos produtos industriais e artesanais criando trabalho e renda, ou ainda usado como insumo agrícola e até biomassa, gerando energia. Este trabalho teve como objetivo: avaliar a utilização de diferentes liberadores do feromônio de agregação visando ao controle de pragas do coqueiro; estudar a flutuação populacional de *R. palmarum* e *M. hemipterus* em plantio de coco e analisar os efeitos do manejo do subproduto da casca do coco na atratividade de *R. palmarum*.

Palavras-chave: Insecta, *Cocus nucifera*, Semioquímicos

ABSTRACT

The coconut crop is damaged by several diseases that vary in importance from region to region. The main diseases include red ring, caused by the nematode *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard. *Rhynchophorus palmarum* (L.,1758) (Col.: Curculionidae) can cause direct damage because its larvae open galleries in palm tree tip merystem. *Metamasius hemipterus* Linnaeus, 1758 (Col.: Curculionidae), commonly called 'striped borer' is found associated to various hosts agricultural and ornamental importance. Monitoring is the main component of Integrated Pest Management and is essential for rationalizing insect control, following the variation in the number of individuals over time and defining critical areas, which is relevant information to administer control measures. The insects perform their ecological relationships with the environment and other organisms in several ways and one of the most important is communication through chemical compounds. Pheromones are substances secreted by an individual that cause a reaction in the receptor individual of the same species, causing a specific reaction. Aeration is the most common technique for collecting volatile plant compounds. Through this process, the compounds emitted are collected. Semiochemicals are identified using the chromatography technique, for example, gas chromatography, gas chromatography coupled to spectrometry (CG-MS) and gas chromatography coupled to electroantennography. Chitosan can be applied in biotechnology and in manufacturing microspheres for controlled release. This residue can be raw material in the manufacture of various industrial products and craft creating jobs and income, or even used as agricultural input and up to biomass, generating energy. This work had as objective: to evaluate the use of different releasers attractant of aggregation for pest control of coconut; studying the population fluctuation of *R. palmarum* and *M. hemipterus* in planting of coconut and analyze the effects of the management of by-product of the coconut shell in the attractiveness of *R. palmarum*.

Keywords: Insecta, *cocus nucifera*, semiochemicals

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Filotaxia do coqueiro.....	18
Figura 2. Representação esquemática dos semioquímicos e suas principais subclasses.....	23
Figura 3. Sistema de coleta compostos voláteis.....	25
Figura 4. Esquema de cromatografia gasosa.....	26
Figura 5. Componentes do espectrômetro de massas.....	27
Figura 6. Esquema da Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia.....	28
Figura 7. Representação esquemática da estrutura primária idealizada de quitosana...	29
Figura 8. Microesferas de quitosana.....	30
Figura 9. Dimorfismo sexual de <i>Rhynchophorus palmarum</i>	42
Figura 10. Dimorfismo sexual em <i>Metamasius hemipterus</i>	43
Figura 11. Obtenção da quitosana por meio da reação de desacetilação da quitina.....	49
Figura 12. Armadilha com feromônio para determinar taxa de liberação em casa de vegetação.....	50
Figura 13. Armadilhas com feromônios para captura dos adultos de <i>R. Palmarum</i> e <i>M. hemipterus</i>	51
Figura 14. Croqui do experimento.....	52
Figura 15. Forma estrutural planas do rincoforol.....	52
Figura 16. Forma estrutural planas do metamasol.....	52
Figura 17. Flutuação populacional de <i>R. Palmarum</i> capturados em armadilhas, em plantio de coco no ano de 2012.....	69
Figura 18. Flutuação populacional de <i>R. Palmarum</i> capturados em armadilhas, em	

	plantio de coco no ano de 2013.....	69
Figura 19.	Flutuação populacional de <i>R. Palmarum</i> capturados em armadilhas, em plantio de coco no ano de 2012-2013.....	69
Figura 20.	Flutuação populacional de adultos de <i>M. hemipterus</i> capturados em armadilhas, em plantio de coco no ano 2012.....	71
Figura 21.	Flutuação populacional de adultos de <i>M. hemipterus</i> capturados em armadilhas, em plantio de coco no ano 2013.....	71
Figura 22.	Flutuação populacional de adultos de <i>M. hemipterus</i> capturados em armadilhas, em plantio de coco no ano 2012-2013.....	71
Figura 23.	Gaiolas para manutenção de adultos de <i>R. Palmarum</i> no laboratório.....	84
Figura 24.	Casa do coco verde partido ao meio.....	85
Figura 25.	Processo de aeração por 24h da casa do coco verde.....	86
Figura 26.	Dessorção por solvente de compostos voláteis.....	86
Figura 27.	Detalhe dos bioensaios com o olfatometro em Y.....	87
Figura 28.	Antena inserida ao eletrodo.....	89
Figura 29.	Aeração dos tratamentos em casa de vegetação.....	90
Figura 30.	Aeração da casca do coco verde com diferentes doses de calcário.....	91
Figura 31.	Média de indivíduos de <i>R. palmarum</i> atraídos a amostra de voláteis da casca de coco, em quatro dias de avaliação, no sistema de aeração em Laboratório.....	93
Figura 32.	Perfis cromatográficos da aeração de três amostra da casca do coco.....	94
Figura 33.	Porcentagem em ng/mL das respostas eletrofisiológicas das antenas de <i>R. palmarum</i> a um dos componentes da amostra da casca do coco.....	96
Figura 34.	Resposta eletrofisiológica (CGEAD) das antenas <i>Rhynchophorus palmarum</i> a componentes da amostra da casca do coco.....	97

Figura 35.	Média de indivíduos de <i>R. palmarum</i> atraídos aos tratamentos utilizados em casca de coco, em dez dias de avaliação, no sistema de aeração em casa de vegetação.....	100
Figura 36.	Perfis cromatográficos da aeração de três amostra da casca do coco, casca do coco com calcário, com boráx e com fertilizante.....	102
Figura 37.	Resposta eletrofisiológica (EAD) das antenas <i>Rhynchophorus palmarum</i> a compostos orgânicos voláteis da casca de coco verde submetido a diferentes insumos e dias após a aplicação.....	104
Figura 38	Resposta eletrofisiológica (CGEAD) das antenas <i>Rhynchophorus palmarum</i> a um dos componentes da amostra da casca do coco com aplicação de calcário.....	105
Figura 39.	Resposta eletrofisiológica (CGEAD) das antenas <i>Rhynchophorus palmarum</i> a um dos componentes das amostras da casca do coco com aplicação de diferentes doses de calcário.....	106

LISTA DE TABELAS

		Pág
Tabela 1.	Lista uma série de liberadores testados para diferentes formulações.....	47
Tabela 2.	Média (\pm EP) da taxa de liberação de feromônio de agregação em diferentes liberadores em casa de vegetação. Universidade Federal de Alagoas, Município de Maceió, Estado de Alagoas, 2013.....	54
Tabela 3.	Média (\pm EP) de <i>R. palmarum</i> capturados por feromônio de agregação em diferentes liberadores, (Junho-Novembro) Fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Estado de Alagoas, 2013.....	55
Tabela 4.	Média (\pm EP) de <i>M. hemipterus</i> capturados por feromônio de agregação em diferentes liberadores, (Junho-Novembro). Fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Estado de Alagoas, 2013.....	56
Tabela 5.	Média (\pm EP) de machos e fêmeas de <i>R. Palmarum</i> e <i>M. hemipterus</i> capturados em armadilhas, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Estado de Alagoas, 2012-2013.....	68
Tabela 6.	Modelos matemáticos para de Flutuação populacional de adultos <i>R. palmarum</i> capturados por dia, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Alagoas. Jan 2012 a dezembro 2013.....	70
Tabela 7.	Modelos matemáticos para de Flutuação populacional de adultos <i>M. hemipterus</i> capturados por dia, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Alagoas. Jan 2012 a dezembro 2013.....	72
Tabela 8.	Análise de coeficiente de correlação de Spearman para adultos de <i>R. pamarum</i> e <i>M. hemipterus</i> capturados, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Alagoas. Jan 2012 a dezembro 2013.....	73
Tabela 9.	Média (\pm EP) da avaliação da atratividade de <i>Rhynchophorus palmarum</i> em laboratório.....	92
Tabela 10.	Modelos matemáticos da atratividade de adultos de <i>R. palmarum</i> a amostra de voláteis da casca do coco.....	93

Tabela 11. Principais compostos orgânicos voláteis emitidos pela casca do coco verde.....	95
Tabela 12. Identificação de Compostos ativos de <i>Rhynchophorus palmarum</i> à casca de coco verde pelas respostas da eletroantenografia.....	97
Tabela 13. Média (\pm EP) da atratividade de <i>Rhynchophorus palmarum</i> em 10 dias de avaliação e em quatro tratamentos e em casa de vegetação. Universidade Federal de Alagoas, município de Maceió, Estado de Alagoas, 2014.....	99
Tabela 14. Modelos matemáticos para Atratividade de <i>R. palmarum</i> em função dos tratamentos. LPqRN UFAL, Maceió, julho 2014.....	101
Tabela 15 Compostos orgânicos voláteis emitidos pela casca do coco verde e com aplicação de Calcário, Bórax e Fertilizantes.....	103
Tabela 16 Identificação de Compostos ativos de <i>Rhynchophorus palmarum</i> à casca de coco verde com aplicação de cálcario pelas respostas da eletroantenografia.....	105

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
1.1. A cultura do coqueiro.....	16
1.2. Aspectos da morfologia.....	17
1.3. Filotaxia.....	18
1.4. Principais doenças e pragas.....	19
1.5. Importância econômica e controle de <i>Rhynchophorus palmarum</i>	20
1.6. Importância econômica e controle de <i>Metamasius hemipterus</i>	21
1.7. Semioquímicos.....	22
1.7.1. Infoquímicos.....	23
1.8. Aeração, extração, isolamento e identificação de semioquímicos.....	24
1.8.1. Aeração.....	24
1.8.2. Identificação de semioquímicos.....	25
1.8.3. Cromatografia gasosa.....	25
1.8.4. Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa.....	26
1.8.5. Cromatografia gasosa acoplada a Eletroantenografia.....	27
1.9. Bioensaios comportamentais.....	28
1.10. Quitina e quitosana.....	28
1.10.1. Algumas aplicações de quitosana.....	29
1.11. Manejo do subproduto da casca do coco.....	30
REFERÊNCIAS.....	32
2. UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES LIBERADORES DO FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO VISANDO AO CONTROLE DE CURCULIONIDAE.....	39
RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	40
2.1. INTRODUÇÃO.....	41
2.1.1. Descrição e biologia.....	41
2.1.1.1. <i>Rhynchophorus palmarum</i>	41
2.1.1.2. <i>Metamasius hemipterus</i>	43
2.1.2. Sintomatologia, danos e hábitos.....	44
2.1.2.1. <i>Rhynchophorus palmarum</i>	44
2.1.2.2. <i>Metamasius hemipterus</i>	44
2.1.3. Medidas de controle.....	44
2.1.4. Feromônios e os tipos de liberadores.....	45
2.2. MATERIAL E METODOS.....	50
2.2.1. Taxas de liberação de feromônio de agregação.....	50
2.2.2. Atratividade de diferentes tipos de iscas do feromônio na captura de Curculionidae.....	51
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
2.3.1. Taxas de liberação de feromônio de agregação.....	54
2.3.2. Atratividade de diferentes tipos de iscas do feromônio na captura de Curculionidae.....	54
2.4. CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
3. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE <i>Rhynchophorus Palmarum</i> e <i>Metamasius</i> (LINNAEUS, 1758) (COL.: CURCULIONIDAE) EM	

PLANTIO DE COCO (Cocos nucifera) NO MUNICIPIO DE SÃO SEBASTIÃO, ALAGOAS.....	63
RESUMO.....	63
ABSTRACT.....	64
3.1. INTRODUÇÃO.....	65
3.2. MATERIAL E METODOS.....	67
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
3.4. CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS.....	75
4. EFEITOS DO MANEJO DO SUBPRODUTO DA CASCA DO COCO NA ATRATIVIDADE DE <i>Rhynchophorus palmarum</i> (L., 1758) (COL.: CURCULIONIDAE).....	78
RESUMO.....	78
ABSTRACT.....	79
4.1. INTRODUÇÃO.....	80
4.2. MATERIAL E METODOS.....	84
4.2.1. OBTENÇÃO E MANUTENÇÃO DE <i>R. palmarum</i> EM LABORATÓRIO.....	84
4.2.2. EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS DA CASCA DO COCO VERDE EM LABORATÓRIO.....	84
4.2.3. BIOENSAIOS COM OFATOMETRO.....	87
4.2.4. ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLÁTEIS DA CASCA DO COCO VERDE.....	88
4.2.5. EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS DA CASCA DO COCO VERDE COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS.....	89
4.2.6. EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS DA CASCA DO COCO VERDE COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CALCÁRIO....	91
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93
4.3.1. RESPOSTA COMPORTAMENTAIS DE <i>R. palmarum</i> EM RELAÇÃO A CASCA DO COCO VERDE EM LABORATÓRIO.....	93
4.3.2. RESPOSTA COMPORTAMENTAIS DE <i>R. palmarum</i> EM RELAÇÃO A CASCA DO COCO VERDE COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES E CORRETIVO.....	98
4.3.3. RESPOSTA COMPORTAMENTAIS DE <i>R. palmarum</i> EM RELAÇÃO A CASCA DO COCO VERDE COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CALCÁRIO.....	106
4.4. CONCLUSÕES.....	107
REFERÊNCIAS.....	108

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. A cultura do coqueiro

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma monocotiledônea pertencente à família Arecaceae (FAOLE; HARRIES, 2009). É uma palmeira de importância econômica mundialmente reconhecida, sendo cultivado em mais de 86 países situados nos trópicos, tanto para consumo *in natura* como para fins industriais. Caracteriza-se por ser arbóreo, apresentar o tronco alto, nu e encimado por um fascículo de grandes folhas (SOUZA, 2006). Trata-se de uma das espécies de palmeiras mais importante do ponto de vista agrônomo, agroindustrial, socioeconômico, alimentar e da sustentabilidade de ecossistemas frágeis das regiões litorâneas (CINTRA et al., 2009).

A espécie *C. nucifera* possui duas variedades principais: a Gigante e a Anã. Esta última é composta dos cultivares coco-amarelo, coco-verde, coco-vermelho-de-camarões e coco-vermelho-da-malásia (ARAGÃO et al., 2003). Segundo o mesmo autor, a variedade Gigante é bastante explorada, principalmente pelos pequenos produtores, representando mais ou menos 70% da exploração do coqueiro no Brasil. É uma variedade rústica, de crescimento rápido e fase vegetativa longa (cerca de sete anos), em condições ecológicas ideais, chegando a florescer até 10 anos após o plantio.

A variedade Anã originou-se, provavelmente, de uma mutação gênica da variedade Gigante (SANTOS et al., 1996). É a variedade utilizada comercialmente no Brasil, para produção de água-de-coco, além de apresentar variabilidade genética que permite a sua utilização na agroindústria de alimentos e/ou do fruto seco "*in natura*" (ARAGÃO et al., 2003). O coqueiro anão apresenta desenvolvimento vegetativo lento, se reproduz por autofecundação e é mais precoce do que o gigante (três a quatro anos de crescimento vegetativo). Os consumidores de água de coco acreditam que os frutos dos "anões" amarelo e vermelho são impróprios para o consumo. Conseqüentemente, estas duas cultivares são rejeitadas. Segundo Aragão et al., 2003, atualmente a área plantada com coqueiro-anão-verde no País é de 57 mil hectares. Entretanto é pequeno o número de campos de produção de sementes de variedade. Esse motivo faz com que a maior parte dos coqueirais existente na área referida, seja de cultivar indefinido.

Originário do sudeste asiático, o coqueiro, foi introduzido no Brasil, em 1553, procedente da Ilha de Cabo Verde. Sendo por excelência uma planta de clima tropical, encontrou ao longo da costa litorânea da região Nordeste um habitat adequado para o seu

pleno desenvolvimento (FERREIRA et al., 1998a). Segundo o mesmo autor, no Brasil, a cultura do coqueiro representa uma importante fonte de renda para mais de 220 mil produtores, cujas propriedades apresentam área inferior a 10 ha, correspondendo a 85% dos estabelecimentos que exploram essa cultura.

A cultura do coqueiro ocupa uma área aproximadamente 12,14 milhões de hectares distribuídos em todos os continentes. A Indonésia é a maior produtora mundial de coco, seguida por Filipinas e Índia, com uma produção aproximada de, respectivamente, 18, 15 e 10 milhões de toneladas. Entretanto, em área colhida, a Filipinas destaca-se com uma maior área cultivada com 3,5 milhões de hectares (FAO, 2013).

O Brasil é o 4º maior produtor mundial, ocupa uma área em torno de 270 mil hectares e uma produção de cerca de 1,8 milhões de frutos (IBGE, 2013), equivalente a aproximadamente 2,8 milhões de toneladas (FAO, 2013). Em nível estadual, a Bahia destaca-se, com uma produção de 621.912 frutos, sendo o maior produtor do país. Em seguida, destacam-se os Estados de Sergipe com 240.655 frutos e Pará com 216.648 frutos, sendo o Estado de Alagoas também um importante produtor, ocupando a sétima posição no ranking nacional, com uma produção de 98.827 frutos (IBGE, 2013).

A cocoicultura no Brasil gera cerca de 100 mil empregos diretos e vem atraindo grandes investimentos, em virtude do potencial que tem a cultura em poder atingir até 250 frutos/planta/ano, podendo ser utilizada para produção de coco-verde, destinado ao consumo “in natura” e também como matéria prima para processamento agroindustrial (coco seco) (IBGE, 2013).

1.2. Aspectos da morfologia

O coqueiro apresenta estipe cilíndrico, quase sempre meio largo na base, com 40 a 70 centímetros de diâmetro e até 30 metros de altura, pouco ou muito recurvado, conforme a ação dos ventos. O fruto é uma drupa ovóide, e quase globosa, com mais ou menos 30 centímetros de comprimento e 25 centímetros de diâmetro. A parte interna contém água, que diminui à medida que o mesmo se desenvolve, até desaparecer - coco seco (LORENZI et al., 2001).

Do coqueiro, além da água e albúmen sólido do fruto maduro, podem ser aproveitadas outras partes. As folhas podem ser usadas para telhados, a inflorescência produz açúcar e álcool e o endocarpo carvão. Da casca extraem-se fibras, para fabricar artigos de vestuário,

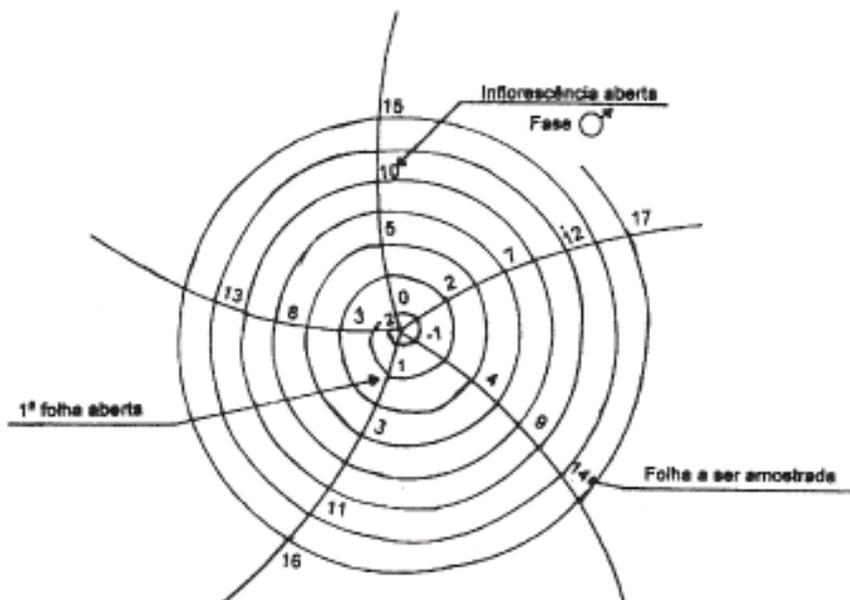
tapetes, sacaria, almofadas, colchões, bancos de carros, escovas, pincéis, capachos passadeiras, cordas marítimas, cortiça isolante e cama de animais. Os resíduos da industrialização desse material podem ser utilizados na adubação de culturas. O coqueiro, como toda palmeira, também produz palmito para alimentação humana. Além disso, é usado como planta paisagística. Na industrialização do fruto, obtém-se como resíduo a torta de coco, que pode ser utilizada na alimentação de animais (FERREIRA et al., 1998b).

1.3. Filotaxia

As folhas do coqueiro localizam-se a, aproximadamente, 144° uma das outras. Assim, conferindo o nº 1 à folha aberta mais recente e numerando as folhas mais velhas sucessivamente, o observador conta cinco folhas e dá duas voltas no espiral antes de encontrar a folha nº 6, que estará, aproximadamente, abaixo da folha nº 1, a folha nº 6 deverá estar um pouco à esquerda ou um pouco à direita da folha nº 1, dependendo do sentido do espiral. Se existirem cachos à direita das folhas, a espiral direcionar-se-á à esquerda e vice-versa. O método mais prático para reconhecimento do número das folhas é através da folha 14. Primeiramente, deve-se localizar a folha em cuja axila (espaço entre a bainha e o estipe) ocorre a inflorescência aberta recentemente, esta é a folha nº 10. Do lado oposto, fica a folha nº 9, abaixo da qual está a folha nº 14, que possui, na sua axila, um cacho com frutos do tamanho de uma mão fechada. O pecíolo da folha nº 14 faz um ângulo de, aproximadamente, 45° com o estipe, e o limbo está em posição horizontal, com a extremidade ligeiramente voltada para o chão (SOBRAL, 1988) (Fig. 1).

Figura 1. Filotaxia do coqueiro

(Fonte: Sobral 1998).



1.4. Principais doenças e pragas

Como toda atividade agrícola, a cultura do coqueiro está sujeita a vários problemas, dentre as quais se destacam as doenças, causando prejuízos consideráveis às plantas, porque respondem de maneira significativa pelo depauperamento geral da cultura e também pela baixa produtividade registrada nas zonas mais representativas e tradicionais de cultivo.

No Brasil, a cultura do coqueiro é afetada por diversas doenças que variam de importância de uma região para outra. Dentre as principais encontra-se o anel vermelho, causada pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard e a resinose causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes) Höhn, as quais são letais para o coqueiro e outras palmeiras (FERREIRA et al., 1998a; MOURA et al., 2007). Podem ser ainda encontradas outras doenças e seus respectivos agentes causais: queima-das-folhas, *Botryosphaelia cocogena* (Subileau); lixa-pequena, *Phyllachora torrendiella* (Batista) Subileau; lixa-grande, *Sphaerodothis acrocomiae* (Montagne); murcha de fitomonas, *Phytomonas* sp.; helmintospirose, *Drechslera incurvata* (C. Bernard) M.B. Ellis e podridão seca (agente causal desconhecido) (FERREIRA et al., 1998a).

As pesquisas na área de fitopatologia são dificultadas pelo longo período de incubação de certas moléstias, pelas peculiaridades dos agentes etiológicos e, principalmente, pela dificuldade de trabalhar com uma planta do porte do coqueiro (WARWICK; LEAL, 2003).

Os insetos praga causam danos durante os diferentes estágios do desenvolvimento do coqueiro, ocasionando grande número de replantas, atraso no desenvolvimento vegetativo e retardamento da produção comercial. Lepesme et al., (1947) listaram 751 espécies de artrópodes que ocorrem em palmeiras, das quais 22% são específicas do coqueiro. Nirula (1955) revisou a distribuição mundial das pragas do coqueiro e listou 106 insetos e 1 ácaro ocorrendo em vários países. Lever (1969) descreveu 110 espécies de artrópodes e Kurian et al., (1979) listaram 547 insetos e ácaros danificando o coqueiro. Dentre as coleobrocas (Col.: Curculionidae), a broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. e a broca-do-pedúnculo-floral *Homalinotus coriaceus* Gyllenhal são as mais importantes pragas da cultura do coqueiro no Brasil (FERREIRA et al., 1998b).

Além dos insetos-pragas acima citados, segundo Briceño et al., (2001), no estado de Alagoas podem ser encontrados causando danos aos coqueirais, as seguintes espécies: *Rhinostomus barbirostris* Fabricius, *Amerrhinus ynca* Sahlberg (Col.: Curculionidae); a

lagarta desfolhadora *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) e o microácaro *Aceria (Eriophyes) guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae).

1.5. Importância econômica e controle de *Rhynchophorus palmarum*

O gênero *Rhynchophorus* é composto por cerca de 10 espécies, das quais sete são consideradas como as principais pragas nas áreas produtoras de coco (WATTANAPONGSIRI, 1966). O coleóptero *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Col.: Curculionidae) pode causar danos diretos por meio de suas larvas ao abrirem galerias no meristema apical das palmeiras, bastando apenas 20 delas para uma infestação letal (GIBLIN-DAVIS, 2001). Segundo este mesmo autor, os odores das plantas atacadas ou estressadas devido aos ferimentos podem atrair outros insetos da mesma espécie, seja para alimentação e/ou oviposição. Como dano indireto, *R. palmarum* é o vetor responsável pela dispersão do nematoide *B. cocophilus*, agente causal do Anel Vermelho, doença que pode anualmente dizimar até 15% de um plantio (CHINCHILLA, 1992). Isso representa uma perda inestimável quando se trata de um campo de produção de sementes, o qual possui palmeiras matrizes de considerável valor genético.

O controle de *R. palmarum* é usualmente realizado por meio da aplicação de inseticidas nos ferimentos das plantas; utilização de fungos entomopatogênicos e insetos parasitas (FERREIRA 2002; MOURA et al., 2006); controle cultural pela erradicação de plantas com sintomas da doença ou ao utilizá-las como árvores-armadilhas (MOURA et al., 1997) e o controle comportamental por meio do uso de armadilhas iscadas com atrativos alimentares e feromônio de agregação (CHINCHILLA; OEHLISCHLAGER 1992; TIGLIA et al., 1998). Neste último caso, muito já se descobriu sobre qual o melhor tipo de armadilha, quais as iscas mais atraentes e quais produtos comerciais à base de feromônio mais eficientes na atração, sendo recomendada a combinação cana-de-açúcar mais feromônio de agregação, em armadilhas tipo balde (DUARTE et al., 2003).

O monitoramento é o principal componente do Manejo Integrado de Pragas, fundamental na implantação das técnicas que compõem a produção integrada por promover a racionalização do controle de insetos, acompanhar a variação no número de indivíduos ao longo do tempo, bem como para definir as áreas críticas de um pomar, informações relevantes para a administração das medidas de controle (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). Passa a

ser assim uma alternativa para a redução do impacto ambiental causado pelos agrotóxicos, além de aumentar a segurança dos trabalhadores (FACHINELLO et al., 2003).

Apenas o monitoramento populacional da praga torna possível a escolha do nível do manejo a ser aplicado e a eficiência do mesmo, sendo fundamental no conhecimento do comportamento da praga, o qual é capaz de aumentar o número de insetos capturados e reduzir os casos de Anel Vermelho (OEHLSCHLAGER et al., 2002).

1.6. Importância econômica e controle de *Metamasius hemipterus*

As espécies do gênero *Metamasius* são encontradas em todos os continentes, principalmente na região tropical das Américas. Existem aproximadamente 110 espécies descritas no mundo, associadas a várias plantas hospedeiras como areáceas, bromeliáceas, cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), musáceas, entre outras. Várias espécies de *Metamasius* são relatadas como pragas de importância econômica no estado da Florida, Estados Unidos, causando perdas em cultivos de abacaxi, banana e cana-de-açúcar, bem como atacando espécies de bromélias nativas, orquídeas e palmeiras ornamentais (SOLIMAN et al., 2009).

A espécie *Metamasius hemipterus* L., 1758 (Col.: Curculionidae), comumente denominada de ‘broca-rajada’, foi relatada atacando diversas plantas como a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) na Costa Rica (OQUENDO; MEXZÓN; URPÍ, 2004), e no estado da Florida dos Estados Unidos, na Venezuela e na Colômbia foi capturada em armadilhas em plantios de bananeira (SEPÚLVEDA-CANO; RUBIO-GÓMEZ, 2009). Na Nicarágua foi encontrada em algodão (*Gossypium hirsutum* L.), café (*Coffea arabica* L.) e milho (*Zea mays* L.) (MAES, 2004). Em várias regiões do mundo é encontrada associada a vários hospedeiros, tanto de importância agrícola como ornamental, por exemplo, em coqueiro (*C. nucifera*), dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), palmeira-real (*Roystonea regia* Kunth) e raramente, atacando frutos de abacaxi (FRANK; CAVE, 2005; PUCHE et al., 2005).

No Brasil, está associada a vários hospedeiros: açazeiro (*Euterpe oleracea* Martius), coqueiro, dendezeiro, palmito-juçara (*Euterpe edulis* Martius), pupunheira, tamareira (*Phoenix dactylifera*), palmeira-real-da-austrália (*Archontophoenix* spp.) todos pertencente à família Areaceae (Arecal), além da cana-de-açúcar e bananeira (*Musa* spp. – Musaceae) (GOMES, 2008).

Como injúria e danos causados tanto pelas larvas como adultos de *M. hemipterus*, foi observado o broqueamento do caule das plantas, causando a redução do perfilho e abertura de orifícios, que podem favorecer a entrada de fitopatógenos. Devido à sua distribuição e à mobilidade dessas espécies, associadas aos nematoides, esse inseto pode ser um importante disseminador de doenças em diversas culturas (LEÓN-BRITO et al., 2005).

O uso de compostos químicos sintéticos tem sido, há muitos anos, o principal meio de controle de pragas. Apesar da significativa contribuição para a produção agrícola, o uso intensivo e indiscriminado destes produtos favorece o surgimento de pragas secundárias, a seleção de insetos resistentes, a ressurgência de pragas, problemas de contaminação ambiental e à saúde humana, a diminuição dos inimigos naturais e polinizadores. Na utilização desses produtos é importante seguir as recomendações técnicas, pois os resíduos químicos podem comprometer a qualidade dos alimentos para os consumidores (AMBROGI et al., 2009).

Várias táticas de controle podem ser utilizadas em plantios agrícolas, sendo que para o controle de *M. hemipterus* é indicado o uso de iscas tóxicas, confeccionadas com toletes de cana e com aplicação de fungos entomopatogênicos. Os fungos, *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, além de serem usados nas iscas, também podem ser usados isoladamente (SOLIMAN et al., 2009).

No Brasil, não existem agrotóxicos registrados para espécies do gênero *Metamasius* (MAPA, 2011). Por isso, as pesquisas sobre a dinâmica populacional de espécies deste gênero, seus hospedeiros e inimigos naturais, são importantes e podem contribuir no seu manejo integrado de pragas.

1.7. Semioquímicos

Os insetos exercem suas relações ecológicas com o ambiente e com outros organismos de várias maneiras, sendo uma das mais importantes a comunicação por meio de compostos químicos. Estes compostos no indivíduo receptor da mensagem química agem como gatilhos fisiológicos de reações comportamentais específicas. Em uma nomenclatura mais generalista estas substâncias são denominadas de semioquímicos. É através da detecção e emissão destes compostos que os insetos encontram parceiros para o acasalamento, alimento ou presa, escolhem local de oviposição, se defendem contra predadores e organizam suas comunidades, no caso dos insetos sociais (ZARBIN, 2001).

Na realidade, o termo semioquímicos é amplo, referindo-se não somente às substâncias químicas responsáveis pelo fornecimento de informação, como também às toxinas (VILELA;

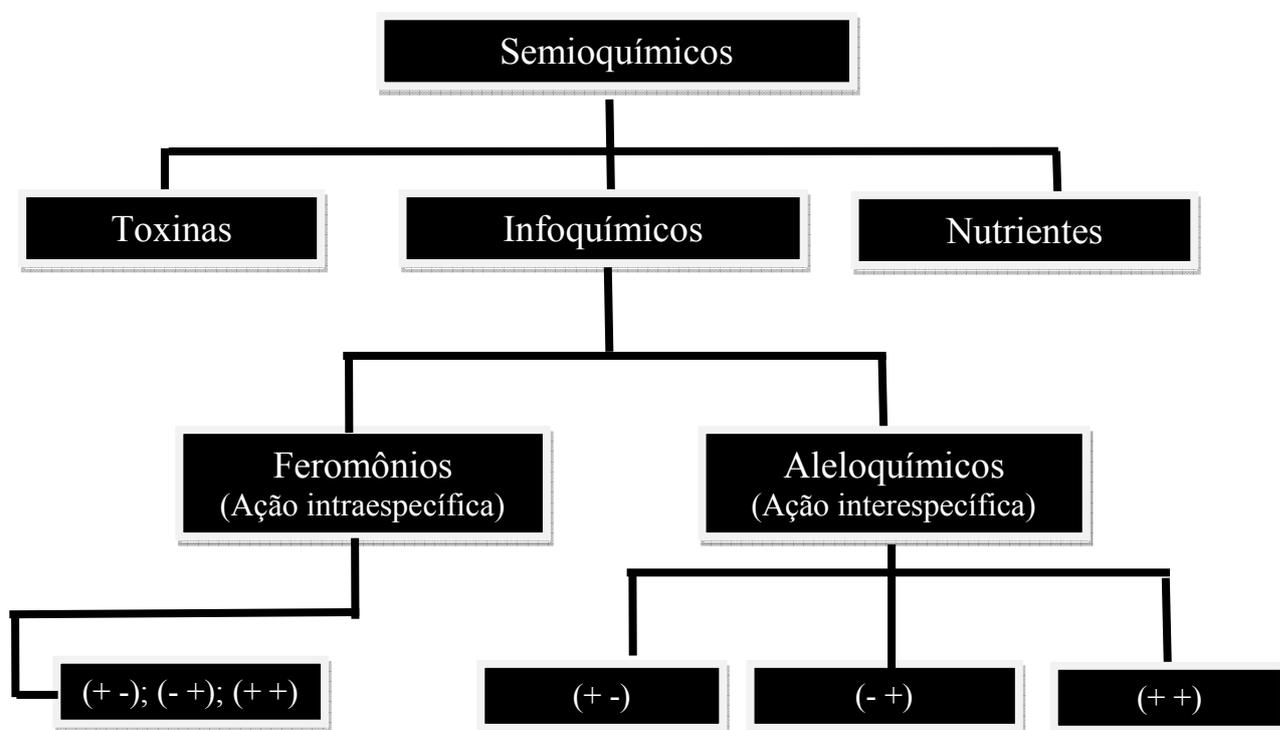
DELLA LÚCIA, 2001). Assim foi que Dicke; Sabelis (1988), utilizaram o termo infoquímicos para enfatizar a diferença entre essa categoria de substâncias químicas, que transportam informação, e as toxinas e nutrientes.

1.7.1. Infoquímicos

O termo infoquímicos pode ser definido, então, como uma substância química que em seu contexto natural, fornece informações, em uma interação entre dois indivíduos, provocando no receptor um comportamento ou uma resposta fisiológica. Os infoquímicos, portanto, se constituem em uma subcategoria dos semioquímicos. A classificação dos infoquímicos baseia-se no tipo de interação, se interespecífica (Aleloquímicos) ou intraespecífica (Feromônios), bem como na relação custo/benefício estabelecida entre cada organismo e a interação. O organograma ilustra como podem ser subdivididos os semioquímicos (Fig. 2).

Figura 2: Representação esquemática dos semioquímicos e suas principais subclasses

Fonte: Santos et al., 2007



Nota: Os sinais entre parênteses (+ ou -), refere-se ao custo benefício na comunicação química entre os indivíduos emissores e receptores, respectivamente. O sinal (+) é benéfico ao emissor ou receptor, ao passo que o sinal (-) não contribui significativamente para quem o emite (emissor) ou para quem o recebe (receptor).

Os feromônios são substâncias secretadas por um indivíduo causando uma reação no indivíduo receptor da mesma espécie, provocando uma reação e desencadeiam várias mudanças comportamentais nos insetos, e, de acordo com o tipo de interação mediada, são classificados como feromônio sexual, feromônio de alarme, feromônio de agregação, feromônio de trilha, entre outros (KARLSON; LUSCHER, 1959).

Os aleloquímicos são substâncias que afetam indivíduos de espécies diferentes do indivíduo emissor, por razão que não seja alimento (NORDLUND; LEWIS 1976) e, subdivide-se em alomônios, cairomônios, sinomônios. Entre os aleloquímicos, os cairomônios (do grego “kairos” = oportunista) têm recebido maiores atenções no manejo integrado de pragas (MIP), enquanto que entre os feromônios, o feromônio sexual e o de agregação tem atraído a maior parte das atenções.

1.8. Aeração, extração, isolamento e identificação de semioquímicos

1.8.1. Aeração

A aeração é a técnica mais comum na coleta de compostos voláteis de plantas. Por meio deste processo, compostos emitidos são coletados. Os compostos são adsorvidos usando materiais poliméricos como Porapak Q (copolímero de *p*divinilbenzeno-vinilbenzeno) e Tenax (polifenileno oxidado na base 2,6-difenilbenzeno), Super Q e carvão ativado (AGEPOULOS et al., 1999; D’ALESSANDRO et al., 2006). Os compostos podem ser desadsorvidos termicamente direto no injetor do cromatógrafo, porém a amostra servirá para análise química e não pode ser aproveitada para ensaios biológicos. Por outro lado, a desadsorção pode ser realizada utilizando-se solventes como hexano, diclorometano e éter etílico com alto grau de pureza. A preferência por tais solventes deve-se a volatilidade, o que possibilita a evaporação sem que os materiais coletados sejam expostos a altas temperaturas (FERREIRA; CORRÊA; VIEIRA, 2001). A amostra obtida por esta via pode ser utilizada tanto para análise química assim como para os ensaios biológicos.

Os sistemas de aeração geralmente são de vidros, mas também pode se usar sacos plásticos, na entrada do sistema é adaptada uma coluna contendo carvão ativado para que o ar seja purificado. A um fluxo conhecido, por exemplo, de 1L/min, os voláteis são arrastados até a extremidade oposta onde são adsorvidos no polímero (Fig. 3). Após o tempo máximo de 24 horas interrompe-se a aeração, e a coluna, contendo os compostos adsorvidos, é desconectada do sistema (STEWART; JONES; POPPY, 2006).

Figura 3. Sistema de coleta de compostos voláteis

Fonte: Santos et al., 2009



O processo de dessorção dos voláteis deve ser realizado sempre utilizando uma pequena quantidade de solvente pois desta forma, aumenta o rendimento da extração e diminui o grau de impurezas (STEWART; JONES; POPPY, 2006).

A extração com solvente orgânico é um método importante e muito utilizado para o isolamento dos compostos voláteis, foi um dos primeiros métodos utilizados para recuperar compostos de aroma, principalmente em alimentos, sendo usada ainda pelas indústrias de perfumaria e de cosmético (NOGUEIRA, 2002).

1.8.2. Identificação de semioquímicos

Na identificação de semioquímicos geralmente é utilizada a técnica da cromatografia, como por exemplo a cromatografia gasosa (CG), a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) e a cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG-EAG), são as técnicas analíticas disponíveis para a separação e a identificação dos feromônios.

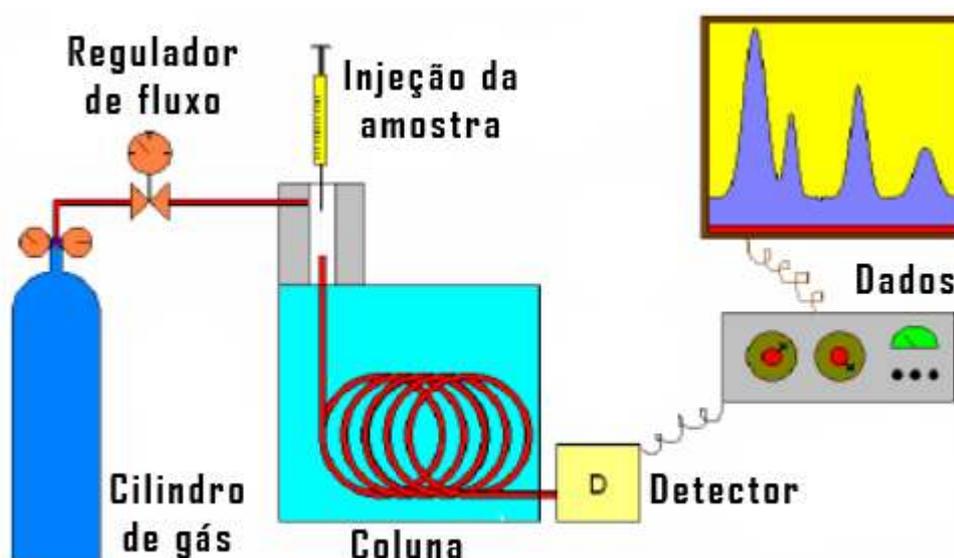
1.8.3. Cromatografia gasosa

A cromatografia é um método físico-químico de separação. Ela está fundamentada na migração diferencial dos componentes de uma mistura, que ocorre devido a diferentes interações, entre duas fases imiscíveis, a fase móvel e a fase estacionária. A grande variedade de combinações entre fases móvel e estacionária a torna uma técnica extremamente versátil e de grande aplicação (DEGANI et al., 1998). Por meio da cromatografia gasosa (Fig. 4), pode-se obter informações sobre o número de componentes da amostra, suas concentrações relativas, seus pesos moleculares e graus de polaridade (VILELA; DELLA LÚCIA 2001).

A etapa de elucidação estrutural começa após se conhecer qual o composto a ser estudado. Desta forma, o primeiro espectro a ser realizado normalmente é o espectro de massa. Apenas uma pequena quantidade de material é requerida para a análise, sendo que as informações obtidas são fundamentais para a determinação estrutural da molécula. O fato de o equipamento utilizado estar acoplado a um cromatógrafo a gás (CG-MS) faz com que os espectros adquiridos sejam referentes a compostos quimicamente puros (ZARBIN, 2001).

Figura 4. Esquema de Cromatografia Gasosa

Fonte: Issufo et al., 2009



1.8.4. Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM)

A espectrometria de massas pode ser entendida como técnica analítica que permite a identificação da composição química de um determinado composto isolado, ou diferentes compostos de misturas, complexas, essa determinação baseia-se na ionização e fragmentação das moléculas com um feixe de elétrons ou com íons. Por estarem no estado gasoso estes íons formados podem ter suas trajetórias controladas em campos magnéticos e elétricos. Esta movimentação é determinada pela razão entre a massa de um determinado composto e sua carga líquida, designada por m/z (*mass to charge ratio*). Assim conhecendo o valor de m/z de uma molécula é possível inferir sua composição química elementar, e com isso determinar sua estrutura (VAN BRAMER, 1998).

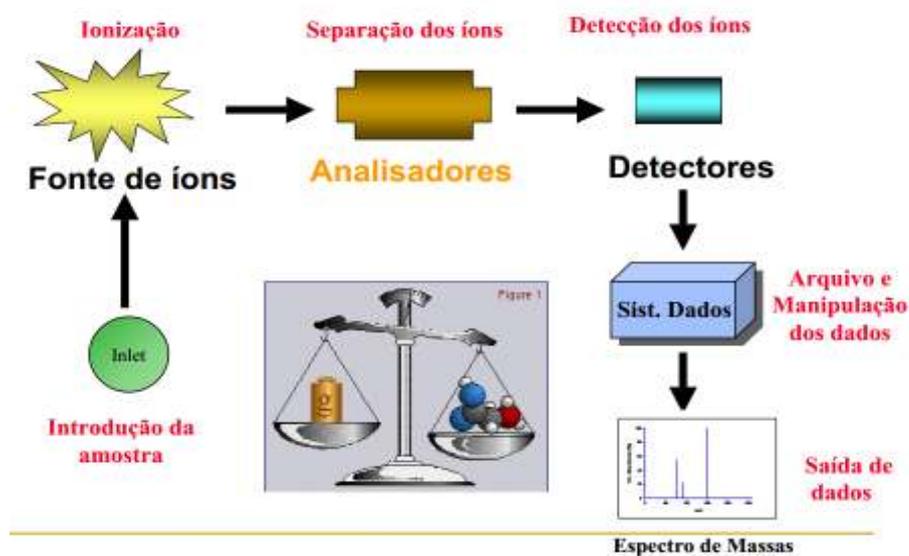
Em Ecologia Química a espectrometria de massas é a opção lógica na identificação de compostos orgânicos voláteis que mediam a interação entre plantas e insetos devido a

facilidade de esta ser hifenada com cromatografia gasosa, sendo que esta hifenação permite uma separação e posterior identificação (BIRKETT, 2010).

O espectrômetro de massas (Fig. 5) é constituído basicamente por: um sistema de injeção de amostra, fonte de ionização, analisador de massas, detector e um sistema de registro de dados.

Figura 5. Componentes do Espectrômetro de massas

Fonte: Alberto, 2010



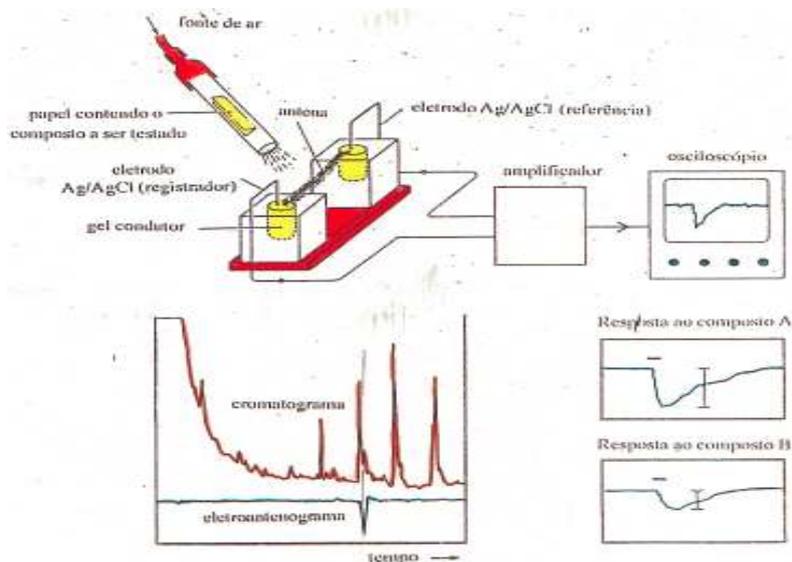
1.8.5. Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG-EAG)

Na eletroantenografia, a antena do inseto é amputada e mantida fixa em solução fisiológica, e em cada uma das extremidades é colocado um microelétrodo, acoplado a um amplificador e a um osciloscópio que registra as mudanças elétricas nos nervos da antena. O método consiste em levar até a antena, por meio de uma corrente de ar de intensidade e duração definidas, as substâncias a serem testadas (Fig. 6). A corrente de ar carrega as moléculas para a antena, onde penetrarão na membrana dendrítica. O registro elétrico, ou diferença de potencial em miliVolts (mV) pode ser feito a partir da resposta de uma única sensila da antena (SCR) ou a partir da antena inteira (EAG). Uma mistura de compostos voláteis quando injetada em um CG, cada composto efluente da coluna capilar, pode ser igualmente dividido. Uma parte do composto vai para o ionizador de chamas do cromatógrafo e a outra parte para uma linha de transferência até a antena do inseto, anteriormente preparada em um EAG. Esta técnica é conhecida como CG-EAG ou CG-SCR (ZARBIN, 2001).

Algumas vezes a síntese do feromônio é muito difícil e cara para ser praticável no campo. Algumas vezes o feromônio é quimicamente instável ou impossível de ser fórmulado. Mesmo quando o feromônio pode ser sintetizado em laboratório, ele precisa ser fórmulado para que se possa obter máxima eficiência através da sua liberação constante no ambiente (STEVENS, 1998).

Figura 6. Esquema da Cromatografia Gasosa acoplada a eletroantenografia

Fonte: Duarte, 2003



1.9. Bioensaios comportamentais

Os insetos respondem a diferentes estímulos químicos provenientes de plantas, odores de hospedeiros e feromônios para acasalamento e agregação (RANJITH, 2007). Olfatômetros e túneis de ventos são geralmente usados para monitorar as respostas de insetos a odores. Vários tipos de olfatômetros são geralmente usados para detectar e medir a resposta dos insetos em relação à fonte de odores. Respostas comportamentais específicas como movimentos antenais e outros são monitorados em túnel de vento (NOLDUS; VAN LENTEREN, 1985). Eles são também utilizados em bioensaios para detectar a capacidade de localização de plantas hospedeiras (MENSAH et al., 2005).

1.10. Quitina e quitosana

A quitina é um polissacarídeo encontrado principalmente no exoesqueleto de crustáceos e parede celular de fungos. São produzidas mais de um bilhão de toneladas de quitina

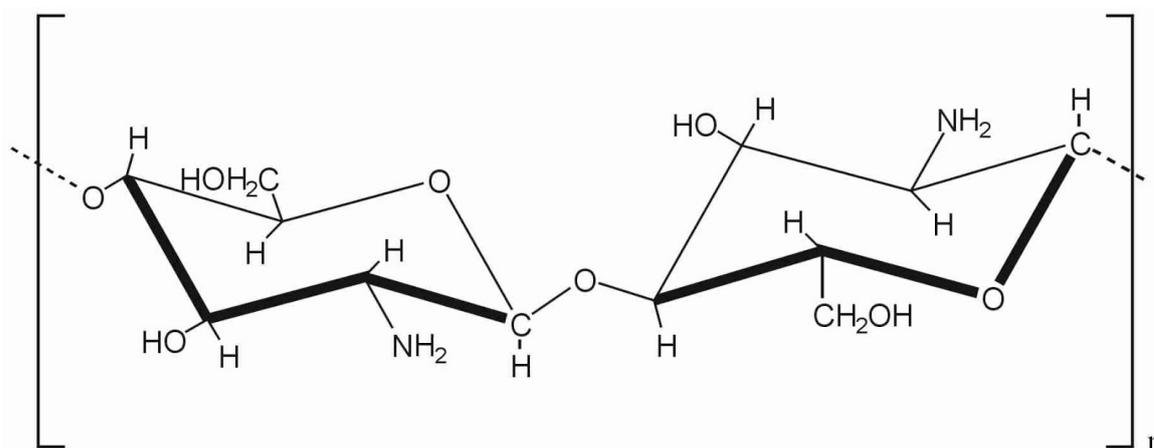
anualmente, devido ao fato de os animais marinhos terem um tempo de vida curto e uma grande capacidade de regeneração (MARTHUR; NARANG, 1990). A quitina é um polímero natural, de fonte renovável, atóxico e biodegradável.

A quitosana possui estrutura molecular muito parecida com a celulose, diferenciando-se por ter um grupo amino ligado a estrutura de carboidratos. Este é um polímero semicristalino, solúvel em meio ácido diluído, insolúvel em água, e seu grupo amino está totalmente protonado em pH 3, sendo que seu pKa é de 6,5 (MARTHUR; NARANG, 1990).

A quitosana possui uma carga iônica positiva, o que lhe confere a propriedade de interagir com espécies carregadas negativamente. Este biopolímero pode ser utilizado em diferentes formas físicas tais como: nanopartículas, pó, microcápsulas, microsferas, fibras, membranas, esponjas e hidrogel (GUIBAL, 2004).

Segundo Goy et al., (2004) a quitosana pode ser definida como um copolímero de 2-amido-2-desoxi-D-glicopirranose, de composição variável em função do grau residual da acetilação, cujas unidades também estão unidas por ligações β (1 \rightarrow 4), (Fig. 7).

Figura 7. Representação esquemática da estrutura primária idealizada de quitosana, sendo n = grau de polimerização.
Fonte: Goy et al., 2004



1.10.1. Algumas aplicações de quitosana

A produção industrial e o uso de quitina e seus derivados, principalmente a quitosana, encontra-se em constante crescimento. Os principais fatores para este interesse podem ser atribuídos a abundância de matéria-prima, possibilidade de utilização de rejeitos fartos e de baixo custo oriundos da indústria pesqueira e volume de pesquisas confirmando e ampliando continuamente o potencial de aplicação dessas matérias (ASSIS et al., 2003).

Algumas aplicações da quitosana são em tratamento de água, polpa e papel, cosméticos, agricultura, processamento de alimento, medicina e biotecnologia em formulação contendo quitosana contra o colesterol, no combate de células cancerígenas, como no tratamento da leucemia, na preparação de lentes de contato, na produção de curativos e na fabricação de microesferas para liberação controlada (Fig. 8) (ASSIS et al., 2003).

Figura 8. Microesferas de quitosana
Fonte: Assis et al., 2003



1.11. Manejo do subproduto da casca do coco

De acordo com dados do Ministério das Cidades poucas cidades cerca de 35% cumpriram a lei de resíduos sólidos, que passou a vigorar em 04 de agosto de 2014. A lei obriga todos municípios brasileiros a darem o descarte adequado para o lixo (doméstico, industrial e hospitalar) reduzindo, reutilizando e/ou reciclando-o; sendo sua escória disposto de forma adequada locais específicos (BARBOSA, 2014).

Esses resíduos incluem-se também os de origem agrícola; aqueles gerados como subprodutos do beneficiamento de grãos, laticínios, pecuária e da hortifruticultura. Entre os principais, tem-se aqueles provenientes das cascas de coco, pinheiro, trigo, arroz, milho, sorgo, cevada, cana-de-açúcar, banana e de cítricos (ROSA et al., 2002). Embora a maioria desses resíduos causem transtornos no ambiente rural, alguns como o caso do coco verde causam no ambiente urbano, principalmente das cidades praianas.

O acúmulo dos cocos descartados, acrescido do fato de não poderem ter seu volume reduzido por causa da dureza, trazem dificuldades logísticas e ambientais. Mesmo quando transportado para locais de disposição, por causa de seu longo tempo de decomposição, diminuem o tempo de vida útil dos lixões e dos aterros sanitários.

Dados da Embrapa Tabuleiros Costeiros revelam que, a cada 125 cocos descartados, após consumo de sua água, estes vão ocupar 1 m³ de espaço nos aterros (CINTRA, 2009). A questão do acúmulo dos cocos descartados ainda é um gargalo a ser resolvido, que evitaria poluição visual e contaminação. Esse resíduo pode ser matéria-prima na fabricação de diversos produtos industriais e artesanais criando trabalho e renda, ou ainda usado como insumo agrícola e até biomassa, gerando energia.

O presente trabalho teve como objetivos: avaliar a utilização de diferentes liberadores do feromônio de agregação visando ao controle de pragas do coqueiro; estudar a flutuação populacional de *R. palmarum* e *M. hemipterus* em plantio de coco e analisar os efeitos do manejo do subproduto da casca do coco na atratividade de *R. palmarum*.

REFERÊNCIAS

- AGEPOULOS, N. G. et al., A novel approach for isolation of volatile chemicals released by individual leaves of a plant *in situ*. **Journal of Chemical Ecology** n. 25, p. 1411-1425, 1999.
- AMBROGI, B. G. et al. Feromônios de agregação em curculionidae (Insecta: Col.) e sua implicação taxonômica. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2151-2158, 2009.
- ARAGÃO, W.M., F.E. RIBEIRO, E.A. TUPINAMBÁ; E.R. SIQUEIRA. **Frutas do Brasil** Brasília-DF: Embrapa, 2003
- ASSIS, O. B. G.; LEONI, A. M. Filmes comestíveis de quitosana: Ação biofungicida sobre frutas fatiadas. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**. n. 30, p. 33 – 38, 2003.
- BARBOSA, V. Até quando Brasil vai enterrar seu lixo em buracos ilegais. **Revista Exame**. São Paulo - SP, 2014.
- BIRKETT, M. A et al. New roles for cis-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. **Proceedings of the National Academy of Sciences** n. 97, p. 9323-9334, 2010.
- BRICEÑO, S.R., E. UCHOA; A.J.A. VIVEIROS; A.C.S. SANTOS; E.P. PITA; A.D. SANTIAGO; I.S. LIMA; J.C. VIEIRA; A.S. VIEIRA; F.A.B. CAVALCANTI. **Diagnóstico Fitossanitário dos Coqueirais do Estado de Alagoas**. Maceió-AL: Sebrae, 2001.
- CHINCHILLA, C.M. El síndrome Del anillo rojo-hoja pequeña em palma aceitera e cocotero. **Revista Palmas**, n.13, p. 33 – 55, 1992.
- CHINCHILLA, C.M.; OEHLISCHLAGER, A.C. Captures of *Rhynchophorus palmarum* in traps baited with the male-produced aggregation pheromone. **ASD Oil Palm Papers**, n. 5, p. 01- 08, 1992.

- CINTRA, F.L.D. **Solos da Baixada Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros cultivados com coqueiro gigante: principais características** Aracaju-SE, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.
- D’ALESSANDRO, M. et al. The role of índole and other shikimic acid derived maize volatiles in the attraction of two parasite waps. **J. Chem. Ecol** n. 32, p. 2733-2748, 2006.
- DEGANI, A.L.G.; CASS, Q. B. e VIEIRA, P. C. Cromatografia: Um breve ensaio. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 21-25, 1998.
- DICKE, M & M. W. SABELIS, Infochemical terminology; Should it be based on cost-benefit analysis rather than origino f compounds. **Funct. Ecol**. N. 2, p. 131-139, 1988.
- DUARTE, A.G.; LIMA, I.S.; NAVARRO, D.M.A.F.; SANT’ANA, A.E.G. Captura de *Rhynchophorus palmarum* L. (Col.: Curculionidae) em armadilhas iscadas com o feromônio de agregação e compostos voláteis de frutos do abacaxi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 25 (1), p. 81- 84, 2003.
- FACHINELLO, J.C.; TIBOLA, C.S.; VICENZI, M.; PARISOTTO, E.; PICOLLOTO, L.; MATTOS, M.L.T. Produção integrada de pêssegos: três anos de experiência na região de Pelotas – RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 25 (2), p. 256 – 258, 2003.
- FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2013. Disponível em: <https://www.fao.org.br/> Acesso em: 12 dez. 2014.
- FAOLE, M.; HARRIES, H. Farm and forestry production and marketing profile for coconut (*Cocos nucifera*). In: ELEVITH, C.R. (Ed.) Specialty crops for pacific island agroforestry. Holualoa: **Permanent Agriculture Resources** (PAR), p. 248, 2009.
- FERREIRA, J. T., CORRÊA, A. G. e VIEIRA, P. C. **Produtos Naturais no Controle de Insetos**. Editora da UFSCar, São Carlos, p. 23-57. 2001.
- FERREIRA, J.M.S. **Controle biológico do agente transmissor do nematoide causador do anel-vermelho-do-coqueiro**. Aracaju-SE, Embrapa- CPATC. 2002.

FERREIRA, J.M.S., D.R.N. WARNICK & L.A. SIQUEIRA (eds.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2ª ed, Brasília-DF: EMBRAPA/CPATC, 1998a.

FERREIRA, J.M.S., M.F. LIMA, D.L.Q. SANTANA, J.I.L. MOURA & L.A. SOUZA. **Pragas do coqueiro. p.87-89. In Sobrinho, R.B., J.E.Cardoso & F.C. Freire (eds.), Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustriais. 1ª ed. Brasília-DF: Embrapa, 1998b..**

FRANK, J. H.; CAVE, R. D. *Metamasius callizona* is destroying Florida's native bromeliads. In: **Second International Symposium on Biological Control of Arthropods**. p. 91-101, 2005.

GIBLIN-DAVIS, R.M.. Borers of palms,. In: Howard, F.W.; Moore, D.; Giblin-Davis, R.M.; Abad, R.G. **Insects on palms**. Ed. CABI Publishing p. 267-304. 2001.

GOMES, S. M. S. Avaliação de Sistemas de Captura de *Metamasius hemipterus* e *Rhynchophorus palmarum* (Curculionidae) em plantios de Pupunha (*Bactris gasipes*) e Dendê (*Elaeisis guineensis*) no Sul da Bahia. 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2008

GOY, R.C.; ASSIS, O. B. G.; CAMPANA-FILHO, S. P. **Revista Biotecnologia ciência e Desenvolvimento** – Ed 33 – julho/dezembro 2004.

GUIBAL, E. Interactions of metal ions with chitosan-based sorbents: **a Review**, 2004.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, p. 70. 2000.

IBGE. **Seção cidades**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_2013.pdf . Acesso em: 29 out. 2014.

- KARLSON P, LÜSCHER M, Pheromones: A new term for a class of biologically active substances. **Nature** n. 183, p. 55-56, 1959.
- KURIAN, C., B. SANTHIAMMA & PILLAI, G. B. World distribution of pests of coconut. ROME, **FAO**, n. 119, p. 53, 1979.
- LEÓN-BRITO, et al. Ciclo de vida y longevidad de *Metamasius hemipterus* L. (Col.: Curculionidae), uma plaga de la palma aceiteira em el estado Monagas, Venezuela. **Bioagro**, v. 17, n. 2, p. 115-118, 2005.
- LEPESME, P., J. GHESQUIERE, J. BOURGOGNE, E. CAIRASCHI, R. PAULIAN & A. VILLIERS. **Les insectes des palmiers**. Paul Lechevalier, Paris. P.611-617, 1947.
- LEVER, R.J.A.W. Pests of the coconut palm. **Rome, FAO**. P. 190. 1969.
- LORENZI, H.; MOREIRA, S. H. **Plantas ornamentais no Brasil – herbáceas, arbustivas e trepadeiras**. Ed. Plantarum LTDA, Nova Odessa – SP, p. 120, 2001.
- MAES, J-M. Insectos asociados a algunos cultivos tropicales en el atlantico de Nicaragua: Parte XIII. Piña (*Ananas comosus*, Bromeliaceae). **Revista Nicaragua**, v. 64, Suplemento 1, parte XIII, p. 67. 2004.
- MAPA. Agrofit (Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários). 2011. Disponível em:<http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons/> Acesso em: 27 set. 2013.
- MARTHUR, N.K.; NARANG, C.K. Chitin and Chitosan, Versatile Polysaccharides from Marine Animals **Journal of Chemical Education**, p. 938-942, 1990.
- MENSAH, K.R.; FREROT, B.; FAIZA, A. D. Effects of petroleum spray oils on oviposition behaviour and larval survival of *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae)

- and *Ostrinia nubilalis* Hubner (Lepidoptera: Pyralidae). **Int. J. Pest MAnag**, n. 51, p. 111-119, 2005.
- MOURA, J. I. L.; VIEIRA, S. D.; BEZERRA, J. L. Resinose do Coqueiro. 2007. Disponível em:<http://www.ceplac.gov.br/radar/RESINOSE%20DO%20COQUEIRO.pdf>>. Acesso em: 25 Ago. 2013.
- MOURA, J.I.L.; BENTO, J.M.S.; SOUZA, J.; VILELA, E.F. Captura de *Rhynchophorus palmarum* (L.) pelo uso de feromônio de agregação associado a árvore-armadilha e inseticida. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, n. 26 (1), p. 69-73, 1997.
- MOURA, J.I.L.; TOMA, R.; SGRILLO, R.B.; DELABIE, J.H.C. Natural efficiency of parasitism by *Billaeaerhynchophorae* (Blanchard) (Dptera: Tachinidae) for the control of *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Col.: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, n. 35 (2), p 273-274, 2006.
- NIRULA, K. K. Investigations on the pests of coconut palm. Part I. **Indian Coc. J.** p. 118-130, 1955.
- NOGUEIRA, P. C. L.; **Contribuição à química dos compostos voláteis e interações com os organismos receptores**. 2002. Tese de doutorado – Unicamp – Campinas 2002p.
- NOLDUS, L.P.J.J.; VAN LETEREN, J.C. Kairomones for the egg parasite *Trichogramma evanescens* Westwood. 1. Effect of volatile substances released by two of its hosts, *Pieris bassicae* L. and *Mamestra Brassicae* L. **J. Chem. Ecol.**, n. 11, p. 781-791, 1985.
- NORDLUND, D.A. AND LEWIS, W.J. Terminology of chemical releasing stimuli in intraspecific and interspecific interactions. **J. Chem. Ecol.** n.2, p. 211-220, 1976.
- OEHLSCHLAGER, A.C.; CHINCHILLA, C.; CASTILLO, G.; GONZALES, L. Control of red ring disease by mass trapping of *Rhynchophorus palmarum* (Col.: Curculionidae). **Florida Entomologist**, n. 85 (3), p. 507-513, 2002.

- OQUENDO, A. C.; MEXZÓN, R. G. URPÍ, J. M. Insectos fitófagos em pejibaye (*Bactris gasipaes* K.) para palmito. **Agronomia Mesoamericana**, v. 15, p. 201-208, 2004
- PUCHE, H. et al. Estimating dispersal rate of the silky cane weevil (Col.: Curculionidae). 2005. Disponível em: <<http://tiger.uic.edu/~hpuche%20/publications/Pucheetal2005b.pdf>>. Acesso em: 19 agost 2013.
- RANJITH, A.M. Na inexpensive olfactometer and Wind tunnel for *Trichogramma chilonis* Ishii (Trichogrammatidae: Hymenoptera). **Journal of tropical agriculture**, n. 45 (1-2), p. 63-65, 2007.
- ROSA, M. F.; BEZERRA, F. C.; CORREIA, D. et al. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. EMBRAPA, Série Documentos 52. Fortaleza- CE. 2002.
- SANTOS, G., P.A. BATUGAL, A. OTHAM, L. BAUDOWIN & J.P. LABOUISSÉ. Manual on standardized research techniques in coconut breeding. **Roma**: IPGRI, p. 45, 1996.
- SEPÚLVEDA-CANO, P. A.; RUBIO-GÓMEZ, J. D. Especies de Dryophthorinae (Col.: Curculionidae) asociadas a plátano y banano (*Musa* spp.) em Colombia. **Acta Biologica Colombiana**, v. 14, n. 2, p. 49-72, 2009.
- SOBRAL, L.F. 1998. Nutrição e adubação do coqueiro. p.129-157. In Ferreira, J.M.S., D.R.N. Warnick & L.A. Siqueira (eds.). 1998. A cultura do coqueiro no Brasil. 2ª edição, Brasília-DF: **EMBRAPA/CPATC**, 292p.
- SOLIMAN, E.P. et al. Diferentes iscas para o monitoramento populacional de *Metamasius* sp. (Col.: Curculionidae) no cultivo da pupunheira. **Revista Eletrônica de Agronomia**, v. 16, n. 2, p. 1-6, 2009.
- SOUZA, R. M. **Sinais envolvidos na comunicação de *Amerrihinus ynca* Sahlberg, 1823 (Col.: Curculionidae)**. 2006. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal) - Centro de

Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006.

STERWART-JONES, A.; POPPY, G. Comparison of glass vessels and plastic bags for enclosing living plant parts for headspace analysis. **J. Chem. Ecol.** n. 32, p. 845-864, 2006.

STEVENS, I. Insect pheromones and their use in pest management. London: **Chapman & Hall**, p. 369, 1998.

TIGLIA, E.A.; VILELA, E.F.; MOURA, J.I.L.; ANJOS, N. Eficiência de armadilhas com feromônio de agregação e cana-de-açúcar na captura de *Rhynchophorus palmarum* (L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** n. 27 (2), p. 177-183, 1998.

VAN BRAMER, S. E. An introduction to mass spectrometry. **Widener University, chester PA**, 1998.

VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T. M. C. Introdução aos semioquímicos e terminologia. In: VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T. (Ed.). Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas. 2. ed. Ribeirão Preto: **Holos**, p. 9-12, 2001a

WARWICK, D.R.N. & E.C. LEAL. Principais doenças letais. In: Ferreira, J.M.S. (ed.), **Coco Fitossanidade**. Brasília-DF, EMBRAPA, p. 106, 2003.

WATTANAPONGSIRI, A. Arevision of the genera *Rhynchophorus* and *Dynamis*. **Depart. Agric. Sc. Bul. Bangkok (Thailand)**. N. 1, p. 185, 1966.

ZARBIN, P.H.G. **Extração, isolamento e identificação de substâncias voláteis de insetos**. p.45-50. In Vilela, E.F. & T.M.C. Della Lúcia (eds), Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas. Viçosa: UFV, Impr. Univ. p. 206. 2001.

2. UTILIZAÇÃO DE LIBERADORES DO FEROMÔNIO DE INSETOS VISANDO AO CONTROLE DE PRAGAS DO COQUEIRO

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a taxa de liberação e o melhor liberador do feromônio de agregação com relação a eficiência na captura de *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Col.: Curculionidea) e *Metamasius hemipterus* L. 1758 (Col.: Curculionidae). Para a determinação da taxa de liberação diária de feromônio Rincoforol e Metamasol em diferentes liberadores, o experimento foi realizado em casa de vegetação. Foram realizados seis tratamentos com sete repetições. Para avaliar a atratividade de diferentes tipos de iscas do feromônio na captura de Curculionidae, o estudo foi conduzido em uma propriedade localizada no Município de São Sebastião, Estado de Alagoas, em plantio de coqueiro. O delineamento experimental foi em quadrado latino, com seis tratamentos e seis repetições, avaliados a cada 15 dias, durante seis meses, totalizando 12 coletas. Foram utilizadas as seguintes fórmulações: 2(E)-6-metil-2,4-heptanol (Rincoforol) e a mistura de 4-metil-5nonanol com 2-metil-4-heptanol (Metamasol). Em casa de vegetação, a melhor taxa média de liberação diária acondicionado em cápsulas de plástico contendo um furo na tampa foi a do Rincoforol com Quitosana com $1,53 \pm 0,41$ mL/dia. No quarto e quinto mês observou-se que o tratamento com Rincoforol + Quitosana em Glutaraldeído 0,5% apresenta uma coleta média de insetos de $51,0 \pm 3,65$ e $43,0 \pm 2,49$ respectivamente, onde foi diferente significativamente dos demais tratamentos. O feromônio de agregação Rincoforol utilizando Quitosana apresentou a menor taxa de liberação diária. Para a captura de *R. palmarum* o que se comportou com maior captura foi o liberador com Rincoforol + Quitosana. Já para a captura de *M. hemipterus* o que teve maior captura foi o liberador com a mistura Rincoforol + Metamasol + Quitosana.

Palavras-chave: Insecta; broca-do-olho-do-coqueiro; quitosana.

ABSTRACT

The objective of the present study was to assess the best release rate and best release of the aggregation pheromone in relation to the capture efficiency of *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Col.: Curculionidae) and *Metamasius hemipterus* Linnaeus, 1758 (Col.: Curculionidae). The daily release rate of the Rincoforol and Metamasol pheromone in different releasers was determined in an experiment carried out in a green house, with six treatments and seven replications. The attractiveness was assessed of different types of pheromone attractant in Curculionidae capture in a study on a farm located in the municipality of São Sebastião, state of Alagoas, Brazil, in a coconut plantation. The experimental design was a Latin square with six treatments and six replications, assessed every 15 days for six months in a total of 12 collections. The following formulations were used: 2(E)-6-methyl-2,4-heptanol (Rincoforol) and 4-methyl-5-nonanol mixed with 2-methyl-4-heptanol (Metamasol). In the green house, the best mean daily release rate contained in plastic capsules with a hole in the lid was Rincophorol with Chitosan at 1.53 ± 0.41 mL/dia. In the fourth and fifth months the Rincophorol + Chitosan treatment was assessed in 0.5% Glutaraldehyde and presented an average insect collection of 51.0 ± 3.65 and 43.0 ± 2.49 , respectively, which was significantly different from the other treatments. The aggregation pheromone Rincophorol using Chitosan presented the lowest daily release rate. The greatest *R. palmarum* capture was obtained with the Rincophorol + Chitosan releaser. The greatest capture for *M. hemipterus* was with the releaser with the Rincophorol + Metamasol + Chitosan mixture.

Keywords: Insecta; palm weevil; chitosan.

2.1. INTRODUÇÃO

Dentre os principais problemas fitossanitários da cultura do coqueiro destaca-se a broca-do-olho (*Rhynchophorus palmarum* L., 1758) (Col.: Curculionidae) que, além de causar danos diretos à planta pela ação das larvas que se alimentam do meristema do coqueiro, indiretamente é responsável pela transmissão e disseminação do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard, agente causal do anel-vermelho, doença letal ao coqueiro (FERREIRA et al., 1998).

As injúrias causadas pelos insetos-praga ocasionam prejuízos consideráveis na cultura em diferentes estágios de crescimento e desenvolvimento, e podem ser observados desde a implantação da cultura (FERREIRA; WARWICK; SIQUEIRA, 1998).

O gênero *Metamasius* está associado a várias plantas hospedeiras como cana-de-açúcar, bromeliáceas, palmáceas, musáceas, entre outras. É de ampla distribuição no continente Americano, desde os Estados Unidos, até o Brasil (ZORZENON et al., 2000).

Metamasius hemipterus L., 1758, foi catalogada por Silva et al. (1968), desenvolvendo-se em bananeira, coqueiro, cana-de-açúcar, gramíneas e tamareira, nos estados de Alagoas, Amapá, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Pará, Paraná, Santa Catarina e São Paulo.

Os principais danos que os curculionídeos apresentam são ocasionados na fase larval e pela perfuração de tecidos para oviposição e/ou alimentação. Ao eclodirem, as larvas fazem galerias nos tecidos das plantas, principalmente na gema apical, no pecíolo das folhas novas, nas inflorescências e no estipe mole, destruindo os tecidos condutores de seiva podendo ocasionar a morte da planta (AMBROGI et al., 2009).

2.1.1. Descrição e biologia

2.1.1.1. *Rhynchophorus palmarum*

Os adultos têm coloração preto-fosca, que medem entre 3,5 e 6,0 cm, e apresentam um rostro alongado, com cerca de 1 cm de comprimento, sendo que o dos machos apresenta uma série de pêlos em forma de escova na região dorsal, diferindo assim do das fêmeas, que é liso (HOWARD, 2001) (Fig. 9). As antenas em forma de cotovelo e élitros curtos não cobrindo o extremo do abdome e com oito sulcos longitudinais (BONDAR, 1940). A larva é ápoda de coloração branca, com cabeça castanho-escura, recurvadas e chegam a medir 7,5 cm de comprimento ao final do seu desenvolvimento. A pupa é do tipo exarada e de coloração

amarelada e permanecem abrigadas no interior de um casulo de 8 a 10 cm de comprimento, construído pela larva com as fibras do coqueiro (GALLO et al, 2002; FERREIRA et al., 2002).

Figura 9. Dimorfismo sexual de *Rhynchophorus palmarum*

Fonte: Duarte 2014.



Ao estabelecer uma criação de *R. palmarum* em laboratório, sob a temperatura de 20 a 35°C e umidade relativa de 62 a 92%, utilizando a estirpe do coqueiro como fonte de alimento. Sánchez et al. (1993), verificaram que uma fêmea pode colocar, em média, 245 ovos durante sua vida, ocorrendo a eclosão três dias após a postura. As larvas podem passar por seis a 10 instares ao longo de um período de 52 dias. Após esse período, as larvas fazem um casulo através da fibra do coco, onde vão permanecer durante a fase de pré-pupa (4 a 17 dias) e a fase de pupa (8 a 23 dias). Após a emergência, os adultos ainda permanecem dentro do casulo por aproximadamente sete dias. Os machos podem viver, em média, 44 dias e as fêmeas, 40 dias. Por sua vez, Restrepo, Rivera e Raigosa, (1982), afirmaram que a duração do ciclo de biológico de *R. palmarum* pode variar dependendo da fonte de alimento.

2.1.1.2. *Metamasius hemipterus*

Adultos de *M. hemipterus* variam em cor de vermelho para laranja e preto. Além disso, o padrão de coloração em élitros, pronoto e ventre também é variável. O comprimento total de adultos a partir da ponta do rostro até ao final do abdome varia de 9 a 14 mm. Como características do dimorfismo sexual, foi observado o rostro e o pigídio. Nas fêmeas o rostro é mais delgado e comprido, e o pigídio é mais afilado, em formato de ponta com poucas cerdas, enquanto nos machos o rostro mais grosso e curto, com pigídio ligeiramente arredondado e pubescente (Fig. 10). As larvas têm a coloração amarelada, sua capsula cefálica proeminente é marrom-avermelhada e muito difícil de que tenha uma protuberância ventral posterior.

Figura 10. Dimorfismo sexual em *Metamasius hemipterus*: macho (A) e fêmea (B).

Fonte: Weevil, 2013.



Metamasius hemipterus tem um ciclo de vida completo, ou seja, holometabólico, com um ovo, vários estágios larvais, pupa e estágios adultos. Os adultos podem viver por 60 dias e as fêmeas depositam uma média de 500 ovos (CASTRILLON; HERRERA, 1980). As fêmeas são atraídas e ovipositam em colmos danificados ou estressado de cana de açúcar, caules de banana, frutas maduras (abacaxi, manga, mamão) ou bainhas de palmeiras (GIBLIN-DAVIS et al., 1994). O ovo eclode em cerca de quatro dias e a larva começa a se alimentar. Após cerca de sete semanas, a larva se transforma em pupa (WOODRUFF; BARANOWSKI, 1985). Após cerca de 10 dias, a pupa se transforma em adultos que pode imediatamente se libertar do casulo, ou pode permanecer dentro do casulo até que as condições ambientais sejam favoráveis para emergência.

2.1.2. Sintomatologia, danos e hábitos

2.1.2.1 *Rhynchophorus palmarum*

Os danos à cultura são causados pelas larvas, que destroem o broto apical (palmito), construindo galerias no estipe, e pelos adultos que agem como transmissores do nematoide *B. cocophilus* causador da doença conhecida por anel-vermelho-do-coqueiro. O ataque severo, quando concentrado na copa da palmeira, causa queda das folhas verdes e da copa, levando geralmente a planta à morte (FERREIRA et al., 2001). Segundo Warwick; Talamini (2009), foi descoberto uma relação entre *R. palmarum* e a resinose do coqueiro, outra doença bastante severa para a cultura, causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes) Höhl (*Chalara paradoxa*; teliomorfo *Ceratocystis paradoxa*).

2.1.2.2 *Metamasius hemipterus*

A espécie do gênero *Metamasius* é conhecida como broca-rajada e está associado a várias plantas hospedeiras como cana-de-açúcar, bromeliáceas, palmáceas, musáceas, entre outras, sendo de ampla distribuição no Continente Americano, desde os Estados Unidos até o Brasil. Em 1993 observou-se pela primeira vez a ocorrência de *M. hemipterus* atacando palmáceas no Município de Jundiá e Miracatu, ambos de São Paulo (ZORZENON et al., 2000). Estes mesmos autores citaram que as larvas de *M. hemipterus* alimentam-se dos tecidos vivos das plantas de palmito, escavando galerias, danificando o estipe.

2.1.3. Medidas de controle

O uso de agrotóxicos, muitas vezes utilizado de forma indiscriminada, vem sendo adotado como única opção no controle de pragas, porém a utilização de fungos entomopatogênicos tem se mostrado viável na redução de população de pragas agrícolas, principalmente em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Por isso, o conhecimento sobre entomopatógenos de ocorrência natural em uma região é fundamental, sendo um fator importante na redução das pragas agrícolas, contribuindo no manejo de cultivos (ALVES, 1998; GIUSTOLIN et al., 2001; OLIVEIRA; NEVES; KAWAZOE, 2003; RODRÍGUEZ; GERDING; FRANCE, 2006 a,b).

O fungo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin é um dos mais estudados e utilizados no controle biológico, com a capacidade de mortalidade elevada para pragas de diferentes ordens de insetos, com destaque para Coleoptera Hemiptera e Lepidoptera. Além de

minimizar o impacto provocado pelos inseticidas convencionais, *B. bassiana* pode ser facilmente produzido a um custo relativamente baixo. No mercado mundial agrícola, existem alguns produtos comerciais à base de *B. bassiana*. Devido à variabilidade genética, variação na patogenicidade e as condições climáticas necessárias para ação do fungo, a seleção de cepas adaptadas à região é fundamental em estudos de controle biológico de pragas (ALVES, 1998; LEITE et al., 2003).

Os inseticidas botânicos têm sido alvo de muitas pesquisas e, dentre as espécies botânicas utilizadas como inseticida, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) (Meliaceae) é a espécie mais estudada. Seu espectro de ação é amplo, com seu efeito comprovado sobre aproximadamente 300 espécies de insetos (ARAUJO JÚNIOR, 2008).

O controle de *R. palmarum*, era baseado no uso de atrativos alimentares, principalmente de iscas a base de estipes da planta de dendê, coqueiros ou cana-de-açúcar. Frequentemente banhados com inseticidas, colocados em diversos tipos de armadilhas para capturar e matar adultos (MOURA et al, 1990). Com a descoberta do feromônio de agregação do *R. palmarum* (2.(E)-6-metil-2-hepten-4-ol) conhecido como Rincoforol (ROCHAT et al., 1991) passou-se a utilizá-lo como principal ferramenta de controle da praga. Entretanto, demonstrou-se que o feromônio exercia pouca atratividade sobre os adultos quando utilizado sozinho, havendo a necessidade de associá-lo a algum atrativo alimentar que o tornava mais eficiente (OEHLISHLAGER et al., 2003).

2.1.4. Feromônios e os tipos de liberadores

O desenvolvimento de resistência aos agentes químicos por parte de vários insetos broca, o ressurgimento de determinadas pragas em níveis ainda mais altos do que os anteriormente existentes, o aparecimento de pragas secundárias devido ao combate indiscriminado a todo tipo de inseto, e principalmente a contaminação ambiental, podem ser considerados os fatores mais alarmantes (FERREIRA, 1998). Os insetos usam, particularmente, a comunicação química para transmitir informações entre os indivíduos. Quando uma mensagem química é trocada entre membros de uma mesma espécie ou espécies diferentes, as substâncias químicas envolvidas nestas interações são denominadas semioquímicos, o que significa sinais químicos (NASCIMENTO; MORGAN, 1996).

Durante as últimas décadas, houve um aumento no interesse em se estudar feromônios de insetos, visto que estes podem fornecer alternativas ao uso de inseticidas (MAYER; MCLAUGHLIN, 1990).

Os feromônios são impregnados em diferentes tipos de liberadores, com o propósito de atrair indivíduos da mesma espécie. Esta técnica emprega armadilhas contendo quantidades diminutas do feromônio quando comparadas aos inseticidas (BENTO et al., 2001). Esta técnica não elimina o uso de inseticidas convencionais, porém reduz a quantidade de inseticidas aplicados no campo e a área de aplicação em até 75% (ZARBIN; CORREA, 1998).

Em todos os casos onde a aplicação de feromônios está impregnada em materiais, conhecidos como liberadores, que são materiais que possuem em sua estrutura características capazes de reter o feromônio, de forma que este possa ser liberado a uma taxa relativamente constante durante o período de captura do inseto-alvo, o que pode variar de alguns dias a diversos meses (NASCIMENTO; MORGAN, 1996).

Os materiais utilizados comercialmente como liberadores são formados basicamente por polímeros, como os septos de borracha, amplamente utilizados em armadilhas. Outros exemplos de dispositivos que já foram investigados incluem tubos e cápsulas de polietileno (DONOUGH, 1997), filtros de papel (BEROZA et al., 1971), laminados plásticos (BEROZA et al., 1975), fibras ocas e fitas adesivas (CAMPION et al., 1978), partículas micrométricas (STIPANOVIC et al., 2004).

Os semioquímicos são incorporados na matriz sólida e devido à variação dos materiais que podem ser utilizados para constituir a matriz, a velocidade de liberação de uma simples molécula pode diferir significativamente de um liberador para outro, como foi demonstrado por GOLUB et al. (1983) para a velocidade de liberação do *Gossiplure* [acetate de (Z,Z)- e acetato de (E,Z)-7,11-hexadecadien-1-ila, o feromônio sexual da lagarta rosada do algodão (*Pectinophora gossypiella* Saunders, Lepidoptera: Gelechiidae), em diferentes fórmulações.

As fórmulações de liberação lenta e controlada na forma de aerosol são geralmente compostas de uma matriz líquida biodegradável, na qual os semioquímicos são dissolvidos. De forma regular, outros componentes podem ser adicionados aos estabilizantes ante luz UV, antioxidantes e surfactantes (GOLUB et al., 1983).

De forma frequente, uma fórmulação em aerosol consiste em uma emulsão resultando em microesferas poliméricas contendo os semioquímicos (feromônios micro encapsulados) dispersos em uma matriz líquida. Atterholt et al., 1999 estudaram a velocidade de liberação do feromônio sexual de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae), em uma emulsão de parafina aquosa como transportador do material.

Hofmeyr et al., (1995) descreveram um liberador consistindo de tubo de vidro atuando como um reservatório de feromônio impermeável ligado a um tubo de polietileno a partir do qual o feromônio pode difundir. Outros reservatórios foram testados por Shem et al., (2009) para a mosca *Glossina morsistan* (Wiedemann, 1830). O liberador consistiu de uma parte superior ou reservatório que foi construído em alumínio, com a área de difusão feita de tubos de silicone Tygon®.

A Tabela 1 lista uma série de liberadores testados para diferentes fórmulações (HEUSKIN *et al.*, 2011).

Tipos de liberador ou de fórmulação	Referências (ANO)	Semioquímicos e Inseto Alvo	Cultivo Protegido	Estudo da taxa de liberação (dados de observação e medidas)
Dispensadores sólidos				
Saches de Polietileno	Torr et al. (1997)	Mosquitos Tse-tse (Diptera: Glossinidae: <i>Glossina</i> sp.) caimônios: 1-Octen-3-ol, 4-metilfenol and 3- <i>n</i> -propilfenol.	Não há (captura).	Métodos gravimétricos e de coleta de voláteis. As velocidades de liberação são independentes da quantidade de feromônio presente no dispensador (cinética de emissão de ordem zero) e relacionadas diretamente à superfície, inversamente à espessura da parede e exponencialmente à temperatura.
	Rochat et al. (2002)	Feromônio de agregação de machos do besouro Dynast, <i>Scapanes australis</i> Bsdv. (Col.: Scarabaeidae): 2-butanol, 3-hidroxi-2-butanona, 2,3-butanediol.	Coco	Não houve estudo de liberação
	Van der Kraan et al. (1990)	Feromônio sexual de Lepidóptera para dirrupção de acasalamento: acetato de tetradecen-1-ol (Z9-14: Ac e Z-11-14 : Ac).	Pomares	Comparação de tubos de polietileno com outros dispensadores. Coletor de voláteis em cartuchos de espuma de poliuretano + eluição por solventes. A velocidade de liberação depende do tipo de dispensador, da temperature e da velocidade do vento.
Frascos e tubos de polietileno (por exemplo Shin-Etsu®)	McDonough et al. (1992)	Mistura de dirruptores de acasalamento da mariposa Codling moth, <i>Cydia pomonella</i> L. (Lepidoptera: Olethreutidae: (E,E)-8,10-dodecadien-1-ol / dodecan-1-ol / tetradecan-1-ol.	Pomares	Coleta de voláteis em cartuchos de sílica gel ++ eluição por solventes. A velocidade de liberação depende do conteúdo de feromônio do tempo (cinética de liberação de primeira ordem).
	Bradley et al. (1995)	Feromônio sexual da mariposa da maçã light brown apple moth, <i>Epiphyas postvittana</i> (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae): E11-14: OAc / E9,E11-14:OAc / Z11-14:OAc.	Pomares	Coleta de voláteis + medida of liquid pheromone length over time. Comparação da velocidade de liberação experimental e por modelagem, considerando temperatura real de campo (relação da velocidade de liberação linear x temperatura).
Frascos e tubos de polietileno (por exemplo Shin-Etsu®)	Johansson et al. (2001)	Feromônio sexual de sawflies: <i>Neodiprion sertifer</i> Geoffr. and <i>Diprion pini</i> L. (Hymenoptera: Diprionidae). Acetatos de pentadecanol / (2S, 3S, 7S)-3,7-dimetil-2-tridecanol / (2S, 3R, 7R)-3,7-dimetil-2-tridecanol.	Pinheiros	Método gravimétrico. A velocidade de liberação aumenta com a temperatura.
	A	Feromônio sexual da fêmea de cocoa pod borer, <i>Conopomorpha cramerella</i> (Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae): acetatos de (E,Z,Z)- and (E,E,Z)-4,6,10-hexadecatrienila e alcóois correspondentes.	Cacau, <i>Theobroma cacao</i> L.	Método por extração total com solventes. Velocidade de liberação. De primeira ordem.
Septos de borracha	Butler et al. (1979, 1981)	Feromônio sexual de várias espécies de mariposas : alcóois e acetatos	Pomares.	Método por extração total com solventes. O tamanho molecular do feromônio é um dos fatores determinantes da velocidade de evaporação em septos de borracha. A

				posição da ligação dupla e os isômeros condicionam o tempo de meia vida.
	Kehat et al. (1994)	Feromônio sexual de codling moth, <i>Cydia pomonella</i> L. (Lepidoptera: Olethreutidae): (<i>E,E</i>)-8,10-dodecadien-1-ol	Pomares de maçãs e peras	Coleta de voláteis em cartuchos Porapak Q + eluição por solvente. As velocidades de liberação decrescem com o tempo de uso dos dispensadores.
Fibras ocas	Golub et al. (1983)	Mistura de feromônios sexuais de pink bollworm (<i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders (Lepidoptera: Gelechiidae): acetato de (<i>Z,Z</i>)- and (<i>E,Z</i>)-7,11-hexadecadien-1-ila.	Pomares	Método por extração total com solventes. Comparação da taxa de liberação em vários dispositivos: fibras ocas, septos e pavios de borracha vermelha. A velocidade de liberação depende do tipo de matriz.

Cont. Tabela 1.

Dispensadores de plástico (PVC, PVC-resina...)	Golub et al. (1983)	Mistura de feromônios sexuais de pink bollworm (<i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders (Lepidoptera: Gelechiidae): acetato de (<i>Z,Z</i>)- and (<i>E,Z</i>)-7,11-hexadecadien-1-ila.	Pomares	Método por extração total com solventes. Comparação da taxa de liberação em vários dispositivos: fibras ocas, septos e pavios de borracha vermelha. A velocidade de liberação depende do tipo de matriz.
	Lopez et al., (1991)	Feromônios sexuais de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae): (<i>Z</i>)-11-hexadecenal / (<i>Z</i>)-9-hexadecenal / (<i>Z</i>)-7-hexadecenal.	Campos de milho e algodão	Coleta de voláteis em cartuchos Tenax + eluição por solventes Decréscimo da velocidade de liberação com o tempo.
Fórmulações com aerossóis				
Emulsões de parafina	Atterholt et al., (1999)	Mistura de disruptores de acasalamento da mariposa do fruto oriental <i>Grapholita molesta</i> (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae): acetato de (<i>Z</i>)-8-dodecen-1-ila / acetato de (<i>E</i>)-8-dodecen-1-ila- / (<i>Z</i>)-8-dodecen-1-ol.	Pomares	Coleta de voláteis em cartuchos Super Q + eluição por solventes. A velocidade de liberação é dependente da fórmulação e da área superficial de evaporação; aumenta com a temperatura.
Microcápsulas: feromônios imobilizados em substrato poroso, recoberto por membranas de filmes poliméricos	Stipanovic et al. (2004)	Feromônios sexuais de codling moth, <i>Cydia pomonella</i> L. (Lepidoptera; Olethreutidae) (codlemone: (<i>E,E</i>)-8,10-dodecadien-1-ol) e da mariposa cigana, <i>Lymantria dispar</i> L. (Lepidoptera: Lymantriidae) (disparlure: (<i>Z</i>)-7,8-epoxi-2-metiloctadecano).	Pomares.	Método gravimétrico. A velocidade de liberação depende da área superficial da cobertura da microcápsula e do volume do , microporo.
Reservatórios				
“Home-made” reservoir dispensers: tubos de vidro e de polietileno	Hofmeyr et al. (1995)	Armadilha de mistura de feromônios contra a codling moth falsa, <i>Cryptophlebia leucotreta</i> (Meyr.) (Lepidoptera: Tortricidae): acetato de (<i>E</i>)-7-dodecenila/ acetato de (<i>E</i>)-8-dodecenila / acetato de (<i>Z</i>)-8-dodecenila.	Pomares	Método gravimétrico. A velocidade de liberação depende do tamanho do tubo de polietileno.
Reservatórios com área de difusão em sílica	Shem et al. (2009)	Mistura de alomônios (waterbuck odour) (ácidos carboxílicos, cetonas, δ -octalactona, 2-metoxi-4-metilfenol) contra mosquitos tse-tse (Diptera: Glossinidae: <i>Glossina</i> sp.).	Não há	Métodos gravimétricos. A velocidade de liberação depende da temperatura. Os compostos da mistura interagem entre si. cinética de liberação é diferente para um composto isolado (ordem zero) e para a mistura (primeira ordem)

Os sistemas de liberação têm sido extensamente estudados nos últimos 20 anos, com notável aplicação farmacêutica e/ou biomédica. (QIU; PARK, 2001; DRURY; MOONEY, 2003). Esses sistemas são desenvolvidos para liberar com reprodutibilidade, um princípio ativo em um local específico do organismo por um período mais prolongado de tempo que a administração convencional, mantendo uma concentração terapêutica e evitando a necessidade de repetição da administração (KSHISAGAR, 2000).

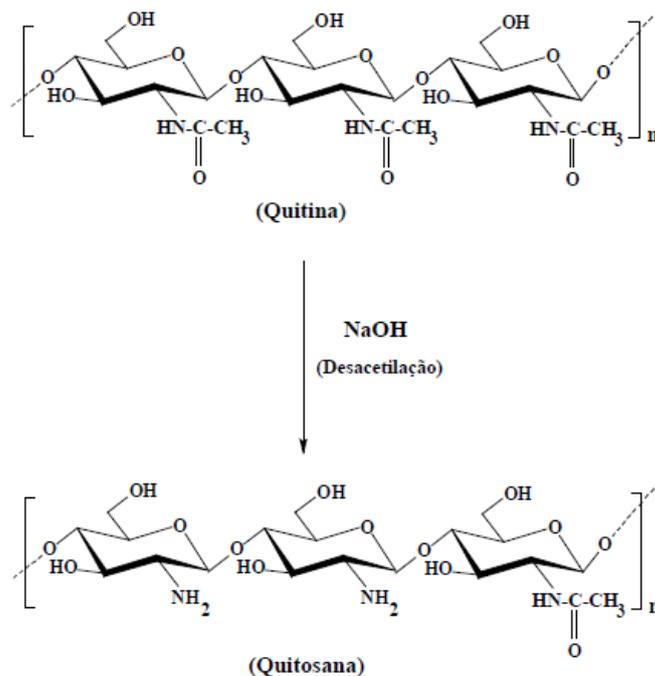
A modificação química da superfície de polímeros com grupos organofuncionais tem sido muito utilizada por pesquisadores e em diferentes áreas profissionais nos últimos anos. Dentre as principais aplicações, destaca-se seu uso como fase estacionária em cromatografia, em separação e préconcentração de íons metálicos em soluções, imobilização de enzimas, entre outras (KAWAMURA, 1993).

A quitosana (QTS) é um polímero que tem sido largamente empregado em diversas aplicações em diferentes áreas pela sua versatilidade (KUMAR, 2000). É um biopolímero derivado da quitina, segundo polissacarídeo mais abundante na natureza, com grande disponibilidade e baixo custo na sua obtenção. A presença de um elevado percentual de grupos amino reativos distribuídos na sua matriz polimérica, possibilita a realização de inúmeras modificações químicas, como a introdução de grupos funcionais quelantes e a complexação de metais (NGAH et al., 2002).

A quitosana é um copolímero constituído de unidades $\beta(1\rightarrow4)$ -2-amino-2-desoxi-D-glicopiranosose e $\beta(1\rightarrow4)$ -2-acetamido-2-desoxi-D-glicopiranosose, obtido a partir da reação de desacetilação parcial da quitina (FAVERE, 1994), (Fig. 11).

Figura 11. Obtenção da quitosana por meio da reação de desacetilação da quitina

Fonte: Vitali, 2008



O objetivo deste trabalho foi avaliar a melhor liberador e a taxa de liberação do feromônio de agregação com relação à eficiência na captura de *R. palmarum* e *M. hemipterus*.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Taxas de liberação de feromônio de agregação:

Para a determinação da taxa de liberação diária de feromônio Rincoforol e Metamasol em diferentes liberadores, o experimento foi conduzido em casa de vegetação (Fig. 12). Os feromônios foram acondicionados em cápsulas de plástico do tipo “Eppendorf safe-lock[®]” contendo um orifício de 1 mm de diâmetro na tampa.

Figura 12. Armadilha com feromônio para determinar taxa de liberação em casa de vegetação.
Foto: Duarte, 2013.



As cápsulas foram penduradas internamente na tampa das armadilhas tipo balde. O delineamento foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e sete repetições. Os tratamentos foram: Rincoforol com 750 μ l (testemunha); Quitosana em Glutaraldeído 0,5% + Rincoforol com 100 μ l; Metamasol com 550 μ l; Quitosana em Glutaraldeído 0,5% + Metamasol com 300 μ l; Rincoforol + Metamasol com 550 μ l e Quitosana em Glutaraldeído 0,5% + Rincoforol + Metamasol com 300 μ l. As observações foram tomadas diariamente, realizando-se a pesagem das cápsulas de Eppendorf dos tratamentos, num período de 30 dias. A temperatura e a umidade relativa do ar foram observadas diariamente para efeito de comparação com as observações de campo.

2.2.2. Atratividade de diferentes tipos de iscas do feromônio na captura de Curculionidae:

O estudo foi conduzido em uma propriedade localizada no Município de São Sebastião, Estado de Alagoas (latitude 09° 56'01" S, longitude 36° 33' 15" W), em plantio de coqueiro gigante. O delineamento experimental foi em quadrado latino, com seis tratamentos e seis repetições, avaliados a cada 15 dias, durante seis meses, totalizando 12 coletas.

Utilizaram-se armadilhas previamente testadas e consideradas eficientes, de modo a permitir o acesso, mas não a saída, dos besouros do seu interior. As armadilhas foram confeccionadas modificando-se baldes de plástico com capacidade de cinco litros, onde foi adaptado um funil de plástico na tampa e estas foram enterradas no solo para facilitar o manuseio e diminuir a possibilidade de serem danificadas (Fig. 13). A distância entre armadilhas foi de 30m (Fig. 14).

Figura 13. Armadilha com feromônio para captura de adultos de *Rhynchophorus palmarum* e *Metamasius hemipterus*

Foto: Duarte, 2013.



Figura 14. Croqui do experimento
 Fonte; Duarte 2013



Foram utilizadas as seguintes fórmulações: 2(E)-6-metil-2,4-heptanol (Rincoforol) (Fig. 15) e a mistura de 4-metil-5nonanol com 2-metil-4-heptanol (Metamasol) (Fig. 16), adquirida da empresa Interacta – Química Ltda, Maceió, AL.

Figura 15. Forma estrutural planas do Rincoforol
 Fonte: Rochat 2000

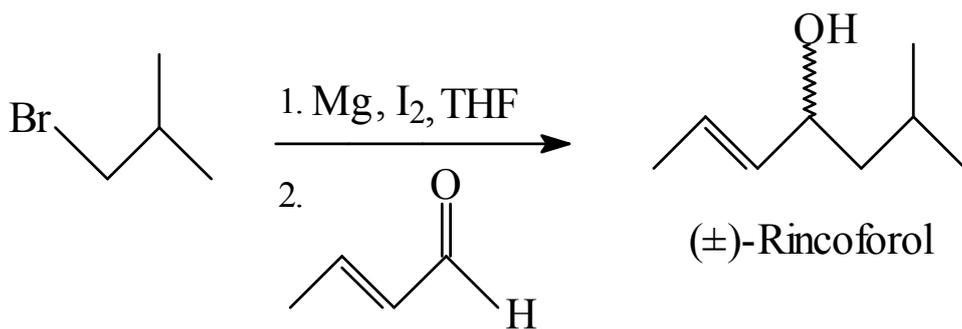


Figura 16. Forma estrutural planas do Metamasol
 Fonte: Rochat 2000



Nos tratamentos foram colocados pedaços de cana-de-açúcar cortados longitudinalmente com aproximadamente 15cm. A cada inspeção a cana-de-açúcar foi substituída. Os insetos retidos no interior das armadilhas foram contabilizados e levados ao laboratório. Os tratamentos utilizados foram os mesmos para obter as taxas de liberação do feromônio de agregação.

Os dados referentes a captura dos insetos foram verificados e realizados o teste de homogeneidade e normalidade, os dados foram transformados em raiz de $x + 0,5$ e submetidos a análise de variância e ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sistema de Análise Estatística e Genética SAEG® V.5.1 UFV-1995.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Taxas de liberação de feromônio de agregação

Em casa de vegetação, observou-se que a taxa de liberação de rincoforol em cápsulas de plástico contendo furo na tampa foi de $0,45 \pm 0,004 \text{ mg dia}^{-1}$ e a menor taxa média de liberação diária foi a do rincoforol com quitosana e do metamasol com quitosana respectivamente, com $0,30 \pm 0,002$ e $0,30 \pm 0,004 \text{ mg dia}^{-1}$, diferindo estatisticamente a 5% pelo teste Scott-Knott dos demais tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Média (\pm EP) da taxa de liberação de feromônio de agregação em diferentes liberadores em casa de vegetação. Universidade Federal de Alagoas, Município de Maceió, Estado de Alagoas, 2013.

Feromônios	Taxa de liberação (mg dia^{-1})
Rincoforol	$0,45 \pm 0,004$ d
Metamasol	$0,65 \pm 0,020$ b
Rincoforol + Metamasol	$0,52 \pm 0,194$ c
Rincoforol + Quitosana	$0,30 \pm 0,002$ e
Metamasol + Quitosana	$0,30 \pm 0,004$ e
Rincoforol + Metamasol + Quitosana	$0,68 \pm 0,020$ a
	CV(%) = 12,35

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Durante as observações a temperatura mínima diária foi de $18 \pm 1^\circ \text{C}$ e a máxima de $33 \pm 2^\circ \text{C}$. A umidade relativa do ar variou entre 62 e 92%. Duarte; Lima (2001), em condições semelhantes, obtiveram a taxa média de liberação diária do rincoforol acondicionado em cápsulas de plástico contendo um furo na tampa de $5,0 \pm 1,0 \mu\text{l dia}^{-1}$.

2.3.2. Atratividade de diferentes tipos de iscas do feromônio na captura de Curculionidae

Durante a realização do experimento foram observados valores de precipitação acumulada de 272,4mm, temperatura média máxima de $25,8 \pm 1,21^\circ\text{C}$. O número médio de *R. palmarum* capturados nos diferentes tratamentos testados, pode ser observado por meio da Tabela 3. Detectou-se que o tratamento com Rincoforol no primeiro mês de avaliação coletou

em média $130,0 \pm 4,3$ insetos, sendo esse valor maior e estatisticamente diferente dos obtidos nos demais tratamentos. No segundo e terceiro mês de avaliação não houve diferença estatística na captura dos insetos entre os tratamentos com Rincoforol e com Rincoforol + Quitosana em Glutaraldeído 0,5%. No quarto e quinto mês avaliou-se que o tratamento com Rincoforol + Quitosana em Glutaraldeído 0,5% apresenta uma coleta média de insetos de $51,0 \pm 3,6$ e $43,0 \pm 2,4$ respectivamente, onde deferiu significativamente dos demais tratamentos. No sexto mês não houve captura nos tratamentos testados. Observando o período do experimento verificou-se que o tratamento Rincoforol se comportou com a maior atratividade, diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos.

Tabela 3. Média (\pm EP) de *R. palmarum* capturados por feromônio de agregação em diferentes liberadores, (Junho-Novembro) Fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Estado de Alagoas, 2013.

Trat	Insetos Capturados						
	JUN	JUL	AGOS	SET	OUT	NOV	PERÍODO
R	$130,0 \pm 4,3a$	$140,0 \pm 2,1a$	$76,0 \pm 2,1a$	$0,0 \pm 0,0c$	$0,0 \pm 0,0c$	$0,0 \pm 0,0a$	$115,3 \pm 2,83a$
M	$0,0 \pm 0,0d$	$0,0 \pm 0,0c$	$10,0 \pm 1,8b$	$0,0 \pm 0,0c$	$0,0 \pm 0,0c$	$0,0 \pm 0,0a$	$3,3 \pm 0,6d$
RM	$20,0 \pm 1,6c$	$10,0 \pm 1,8b$	$0,0 \pm 0,0c$	$0,0 \pm 0,0c$	$0,0 \pm 0,0c$	$0,0 \pm 0,0a$	$15,0 \pm 1,13c$
RQ	$70,0 \pm 0,7b$	$110,0 \pm 2,5a$	$84,0 \pm 2,5a$	$51,0 \pm 3,6a$	$43,0 \pm 2,4a$	$0,0 \pm 0,0a$	$71,6 \pm 3,9b$
MQ	$0,0 \pm 0,0d$	$0,0 \pm 0,0c$	$10,0 \pm 1,8b$	$0,0 \pm 0,0c$	$0,0 \pm 0,0c$	$0,0 \pm 0,0a$	$3,33 \pm 0,6d$
RMQ	$10,0 \pm 1,8c$	$0,0 \pm 0,0c$	$10,0 \pm 0,0b$	$20,0 \pm 1,6b$	$10,0 \pm 1,8b$	$0,0 \pm 0,0a$	$10,0 \pm 1,73c$

CV (%) = 18,38

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). * R= Rincoforol; M= Metamasol; RM= Rincoforol + Metamasol; RQ= Rincoforol + Quitosana; MQ= Metamasol + Quitosana; RMQ= Rincoforol + Metamasol + Quitosana;

O número médio *M. hemipterus* capturados nos diferentes tratamentos testados, pode ser observado na Tabela 4. A mistura de Rincoforol + Metamasol + Quitosana em Glutaraldeído 0,5% apresentou uma coleta média do primeiro ao quarto mês de $67,0 \pm 3,11$; $67,5 \pm 2,13$; $45,5 \pm 1,87$ e $47,5 \pm 1,29$ respectivamente, diferenciando estatisticamente dos tratamentos Rincoforol e Rincoforol + Quitosana em Glutaraldeído 0,5%, a 5% de probabilidade, em relação aos demais tratamentos não houve diferença estatística. Já no quinto mês verificou-se que a mistura de Rincoforol + Metamasol + Quitosana em Glutaraldeído 0,5% apresentou uma coleta média de $45,0 \pm 0,83$ besouros, não deferiu do tratamento Metamasol + Quitosana em Glutaraldeído 0,5%, porém deferiu dos demais tratamentos a 5% de probabilidade. No sexto mês não houve captura nos tratamentos testados. No período do experimento, verificou-

se que o tratamento Rincoforol + Metamasol + Quitosana em Glutaraldeído 0,5% apresentou a maior atratividade, em relação aos demais tratamentos.

Tabela 4. Média (\pm EP) de *M. hemipterus* capturados por feromônio de agregação em diferentes liberadores, (Junho-Novembro) Fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Estado de Alagoas, 2013.

Trat	Insetos Capturados						
	JUN	JUL	AGOS	SET	OUT	NOV	PERÍODO
R	10,0 \pm 1,8b	5,0 \pm 0,8b	5,5 \pm 0,8b	0,0 \pm 0,0c	0,0 \pm 0,0c	0,0 \pm 0,0a	6,8 \pm 1,1d
M	47,5 \pm 1,5a	17,5 \pm 1,9a	17,5 \pm 1,3a	15,0 \pm 1,5a	0,0 \pm 0,0c	0,0 \pm 0,0a	24,3 \pm 2,1c
RM	67,5 \pm 3,0a	31,0 \pm 3,5a	37,5 \pm 1,0a	25,0 \pm 1,6a	0,0 \pm 0,0c	0,0 \pm 0,0a	40,2 \pm 3,0b
RQ	15,0 \pm 1,0b	15,0 \pm 1,8b	5,0 \pm 0,8b	5,0 \pm 1,2b	10,0 \pm 1,2b	0,0 \pm 0,0a	10,0 \pm 2,0d
MQ	32,5 \pm 2,6a	22,5 \pm 2,3a	40,0 \pm 0,6a	40,0 \pm 1,9a	20,0 \pm 1,4a	0,0 \pm 0,0a	31,0 \pm 2,9c
RMQ	67,0 \pm 3,1a	67,5 \pm 2,1a	45,5 \pm 1,8a	47,5 \pm 1,2a	45,0 \pm 0,8a	0,0 \pm 0,0a	54,5 \pm 3,0a

CV (%) = 18,38

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). * R= Rincoforol; M= Metamasol; RM= Rincoforol + Metamasol; RQ= Rincoforol + Quitosana; MQ= Metamasol + Quitosana; RMQ= Rincoforol + Metamasol + Quitosana;

Várias formulações e liberadores foram desenvolvidos e comercializados com variadas capacidades de liberação, lenta e controlada. A maioria deles está envolvida na ruptura de acasalamento de lepidópteros (mariposas). Três grupos podem ser citados: liberadores de matriz sólida, formulações líquidas para aerossol e reservatórios de formulação. Do ponto de vista histórico, o primeiro liberador descrito e de maior uso é o septo de borracha (ROELOFS et al., 1972).

Segundo dos Santos et al., 2005, a quitosana se destaca como controlador de liberação de agroquímicos. Os biomateriais utilizados para liberação controlada e o feromônio em questão, ainda não haviam sido testados para essa aplicação, o que comprova o ineditismo do experimento.

2.4. CONCLUSÕES

- ✓ A utilização de quitosana na formulação dos feromônios de agregação Rincoforol e Metamazol reduz a taxa de liberação diária em relação aos demais.
- ✓ Para a captura de *R. palmarum* o melhor liberador foi Rincoforol + Quitosana, por ter uma ação mais constante e um tempo maior de captura. Porém o Rincoforol apresenta melhor eficiência na captura dos insetos.
- ✓ Para a captura de *M. hemipterus* o melhor liberador foi a mistura Rincoforol + Metamasol + Quitosana, por ter uma ação mais controlada e um tempo maior de captura.

REFERÊNCIAS

- ALVES S. B. et al. **Técnicas de laboratório**. In ALVES, S. B. (Ed.), Controle microbiano de insetos. Piracicaba, FEALQ, p. 637-711, 1998.
- AMBROGI, B. G. et al. Feromônios de agregação em curculionidae (Insecta: Col.) e sua implicação taxonômica. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2151-2158, 2009.
- ARAÚJO JÚNIOR, J. M. **Seleção de Fungos Entomopatogênicos associados ao óleo de nim para o controle do pulgão *Lipaphis Erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) em couve**. 2008. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. 2008.
- Atterholt C.A., Delwiche M.J., Rice R.E. & Krochta J.M. Controlled release of insect sex pheromones from paraffin wax and emulsions. **J. Controlled Release**, n. 57, p. 233-247, 1999.
- BEROZA, M., BIERL, B.A., KNIPLING, E.F., TARDIF, J.G.R. The activity of the gypsy moth sex attractant Disparlure vs. That of the live female moth. **Journal of Economical Entomology**, v. 64, n. 6, p.1527-1530, 1971.
- BEROZA, M.; PASZEC, E.C.; DEVILBISS, D.; BIERL, B.A.; TARDIF, J.G.R. A 3-layer laminated plastic dispenser of disparlure for use in traps for Gypsy Moths. **Environmental Entomology**, v.4, n. 5, p. 712-714, 1975.
- BONDAR, G. Insetos nocivos e moléstias do coqueiro (Cocos nucifera) no Brasil. BOI. Inst. Cent. Fom. Econ., Bahia-BA, n. 8, p. 160, 1940.
- CAMPION, D.G., LESTER, R. NESBITT, B.F. Controlled release of Pheromones. **Pesticide Science**, v. 9, p. 434-440, 1978.
- CASTRILLON, C. AND J.G. HERRERA. Los picudos negro y rayado del plantano y banano. **Ica-Infoma, Separata**, p. 4, 1980.

- DOS SANTOS, K. S. C. R.; SILVA, H. S. R. C.; FERREIRA, E. I.; BRUNS, R.; *Carbohydr. Polym*, n. 59, p. 37, 2005.
- DRURY, J.L.; MOONEY, D.J. Hidrogels for tissue engineering scaffold design variables and applications; *Biomaterials*, vol. 24, p. 4337 – 44351, 2003.
- DUARTE A. G., LIMA, I. S. Ecologia, comportamento e bionomia, eficiência de diferentes taxas de liberação do feromônio de agregação na captura de *Rhynchophorus palmarum* L. (Col.: Curculionidae) **Neotropical Entomology** n. 30(2), p. 217-221, 2001.
- FAVERE, VT. **Adsorção dos Íons Cu(II), Cd(II), Ni(II), Pb(II) e Zn(II) pelo biopolímero quitina, quitosana e pelas quítosanas modificadas**. 1994. Tese (Doutorado em Química), Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.
- FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A.(ed.). **Cultura do coqueiro no Brasil**. Ed 2. Aracaju – SE: Embrapa, p. 292, 1998.
- FERREIRA, J.T.B., ZARBIN, P.H.G., Amor ao primeiro odor. **Química Nova na Escola**, p. 7, 1998.
- GALLO, D.; NAKANO, O; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. São Paulo - SP: Ed. Agronômica Ceres, p. 920, 2002.
- GIBLIN-DAVIS, R. M; J. E. PENA; R. E. DUNCAN. Lethal trap for evaluation of semiochemical mediated attraction of *Metamasius hemipterus sericeus* (Olivier) (Col.: Curculionidae) **Florida Entomol.** n. 77, p. 247-255, 1994.
- GIUSTOLIN, T. A. et al. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) criada em dois genótipos de tomateiro. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 417-421, 2001.

- HEUSKIN, S. et al. **The use of semiochemical slow-release devices in integrated pest management strategies.** *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, v. 15, n. 3, p. 459-470, 2011. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=71218>>. Acesso em: 17 jul. 2013.
- HOWARD, F.W. The animal class Insecta and the plant family Palmae. In: Howard, F.W. et al. al. (Eds.). *Insects on palms*. Wallingford: **CABI Publishing**, p.1-32. 2001.
- INOUE, K.; YOSHIZUKA, K.; OHTO, K. Adsorptive separation of some metal ions by complexing agent types of chemically modified chitosan. *Analytica Chimica Acta*, v. 388, p. 209-218, 1999.
- JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY, v.23, n. 5, p. 1211-1216, 1997.
- KAWAMURA, Y.; MITSUHASHI, M.; TANIBE, H.; YOSHIDA, H. Adsorption of metal ions on polyaminated highly porous chitosan chelating resin. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, v. 32, p. 386-392, 1993.
- KSHISAGAR, N.A. Drug Delivery Systems. *Indian Journal of Pharmacology*. v. 32, p. 34-61, 2000.
- KUMAR, M. N. V. R. A review of chitin and chitosan applications. *Reactive & Functional Polymers*, v. 46, p. 1-27, 2000.
- LEITE, L.G. et al. **Produção de Fungos Entomopatogênicos**. Ribeirão Preto - SP: A.S. Pinto, p. 92, 2003.
- MAYER, M.S. & MCLAUGHLIN, J.R. **Handbook of insect Pheromones and Sex Attractants**. CRC, Boca Raton, FL, 1990.
- MC. DONOUGH, L.M. Release dynamics of pheromone from a pheromone dispenser. *Journal of Chemical Ecology*, v. 23, n. 5, p. 1211-1216, 1997.

- MOURA, J.I.L.; RESENDE,M.L.V.; SGRILLO,R.; NASCIMENTO,L.A.; ROMANO,R.
Diferentes tipos de armadilhas e iscas no controle de *R. palmarum* L.(Col.:
Curculionidae). **Agrotípica**. v 2: p. 165-169, 1990.
- NASCIMENTO, R.R., MORGAN, E.D., Chemicals involved in the communication system of
social insects: their source and methods of isolation and identification, with special
emphasis on ants. **Química Nova**, v. 19, n. 2, 1996.
- NGAH, W. S. W.; ENDUD, C. S.; MAYANAR, R. Removal of copper (II) ions from
aqueous solution onto chitosan and cross-linked chitosan beads. **Reactive & Functional
Polymers**, v. 50, p. 181-190, 2002.
- OEHLISCHLAGER,A.A.;CHINCHILA,C.;CASTRILLO,G.;GONZÁLEZ, L. Control of red
ring disease by mass of *Rhynchophorus palmarum* (Col.: Curculionidae). **Florida
Entomologist**, v. 85, n. 3, p.507-513, 2003.
- OLIVEIRA, C.N.; NEVES, P.M.O.J.; KAWAZOE, L.S. Compatibility between the
entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and insecticides used in coffee
plantations. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 663-667, 2003.
- QIU, Y; PARK, K. Environment-sensitive hydrogels for drug delivery. *Advanced Drug
Delivery Reviews*, v. 53, p. 321-339, 2001
- RESTREPO, L.G.; RIVERA, F.; RAIGOSA, J. Ciclo de vida, hábitos y morfometría de
Metamasius hemipterus Oliver. y *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera:
Curculionidae) en caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.). **Acta Agronómica**,
Palmira, Colombia, v.32, p.33-44, 1982.
- ROCHAT,D.;MALOSSE,C.;LEITERE,M.;DUCROT,PH.;ZAGATTI,P.;RENOV,M.;DESCO
INS,C.Male-produced aggregation pheromone of the American palm weevil,
Rhynchophorus palmarum L.(Col.: Curculionidae): Collection, identification,

electrophysiological activity and laboratory bioassay. **Journal of Chemical Entomology**, v. 17, p. 2127-2141, 1991.

RODRÍGUEZ, M. S., GERDING, M. P.; FRANCE, A. I. (a). Efectividad de aislamientos de hongos entomopatógenos sobre larvas de polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultura Técnica**, v. 66, n. 2, p. 159-165, 2006.

SÁNCHEZ, P.A. et al. Biología y comportamiento del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, Maracay, v.8, n.1, p.83-93, 1993.

STIPANOVIC, A.J., HENNESSY, P.J., WEBSTER, F.X., TAKAHASHI, Y. Microparticle Dispensers for the Controlled Release of Insect Pheromones. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 2301-2308, 2004.

WARWICK, D.R.N.; PASSOS, E.E.M. Outbreak of stem bleeding in coconuts caused by *Thielaviopsis paradoxa* in Sergipe, Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 3, p. 175-177, 2009.

WOODRUFF, R.E. & BARANOWSKIE, R.M. *Metamasius hemipterus* (Linnaeus) recently established in Florida (Col.: Curculionidae). Florida Dept. Agric. And Consumer Serv. Division of Plant Industry, **Entomology Circular**, n. 272, p. 4, 1985.

ZARBIN, P. H. G., CORREA, A. G. Aplicação de Feromônios No Controle de Pragas. EcoRio, **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 8, n. 37, p. 39-43, 1998.

ZORZENON, F.J.; BERGMANN, E.C.; BICUDO, J.E.A. Primeira Ocorrência de *Metamasius hemipterus* (LINNAEUS, 1758) e *Metamasius ensirotris* (GERMAN, 1824) (Col., Curculionidae) em Palmiteiros dos Gêneros *Euterpe* e *Bactris* (Arecaceae) no Brasil. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo - SP, v. 67, n. 2, p. 265-268, 2000.

3. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL de *Rhynchophorus palmarum* (L, 1758) e *Metamasius hemipterus* L., 1758 (COL.: CURCULIONIDAE) EM PLANTIO DE COCO NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO, ALAGOAS.

RESUMO

Objetivou-se estudar a flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* e *Metamasius hemipterus* em plantios de coco, na fazenda “Viva Deus” localizada no Município de São Sebastião em Alagoas. O experimento foi realizado no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013. A coleta massal das espécies *R. palmarum* e *M. hemipterus* foi realizada utilizando-se armadilhas do tipo balde contendo o atrativo alimentar cana-de-açúcar e o feromônio de agregação Rincoforol. A cada 15 dias as armadilhas foram vistoriadas e foram coletados os espécimes de *R. palmarum* e *M. hemipterus*, os quais foram conferidos e depois levados para o Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos da Universidade Federal de Alagoas, para que fosse feita a sexagem dos mesmos. Os dados de densidade de *R. palmarum* e *M. hemipterus* com as armadilhas nos plantios de coco, para todo o período estudado, foram submetidos a estatística inferencial através do software computacional Sistema de Análise Estatística e Genética, “SAEG” V.5.1 UFV-1995. Ao analisar a flutuação no decorrer dos dois anos os machos de *R. palmarum* apresentaram três picos significativos com 154,86; 525,19 e 638,98 dias e com a captura de 41,43; 9,87 e 11,18 insetos respectivamente. Nas fêmeas ocorreram dois picos com 174,96 com a coleta de 38,38 e 615,73 dias com a captura de 16,54 insetos. Já para *M. hemipterus* apresentaram três picos significativos. Os machos apresentaram 141,99; 439,35 e 612,40 dias e com captura de 21,43; 9,56 e 12,26 insetos, as fêmeas foram de 148,88; 417,3 e 627,93 com captura de 25,65; 12,31; e 19,29 insetos respectivamente. A população de ambas as espécies apresenta correlação significativas e negativa com a pluviosidade e temperatura, ou seja, as maiores médias de coleta foram em dias com menos chuvas e temperaturas amenas.

Palavras-chave: Dinâmica populacional; feromônio; manejo integrado de pragas.

ABSTRACT

The population fluctuation of *Rhynchophorus palmarum* and *Metamasius hemipterus* were studied in a coconut plantation on the farm “Viva Deus” located in the municipality of São Sebastião, Alagoas, Brazil. The experiment was carried out from January 2012 to December 2014. The species *R. palmarum* and *M. hemipterus* were collected in mass using bucket-type traps containing the attractant sugarcane and the aggregation pheromone Rincophorol. The traps were inspected every 15 days and *R. palmarum* and *M. hemipterus* specimens collected were conferred and then taken to the Ecology and Insect Behavior Laboratory at the Federal University of Alagoas for sexing. The data density of *R. palmarum* and *M. hemipterus* with the traps in the coconut plantations, for all the study period, were submitted to inferential statistics using the Statistical and Genetic Analysis System software (Statistical Analysis System and Genetics) “SAEG” V.5.1 UFV-1995. Analysis of the fluctuation of the *R. palmarum* males over the two years showed three significant peaks at 154,86; 525,19 and 638,98 days and collection of 41,43; 9,87 and 11,18 insects, respectively. In the females there were two peaks at 174.96 days and collection of 38,38 and at 615.73 days with 16,54 insects. *M. hemipterus* presented three significant peaks, the males at 141,99; 439,35 and 612,40 days and 21,43; 9,56 and 12,26 insects collected and the females peaked at 148,88; 417,3 and 627,93 days with 25,65; 12,31; and 19,29 insects collected, respectively. The population of both species correlated significantly and negatively with rainfall and temperature, that is, the highest collection means were on days with less rain and cooler temperatures.

Keywords: Populational dynamic; pheromone; integrated pest management

3.1. INTRODUÇÃO

O coqueiro *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) é tido como uma das plantas cultivadas de maior importância no mundo, especialmente em algumas regiões, onde constitui na principal fonte alimentar e de renda para a população. No Brasil, a cultura do coqueiro encontra-se basicamente distribuída na faixa litorânea, desde o Pará até o Rio de Janeiro (MOURA et al., 2009).

A incidência de pragas e doenças nos coqueirais do Brasil vem sendo limitante a sua exploração, causando prejuízos desde a germinação das sementes até a colheita dos frutos, provocando replantas, atraso no desenvolvimento vegetativo e retardamento da produção. A severidade dos danos provocados pelas pragas, e a dificuldade para seu controle agravam-se a medida que a planta atinge a fase adulta e entra em produção (MOREIRA; TUPINAMBÁ, 2006).

Rhynchophorus palmarum (L., 1758) (Col.: Curculionidae) tem origem americana, ocorrendo desde a Argentina até a Califórnia, incluindo as Antilhas. No Brasil tem sido considerada importante praga do coqueiro e do dendezeiro desde o século XVI, onde é conhecida como broca-do-olho-do-coqueiro. A referida espécie apresenta ampla dispersão no país, com registro de ocorrência nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio Grande do Norte, Alagoas e Sergipe (FERREIRA et al., 1998) e Roraima (CORREIA et al., 2012).

Metamasius hemipterus L., 1758 (Col.: Curculionidae) foi detectado, pela primeira vez, no Brasil em 1993, nos municípios de Jundiá e Miracatu, SP, durante os meses de maio de 1993 a outubro de 1999, em palmiteiros de pupunha. As larvas desta espécie são de aparência curculioniforme, coloração branco-leitosa, confeccionando um casulo característico, com as fibras da própria palmeira hospedeira (ZORZENON et al., 2000).

Além dos danos diretos que os insetos causam à cultura, os danos causados por *M. hemipterus* podem facilitar a entrada de micro-organismos patogênicos, como fungos, bactérias, vírus e mesmo outros insetos, que penetram através das galerias feitas pela praga, ocasionando sérios danos à planta. O inseto *M. hemipterus* mesmo em menor escala em relação ao *R. palmarum* também pode ser vetor do nematoide *B. cocophilus*, causador da doença anel-vermelho em plantas da família Arecaceae, entre as quais o dendezeiro (SOUZA et al., 2000).

As larvas de *R. palmarum* e *M. hemipterus* se alimentam dos tecidos internos da coroa das plantas podendo causar a sua morte pelas lesões produzidas. Além do coqueiro, são conhecidas cerca de 30 espécies de plantas hospedeiras destes insetos, incluindo espécies cultiváveis como Cana-de-açúcar, *Sacharum officinarum* (Poaceae), mamão *Carica papaya* (Caricaceae) e banana *Musa* sp. (Musaceae) (SÁNCHEZ; CERDA, 1993).

Os odores da fermentação produzidos pelas plantas infestadas ou estressadas, devido aos ferimentos causados durante a colheita, atraem mais *R. palmarum* que vão ovipositar nas cicatrizes recém-abertas. Após a eclosão dos ovos 30 larvas são suficientes para causar a morte de uma planta adulta. Em plantas jovens é possível que um número menor de larvas provoque o mesmo efeito (SÁNCHEZ; CERDA, 1993).

Zorzenon et al. (2000) constataram pela primeira vez que larvas de *M. hemipterus* alimentavam-se dos tecidos vegetais vivos, escavando galerias superficiais e profundas, danificando o estipe. GALLO, (2002) também cita que as larvas deste inseto além de prejudicar a cultura do coqueiro ainda danificam consideravelmente outras culturas como a da cana-de-açúcar, dendê e a bananeira.

O presente trabalho avaliou a flutuação populacional de *R. palmarum* e *M. hemipterus* em plantios de coco, no Município de São Sebastião em Alagoas.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013 na fazenda “Viva Deus” localizada no Município de São Sebastião, Estado de Alagoas (latitude 09° 56’01” S, longitude 36° 33’ 15” W), em plantio de coqueiro gigante. Os dados meteorológicos diários, representados pelas médias de precipitação pluvial em milímetros, temperatura média do ar em graus Celsius e umidade relativa do ar, foram obtidos na Estação Meteorológica Automática (EMA) de Arapiraca (9°48’15’’S, 36°37’08’’W, 241m), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada região Agreste do estado de Alagoas.

A coleta massal das espécies *R. palmarum* e *M. hemipterus* foi realizada utilizando-se armadilhas do tipo balde contendo o atrativo alimentar cana-de-açúcar e o feromônio de agregação 2(E)-6-metil-2,4-heptanol (Rincoforol).

Foram instaladas oito armadilhas distribuídas na área estudada de 500 hectares e equidistantes 500m uma da outra. Dentro de cada armadilha foram colocados os atrativos alimentares que agiram em sinergismo com o feromônio, cortados no mesmo dia do uso em pedaços de 20 cm de comprimento para facilitar a volatilização do odor, com o objetivo de atrair os insetos. A cápsula com o feromônio Rincoforol, depois de perfurada foi pendurada com um pedaço de arame fino de aproximadamente 30 cm na parte interna da tampa de cada armadilha, posteriormente sendo fechada para evitar a saída dos insetos capturados.

A cada 15 dias as armadilhas foram vistoriadas e foram coletados os espécimes de *R. palmarum* e *M. hemipterus*. Após a coleta os mesmos foram levados para o Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos da Universidade Federal de Alagoas, para que fosse feita a sexagem. A cada três meses as cápsulas dos feromônios foram substituídas.

Os dados referentes ao número de insetos machos e fêmeas de *R. palmarum* e *M. hemipterus* capturados foram submetidos à análise de variância, teste de Scott-Knott e regressão através do software Sistema de Análise Estatística e Genética “SAEG” V.5.1 UFV-1995. Também foram realizadas análise de correlação de Spearman da flutuação populacional de *R. palmarum* e *M. hemipterus* com os fatores ambientais (Pluviosidade, Umidade Relativa e Temperatura) durante o período de coleta dos insetos, visando estimar sua possível influencia na dinâmica das espécies.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano de levantamento na área estudada obteve-se a captura média de machos de *R. palmarum* de $32,21 \pm 3,38$ e para fêmeas de $34,91 \pm 3,36$. Enquanto a média de machos *M. hemipterus* foi de $16,42 \pm 1,02$ e as fêmeas de $19,58 \pm 1,11$. No segundo ano os machos de *R. palmarum* teve uma captura média de $10,29 \pm 0,78$, as fêmeas de $17,33 \pm 1,08$. Já para os machos *M. hemipterus* foi de $13,75 \pm 1,01$ e as fêmeas de $15,04 \pm 1,03$ (Tabela 5).

As análises mostram que não houve diferenças significativas entre sexo das respectivas espécies (teste Scott-Knott, $P < 0,05$) (Tabela 5). Esse resultado, corroboram com os de outros autores (HAGLEY 1963, DUARTE; LIMA 2001) que afirmaram não haver diferenças significativas entre o número de machos e fêmeas de *R. palmarum* capturados num determinado período e num mesmo local. Avaliando a população de ambos os sexos de *R. palmarum* observou-se que ocorreu diminuição significativas nas médias das capturas entre os anos. Enquanto para *M. hemipterus* não houve diferenças significativas entre os anos (Tabela 5).

Tabela 5. Média (\pm EP) de machos e fêmeas de *Rhynchophorus palmarum* e *Metamasius hemipterus* capturados em armadilhas, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Estado de Alagoas, 2012-2013

Ano	----- <i>R. palmarum</i> -----		----- <i>M. hemipterus</i> -----	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
2012	$32,21 \pm 3,38$ aA	$34,91 \pm 3,36$ aA	$16,42 \pm 1,02$ aA	$19,58 \pm 1,11$ aA
2013	$10,29 \pm 0,78$ bA	$17,33 \pm 1,08$ bA	$13,75 \pm 1,01$ aA	$15,04 \pm 1,03$ aA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas dentro de cada espécie não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Ao analisar a flutuação de *R. palmarum* no ano de 2012 observou-se que os machos e fêmeas apresentaram um pico, aos 194,9 dias com 41,4 insetos e 255,0 dias com 39,5 insetos coletados respectivamente (Fig. 17; Tabela 6). No entanto, a flutuação populacional no ano de 2013, apresentou para os machos um pico aos 197,4 dias com 12,5 insetos e para fêmeas dois picos um aos 141,9 com 22,30 insetos e outro aos 306,1 dias com 15,4 insetos coletados (Fig. 18; Tabela 6).

Quando a flutuação de *R. palmarum* foi avaliada no decorrer dos dois anos os machos apresentaram três picos significativos com 154,8; 525,2 e 638,9 dias e com a coleta de 41,4;

9,8 e 11,2 insetos respectivamente. Nas fêmeas ocorreram dois picos com 174,9 com a coleta de 38,4 e 615,73 dias com 16,5 insetos (Figura 19; Tabela 6).

Figura 17. Flutuação populacional de adultos de *Rhynchophorus palmarum* capturados em armadilhas, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião Município de São Sebastião, Alagoas, ano de 2012.

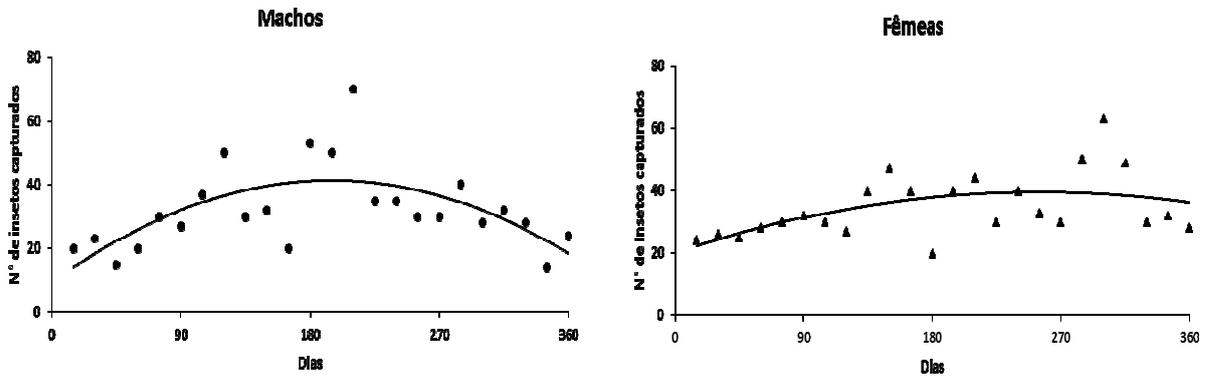


Figura 18. Flutuação populacional de adultos de *Rhynchophorus palmarum* capturados em armadilhas, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião Município de São Sebastião, Alagoas, ano de 2013.

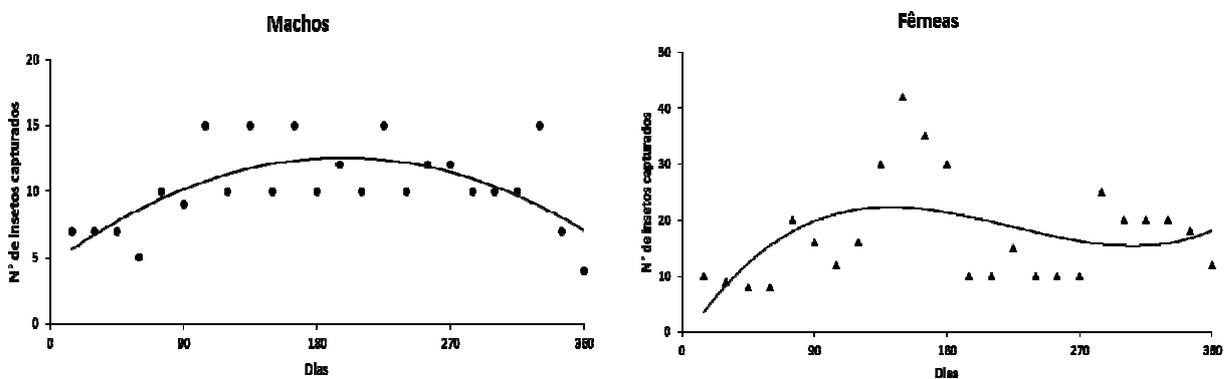


Figura 19. Flutuação populacional de adultos de *Rhynchophorus palmarum* capturados em armadilhas, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião Município de São Sebastião, Alagoas, ano de 2012-2013.

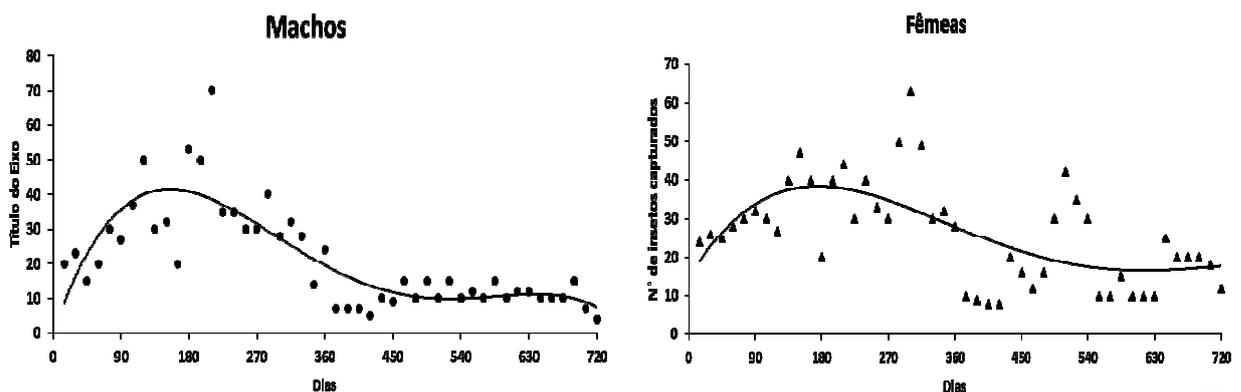


Tabela 6. Modelos matemáticos para de Flutuação populacional de adultos de *Rhynchophorus palmarum* capturados por dia, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Alagoas. Jan 2012 a dezembro 2013.

Sexo	Modelos matemáticos	R ²	-----Dias-----			-----N° de insetos-----			P
			X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	
-----2012-----									
M	$Y = -0.843248538900713e-3x^2 + .328768926725448x + 9.30088932806326$	0,99	194,9	-	-	41,4	-	-	<0,002
F	$Y = -0.300462822201953e-3x^2 + .15325326847066x + 19.9841897233202$	0,98	255,0	-	-	39,5	-	-	<0,001
-----2013-----									
M	$Y = -0.208134860308773e-3x^2 + 0.821955001520219e-1x + 4.44120553359684$	0,97	197,4	-	-	12,5	-	-	<0,003
F	$Y = 3.11445378541459E-06 x^3 - 0.00209294981275657 x^2 + 0.405876015199686 x - 2.04084321475622$	1,00	141,9	306,1	-	22,3	15,4	-	<0,003
-----2012-2013-----									
M	$Y = -0.311735149364311e-8x^4 + 0.548257016588001e-5x^3 - 0.321637641301714e-2x^2 + .648053366674805x - .360288827217659$	0,68	154,8	525,2	638,9	41,4	9,8	11,2	<0,0006
F	$Y = -0.945992735246213e-9x^4 + 0.20060511516216e-5x^3 - 0.140022560868365e-2x^2 + .326019822116742x + 14.3459082032162$	0,40	174,9	615,7	-	38,4	16,5	-	<0,0004

* Pontos detectados fora da margem de segurança das equações na simulação e modelagem matemática. Equações significativas a P<0,05 pelo teste F.

Avaliando a flutuação de *M. hemipterus* no ano de 2012 apresentou-se um pico, aos 180,1 dias com 21,4 machos e 197,7 dias com 24,3 fêmeas coletados (Fig. 22; Tabela 7). No ano de 2013, apresentou para ambos os sexos um pico aos 199,1 dias com 16,8 machos e 234,4 com 18,1 fêmeas coletados (Fig. 23; Tabela 7).

A flutuação avaliada no decorrer de dois anos, ambos os sexos de *M. hemipterus* apresentaram três picos significativos. Os machos apresentaram 141,9; 439,3 e 612,4 dias e com a coleta de 21,4; 9,5 e 12,2 insetos coletados e as fêmeas foram de 148,9; 417,3 e 627,9 com coleta de 25,6; 12,3; e 19,3 insetos coletados respectivamente (Figura 24; Tabela 7). Para ambas as espécies, ocorreram respectivas equações de regressão polinomial ajustadas de até quarta ordem e testadas para encontrar os pontos de máximos.

Figura 20. Flutuação populacional de adultos de *Metamasius hemipterus* capturados em armadilhas, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião Município de São Sebastião, Alagoas, ano de 2012.

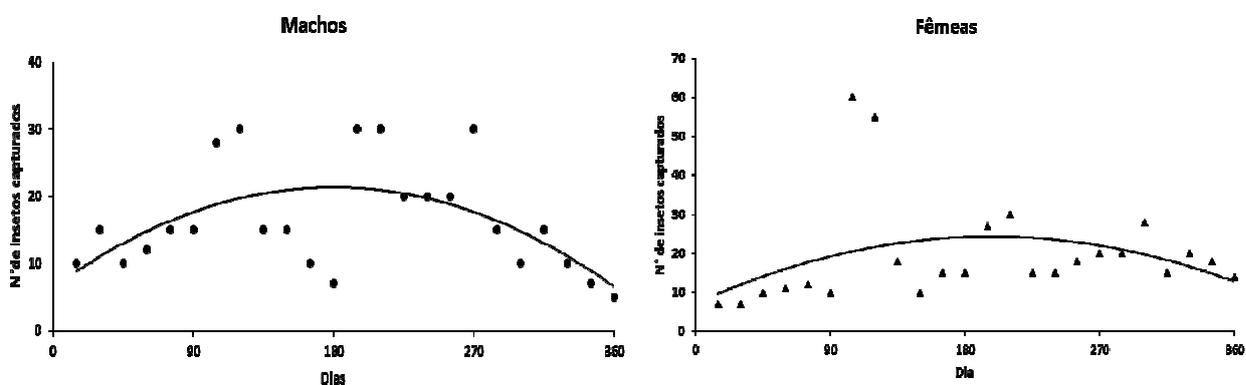


Figura 21. Flutuação populacional de adultos de *Metamasius hemipterus* capturados em armadilhas, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião Município de São Sebastião, Alagoas, ano de 2013.

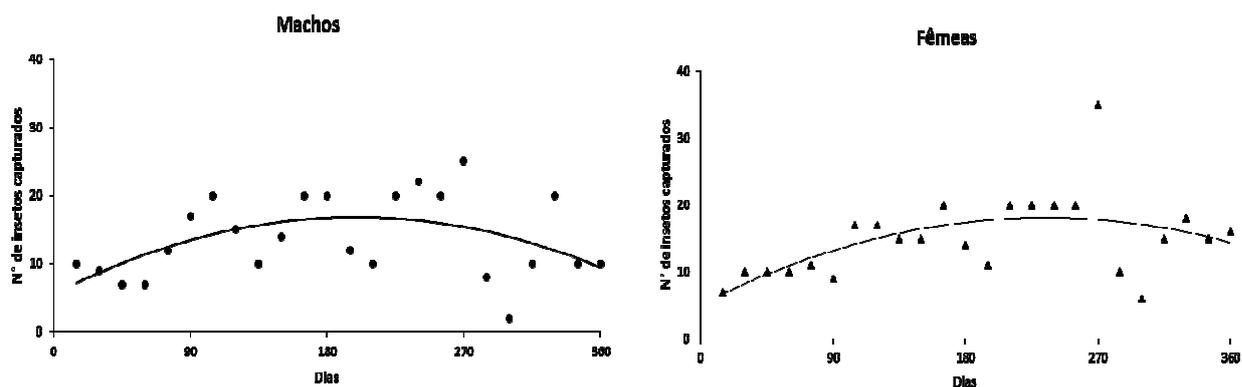


Figura 22. Flutuação populacional de adultos de *Metamasius hemipterus* capturados em armadilhas, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião Município de São Sebastião, Alagoas, ano de 2012-2013.

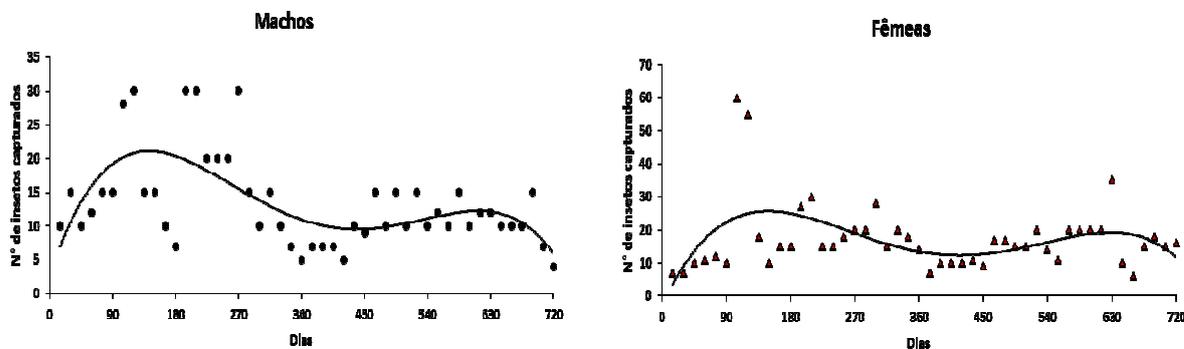


Tabela 7. Modelos matemáticos para de Flutuação populacional de adultos de *Metamasius hemipterus* capturados por dia, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Alagoas. Jan 2012 a dezembro 2013.

Sexo	Modelos matemáticos	R ²	-----Dias-----			-----N° de insetos-----			P
			X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	
-----2012-----									
M	$Y = -0.458768284855242e-3x^2 + 1.165313469139556x + 6.49505928853755$	0,73	180,1	-	-	21,4	-	-	<0,0008
F	$Y = -0.437147393669133e-3x^2 + 1.172857808857809x + 7.25395256916996$	0,80	197,7	-	-	24,3	-	-	<0,001
-----2013-----									
M	$Y = -0.285193067801764e-3x^2 + 1.113556096077835x + 5.55928853754941$	0,96	199,1	-	-	16,8	-	-	<0,00006
F	$Y = -0.00023732306341002x^2 + 0.111286003851221x + 5.07756916996048$	0,98	234,4	-	-	18,1	-	-	<0,001
-----2012-2013-----									
M	$Y = -0.20382324046929e-8x^4 + 0.324419414818243e-5x^3 - 0.170562099693396e-2x^2 + 3.11488732442898x + 2.75593644586471$	0,40	141,9	439,3	612,4	21,4	9,5	12,3	<0,0004
F	$Y = -3.00083783060691E-09x^4 + 4.77793874884439E-06x^3 - 0.0025067963052468x^2 + 0.468333121046342x - 2.79870805651333$	0,30	148,9	417,3	627,9	25,6	12,3	19,3	<0,0004

⁻ Pontos detectados fora da margem de segurança das equações na simulação e modelagem matemática. Equações significativas a P<0,05 pelo teste F.

Para a população de adultos machos *R. palmarum* e *M. hemipterus* obteve-se correlação negativa e significativa para pluviosidade e temperatura, ou seja, a captura dos insetos tende a ser menor nos meses chuvosos, e em temperatura mais elevada e as fêmeas não apresentaram correlações significativas com o ambiente. (Tabela 8).

Tabela 8. Coeficientes de correlação de Spearman para adultos de *Rhynchophorus palmarum* e *Metamasius hemipterus* capturados, em plantio de coco, na fazenda Viva Deus, Município de São Sebastião, Alagoas. Jan 2012 a dezembro 2013.

	PLUV	UR	TEMP	RM	RF	MM	MF
PLUV	1	0,032	-0,483*	-0,235*	0,117	-0,399*	0,775*
UR	---	1	-0,212	-0,106	-0,210	0,087	-0,148
TEMP	---	---	1	-0,237*	-0,124	-0,276*	-0,802*
RM	---	---	---	1	0,704*	0,443*	0,399*
RF	---	---	---	---	1	0,242*	0,246*
MM	---	---	---	---	---	1	0,560*
MF	---	---	---	---	---	---	1

* Significativo a 5% de probabilidade. Pluviosidade (PLUV); Umidade relativa (UR); Temperatura (TEMP); *Rhynchophorus palmarum* machos (RM); *Rhynchophorus palmarum* fêmeas (RF); *Metamasius hemipterus* machos (MM); *Metamasius hemipterus* fêmeas (MF).

Rêgo Filho et al., (2008) associaram essa observação à precipitação pluviométrica. Este fato pode estar também relacionado a uma redução da atividade metabólica do inseto que acarretaria num menor trânsito dos adultos na procura por sítios de agregação e falha nos rastros do odor do feromônio associado ao substrato. Estes resultados coincidiram com os obtidos por outros autores (HAGLEY, 1965; WATTANAPONGSIRI 1966; MOURA et al., 1995).

Observou-se correlação positiva entre a ocorrência dos sexos de *R. palmarum*, quanto maior a população de fêmeas, maior será a de machos. Segundo Bartelt (1999) a maioria dos feromônios de curculionídeos é produzida por machos e normalmente atrai ambos os sexos.

Observou-se também que quanto maior a população de *R. palmarum*, maior a presença de *M. hemipterus*. O ferruginol (4*S*,5*S*)-4-metil-5-nonanol (**2**) é o componente principal do feromônio de agregação de *M. hemipterus* e possivelmente um componente minoritário do feromônio de agregação de *R. palmarum* (Hallett et al., 1993b)

3.4. CONCLUSÕES

- ✓ Por meio do monitoramento da área foi possível determinar o nível de infestação dos curculionídeos, de maneira que a análise apresentou picos populacionais bem definidos.
- ✓ A densidade populacional de *Rhynchophorus palmarum* e *Metamasius hemipterus* ocorre de maneira semelhante durante o período de levantamento.
- ✓ A captura de adultos de *R. palmarum* diminuíram significativamente durante o período de avaliação, situação não observada em *M. hemipterus*.
- ✓ As capturas de ambas as espécies foram observadas nos dias com menos precipitação associada a temperaturas amenas.

REFERÊNCIAS

- BARTELT, R.J. Weevils. p. 91-112. 1999. In Hardie, J. & A. Minks. (eds.), Pheromones of non-lepidopteran insects associated with agricultural plants. **CABI Publishing**, p. 480, 1999.
- CORREIA, G. R.; LIMA, S. C. A.; CORDEIRO, C. C. A.; MORAES, G. F. E., MACIEL, S. C. F. **Ocorrência de *Rhynchophorus palmarum* (Col.: Curculioniidae) em plantios de palma-de-óleo em Roraima.** In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia. Curitiba, PR. 2012. Anais disponíveis: www.cbe2012.com.br/_apps/trabalhos/642/642_2.pdf Acesso em 03mai. 2014.
- DUARTE, A.G. & I.S. LIMA, Eficiência de diferentes taxas de liberação do feromônio de agregação na captura de *Rhynchophorus palmarum* L. (Col.: Curculionidae). Neotrop. Entom. n. 30, p. 217-221. 2001.
- FERREIRA, J. M. S.; LIMA, M. F.; SANTANA, D. L. Q.; MOURA, J. I. L. **Pragas do Coqueiro.** In: SOBRINHO, R. B.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. (Ed.). **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial.** Brasília: Embrapa-SPI, p. 81-118. 1998.
- GALLO, D.; NAKANO, O; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** São Paulo: Agronômica Ceres, p. 920, 2002.
- HAGLEY, E.A.C. On the life history and habitats of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.). **Ann. Ent. Soc. Am.** n. 58: p. 22-28. 1965.
- HALLETT R. H., A. L; PEREZ, G. GRIES. H. D. PEIRCE. Jr., J. YUE, A. C. OEHLISCHLAGER, L. M GONÇALES, AND J. H. BORDEM. Aggregation pheromone of coconut rhinoceros beetle. *Oryctes rhinoceros*, L. Coleóptero; scarabaeidae **J. Chem. Ecol.** n. 21, p. 1549-1570, 1995.

- MOREIRA, M. A. B.; TUPINAMBÁ, E. A. **Avaliação de Genótipos de Coqueiro, *Cocos nucifera* (L.) Quanto a Infestação da Falsa Barata, *Coralimela brunnea* Thunberg (1821) (Col.: Chrysomelidae) no Estado de Sergipe.** Circular Técnica 43, Aracaju, SE: Embrapa, dezembro de 2006. Disponível em http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2006/ct-43.pdf, Acessado em 10 mar 2014.
- MOURA, J. I. L.; RESENDE, M. L. V.; LOPES, D. A. G. **Controle de pragas e Doenças do Coqueiro.** Viçosa, MG, CPT, p.218, 2009
- MOURA, J.I.L., M.L.V. RESENDE & E.F. VILELA. Manejo integrado do *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Col.: Curculionidae) em plantios de dendê na Bahia. **An. Soc. Entomol. Brasil.** n. 24, p. 69-73. 1995.
- OEHLSCHLAGER, A.C.; MCDONALD, R.S.; CHINCHILLA, C.M.; PATSCHKE, S.N. Influence of a pheromone-based mass-trapping system on the distribution of *Rhynchophorus palmarum* (Col.:Curculionidae) in oil palm. **Environmental Entomolog, Lanham**, v.24, p.1005-1012, 1995.
- REGO FILHO, L.M.; VIANA-BAILEZ, A.M. **Monitoramento e controle da “broca-do-olho-do-coqueiro” no norte fluminense Niterói: Pesagro-Rio**, 2008.
- SANCHEZ, P. A.; CERDA, H. Al complejo *Rhynchophorus palmarum* (L) (Col.: Curculionidae) – *Bursaphelenchus cocophilus* (Coob) (Tylenchida: Aphelenchoididae), em palmeras. **Boletim de Entomologia Venezuelana**, Macary, v.8, p. 1-18, 1993.
- SOUZA, L. A.; FILHO, p. c.; SILVA, A. B. **Principais pragas do dendezeiro e seu controle.** In: A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira. EMBRAPA, Belém. P. 276-334. 2000. Disponível em: http://ceplac.gov.br/paginas/agrotopica/revistas/agrotopica_24.pdf Acesso em 20abr. 2014.

WATTANAPONGSIRI, A. A revision of the genera *Rhynchophorus* e *Dynamis* (Col.: Curculionidae). **Bangkok, Dep. Agric. Sci. Bull.** n.1, p. 1-328. 1966.

ZORZENON, F. J.; BERGMANN, E. C. Bicudo. **Primeira ocorrência de *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1758) e *Metamasius ensirostris* (Germar, 1824) (Col.: Curculionidae) em palmiteiros dos gêneros *Euterpe* e *Bactris* (Areaceae) no Brasil.** Anais do Instituto Biológico n. 67, p. 265-268. 2000. Disponível em http://homologa.biologico.sp.gov.br/rev_arq.php?vlo=67&num=2 Acesso em 10abr. 2013.

4. EFEITOS DO MANEJO DO SUBPRODUTO DA CASCA DO COCO NA ATRATIVIDADE DE *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (COL.: CURCULIONIDAE)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi extrair os compostos voláteis emitidos pelas cascas do coco verde por aeração em laboratório e em casa de vegetação, identificar os voláteis emitidos pelas cascas do coco verde que possuam ou não atratividade para *R. palmarum* e analisar os efeitos do manejo do subproduto da casca do coco na atratividade de *R. palmarum*. Os insetos adultos foram obtidos de uma propriedade do litoral Sul do Estado de Alagoas e foram levados ao Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos (LECOM). Os insetos utilizados para os bioensaios, foram deixados por 24 horas sem alimentação. A coleta dos compostos voláteis da casca do coco foi por meio do processo de aeração. Os cocos utilizados para este procedimento foram obtidos dos cachos 19 e 20 dos coqueiros da variedade anã. Ao aumentar a dose de calcário diminuiu a resposta eletrofisiológica de *R. palmarum*. Os bioensaios comportamentais em olfatômetro Y com *R. palmarum* foram realizados com os extratos de compostos voláteis da casca do coco verde. Para a análise dos extratos obtidos dos quatros tratamentos, foram feitas 20 repetições sendo utilizados 10 machos e 10 fêmeas. Os tratamentos foram a casca do coco verde (Testemunha), a casca do coco com 60g de Calcário, com 2g de Bórax e com 45g de uma fórmula de 06-15-25 NPK + 3,7% S + 6,5 Mg. A atração de ambos os sexos para os extratos da casca do coco indica a presença de cairomônios produzido no processo de fermentação da casca do coco. A adição de calcário, bórax e dos fertilizantes na casca do coco diminui a atratividade do inseto.

Palavras-chave: Insumos; Cairomônios; Curculionídeo.

ABSTRACT

The objective of this study was to extract the volatile compounds emitted by peel green coconut for aeration in the laboratory and in a green house, identify the volatile issued husks of green coconut that possess or not attractiveness for *R. palmarum* and analyze the effects of the management of by-product of the coconut shell in the attractiveness of *R. Palmarum*. The adult insects were obtained from a property of the Southern coast of the State of Alagoas and were taken to the Laboratory of Ecology and Behavior of Insects (LECOM). The insects used for bioassays, were left for 24 hours without power. The collection of volatile compounds of coconut shell was through the process of aeration. The coconuts used for this procedure were obtained from clusters 19 and 20 the coconut dwarf variety. To increase the dose of limestone decreased the electrophysiological response of *R. palmarum*. The bioassays behavioral odors Y with *R. palmarum* were carried out with extracts of volatile compounds of green coconut shell. For the analysis of the extracts obtained from the four treatments, were made 20 repetitions being used 10 males and 10 females. The treatments were the green coconut shell (Witness), the coconut shell with 60g of Limestone, with 2g of borax and with 45g of a formula of 06-15-25 NPK + 3,7% + 6,5 Mg. The attraction of both genders for the extracts of coconut shell indicates the presence of cairomônios produced in the fermentation process of coconut shell. The addition of limestone, borax and fertilizers in coconut shell decreases the attractiveness of the insect.

Keywords: Inputs; Kairomones; Weevils

4.1. INTRODUÇÃO

Entre os problemas que limitam a produção do coco no Brasil, os insetos-praga apresentam uma relevante importância para a cultura, causando danos durante as diferentes fases de desenvolvimento da planta. Dentre eles, destaca-se o bicudo-das-palmáceas ou a broca-do-olho-do-coqueiro, *Rhynchophorus palmarum* (L.,1758) (Col.: Curculionidae) (OEPP, 2005).

O adulto de *R. palmarum* é um besouro de cor preta de 45 a 60 mm de comprimento, de rostro bem desenvolvido, com 10 a 12 mm de comprimento e recurvado. A espécie apresenta dimorfismo sexual em nível do rostro, sendo mais comprido, delgado e curvo na fêmea do que no macho. O macho pode ter abundantes pelos rígidos na parte dorsal do rostro, exceto em indivíduos de pequeno tamanho (MEXZÓN et al., 1994).

R. palmarum está distribuída em vários países, destacando-se: Brasil, México, Caribe, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicarágua, Panamá, Porto Rico, Trinidad e Tobago, Belize, Dominica, Grenada, Guadalupe, Martinique, São Vicente, Argentina, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela (OEPP, 2005).

No Brasil, a broca-do-olho-do-coqueiro, tem sido constatada nos Estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe (FERREIRA et al., 1998) e Mato Grosso do Sul (SÁNCHEZ-SOTO; NAKANO, 2002).

A broca-do-olho-do-coqueiro penetra pela gema apical das palmáceas e entre as folhas em formação, danificando-as e, conseqüentemente, destruindo-as. O ataque à gema apical ou os ferimentos causados durante a colheita resultam em fermentação da seiva, cujo odor atrai outros besouros da mesma espécie, onde irão efetuar as posturas nas cicatrizes recém-abertas, reiniciando todo o ciclo de vida do inseto (GALLO et al., 2002). Esse inseto tem hábito diurno, principalmente nas horas de temperatura mais amenas, sendo capaz de se deslocar 1,6 km por dia (HAGLEY, 1965). Segundo Griffith (1968), 30 larvas são suficientes para causar a morte de uma planta adulta. Em plantas jovens, é possível que um número menor de larvas provoque o mesmo efeito (SÁNCHEZ e CERDA, 1993).

O adulto de *R. palmarum* é o principal vetor do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989, agente causador da doença conhecida como “anel-vermelho”, que por sua vez é letal para o coqueiro e outras palmeiras (DUARTE; LIMA, 2001).

A comunicação entre os animais é realizada através de sinais visuais, sonoros, táteis e/ou químicos. Os insetos usam todos esses sinais no processo de comunicação entre si e com o meio em que vivem. Mas a comunicação química sem dúvida nenhuma é a principal ferramenta utilizada pelos insetos (BIRCH; HAYNES, 1982).

Os feromônios são substâncias voláteis envolvidas nas interações intra-específicas dos insetos. Entre os insetos, diferentes tipos de feromônios são reconhecidos através dos comportamentos que estes compostos produzem no receptor da mensagem. Os comportamentos mais comuns mediados por feromônios são: a atração de indivíduos do sexo oposto para acasalamento, denominados de feromônios sexuais; a agregação de indivíduos de ambos os sexos para um local específico para alimentação e/ou acasalamento, através de feromônios de agregação; e a demarcação de espaço ou formação de trilhas, através de feromônios de marcação ou trilha (ZARBIN; RODRIGUES, 2009).

Muitos estudos sobre insetos-praga pertencentes a família Curculionidae têm sido realizados. Neles foram detectados vários compostos atrativos obtidos de voláteis de insetos e da planta hospedeira (ZARBIN et al., 2009). Esta família é a maior dentre os coleópteros, com mais de 60.000 espécies mundialmente distribuídas (HOWARD et al., 2001; FUJIHARA et al., 2011). São em sua maioria fitófagos, tanto na fase adulta quanto na fase larval, utilizando uma grande diversidade de plantas hospedeiras bem como uma grande variedade de habitats. Está é, provavelmente, a família de coleópteros com maior importância econômica, pois um grande número de espécies causa danos às culturas (GALLO et al., 2002).

Estudos mostram que a planta também pode emitir voláteis que auxiliam na atração de insetos pragas e insetos polinizadores, ou seja, os voláteis das plantas atuam como kairomônios, e sua utilização juntamente com o feromônio do respectivo inseto, pode aumentar a captura dos mesmos em armadilhas. Em resumo, a identificação de voláteis que modificam o comportamento de insetos pode servir para atraí-los ou retê-los na cultura e desta maneira tornar a sua ação mais eficiente. (KESSLER; BALDWIN, 2000; HOBALLAH; TURLINGS, 2001).

Contudo, uma das dificuldades encontradas para a identificação de feromônios, é que estes compostos estão presentes nos organismos em quantidades extremamente baixas, e em meio à uma grande quantidade de compostos inativos, mas quimicamente semelhantes (ZARBIN et al., 1999).

Os principais métodos empregados para a extração e isolamento de semioquímicos são: aeração e a extração com solvente. Por meio do processo de aeração, todos os voláteis

emitidos são coletados. Os compostos são adsorvidos em polímeros especiais como por exemplo: Porapak Q (copolímero de *p*-divinilbenzenovinilbenzeno) e Tenax (polifenilenoxida na base de 2,6-difenilbenzeno), e a dessorção é realizada utilizando-se solventes como hexano, diclorometano e éter etílico com alto grau de pureza. A preferência por tais solventes deve-se à sua volatilidade, o que possibilita a evaporação sem que os materiais coletados sejam expostos a altas temperaturas. O processo de dessorção dos voláteis deve ser realizado sempre utilizando uma pequena quantidade de solvente, pois desta forma, aumenta o rendimento da extração e diminui o grau de impurezas (FERREIRA et al., 2001).

A extração com solvente orgânico é sem dúvida a metodologia mais utilizada para a coleta de semioquímicos, em especial de feromônios, pois, além da praticidade do método, requer um tempo muito menor para a obtenção do material do que a aeração. No entanto, ao utilizar este processo, o material coletado apresentará sempre uma quantidade muito maior de impurezas, como hidrocarbonetos, ácidos graxos e outros (FERREIRA et al., 2001).

O método de extração torna-se vantajoso quando se sabe em qual parte do inseto está localizada a glândula produtora do feromônio, ou qual parte da planta o inseto ataca, desta forma a extração pode ser feita na região específica, diminuindo, consideravelmente as impurezas e conseqüentemente, facilitando as análises. A remoção do solvente é uma das partes mais críticas deste processo. A volatilidade dos compostos, associada às pequenas quantidades, faz com que a perda de material seja frequente, diminuindo o rendimento da extração (SANTOS et al., 2007).

Segundo o mesmo autor, para a identificação dos semioquímicos geralmente é utilizada uma técnica cromatográfica, como por exemplo, a cromatografia gasosa (CG) ou cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) seguida por um método espectroscópico, como ressonância magnética nuclear de hidrogênio ou um método espectrométrico, como a espectrometria de massas (EM). Embora, a princípio, um número considerável de métodos encontre-se à disposição, na prática, este número é reduzido devido à quantidade excessivamente pequena de material produzido e liberado pelo inseto (10^{-6} a 10^{-9} g). As técnicas mais utilizadas são a cromatografia gasosa acoplada à eletroantenografia (CG-EAD) e a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM).

Atualmente, a maioria das cascas de coco, folhas e cachos do coqueiro são queimados ou descartados como lixo nas propriedades rurais produtoras de coco, nas ruas das grandes cidades e em lixões. Quando queimados produzem substâncias poluidoras do meio ambiente,

quando descartados tornam-se foco de atração de insetos pragas e vetores de doenças. (JERÔNIMO; COELHO, 2012).

Este trabalho teve como objetivo extrair os compostos voláteis emitidos pelas cascas do coco verde por aeração em laboratório e em casa de vegetação, identificar os voláteis emitidos pelas cascas do coco verde que possuam ou não atratividade para *R. palmarum* e analisar os efeitos do manejo do subproduto da casca do coco na atratividade de *R. palmarum*.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. OBTENÇÃO E MANUTENÇÃO DE *Rhynchophorus palmarum* EM LABORATÓRIO

Os insetos adultos obtidos de uma propriedade do litoral Sul do Estado de Alagoas (latitude 09° 43' 01,74" S, longitude 35° 49' 10,23" W) em coqueiro da variedade gigante, coletados através de armadilhas tipo balde contendo toletes de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L. Poaceae), juntamente com o feromônio Rincoforol®, foram levados ao Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos (LECOM). Os insetos coletados foram mantidos em gaiolas, medindo (30 cm de comprimento x 30 cm de largura x 30 cm de altura), contendo toletes de cana-de-açúcar cortados longitudinalmente (Fig. 23). Os toletes de cana-de-açúcar eram trocados diariamente. Os insetos que foram utilizados para os bioensaios, ficaram por 24 horas sem alimentação.

Figura 23. Gaiolas para manutenção de adultos de *Rhynchophorus palmarum* no laboratório
Foto: Duarte, 2014.



4.2.2. EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS DA CASCA DO COCO VERDE EM LABORATÓRIO

Os materiais utilizados para a extração de compostos voláteis devem estar bem condicionados, para isso os filtros de carvão foram preparados e ativados antes do uso, colocando-os num forno a uma temperatura de 100° C por um período de duas horas. Após

duas horas foram retirados do forno e deixados envolvidos com papel alumínio até a temperatura baixar o suficiente para serem usados no procedimento de aeração.

Os traps contendo 60 mg do adsorvente Porapak Q, etil-vinilbenzeno-divinilbenzeno foram preparados e ativados antes do uso, passando 4mL de hexano destilado e aquecido a 132° C por duas horas.

A extração dos compostos voláteis da casca do coco verde foi realizada por meio do processo de aeração, este processo teve um período de 10 dias com intervalos de 24 horas. Neste procedimento foi retirada a água dos frutos que logo após foram partidos ao meio (Fig. 24), e colocados dois cocos por dessecador de vidro com capacidade para 7,5 litros (25 cm de diâmetro de boca x 32,5 cm de altura), o qual permitia a passagem do ar atmosférico, previamente filtrado, na câmara onde estava acondicionado a casca do coco (Fig. 25). Os cocos utilizados neste procedimento foram obtidos dos cachos 19 e 20 dos coqueiros da variedade anã, proveniente de propriedades localizadas no litoral Sul de Alagoas. A padronização desses cachos para a coleta foi devido a melhor qualidade do albúmen líquido.

Figura 24. Casa do coco verde partido ao meio
Foto: Duarte, 2014



Figura 25. Processo de aeração por 24h da casa do coco verde
Foto: Duarte, 2014.



Os voláteis liberados pelas cascas de coco verde foram arrastados pelo ar no vácuo e aprisionados em um tubo (14 cm de comprimento x 0,8 cm de diâmetro) contendo um adsorvente Porapak. O período de aeração foi de 24 horas, ao término das aerações, logo em seguida foi realizada a dessorção dos compostos liberados, através de 500 μ l de hexano que eram passados nos tubos contendo o Porapak Q com voláteis adsorvidos e recolhidos em tubos de vidro borossilicato com tampa com liner de Politetrafluoroetileno (teflon) (Fig. 26). Os tubos de vidro de borossilicato após a dessorção foram armazenados no Freezer a -20° C e os adsorventes contidos nos traps foram ativados e envolvidos com papel alumínio para evitar a sua fotodegradação.

Figura 26. Dessorção por solvente de compostos voláteis
Foto: Duarte, 2014.



4.2.3. BIOENSAIOS COM OLFATÔMETRO

Os bioensaios comportamentais em olfatômetro com *R. palmarum* foram realizados com os extratos de compostos voláteis da casca do coco verde. A resposta comportamental foi verificada usando o olfatômetro em Y, com o tubo principal com 20cm de comprimento e dois braços menores de 10cm de comprimento cada (Fig. 27).

Figura 27. Detalhe dos bioensaios com o olfatômetro em Y
Foto: Duarte, 2014



A fonte de odor foi colocado na base de cada braço do olfatômetro, utilizando-se de um pedaço de papel de filtro (2 X 2 cm) impregnado com 10 μ L do hexano (controle) e a amostra das aerações. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada inseto foi testado apenas uma vez e considerado uma repetição. Os mesmos eram introduzidos na base do tubo principal do olfatômetro sendo observados o comportamento por 10 minutos. A resposta foi registrada quando o besouro caminhava contra o fluxo de ar até o final do braço escolhido que continha fonte de odor (extrato de coco verde e controle) e como não resposta quando o besouro não caminhava contra o fluxo de ar e/ou não tocava nenhuma das fontes de odor. O aparelho foi girado para eliminar o viés direcional a cada cinco insetos para evitar qualquer interferência externa. Após 10 insetos, o olfatômetro era limpo com álcool e um fluxo de ar limpo era passado por cinco minutos. Os bioensaios com extrato de casca de coco verde foram conduzidos com dois

experimentos: (i) resposta de machos para o extrato da casca do coco versus controle, (ii) resposta de fêmeas para o extrato da casca do coco versus controle. Os experimentos foram realizados durante a fotofase no período de 8:00 as 16:00 horas.

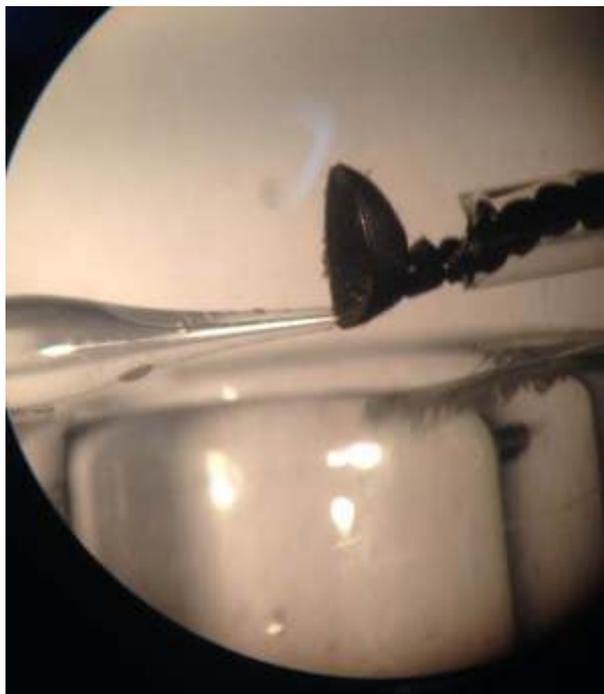
4.2.4. ANALISE DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DA CASCA DO COCO VERDE

Os compostos voláteis extraídos do adsorvente foram analisados em Cromatógrafo Gasoso (GC-2010, SHIMADZU) com detector por ionização por chama, equipado com coluna NST50 (30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m). A temperatura do forno foi mantida a 50° C durante cinco minutos, programada para subir 6° C por minuto, até atingir 270° C e permaneceu por cinco minutos. As temperaturas de injetor foram 250 e 280° C e o tempo total da corrida foi 55 minutos. O modo de injeção foi Splitless. Os compostos foram identificados de forma tentativa calculando-se o índice de Kovats e posterior consulta na base de dados Pherobase, para o cálculo foi injetada no cromatógrafo uma serie de alcanos C7-C40.

Os extratos também foram analisados no Cromatógrafo Gasoso acoplado ao Espectrômetro de Massas (CG/MS-QP 2010 Ultra; SHIMADZU) equipado com a coluna DB-5 (30m x 0,25 mm x 0,25 μ m); e hélio como gás de arraste. As temperaturas da fonte de íons e da interface foram 200° C e 290° C respectivamente. O modo de injeção da amostra foi Splitless. Os compostos foram identificados por comparação automática utilizando o banco de dados Wiley MS (Wile Class 5000, sexta edição) e o GCMSolutin software. E ainda pelo cálculo do índice de retenção com um padrão de alcanos de C7-C40.

Para identificar os compostos eletrofisiologicamente ativos dos extratos foi utilizada a técnica da Eletroantenografia – EAG. Foi colocado 10 μ L de cada amostra do tratamento em papel filtro e deixado evaporar por 20 segundos, antes de inserir o papel filtro numa pipeta esterilizada Pasteur. Foi utilizado o Rincoforol (100 ng/mL) como referência. A pipeta foi conectada ao sistema de EAG e os extratos obtidos na aeração passaram por um fluxo de ar, registrando as repostas eletrofisiológica das antenas. As antenas foram cortadas dos insetos no início do escape, sem que fosse necessário adormece-los, o escape da antena foi inserido em um contra eletrodo, preenchido com solução salina e a ponta do flagelo da antena foi inserida no eletrodo de trabalho (Fig. 28).

Figura 28. Antena inserida ao eletrodo
Foto: Serra, 2014



O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos e 21 repetições. Os tratamentos foram antenas de macho e antenas de fêmeas. Os sinais foram passados através de um amplificador de alta impedância (IDAC4, Syntech 2004, Hilversum, The Netherlands). As saídas do amplificador de EAG foram monitorizados e analisados usando um pacote de software EAGPro Version 1.1, Syntech 2003-2007. Os picos resultantes da corrida foram considerados ativos, quando apresentaram atividade no CGEAG. Só foram analisadas por CGEAG as amostras que tiveram atividade nos bioensaios.

4.2.5. EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS DA CASCA DO COCO VERDE COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES E CORRETIVO.

O método utilizado foi realizado da mesma forma com descrito no item 4.2.4, com uma ressalva de que a coleta dos compostos voláteis da casca do coco foi por meio do processo de aeração em casa de vegetação. Os voláteis liberados pelas cascas de coco verde foram arrastados pelo vácuo, proporcionado por uma trompa d'água e aprisionados em um tubo contendo um adsorvente Porapak e outro um tubo para o processo de dessorção. O período de aeração foi de quatro horas (Fig. 29).

Figura 29. Aeração dos tratamentos em casa de vegetação.
Foto: Duarte, 2014



O resultado foi submetido à análise de variância (ANOVA) no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial 10x4x2 tendo como fatores Insumos (Casca do coco; Casca do coco + 60 g de Calcário; Casca do coco + 2 g de Boráx; e Casca do coco + 45g de uma fórmula de 06-15-25 NPK + 3,7% S + 6,5 Mg), Sexos (Fêmeas e Machos de *R. palmarum*) e dias (10 dias). Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade (Bartlett) de variância, sendo este transformado em raiz ($x+0,5$) visando atender os pré-requisitos da ANOVA e comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. No entanto, são apresentadas as médias não transformadas nas tabelas e gráficos. Havendo efeito significativo de fatores, estes foram analisados empregando análise de regressão. Todas as análises foram realizadas a 5 % de probabilidade. Os softwares utilizados foram: Sistema de Análise Estatística e Genética, “SAEG” V.5.1 UFV-1995; 03); Mathematics modeling and simulation system (MapleTM V.12) MAPLESOFT / Waterloo Maple Inc. - 2007 e o pacote estatístico do Excel da Microsoft Inc. - 2013.

Para a identificação dos compostos foi utilizado o processo de dessorção térmica nas amostras, com o equipamento Thermal Desorption System (TD 20) acoplado a um Cromatógrafo Gasoso/Espectrômetro de Massa (Shimadzu GC/MS-QP 2010 Ultra), equipado com a coluna NST50 (30 m x 0.25 mm i.d. x 0.25 μ m) temperatura máxima 350° Splitless, utilizando o impacto eletrônico como meio de ionização (70V). O gás de araste utilizado foi o Hélio (He). Foram utilizadas as bibliotecas espectrômetro de massa Nist 14. Ao término da

dessorção térmica os traps passaram por um método limpeza por 20 minutos, com Tenax TA 130mg.

4.2.6. EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS DA CASCA DO COCO VERDE COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CALCÁRIO.

O estudo foi conduzido em casa de vegetação do Campus Delza Gitaí, pertencente à Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias (U.A.CECA), da Universidade Federal de Alagoas no município de Rio Largo, Estado de Alagoas (latitude 09° 40' S, longitude 35° 42' W e 127 m de altitude).

Foram utilizadas caixas de madeira (0,5 x 0,5 x 0,5m), revestida de papel alumínio, onde foram colocadas as cascas dos cocos verdes partidos ao meio. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas, sendo que para cada parcela foi constituída de 40 cocos (Fig. 30).

As doses de calcário estudadas foram: 0g, 40g, 60g, 80g e 100g. A aeração foi realizada no quinto, sétimo e nono dia, por um período de quatro horas. Para a quantificação da melhor dose foi realizado análise de regressão das respostas eletrofisiológicas utilizando 15 antenas com três repetições.

Figura 30. Aeração da casca do coco verde com diferentes doses de calcário.
Foto: Duarte, 2014



4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. RESPOSTA COMPORTAMENTAL DE *Rhynchophorus palmarum* EM RELAÇÃO À CASCA DO COCO VERDE EM LABORATÓRIO

Os compostos voláteis emitidos pela casca do coco verde mostraram que no primeiro e terceiro dia não houve atratividade de *R. palmarum*, iniciando a atração a partir do quinto dia após a abertura do coco. Foram observados que não houve diferença significativa entre os sexos independente do dia. No quinto e sétimo dia foi onde ocorreu as maiores atratividades de *R. palmarum* a amostra da casca do coco, diferenciando significativamente dos demais dias. No 9º dia ocorreu atratividade baixa, que foi estatisticamente diferente a 5% de probabilidade, para os demais dias em ambos os sexos (Tabela 9).

Tabela 9. Média (\pm EP) da avaliação da atratividade de *Rhynchophorus palmarum* em laboratório. Universidade Federal de Alagoas, município de Maceió, Estado de Alagoas, 2014.

	1º dia Casca do coco	3º dia Amostra	5º dia Amostra	7º dia Amostra	9º dia Amostra
Fêmeas	0,00 \pm 0,00aC	0,00 \pm 0,00aC	0,70 \pm 0,04aA	0,62 \pm 0,04aA	0,22 \pm 0,03aB
Machos	0,00 \pm 0,00aC	0,00 \pm 0,00aC	0,60 \pm 0,04aA	0,57 \pm 0,04aA	0,25 \pm 0,03aB

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$).

O fato das fêmeas terem demonstrado uma média da atratividade maior aos extratos de casca do coco quando comparados com os machos de *R. palmarum*, pode indicar a necessidade de encontrar um local para a oviposição. Os cairomônios emitidos pelos hospedeiros são mais específicos que os sinomônios emitidos pelas plantas e também na busca de um hospedeiro adequando para perpetuar a espécie (PROFFIT et al., 2011).

Segundo vários autores (Budenberg et al., 1993 a,b; Cerda et al., 1996; Tinzaara et al., 2002), o equipamento permitiu determinar a resposta de adultos de *Cosmopolites sordidus* (Germ, 1824) (Col.: Curculionidae) à emissão de cairomônios, quando acoplado à fonte de ar, assim como utilizado neste estudo. Diversas pesquisas a respeito da atração de curculionídeos com a atração a outros substratos vegetais apresentam divergências na resposta olfativa (Cerda et al., 1996; Duarte et al., 2003).

A título de informação, detectou-se que machos e fêmeas de *R. palmarum* apresentaram picos de máximo semelhante, corroborando os resultados e a hipótese levantada de que existe cairomônio atrativo para este inseto. Para tanto, a média de atratividade apresentou ajuste em níveis de quárticos (Fig. 31; Tabela10).

Figura 31. Média de indivíduos de *Rhyncophorus palmarum* atraídos a amostra de voláteis da casca de coco, em quatro dias de avaliação, no sistema de aeração em Laboratório. LPqRN UFAL, Maceió, 2014.

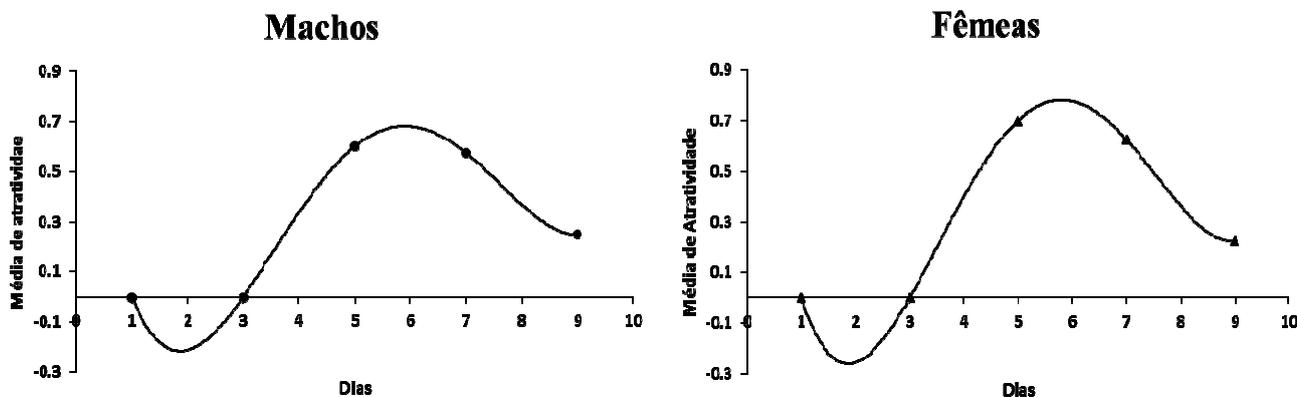


Tabela 10. Modelos matemáticos da atratividade de adultos de *Rhynchophorus palmarum* a amostra de voláteis da casca do coco

Sexo	Modelos matemáticos	R ²	-----Dias-----			---Média de insetos---			P
			X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	
M	$Y=0.403645833333331e-2*x^4-0.901041666666661e-1*x^3+.651822916666662*x^2-1.59739583333332*x+1.0316406249999$	1,0	1,9	5,9	8,9	-0,2	0,6	0,2	<0,0006
F	$Y=0.501302083333333e-2*x^4-.110937499999999*x^3+.795182291666661*x^2-1.93906249999998*x+1.2498046875$	1,0	1,9	5,8	8,9	-0,2	0,7	0,2	<0,00004

Equações significativas a P<0,05 pelo teste F.

Os resultados encontrados no olfâmetro forneceram a primeira evidência de que há comunicação entre *R. palmarum* e voláteis da casca do coco. A atração de ambos os sexos para os extratos da casca do coco indica a presença de caimônios produzido no processo de fermentação da casca do coco.

Em função da atividade biológica da casca do coco na atratividade de *R. palmarum* verificada nos bioensaios, foram efetuadas análises cromatográficas visando verificar a presença de compostos específicos, os quais estariam atuando na comunicação química da espécie.

Os cromatogramas dos voláteis obtidos das amostras de casca do coco estão na figura 32 e mostram a presença de alguns possíveis compostos produzidos na atratividade de *R. palmarum* (Tabela 11).

Figura 32. Perfis cromatográficos da aeração de três amostra da casca do coco pelo meto de dessorção térmica (TD).

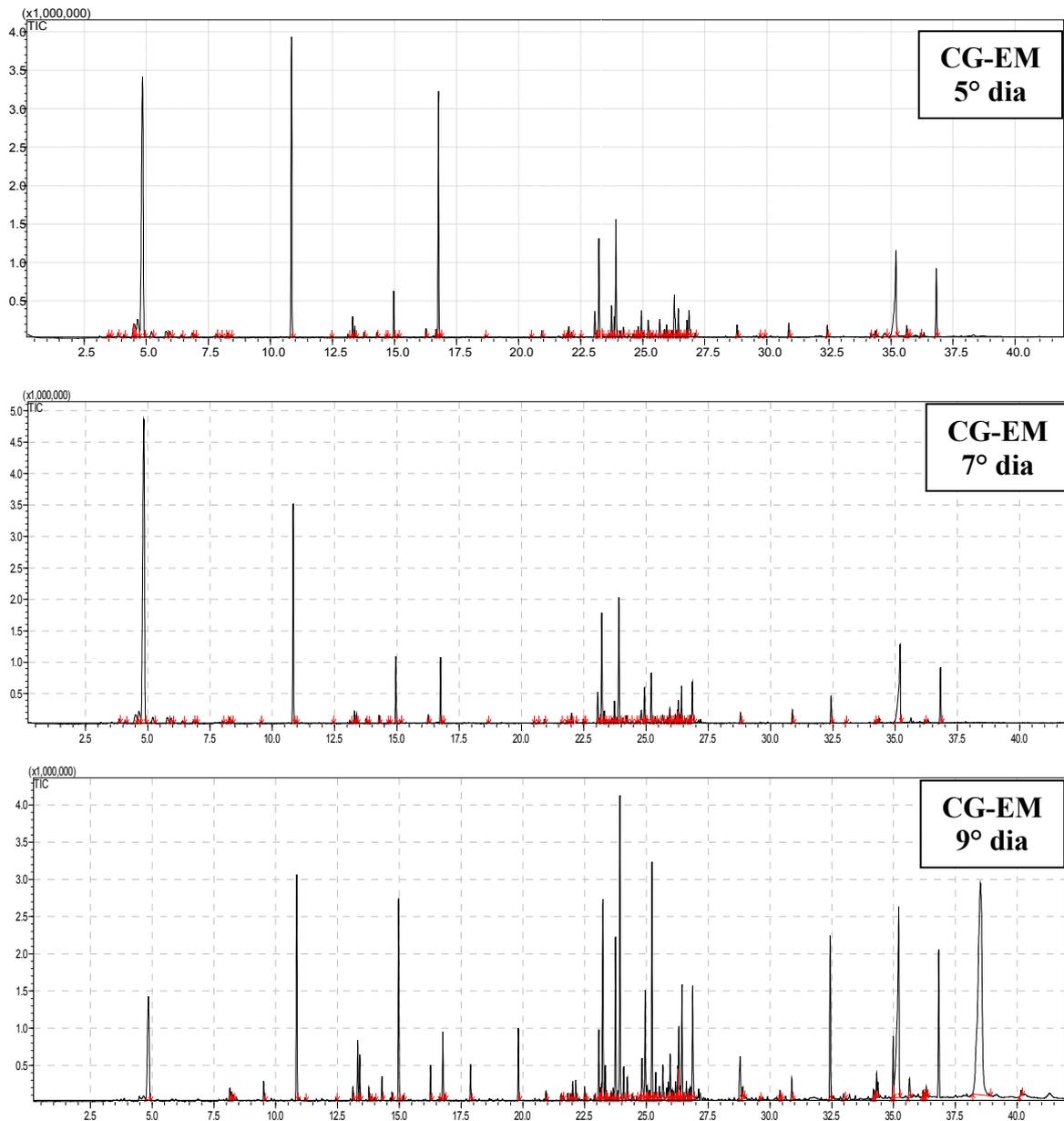


Tabela 11. Principais compostos orgânicos voláteis emitidos pela casca do coco verde

Nome do composto	Tempo de Retenção
3-Hexanol	2,09
Fenol	2,18
1-Butanol	7,61
1,3,5-Heptatrieno	8,00
2-Metoxi-4-etil-6-metil fenol	8,21
2,3-Butanodiol	8,28
1,3 diclorobenzeno	9,69
1-Felandreno	14,29
β-Felandreno	14,96
4- Etilbezamida	15,78
7-Etilideno	22,02
α-Gurjunene	23,06
Isolongifolene	23,57
1,2,4-Methenoazulene	23,64
Cycloisosativene	23,84
α-Copaeno	24,07
β-Elemeno	24,41
Alloaromadendrene	24,59
Junipene	24,81
α-Bergamotene	25,04
trans-cariofileno	25,28
α-Muurolene	25,95
α-amorphene	26,61
σ-Elemeno	26,77
Δ-Cadieno	26,85
α-Patchoulene	34,36

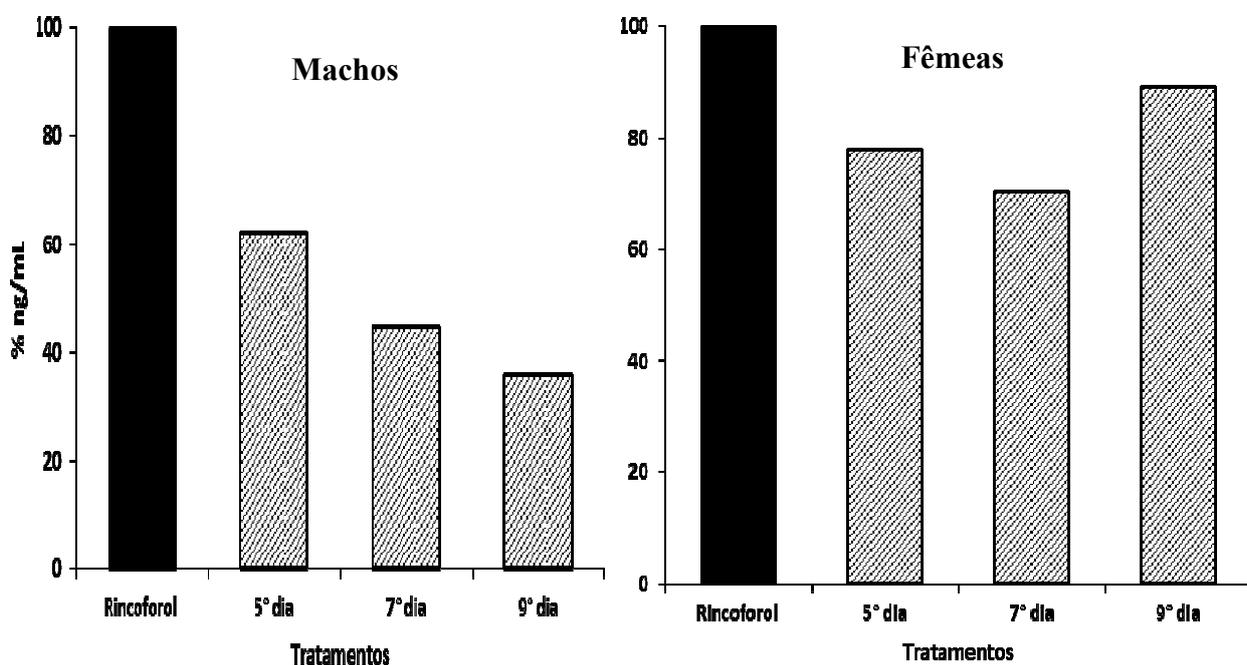
Existe sinergismo entre os voláteis emitidos pelas plantas e a produção de feromônios nos insetos (DUARTE et al., 2003). Em espécies gregárias, como no caso de curculionídeos, o uso de fragmentos vegetais é uma ótima alternativa de monitoramento e controle, pois a emissão de voláteis desencadeia e estimula a produção de feromônios de agregação, com papel essencial no recrutamento de parceiros sexuais (BUDENBERG et al., 1993b), atraindo maior número de indivíduos.

Segundo Duarte et al., (2003), pesquisas anteriores à identificação do feromônio de agregação dos insetos evidenciaram que alguns odores provenientes da fermentação de iscas confeccionadas a partir de tecidos vegetais, tais como etanóis, atraem adultos de várias espécies do gênero *Rhynchophorus*. Estudos têm comprovado que em alguns curculionídeos

existe relação positiva entre o estado de conservação dos fragmentos vegetais e a atratividade dos insetos. Em adultos de *M. hemipterus*, registrou-se maior número de insetos capturados pelas iscas que continham fragmentos vegetais, como cana-de-açúcar, abacaxi e extratos de frutas, todos em estado avançado de decomposição, o que indica que essa espécie, como muitos outros insetos, usa semioquímicos como produtos de fermentação para se orientar (CERDA et al 1996, GIBLIN-DAVIS et al., 2002).

O EAG identificou que a intensidade das respostas dos machos de *R. palmarum* em relação à casca do coco verde diminuiu durante o período de maior fermentação. Tendo no quinto dia 60%, no sétimo 43% e nono dia 37% da atividade sensorial. Já para as fêmeas foram mais ativas observando-se 78%, 70% e 83% da atividade nos respectivos dias citados (Fig.33).

Figura 33. Porcentagem em ng/mL das respostas eletrofisiológicas (EAD) das antenas de *Rhynchophorus palmarum* a um dos componentes da amostra da casca do coco



Estudos realizados por Faccoli et al., (2011) relatam que a atratividade dos adultos *Tomicus destruens* (Wollaston, 1865) (Col.: Curculionidae, Scolytidae) em relação aos voláteis (incluindo casca, voláteis da casca e uma mistura sintética) de pinheiros, constatou que o comportamento e a resposta eletroantegráfica dos insetos não dependiam do sexo; tanto machos como fêmeas apresentaram resultados semelhantes.

As análises dos extratos obtidos pela aeração da casca do coco verde revelaram a presença de três compostos responsáveis para a atividade eletrofisiológica nas antenas de *R. palmarum*, nomeadamente: 1,3 diclorobenzeno, 4-Etilbezamida e o terceiro composto não foi identificado com tempo de retenção dos picos aos 9,69, 15,78 e 25,04 minutos respectivamente (Fig. 34; Tabela 12).

Figura 34. Resposta eletrofisiológica (CGEAD) das antenas *Rhynchophorus palmarum* a componentes da amostra da casca do coco.

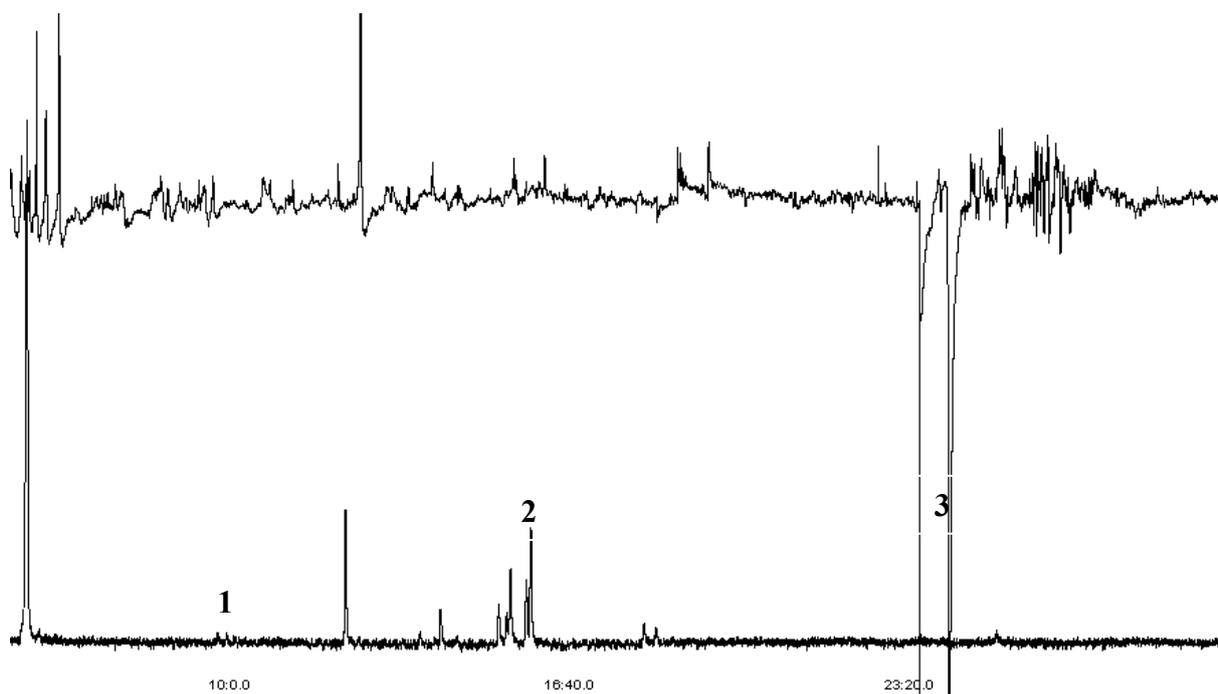


Tabela 12. Identificação de Compostos ativos de *Rhynchophorus palmarum* à casca de coco verde pelas respostas da eletroantenoграфия

Pico	KI	Compostos
1	1017	1,3 diclorobenzeno
2	1378	4- Etilbezamida
3	2002	Não identificado

Índice de Kovats (KI)

Os resultados obtidos precisam ser confirmados através de novas análises, uma vez que para identificar e quantificar os compostos é preciso realizar análises com os padrões encontrados, além de novos bioensaios.

4.3.2. RESPOSTA COMPORTAMENTAIS DE *R. palmarum* EM RELAÇÃO À CASCA DO COCO VERDE COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES E CORRETIVO

Avaliando-se a atratividade de *R. palmarum* não houve diferenças significativas nos primeiros quatro dias e no último dia entre os testes realizados de mesmo sexo e tratamentos em dias diferentes, entre tratamentos e dias em sexos diferentes e entre tratamentos e dias diferentes no mesmo sexo (Tabela 13).

Analisando a atividade dos machos de *R. palmarum* com os tratamentos casca do coco, casca do coco com calcário e com bórax apresentaram diferenças significativas no quinto, sexto e sétimo dia, observando-se estes dias com maiores atratividades. Já para o tratamento casca do coco com fertilizante os dias com maiores atratividades foram do sexto ao oitavo dia (Tabela 13).

Analisando as fêmeas, os tratamentos casca do coco, casca do coco com bórax e com fertilizante do quinto ao oitavo dia diferenciam significativamente dos demais, comportando-se com maior atratividade. O tratamento casca do coco com calcário tiveram o quinto e o oitavo como maiores dias de atratividade (Tabela 13).

Para a avaliação dos tratamentos em dias e em sexos diferentes constatou-se que a casca do coco e a casca do coco com aplicação de calcário não ocorreu diferença estatística na atratividade de *R. palmarum*. Porém, no quinto dia os tratamentos aplicados com bórax e com fertilizante observou-se que as fêmeas se comportaram com maior atratividade. As cascas de coco com aplicação de bórax, no sexto dia apresentou diferenças, tendo as fêmeas como mais atrativa (Tabela 13).

Quando se comparam o teste entre tratamentos e dias diferentes no mesmo sexo, observou-se que os machos de *R. palmarum* foram mais atrativos com a casca do coco obtendo diferença significativa no quinto, sexto, sétimo, oitavo e nono dia. Para as fêmeas foram observados os mesmos dias de diferença na atratividade com a casca do coco também como mais atrativa, sendo que no quinto, sexto e sétimo dia, o tratamento com aplicação de calcário teve melhor resposta em relação a diminuição da atratividade dos insetos. Os demais dias não houveram diferenças estatística (Tabela 13).

Tabela 13: Média (\pm EP) da atratividade de *Rhynchophorus palmarum* em dez dias de avaliação e em quatro tratamentos em casa de vegetação. Universidade Federal de Alagoas, município de Maceió, Estado de Alagoas, 2014.

Dia	Machos				Fêmeas			
	C.C	C.C + Calcário	C.C + Borax	C.C + Fertilizante	C.C	C.C + Calcário	C.C + Borax	C.C + Fertilizante
1	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00dA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1
2	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00dA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1
3	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00dA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1
4	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00dA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1
5	0,60 \pm 0,03aA1	0,20 \pm 0,01aA2	0,20 \pm 0,01aB2	0,08 \pm 0,06bB2	0,80 \pm 0,06aA1	0,20 \pm 0,01aA3	0,50 \pm 0,02aA2	0,40 \pm 0,01aA2
6	0,70 \pm 0,05aA1	0,20 \pm 0,01aA2	0,20 \pm 0,01aB2	0,30 \pm 0,01aA2	0,90 \pm 0,07aA1	0,00 \pm 0,00bA4	0,50 \pm 0,02aA2	0,30 \pm 0,01aA3
7	0,80 \pm 0,00aA1	0,20 \pm 0,00aA2	0,40 \pm 0,00aA2	0,30 \pm 0,00aA2	0,90 \pm 0,00aA1	0,20 \pm 0,00aA2	0,30 \pm 0,00bA2	0,30 \pm 0,00aA2
8	0,50 \pm 0,02bA1	0,00 \pm 0,00bA2	0,30 \pm 0,01aA1	0,20 \pm 0,01aA2	0,50 \pm 0,02bA1	0,20 \pm 0,01bA2	0,50 \pm 0,02aA1	0,20 \pm 0,01aA2
9	0,30 \pm 0,01bA1	0,00 \pm 0,00bA2	0,00 \pm 0,00bA2	0,00 \pm 0,00bA2	0,30 \pm 0,01cA1	0,00 \pm 0,00bA2	0,00 \pm 0,00cA2	0,00 \pm 0,00bA2
10	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00dA1	0,00 \pm 0,00bA1	0,00 \pm 0,00cA1	0,00 \pm 0,00bA1
C.V.(%) = 21,50					C.V.(%) = 17,52			

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas (Sexo/dias entre o mesmo tratamento), maiúsculas nas linhas (Tratamento/dias entre sexos diferentes) e números nas linhas (Tratamentos/dias entre o mesmo sexo) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Ao analisar a atratividade de *R. palmarum* em quatro tratamentos observou-se que os mesmos apresentaram dois picos. Para tanto, a atratividade apresentou ajuste em níveis de cúbicos e quárticos à medida que avançou o número de dias. A maior atratividade de *R. palmarum* foi detectada no tratamento da casca do coco (controle) aos 7,16 dias com um pico máximo da atratividade de 0,77 insetos. Visualmente também foi visto a diminuição nos demais tratamentos, destacando-se o tratamento com a aplicação do calcário detectando aos 6,96 dias um pico máximo da atratividade de 0,26. Porém a média foi significativa em relação ao controle, não deferindo dos demais tratamentos, tendo como os padrões de biomatemáticos e respectivas equações de regressão ajustadas e testadas com ponto de flexão de suas curvas (Fig 35; Tabela 14). Não existem relatos na literatura sobre a influência de insumos misturados com partes do vegetal no controle de curculionídeos.

Figura 35. Média de indivíduos de *Rhynchophorus palmarum* atraídos aos tratamentos utilizados em casca de coco, em dez dias de avaliação, no sistema de aeração em casa de vegetação. Universidade Federal de Alagoas, município de Maceió, 2014.

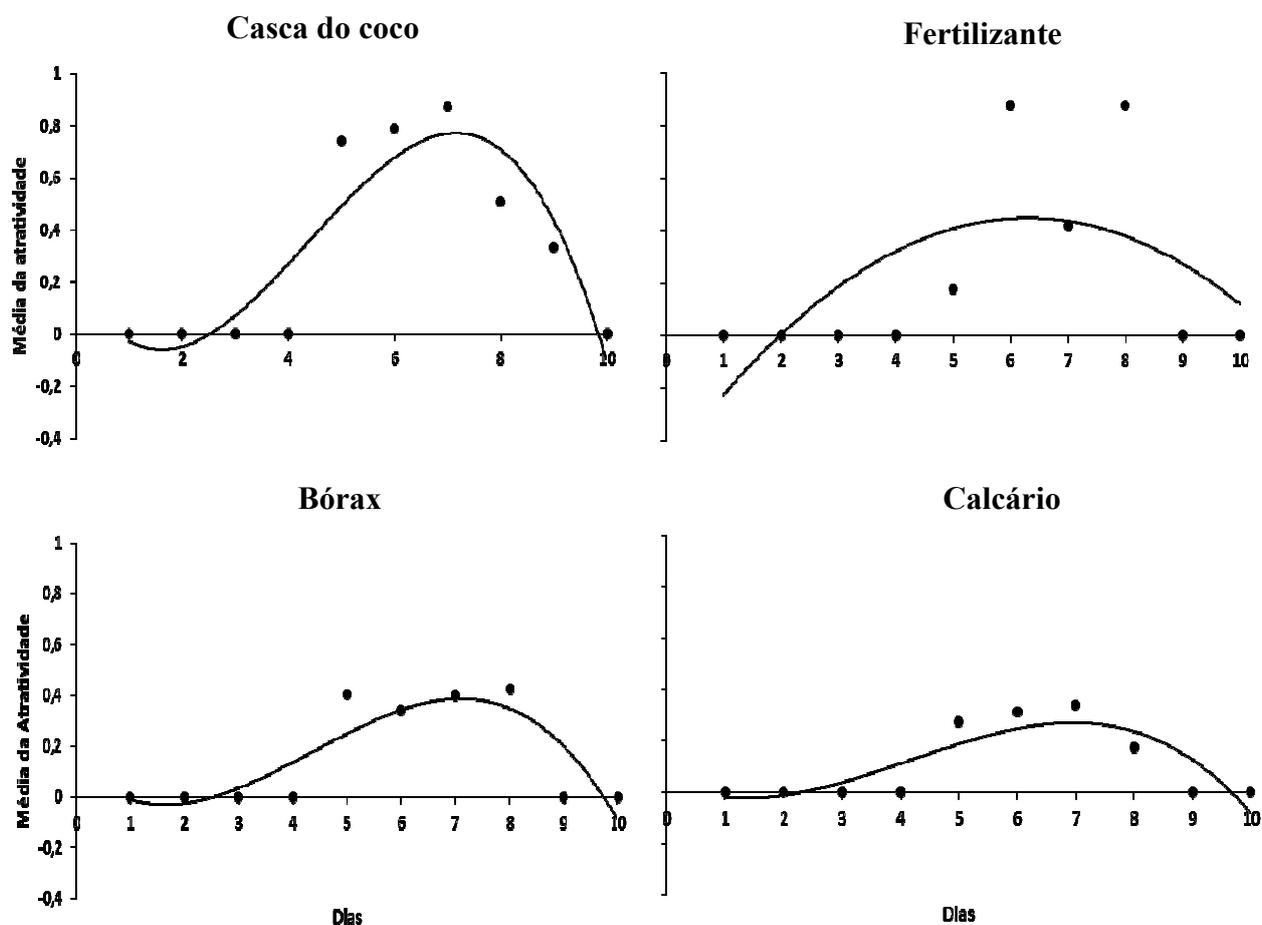


Tabela 14. Modelos matemáticos para atratividade de *Rhynchophorus palmarum* em função dos tratamentos. LPqRN UFAL, Maceió, julho 2014.

Trat.	Modelos matemáticos	R ²	--- dias---		-Atratividade-		P
			X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	
C.C	$Y = -0.974682573815076e - 2x^3 + 0.128306493240094x^2 - 0.338301009809636x + 0.193871470000003$	0,82	1,61	7,16	-0,05	0,77	<0,0008
C.C.C	$Y = -0.239870189393939e - 1x^2 + .302236439848485x - .50434627$	0,78	1,35	6,96	-0,02	0,26	<0,001
C.C.B	$Y = -0.514527791375293e - 2x^3 + 0.675010829254082e - 1x^2 - .180448692191144x + .106767973333336$	0,67	1,64	7,09	-0,03	0,38	<0,0001
C.C.F	$Y = -0.332181163558665e - 2x^3 + 0.414209279720282e - 1x^2 - 0.938090558469317e - 1x + 0.360446100000011e - 1$	0,39	6,30	-	0,44	-	<0,001

* Equações significativas a P<0,05 pelo teste F. * C.C= casca do coco; C.C.C= Casca do coco + Calcário; C.C.B= Casca do coco + Bórax; C.C.F= Casca do coco + Fertilizantes

Os cromatogramas dos voláteis obtidos das amostras de casca do coco verde, casca do coco com aplicação de calcário, boráx e fertilizantes estão na figura 36 e mostram a presença de alguns possíveis compostos produzidos na atratividade de *R. palmarum* (Tabela 15).

Figura 36. Perfis cromatográficos da aeração de três amostra da casca do coco, casca do coco com calcário, com bórax e com fertilizante.

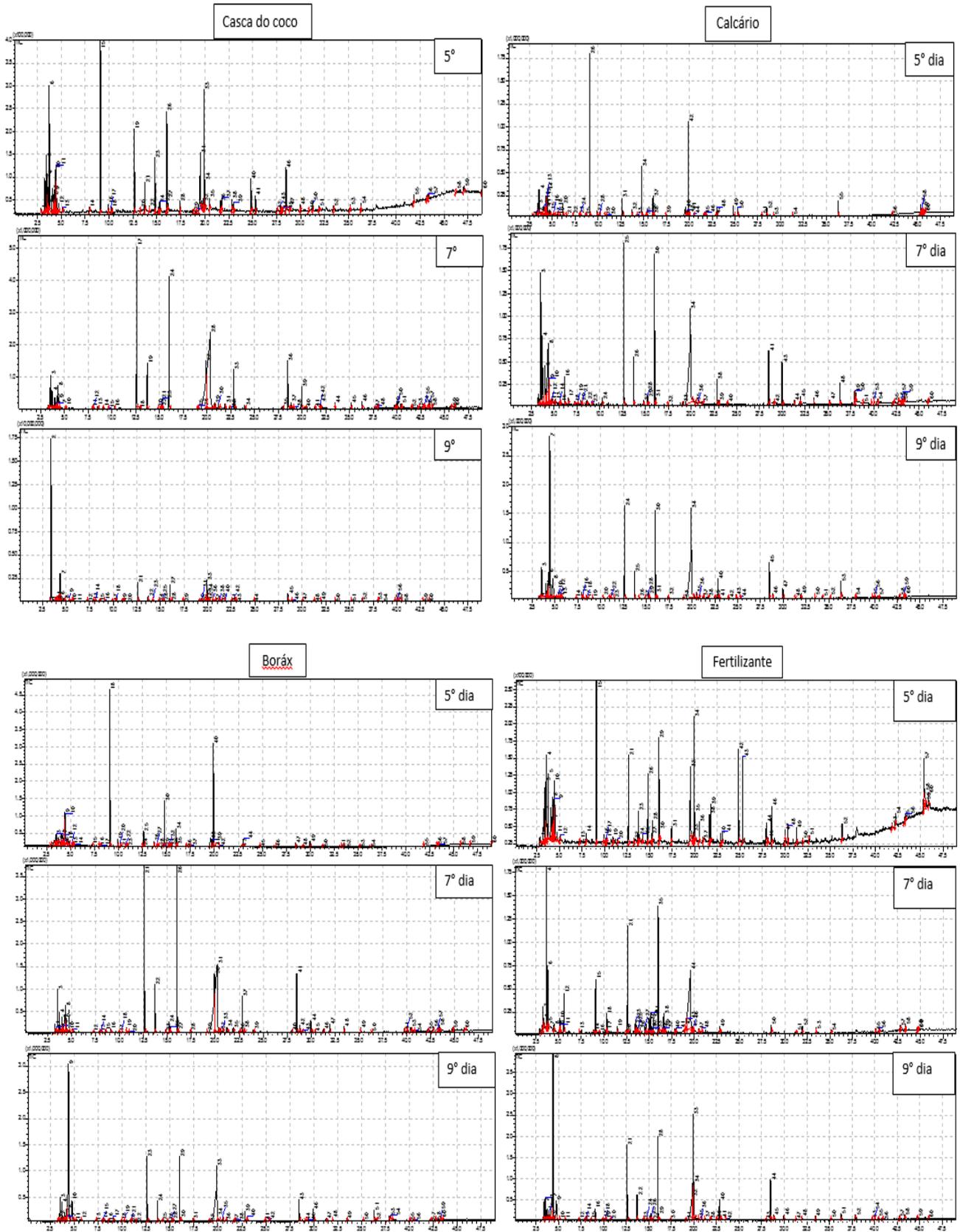
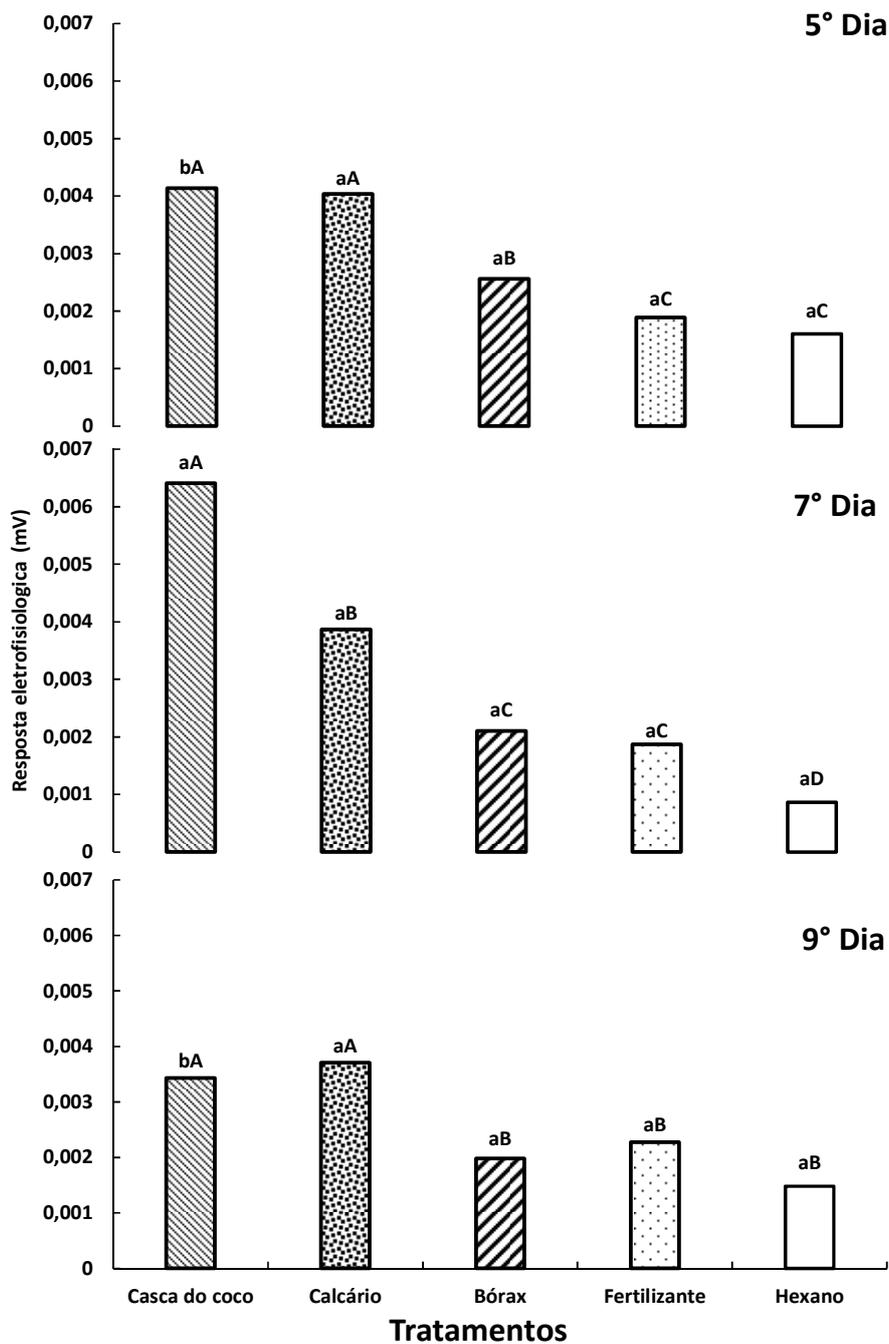


Tabela 15. Compostos orgânicos voláteis emitidos pela casca do coco verde e com aplicação de calcário, bórax e fertilizantes.

TR	COMPOSTOS	TESTEMUNHA	CALCÁRIO	BORÁX	FERTILIZANTE
2,09	3-Hexanol	X			
2,18	Fenol	X			
2,84	Metano, Tetranitrometano		X		
3,25	Etanal			X	
3,41	Etanol			X	
3,53	Acetona		X	X	
3,99	Metacroleína		X		
4,27	Ácido acético				X
5,59	1h-imidazol		X		
5,71	1-hepteno		X		
7,25	Tolueno		X	X	
7,61	1-Butanol	X			
7,93	n-hexanal		X		
8,00	1,3,5-Heptatrieno	X			
8,07	1-Octeno		X	X	
8,21	2-Metoxi-4-etil-6-metil fenol	X			
8,28	2,3-Butanodiol	X			
9,69	1,3 diclorobenzeno	X			
9,91	Benzeno			X	
10,84	Estireno	X			
12,62	Benzaldeído		X	X	X
13,51	Naftalina		X		
13,70	Fenol		X	X	
14,29	1-Felandreno	X			
14,96	β -Felandreno	X			
15,59	n-Decanal		X		
15,78	4-Etilbezamida	X			
16,02	Acetofenona		X	X	X
16,10	Benzenoacético, alfa-oxo, éster de metilo		X	X	
17,41	Nonanal		X	X	
19,57	Ácido Benzoico		X	X	X
19,91	Naftalina				X
20,49	n-Decanal			X	
22,02	7-Etilideno	X			
22,85	Ácido 1,2-benzenodicarboxílico			X	
22,86	Anidrido ftálico		X		
23,03	2-undecanona		X	X	
23,06	α -Gurjunene	X			
23,57	Isolongifolene	X			
23,64	1,2,4-Methenoazulene	X			
23,84	Cycloisosativene	X			
24,07	α -Copaeno	X			
24,41	β -Elemeno	X			
24,59	Alloaromadendrene	X			
25,21	α -Bergamotene	X			
28,48	Anidrido maleico-fenil		X	X	
29,65	4-ciclopenten-1,3-diona, 4-fenil-,3-diona, 4-fenil			X	
33,45	Desoxibenzoína		X		
35,17	Benzil			X	
43,35	Ciclopenten-3,5-diona, 2,4-difenil			X	X

A eletroantenografia realizada em *R. palmarum* identificou que uma maior intensidade das respostas em relação à casca do coco verde foi no sétimo dia, nos demais dias não houve diferença entre si. Na avaliação realizada com os insumos dentro dos dias mostraram que em todos diminuíram sua atividade eletrofisiológica em relação a casca do coco (Fig.37).

Figura 37. Resposta eletrofisiológica (EAD) das antenas de *Rhynchophorus palmarum* a compostos orgânicos voláteis da casca de coco verde submetido a diferentes insumos e dias após a aplicação.



Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$).

Dois compostos extraídos da casca do coco verde com aplicação de calcário desencadearam respostas ativas nas antenas de *R. palmarum*. Pelos índices de Kovats encontrados, possivelmente os compostos sejam Naftaleno e N-decanal, tendo os tempos de retenção dos picos aos 13,51 e 15,59 minutos respectivamente (Fig. 38; Tabela 16). Para os demais tratamentos o CGEAG demonstrou os mesmos picos encontrados na amostra de casca do coco verde com aplicação de calcário.

Figura 38. Resposta eletrofisiológica (CGEAD) das antenas *Rhynchophorus palmarum* a um dos componentes da amostra da casca do coco com aplicação de calcário.

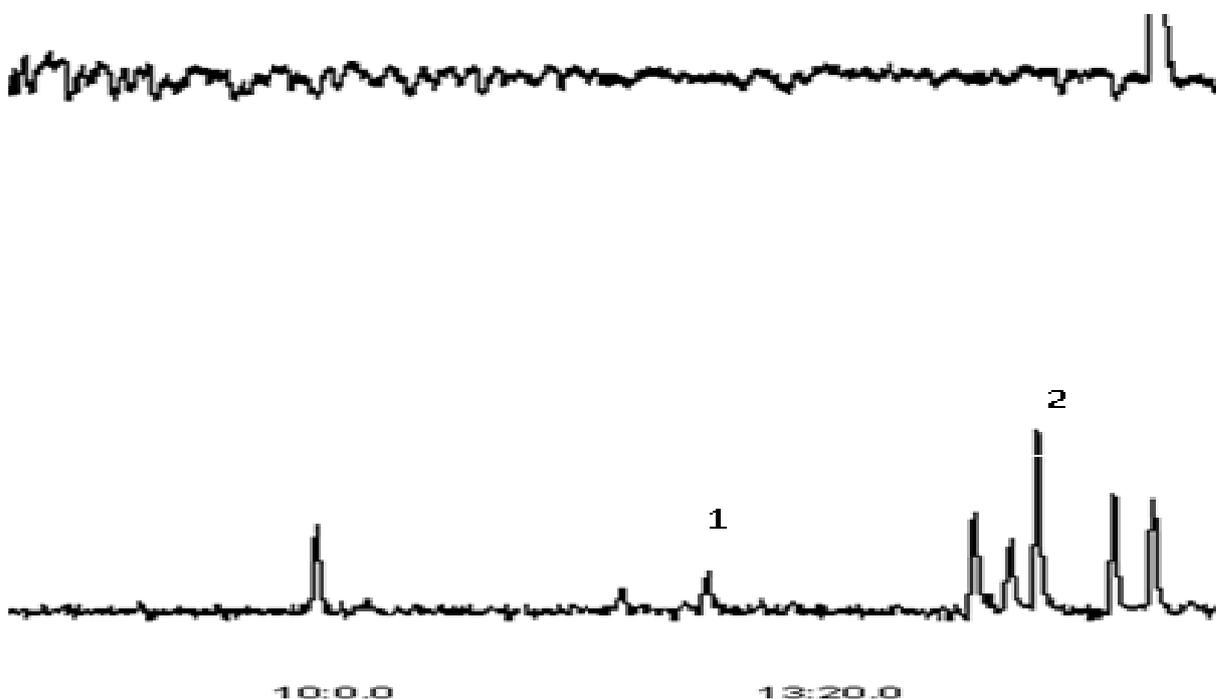


Tabela 16. Identificação de Compostos ativos de *Rhynchophorus palmarum* à casca de coco verde com aplicação de calcário pelas respostas da eletroantenoграфия

Pico	TR	KI	Composto
1	13,51	1177	Naftaleno
2	15,59	1359	N-decanal

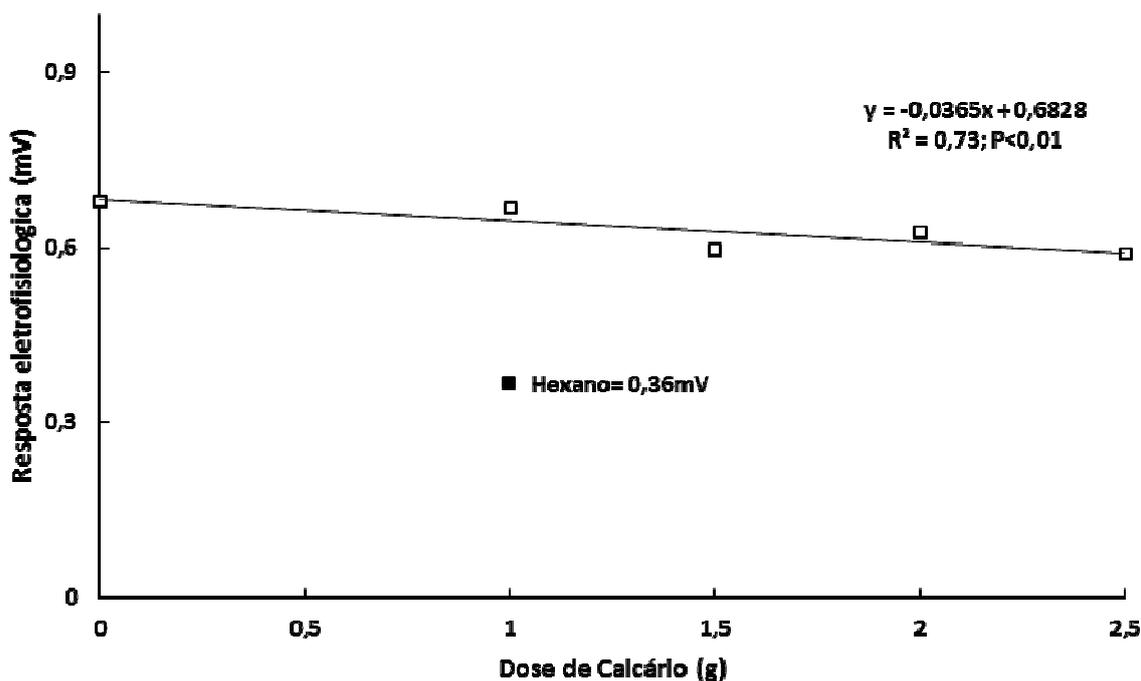
Índice de Kovats (KI)

O naftaleno é um importante hidrocarboneto aromático, encontrado a temperatura ambiente na forma de cristais brancos, usado industrialmente como intermediário na fabricação de anidrido ftálico, repelentes de insetos e outros produtos (CETESB, 2012).

4.3.3. RESPOSTA COMPORTAMENTAL DE *R. palmarum* EM RELAÇÃO À CASCA DO COCO VERDE COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CALCÁRIO

Ao analisar a atratividade de *R. palmarum* em cinco diferentes doses de calcário observou-se que ao aumentar a dosagem ocorreu a diminuição da resposta eletrofisiológica das amostras do sétimo dia de aeração da casca do coco verde (Fig. 39). A resposta eletrofisiológica apresentou-se de forma linear significativa ($p < 0,01$). Isso pode ter ocorrido, possivelmente, devido à ação dos compostos encontrados, uma vez que os mesmos podem atuar como repelentes, podendo se dizer que 1g de calcário por coco verde diminui a ação da atratividade de *R. palmarum*. Atualmente não existe na literatura observações sobre a utilização de calcário como repelente de insetos.

Figura 39. Resposta eletrofisiológica (CGEAD) das antenas *Rhynchophorus palmarum* a componentes das amostras do sétimo dia de aeração da casca do coco com aplicação de diferentes doses de calcário.



4.4. CONCLUSÕES

- ✓ Os bioensaios realizados mostram que após a abertura do coco verde, ocorre as maiores atratividades de *R. palmarum* durante o quinto e sétimo dia.
- ✓ A atração de ambos os sexos para os extratos da casca do coco indica a presença de caïromônios produzido no processo de fermentação da casca do coco.
- ✓ A atratividade da casca do coco para os besouros foi comprovada nos bioensaios realizados, utilizando amostras obtidas em casa de vegetação.
- ✓ A adição de calcário, bórax e dos fertilizantes na casca do coco diminui a atratividade do inseto.

REFERÊNCIAS

- BIRCH, M.C. e HYNES, K. F. Insect pheromones. **The Institute of Biology's Study in Biology**. n.147, p. 60, 1982.
- BUEDENBERG W J, NDIEGE I O, KARAGO F W. Behavioral and electrophysiological responses of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* to host plants volatiles. **J. Chem Ecol** n. 19, p. 967-272, 1993.
- CETESB – **Divisão de Toxicologia, Genotoxicidade e Microbiologia Ambiental**. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/> 2012, Acesso em: 09abr. 2015.
- CERDA H, FERNÁNDEZ A L, VARGAS J. Estudio de la atracción del gorgojo rayado *Metamasius hemipterus* (Col.: Curculionidae), olores de su planta huésped, su feromona de agregación. **Rev Caña Azúcar** n.14, p. 53-70, 1996.
- DUARTE, A.G.; LIMA, I.S. Eficiência de diferentes taxas de liberação do feromônio de agregação na captura de *Rhynchophorus palmarum* L. (Col.: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.2, p.217-221, 2001.
- DUARTE A G, DE LIMA I S, NAVARRO D M A F, SANT'ANA A E G. Captura de *Rhynchophorus palmarum* L. (Col.: Curculionidae) em armadilhas iscadas com feromônios de agregação e compostos voláteis de frutos do abacaxi. **Rev Bras Frutic** n.25, p. 81-84, 2003.
- FERREIRA, J. T., CORRÊA, A. G. e VIEIRA, P. C. Produtos Naturais no Controle de Insetos. **Editora da UFSCar, São Carlos**, p. 23-57. 2001.
- FERREIRA, J.M.S. et al. 1998. **Pragas do coqueiro**, p. 81-118, 1998. In: Sobrinho, R.B.; Cardoso, J.E.; Freire, F.C.O. (Eds.). **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Brasília: Embrapa, p.81-118. 1998.

- FUJIHARA, R.T., L.C. FORTI, M.C. ALMEIDA & E.L.L. BALDIN. Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias. Botucatu, **FEPAP**, p. 391, 2011.
- GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, v.10, p. 920, 2002.
- GIBLIN-DAVIS R M, PEÑA J E, DUNCAN R E Lethal pitfall trap for evaluation of semiochemical-mediated attraction of *Metamasius hemipterus serecius* (Col.: Curculionidae). **Fla Entomol** n. 77, p. 247-255, 2002.
- GRIFFITH, R. The relationship between the red ring nematode and the palm weevil. **Journal of the Agricultural Society of Trinidad and Tobago**, v. 68, p. 342-356, 1968.
- HAGLEY, E.A.C. On the life history and habitats of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.). **Annals of the Entomological Society of America**, Annapolis, MD, v. 58, p. 22-28, 1965.
- HOBALLAH, M. E. F. e TURLINGS, T. J. C. Experimental evidence that the plants under caterpillar attack may benefit from attracting parasitoids. **Ecol. Research**. **3**: p. 553-565. 2001.
- HOWARD, F.W. The animal class Insecta and the plant family Palmae. In: Howard, F.W. et al. (Eds.). **Insects on palms**. Wallingford: CABI Publishing, p.1-32, 2001.
- JERONIMO, C. E. M.; COELHO, M. S. Sensibilidade do estudo de viabilidade técnico-econômica de uma agroindústria de processamento de coco. **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 1, n. 24, 2012.
- KESSLER, A. e BALDWIN, I. T. Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. *Science*. n. 291, p. 2141-2144. 2000.
- Mexzón, R.G. et al. Biología y hábitos de *Rhynchophorus palmarum* L. asociado a la palma aceitera en Costa Rica. **ASD Oil Palm Papers**, Costa Rica, v. 8, p. 14-21, 1994.

- OEPP. Organization Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes. *Rhynchophorus palmarum*. European and Mediterranean Plant Protection Organization. OEPP/EPPO, **Bulletin OEPP/EPPO**, v. 35, p. 468-471, 2005.
- SÁNCHEZ, P.A.; CERDA, H. El complejo *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Col.: Curculionidae) - *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) (Tylenchida: Aphelenchoididae), en palmeras. **Boletín de Entomología Venezolana**, Maracay, v. 8, p. 1-18, 1993.
- SÁNCHEZ-SOTO, S.; NAKANO, O. Registro de *Rhynchophorus palmarum* L. (Col.: Curculionidae) no Estado de Mato Grosso do Sul. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 659-660, 2002.
- SANTOS, V. M. R.; DONNICI, C. L.; DACOSTA, J. B. N. e CAIXEIRO, J. M. R. 2007. Compostos organofosforados pentavalentes: histórico, métodos sintéticos de preparação e aplicações como inseticidas e agentes antitumorais. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 159-170, 2007.
- ZARBIN, P. H. G.; FERREIRA, J. T. B.; LEAL, W. S. Metodologias gerais empregadas no isolamento e identificação estrutural de feromônios de insetos. **Química Nova**, São Paulo, p. 22, 1999.
- ZARBIN, P.H.G.; RODRIGUES, M.A.C.M. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 722-731, 2009.