

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**

**ALEXSANDRO GONÇALVES PACHECO**

**RESPOSTA ATRATIVA DE *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) E *Metamasius*  
*Hemipterus* L. (1764) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) A DIFERENTES  
FEROMÔNIOS E CAIRÔMONIOS SINTÉTICOS**

**Rio Largo - AL**

**2022**

**ALEXSANDRO GONÇALVES PACHECO**

**RESPOSTA ATRATIVA DE *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) E *Metamasius Hemipterus* L. (1764) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) A DIFERENTES FEROMÔNIOS E CAIRÔMONIOS SINTÉTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas, do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

**Orientador(a): Prof.º. Dr.º. Henrique Fonseca Goulart**

**Rio Largo - AL  
2022**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

P116r Pacheco, Alexsandro Gonçalves

Resposta atrativa de *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) e *Metamasius Hemipterus* L. (1764) (Coleoptera:Curculionidae) a diferentes feromônios e cairômonios sintéticos. / Alexsandro Gonçalves Pacheco – 2022.  
37 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Henrique Fonseca Goulart

Inclui bibliografia

1. Ecologia química. 2. Semioquímicos. 3. Controle comportamental.  
I. Título.

CDU: 57

ALEXSANDRO GONÇALVES PACHECO

**RESPOSTA ATRATIVA DE *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) E *Metamasius Hemipterus* L. (1764) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) A FEROMÔNIOS E CAIROMÔNIOS SINTÉTICOS.**

Dissertação submetida à banca avaliadora como requisito para conclusão de Mestrado em Proteção de Plantas, aprovada no dia 29 de agosto de 2022.

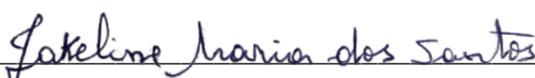
Documento assinado digitalmente  
 HENRIQUE FONSECA GOULART  
Data: 30/08/2022 17:40:17-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Prof.º Dr.º Henrique Fonseca Goulart – Universidade Federal de Alagoas  
Orientador

Banca Examinadora:

---

  
Dr.ª Jakeline Maria dos Santos - AGROSER

---



---

Dr.º Aldomario Santo Negrissoli Junior - Embrapa Tabuleiros Costeiros

RIO LARGO – AL  
2022

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, seguidamente, agradeço à toda minha família, meu pai, José Cícero Pacheco da Silva, minha mãe, Vera Lúcia Gonçalves Neta, e meu irmão, Allan Moisés Gonçalves Pacheco, por serem minha base e estarem sempre me apoiando no que fosse necessário.

Agradeço ao meu orientador, Prof.º Dr.º Henrique Fonseca Goulart, muito obrigado pela orientação e por contribuir na minha formação.

Agradeço a todos os professores e colegas do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA/UFAL e do Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas, pelos ensinamentos compartilhados que levarei para o resto da vida.

Ao Laboratório de Pesquisa e Recursos Naturais (LPqRN), onde foram realizados os experimentos, em especial, ao meu amigo Anderson Bruno, que sempre me auxiliou durante os trabalhos, sua generosidade é admirável e espero um dia poder retribuir toda essa ajuda.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo, me apoiando e sendo a minha válvula de escape da vida acadêmica, compartilhando momentos incríveis ao meu lado, principalmente a minha amiga, Camila Alexandre, que esteve presente desde a graduação e agora, mais do que nunca, me ajudou sempre que precisei, você é especial.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meu muito obrigado!

# RESPOSTA ATRATIVA DE *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) E *Metamasius Hemipterus* L. (1764) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) A DIFERENTES FEROMÔNIOS E CAIRÔMONIOS SINTÉTICOS

## RESUMO

Numerosas espécies de Areceas possuem grande valor econômico estando entre as principais fontes de recursos florestais não madeireiros, com várias utilidades e gerando emprego e renda a diversos agricultores. A incidência de pragas nas Areceas constitui um fator limitante à exploração, respondendo de maneira significativa pelo depauperamento geral da cultura e conseqüentemente pela redução da produtividade. Esta situação é agravada pela ocorrência de pragas como *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) e *Metamasius hemipterus* L. (1764) (Coleoptera: Curculionidae), as injúrias à cultura são causadas pelas larvas que fazem galerias no meristema apical das plantas ocasionando a redução do perfilhamento e a abertura dos orifícios podem servir como porta de entrada de fitopatógenos, além disso, também podem ser vetores de doenças que podem levar a morte da planta. Até o presente momento, não há na literatura ou no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) informações sobre um inseticida potencialmente eficiente para o manejo de *R. palmarum* e *M. hemipterus*. Atualmente, o controle com uso de armadilhas com atrativos tem sido a forma de controle mais eficiente para a redução das populações desses insetos-praga. Diante disso, o trabalho teve como objetivo analisar a eficiência de feromônios e cairomônios sintéticos em testes de olfatometria e eletroantenografia na atratividade de *R. palmarum* e *M. hemipterus* para uma possível formulação de compostos que sejam atrativos estas pragas. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisas em Recursos Naturais (LPqRN) do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas – Campus A.C. Simões. Foram feitos bioensaios em olfatômetro em Y e cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG- EAG). Concluiu-se que machos e fêmeas de *M. hemipterus* não apresentam respostas atrativas a acetoína. Machos e fêmeas de *R. palmarum* apresentaram respostas eletroantenográficas ao composto acetoína, sendo mais atrativo através de bioensaios comportamentais em alfatômetro em Y para machos do que fêmeas. Machos e fêmeas de *R. palmarum* e *M. hemipterus* apresentam maior resposta ao composto Meta 1, quando comparado aos compostos Meta 2, Rincoforol e Óleo de coco.

**Palavras-chave:** controle comportamental, semioquímicos, ecologia química.

# ATTRACTIVE RESPONSE OF *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) AND *Metamasius hemipterus* L. (1764) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) TO DIFFERENT SYNTHETIC PHEROMONES AND CAYROMONES

## ABSTRACT

Numerous species of Areaceas have great economic value, being among the main sources of non-timber forest resources, with several uses and generating employment and income for several farmers. The incidence of pests in Areaceas is a limiting factor for exploitation, accounting significantly for the general depletion of the crop and consequently for the reduction in productivity. This situation is aggravated by the occurrence of pests such as *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) and *Metamasius hemipterus* L. (1764) (Coleoptera: Curculionidae), the damage to the crop is caused by the larvae that make galleries in the apical meristem of the plants, causing the reduction of the tillering and the opening of holes can serve as a gateway for phytopathogens, in addition, they can also be vectors of diseases that can lead to plant death. To date, there is no information in the literature or in the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) on a potentially efficient insecticide for the management of *R. palmarum* and *M. hemipterus*. Currently, control with the use of traps with attractants has been the most efficient form of control to reduce the populations of these insect pests. Therefore, the objective of this work was to analyze the efficiency of synthetic pheromones and kairomones in olfactometry and electroantennography tests on the attractiveness of *R. palmarum* and *M. hemipterus* for a possible formulation of compounds that are attractive to both pests. The work was carried out in the Laboratório de Pesquisas em Recursos Naturais (LPqRN) from the Institute of Chemistry and Biotechnology of the Federal University of Alagoas – Campus A.C. Simões. Bioassays were performed in a Y-olfactometer and gas chromatography coupled with electroantennography (GC-EAG). It was concluded that males and females of *M. hemipterus* did not respond to acetoin. Males and females of *R. palmarum* showed electroantennographic responses to the compound acetoin, being more attractive through behavioral bioassays in Y-olfactometer for males than females. Males and females of *R. palmarum* and *M. hemipterus* showed greater response to the Meta 1 compound, when compared to the Meta 2 compounds, Rincophorol and Coconut oil.

**Keywords:** behavioral control, semiochemicals, chemical ecology.

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Porcentagem da preferência olfativa de <i>Metamasius hemipterus</i> a acetoína em olfatômetro em Y.....	22
<b>Figura 2.</b> Porcentagem da preferência olfativa de <i>Metamasius hemipterus</i> a acetoína em olfatômetro em Y.....	23
<b>Figura 3.</b> Atividade eletrofisiológica da antena de macho e fêmea de <i>Rhynchophorus palmarum</i> ao composto acetoína. ....	24
<b>Figura 4.</b> Respostas eletroantegráficas das antenas de machos de <i>Rhynchophorus palmarum</i> frente aos compostos Meta 1, Meta 2, Óleo de coco e Rincoforol. ....	26
<b>Figura 5.</b> Respostas eletroantegráficas das antenas de fêmeas de <i>Rhynchophorus palmarum</i> frente aos compostos Meta 1, Meta 2, Óleo de coco e Rincoforol. ....	26
<b>Figura 6.</b> Respostas eletroantegráficas das antenas de machos de <i>Metamasius hemipterus</i> frente aos compostos Meta 1, Meta 2, Óleo de coco e Rincoforol. ....	27
<b>Figura 7.</b> Respostas eletroantegráficas das antenas de fêmeas de <i>Metamasius hemipterus</i> frente aos compostos Meta 1, Meta 2, Óleo de coco e Rincoforol. ....	27

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	6
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	10
2.1 Arecaceae.....	10
2.2 Broca-do-olho-do-coqueiro <i>Rhynchophorus palmarum</i> L. (1764) (Coleoptera: Curculionidae) .....	12
2.3 Broca-rajada <i>Metamasius hemipterus</i> L. (1764) (Coleoptera: Curculionidae) .....	13
2.4 Semioquímicos .....	14
2.5 Feromônios .....	15
2.6 Rincoforol.....	16
2.7 Uso de cairomônios como adjuvantes .....	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3.1 Obtenção dos insetos adultos de <i>R.palmarum</i> e <i>M. hemipterus</i> .....	19
3.2 Manutenção dos insetos adultos de <i>R.palmarum</i> e <i>M. hemipterus</i> no laboratório ...	19
3.3 Bioensaio comportamental em olfatômetro Y da atratividade de acetoína sobre adultos machos e fêmeas de <i>R. palmarum</i> e <i>M. hemipterus</i> .....	19
3.4 Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG- EAG) em teste de espectro de ação de acetoína sobre os adultos machos e fêmeas de <i>R. palmarum</i> e <i>M. hemipterus</i> .....	20
3.5 Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG- EAG) – Puff em reposta a Rincoforol, Meta 1, Meta 2 e Óleo de coco sobre os adultos machos e fêmeas de <i>R.palmarum</i> e <i>M.hemipterus</i> .....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
4.1 Bioensaio comportamental em olfatômetro Y da atratividade de acetoína sobre adultos machos e fêmeas de <i>R. palmarum</i> e <i>M. hemipterus</i> .....	21
4. 2 Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG- EAG) em teste de espectro de ação de acetoína sobre os adultos machos e fêmeas de <i>R. palmarum</i> .....	24
4.3 Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG- EAG) – Puff em reposta a Rincoforol, Meta 1, Meta 2 e Óleo de coco sobre os adultos machos e fêmeas de <i>R.palmarum</i> e <i>M.hemipterus</i> .....	25
5. CONCLUSÕES .....	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

As espécies da família Arecaceae estão entre os produtos florestais de maior interesse para a sobrevivência e a subsistência do homem ou ainda para fins de comercialização. Essa família se encontra entre as de maior importância econômica para a população humana. Possuem um potencial econômico e ecológico de uso que se destaca do ponto de vista natural. Além de estar frequentemente na alimentação in natura através dos frutos ou como doces, bebidas, palmito, óleos, produção de madeira, artesanato e produtos com fins medicinais. Com destaque as espécies dos gêneros *Euterpe*, *Elaeis*, *Acrocomia*, *Bactris* e *Cocos*, os seus produtos são frequentemente comercializados em feiras e mercados de muitas cidades do Brasil apresentando diversas utilidades (LEITMAN et al., 2013; LIMA et al., 2003).

A incidência de pragas constitui um fator limitante à exploração, respondendo de maneira significativa pelo depauperamento geral da cultura e conseqüentemente pela redução da produtividade. Grande parte do cultivo de Arecaceae no Brasil é realizado por pequenos produtores que não possuem acesso à tecnologia e a recursos financeiros, dessa forma, aumentando ainda mais a precariedade no manejo de pragas.

Entre os insetos-pragas, destacam-se *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) (Coleoptera: Curculionidae) e *Metamasius hemipterus* L. (1764) (Coleoptera: Curculionidae). As larvas desses besouros fazem galerias no meristema apical das palmeiras ocasionando a redução do perfilhamento e a abertura dos orifícios podem servir como porta de entrada de fitopatógenos (DUARTE et al., 2003; MOURA et al., 2006).

Considerado uma das principais pragas das palmeiras em toda a América Tropical, *R. palmarum* pode causar danos diretos por meio de suas larvas ao abrirem galerias na região central do caule da planta, bastando apenas 20 delas para uma infestação letal (GIBLIN-DAVIS, 2001). Como dano indireto, *R. palmarum* é o vetor responsável pela dispersão do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb.), agente causal da doença do Anel Vermelho. As plantas infectadas entram em processo de fermentação e exalam odores que atraem insetos vetores, que irão penetrar na planta perfurando seus tecidos próximos a gema apical, e conseqüentemente ficam contaminados e prontos para infectar plantas sadias (ARAÚJO JÚNIOR, 2018; CHINCHILLA, 1992).

O inseto *M. hemipterus* é considerado uma praga importante em palmeiras, sendo que o ataque e colonização das culturas dão-se normalmente após injúrias decorrentes aos tratamentos culturais, doenças e outros fatores que provoquem abertura que favoreçam a

infestação. As fêmeas raspam o tecido do caule com o rostro e colocam os ovos, deixando-os protegidos. As injúrias são causadas pelas larvas, que ao se alimentarem do tecido vegetativo da planta, formam galerias ao longo do caule (FRANK; CAVE, 2005). Esses orifícios ocasionados pelas larvas de *M. hemipterus*, além de propiciar o broqueamento do caule, causando redução do perfilho, facilitam a entrada de fitopatógenos prejudiciais as plantas (LEÓN-BRITO et al., 2005). Além dos danos diretos, *M. hemipterus* também pode afetar a produtividade de espécies de palmeiras por ser possível vetor do nematoide *B. cocophilus* (SOLIMAN et al., 2009).

Além da família Arecaceae, são conhecidas cerca de 30 espécies de plantas hospedeiras das pragas *R. palmarum* e *M. hemipterus*, incluindo espécies cultiváveis de importância econômica como cana-de-açúcar (Poacea) (*Sacharum officinarum*), mamão (Caricaceae) (*Carica papaya*), banana (Musaceae) (*Musa* sp.) e abacaxi (Bromeliaceae) (*Ananas comosus*) (CYSNE et al., 2013; ZORZENOM, 2000).

Para o controle de *R. palmarum* e *M. hemipterus* não há registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022) de produtos como potencial inseticida para eliminação dessas pragas. Portanto, outras medidas de controle vêm sendo estudadas, dentre essas medidas temos o uso dos semioquímicos, que surgem como uma forma de controle alternativa, não só pela sua eficiência, bem como também pela diminuição dos impactos ambientais negativos que são causados pelos agrotóxicos.

Os semioquímicos podem alterar o comportamento dos insetos, esse fato faz com que estas substâncias sejam objeto de estudos que visam manipular espécies-praga (MARTINS, 2013). A identificação de semioquímicos envolvidos na comunicação que ocorre entre plantas e insetos herbívoros permite o desenvolvimento de diversas estratégias sustentáveis do controle de pragas, tornando possível a confecção de armadilhas que visem controle ou monitoramento destas (SHRIVASTAVA et al., 2010).

Os semioquímicos utilizados para promover a comunicação entre indivíduos da mesma espécie são chamados de feromônios, estes estão sendo identificados e produzidos de forma sintética, viabilizando sua utilização para captura dos insetos em armadilhas, seguida de eliminação destas no campo. O uso de feromônio vem aumentando a possibilidade de controlar a população das pragas, possibilitando a diminuição, ou mesmo a eliminação do uso de agrotóxicos (OEHLSCHLAGER et al., 1993).

Dentre os semioquímicos, encontramos os aleloquímicos, que são caracterizados quando a comunicação ocorre entre indivíduos de espécies diferentes. Nesse grupo temos os cairomônios, que assim são denominados quando apenas a espécie receptora do sinal

é beneficiada. Os cairomônios podem ser utilizados como iscas através de produtos naturais que emitem voláteis que geram atratividade sobre insetos-praga possibilitando o seu controle no campo.

A ideia desse trabalho surgiu em 2008, quando Ferreira e colaboradores realizaram experimentos onde os tratamentos foram constituídos por sete compostos sintéticos (feromônios e cairomônios), que em geral são atrativos para curculionídeos, testados isolados e em misturas binárias e ternárias, na captura em armadilhas dos insetos *R. palmarum* e *M. hemipterus*. Constatou-se que a utilização do óleo de coco e acetoína quando expostos puros no campo foram menos atrativos aos insetos, porém em misturas com feromônios aumentou a atratividade. Em busca de um melhor entendimento desses resultados se tornou necessário uma continuidade deste trabalho em testes de laboratório que diante dos recursos da época se tornaram inviáveis. Hoje com os avanços tecnológicos e com uma melhor infraestrutura laboratorial é possível a realização desses experimentos.

Apesar da existência de alguns feromônios já identificados e utilizados no controle de pragas para diferentes espécies, todos são específicos a atratividade de apenas um inseto. A existência de um feromônio que seja atrativo a duas espécies que sejam pragas de uma mesma cultura traz como vantagem redução nos custos e menor mão de obra para o agricultor, além da ampliação do controle de pragas.

O MIP, fundamentado em conceitos de minimização dos riscos dos pesticidas, destaca as táticas de manejo de pragas baseado no comportamento, observando a interação inseto-inseto e inseto-planta (THOMAZINE, 2009).

Diante disso, o trabalho teve como objetivo analisar a eficiência de compostos feromonais e cairomônios sintéticos, em testes de laboratório, na atratividade de *R. palmarum* e *M. hemipterus* para uma possível formulação de um feromônio, com o uso de cairomônios como adjuvantes, que sirvam para a atração de ambas as espécies e que possam ser utilizados como medida de controle comportamental a fim de contribuir para o manejo integrado de pragas agrícolas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Arecaceae**

Dentre as muitas famílias de plantas que habitam os trópicos, a Arecaceae se destaca pela sua importância ecológica, estando usualmente entre as plantas dominantes em densidade e estabelecendo interações com diferentes organismos (STAGGEMEIER et al. 2016, STEEGE et al. 2013). Nos neotrópicos, a família Arecaceae conta com aproximadamente 550 espécies que possuem frutos (em geral, drupas com 1 – 4 sementes) de diferentes tamanhos, colorações e uma variedade de defesas mecânicas contra herbivoria (HENDERSON; GALEANO, 1997). A família tem distribuição pantropical e no Brasil são representados 35 gêneros e 380 espécies, distribuídas em todos os ecossistemas terrestres, apresentando-se com maior diversidade na floresta amazônica e na mata-atlântica (ARAGÃO, 2002).

As plantas desta família apresentam uma arquitetura peculiar e de fácil reconhecimento, com caule do tipo estipe que pode ser aéreo, subterrâneo ou escandente, solitário ou cespitoso (formando touceiras) de diâmetro (desde poucos milímetros até 1,80 m) e altura (de 0,5 a 50 m) variáveis, podem ter folhas muito diversas tanto em relação ao tamanho, como forma e divisão (HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995, LORENZI et al., 2004). As suas flores são organizadas em inflorescências do tipo espiga, racemo ou panícula, e estas são protegidas por uma bráctea (espata), as flores na maioria das espécies, são pouco atraentes devido ao seu tamanho reduzido e coloração pouco vistosa, mas apresentam uma característica muito interessante, as flores possuem termogênese (produção de calor) o que volatiliza os compostos odoríferos das flores atraindo seus polinizadores (RIBEIRO et al. 1999).

Areaceae representam a terceira família botânica mais importante para o ser humano (JOHNSON, 1998). Possuem ampla distribuição, abundância, produtividade e diversidade de usos, é de grande importância alimentar, medicinal, sociocultural e econômica para populações locais (ZAMBRANA et al. 2007). Também estão entre as famílias de maior longevidade no reino vegetal e entre as espécies de plantas vasculares mais encontradas nos países tropicais (HENDERSON, 2002). Essas plantas desempenham papéis importantes na estrutura e funcionamento de diversos ecossistemas (LIEBERMAN et al., 1985; TERBORGH, 1986; GALETTI; ALEIXO, 1998). Seus frutos ricos em lipídeos e carboidratos apresentam alto valor energético sendo utilizados como recurso alimentar por uma ampla variedade de espécies (HENDERSON et al., 2000).

São fontes de alimento e subsistência para o mundo tropical, muitos povos tiram proveito dessas plantas que fornecem fibras, frutos, folhas, palmito, água, remédios,

madeira, entre outros. São grandes fontes de óleos vegetais ricos em vitaminas, a A principalmente, e a indústria mundial (especialmente a de cosméticos) tem dado uma atenção especial para os óleos das palmas (HENDERSON, 2002).

Os frutos de *Arecaceae* são importantes ao homem pois é um grande beneficiário dos recursos advindos deste grupo, utilizando-os como fonte de alimento, para construções e artesanato em geral, paisagismo, medicina alternativa (BALICK; BECK, 1990; MENDONÇA; ARAÚJO, 1999) e recentemente há um crescente interesse do uso de algumas espécies desta família na produção de biodiesel em função da grande produção de óleo dos frutos e sementes de algumas plantas (CLEMENT et al., 2005).

Também são importantes componentes da paisagem em regeneração, principalmente em áreas severamente perturbadas (LORENZI et al., 2004), servem como matérias primas, sendo utilizados na construção de telhados, produções artesanais de utensílios e móveis, ornamentação, uso medicinal e, até mesmo, como combustível (TOMLINSON, 1979; RUFINO, 2007; SALM; JALLES-FILHO; SCHUCK, 2005).

## **2.2 Broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (1764) (Coleoptera: Curculionidae)**

O gênero *Rhynchophorus* é relatado causando danos em *Arecaceae* em quase toda a região tropical do planeta, sendo *R. palmarum* a única espécie registrada no Brasil (FERREIRA et al., 2014). Além do Brasil, também é registrada na Argentina, Barbados, Belize, Bolívia, Colômbia, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Equador, Estados Unidos da América (Arizona, Califórnia e Texas), Guadalupe, Guatemala, Guiana Francesa, Honduras, Martinica, México, Nicarágua, Países Baixos, Panamá, Paraguai, Porto Rico, República Dominicana, Santa Lucia, São Vicente e Grenadinas, Suriname, Trinidad e Tobago, Uruguai, Venezuela (FERREIRA et al., 2014).

O adulto de *R. palmarum* mede entre 4,5 a 6,0 cm de comprimento e 1,5 a 1,8 cm de largura, tem cor preta e o rostro recurvado com 10 a 12 mm de comprimento. As antenas possuem forma de cotovelo e se encaixam em sulcos longitudinais na base do rostro; tem escapo longo (metade do tamanho da antena), funículo de seis segmentos e clava antenal triangular esponjosa. As asas são curtas, deixando exposta a parte terminal do abdômen, e possuem oito estrias longitudinais, das quais cinco são superficiais e confusas. Essa espécie possui dimorfismo sexual com características marcantes no rostro; o do macho possui pelos rígidos em forma de escova na parte superior e o da fêmea é liso,

fino e um pouco recurvado. O adulto possui hábito gregário, atividade de voo diurna e presença registrada no campo durante todo o ano, com picos populacionais que variam de acordo com a temperatura, a umidade atmosférica e o ambiente (SÁNCHEZ et al., 1993).

O adulto é considerado responsável pela disseminação de doenças letais em palmeiras de importância econômica, como coqueiro, palma-de-óleo, açaí e pupunha. Na palma-de-óleo é o principal agente transmissor do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) (GRIFFITH, 1968; MOURA et al., 1990) e no coqueiro, além desse patógeno, também do fungo *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes), principais agentes causais das doenças letais anel-vermelho e resinose-do-coqueiro, respectivamente (GRIFFITH, 1968; MOURA et al., 1990; FERREIRA et al., 2014). Odores fermentados liberados por palmeiras com ferimentos causados por ferramentas agrícolas, outros insetos, bem como, por palmeiras doentes ou mortas são atrativos determinantes para a colonização da planta hospedeira (FERREIRA; QUEIROZ, 2021).

No Brasil, o dano mais comum causado pelas larvas é em palmeiras jovens. A fêmea após penetrar na parte apical da planta faz postura nos tecidos tenros e as larvas, no decorrer do seu ciclo, desenvolvem-se e se alimentam nessa região, fazendo galerias que danificam o meristema apical da palmeira (FERREIRA et al., 2014). Os tecidos, uma vez destruídos, fermentam, decompõem-se e adquirem um odor fétido. Externamente, as folhas mais novas murcham, curvam-se e secam, indicando a morte da planta (FERREIRA; QUEIROZ, 2021).

### **2.3 Broca-rajada *Metamasius hemipterus* L. (1764) (Coleoptera: Curculionidae)**

As espécies do gênero *Metamasius* são encontradas em todos os continentes, principalmente na região tropical das Américas. São descritas aproximadamente 110 espécies no mundo, associadas a várias plantas hospedeiras como *Arecacea* (ROCHA, 2012).

A espécie *M. hemipterus*, comumente denominada de “broca-rajada”, é considerada praga importante das palmeiras, pois suas larvas broqueiam o caule da planta ocasionando perdas devido a redução do perfilhamento e a abertura de orifícios podem servir como porta de entrada à fitopatógenos (SOLIMAN et al., 2009).

No Brasil, o *M. hemipterus* está associado a vários hospedeiros: açaizeiro (*Euterpe oleracea* Martius), coqueiro (*Cocos nucifera* L.), dendezeiro (*Elaeis guineensis*

Jacq.), palmito-juçara (*Euterpe edulis* Martius), pupunheira (*Bactris gasipaes*), tamareira (*Phoenix dactylifera*), palmeira-real-da-austrália (*Archontophoenix* spp.) todos pertencente à família Arecaceae, além da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* Linnaeus) e bananeira (*Musa* spp.) (ZORZENON et al., 2000; YASUDA, 2005; GOMES, 2008).

Além dos danos diretos *M. hemipterus* também está associada à disseminação de nematoides em diversas culturas, devido a sua mobilidade e distribuição, e já foi relatado como responsável pela dispersão do nematóide do anel-vermelho em plantações de palmeiras (LEÓN-BRITO, 2005). Segundo Warwick; Passos (2009), foi descoberto uma relação entre *M. hemipterus* e a resinose do coqueiro, outra doença bastante severa em palmeiras, causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes) Hölh (*Chalara paradoxa*; telomorfo *Ceratocystis paradoxa*).

A fêmea deposita ovos de coloração branco-leitosa, com forma elíptica, e cerca de 2 mm de comprimento. As larvas são ápodas, de coloração branco-leitosa, com a cápsula cefálica de coloração amarela a marrom, podendo alcançar mais de 8 a 10 mm de comprimento nos últimos instares. As pupas ficam protegidas dentro de um casulo confeccionado, pela própria larva, com fibras da planta hospedeira (LEÓN-BRITO, 2005; ZORZENON et al., 2000).

Adultos de *M. hemipterus* podem variar em cores de vermelho para laranja e preto. Além disso, o padrão de coloração em élitros, pronoto e ventre também pode variar. O comprimento total de adultos a partir da ponta do rostro até ao final do abdome pode variar de 9 a 14 mm. Possuem 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).

## 2.4 Semioquímicos

A origem semântica da palavra semioquímicos está relacionada com a palavra grega *semêion*, que significa sinal, portanto, são designados de semioquímicos (sinais químicos) os compostos utilizados na intermediação de relações entre os seres vivos. Os semioquímicos possuem duas classificações; a primeira está relacionada com a espécie do emissor e do receptor do sinal químico, e a segunda, de acordo com os resultados decorrentes desta comunicação (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Os semioquímicos utilizados para a comunicação de indivíduos em espécies

diferentes são denominados aleloquímicos e podem ser subdivididos em alomônios, caimônios, sinomônios e apneumônios, a depender da ação benéfica para o emissor ou receptor (PAIVA, 2013). Já os semioquímicos mediadores de comunicação intraespecíficas em insetos, são denominados feromônios, classificados de acordo com sua função, como feromônios sexuais, de trilha, de oviposição, de alarme, entre outros (WITZGALL; KIRSCH; CORK, 2010).

Os insetos exercem suas relações ecológicas com o ambiente e com os 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. 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; RODRIGUES; LIMA, 2009).

O uso de semioquímicos, principalmente os feromônios, de insetos-praga aumenta a eficiência de estratégias de controle, tais como monitoramento, coleta em massa e confusão sexual, e ainda contribui para a preservação do meio ambiente (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009). Uma das vantagens do uso de semioquímicos em campo é a especificidade, com aplicação de forma pontual e discreta, reduzindo a probabilidade do contato de organismos não-alvo com o composto, permitindo a ação de inimigos naturais e agentes polinizadores e prevenindo contaminações ambientais (PAIVA, 2013).

## **2.5 Feromônios**

Algumas espécies de insetos empregam odores ou sinais químicos (infoquímicos) para a comunicação entre os indivíduos ou para reagir à presença de outros seres. A troca de informações, através dos infoquímicos, desencadeia uma série de comportamentos nos insetos, incluindo a aproximação, o alarme e o recrutamento, entre outros (VILELA; DELLA LUCIA, 2001).

A comunicação por feromônios, intraespecífica, são divididas em sua função como em feromônio de alarme, sexual, de atração e agregação, entre outros (MORAES et al., 2005). O uso de feromônios em ações de controle de insetos-praga aumenta a eficácia destas estratégias e ainda contribui para a preservação do meio ambiente. Portanto esta tecnologia está na vanguarda do modelo preconizado para a agricultura do

futuro (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Os feromônios de agregação, geralmente emitidos por um dos sexos, atraem ambos os sexos, sinalizando a descoberta de uma fonte alimentar e facilitando a cópula. Esse tipo de feromônio é característico de coleópteros. Por exemplo, machos do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*, [Boheman, 1843]) (Coleoptera: Curculionidae) produzem um feromônio de agregação que atraem machos e fêmeas para a fonte alimentar (FERNANDES; CARVALHO; HABIB, 2001).

Feromônios também são utilizados para o monitoramento das populações-praga, o que permite ao produtor conhecer os níveis populacionais ao longo do tempo, facilitando a determinação do momento correto da aplicação do inseticida (MARTINS, 2013).

Nas diferentes técnicas são utilizados principalmente feromônios sexuais e de agregação. Exemplos do uso de feromônios podem ser encontrados em diferentes culturas pelo mundo. São exemplos no Brasil, o monitoramento das populações de *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) através do feromônio de agregação (Grandlure®) produzido pelos machos (FERNANDES; CARVALHO; HABIB, 2001), e o uso do feromônio de agregação (Rincoforol®) para coleta massal da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L., ambos curculionídeos. Além disso, pode-se ressaltar o monitoramento de populações de *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Vesperidae) em cana-de-açúcar (LEAL et al., 1994).

Para que o uso de feromônios seja aprimorado e ampliado, são necessários estudos que busquem maior compreensão a respeito da biodinâmica desses atraentes e de possíveis efeitos aditivos ou sinérgicos com voláteis de plantas. Trabalhos dessa natureza podem elucidar as influências dos fatores fenológicos das plantas hospedeiras na ocorrência, distribuição e flutuação populacional de insetos (METCALF; METCALF, 1992).

## **2.6 Rincoforol**

O Rincoforol foi isolado e identificado em 1981 por RoCHAT e colaboradores, empregando-se, inicialmente, neste processo, entre outros, as técnicas de aeração e eletroantenoграфия. Entretanto, para a sua completa identificação estrutural, foram posteriormente empregadas, a cromatografia gasosa e a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999). Em 1992, Oehlschalger

et al. definiram sua estereoquímica absoluta como sendo 2(E)-6- metil-2-hepten-4-ol e demonstraram que o isômero (R)-Rincoforol não possui atividade inibitória sobre o isômero ativo (S), permitindo assim a utilização no campo do racemato sintético (NAVARRO et al., 2002; JAFFÉ et al., 1993; OEHLSCHLAGER et al., 1992).

Com a descoberta do Rincoforol esperava-se uma redução no uso de atrativos alimentares. Entretanto, testes de campo mostraram que armadilhas iscadas apenas com o feromônio de agregação, ou com partes de plantas hospedeiras, não são muito eficientes na captura do *R. palmarum*. Porém, quando associados, o efeito sinérgico potencializa sua atratividade.(JAFFÉ et al., 1993; DUARTE et al., 2003; TIGLIA et al., 1998; CHINCHILLA; OEHLSCHLAGER, 1992)

Desde 1995, o Laboratório de Ecologia Química do Departamento de Química da UFAL vem fornecendo o feromônio aos agricultores, obtido de acordo com a metodologia de trabalho aqui registrada, juntamente com instruções sobre como utilizá-lo. Hoje, o fornecimento para testes já atinge, além de Alagoas, os Estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Tocantins, Pará, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. A rota sintética que vem sendo utilizada para a obtenção do Rincoforol envolve uma única etapa: a adição do reagente de Grignard preparado a partir do brometo de isobutila e magnésio metálico ao crotonaldeído (NAVARRO et al., 2002).

## **2.7 Uso de cairomônios como adjuvantes**

Os cairomônios são substâncias dentro do grupo dos aleloquímicos que estão associados à comunicação interespecífica. Embora pertinentes ao emissor, os cairomônios induzem uma resposta comportamental e/ou fisiológica benéfica apenas ao seu receptor (DICKE; SABELIS, 1988). A identificação de cairomônios envolvidos na comunicação que ocorre entre plantas e insetos herbívoros permite o desenvolvimento de diversas estratégias sustentáveis de controle de pragas, tornando possível a confecção de armadilhas que visem controle ou monitoramento destas (SHRIVASTAVA et al., 2010).

Sabe-se que geralmente os insetos herbívoros reconhecem e localizam suas plantas hospedeiras através da detecção de misturas características de voláteis emitidas por elas (WEBSTER et al. 2010). As espécies vegetais liberam misturas distintas de voláteis a partir de órgãos como flores, frutos e outras partes da planta. Nas flores eles são percebidos por uma vasta gama de insetos que são atraídos e orientados para os

recursos alimentares dentro do órgão. Esses voláteis florais são essenciais para permitir que os insetos possam discriminar entre espécies de plantas e até mesmo entre flores individuais de uma única espécie (KNUDSEN; GERSHENZON, 2006).

Armadilhas iscadas apenas com o feromônio de agregação, ou com partes de plantas hospedeiras, não são muito eficientes na captura dos besouros das palmeiras. Porém, quando combinados, o efeito sinérgico aumenta a atração em até 20 vezes (OEHLSCHLAGER et al., 1992; GRIES et al., 1993; PEREZ et al., 1994; OEHLSCHLAGER et al., 1992). Devido a esse sinergismo, muitas substâncias voláteis, provenientes dos tecidos de palmeiras e de outras plantas hospedeiras, têm sido identificadas. Vários ésteres de palmeiras, como o acetato de etila, propionato de etila, butirato de etila e isobutirato de etila, testados em associação com o feromônio, aumentaram a atração de várias espécies do gênero *Rhynchophorus* (GRIES et al., 1994).

As moléculas já identificadas para compostos cairomonais podem pertencer aos grupos dos hidrocarbonetos, ácidos carboxílicos, cetonas, aminoácidos e proteínas (LEWIS, 1976). Mucopolissacarídeos – um complexo proteico – também já foram relatados como cairomônios (BIN, 1993), bem como terpenoides (GRÉGOIRE, 1992).

Adjuvantes são substâncias que melhoram o desempenho dos produtos formulados e diante da atratividade dos cairômonios aos insetos, estes podem ser utilizados na formulação de feromônios aumentando a sua eficiência para a captura e controle das pragas no campo.

O conhecimento do papel ecológico dos cairomônios revela o potencial de sua aplicabilidade no manejo integrado de pragas. Os cairomônios, assim como os feromônios, podem ser empregados para detectar e monitorar populações de insetos (NORIN, 2007).

Existem diversos trabalhos descritos na literatura com exemplos de substâncias exaladas por plantas e que são reconhecidas por insetos que localizam a planta hospedeira para delas se alimentarem, dessa forma os cairomônios possuem papel importante para serem utilizados no controle de pragas.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Pesquisas em Recursos Naturais (LPqRN) do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas - Campus A.C. Simões e a criação dos insetos foi mantida no Laboratório de

Entomologia Agrícola e Florestal da Universidade Federal de Alagoas - Campus de Engenharia e Ciências Agrárias.

### **3.1 Obtenção dos insetos adultos de *R.palmarum* e *M. hemipterus***

Os insetos adultos de *R.palmarum* e *M. hemipterus* de idade desconhecida foram coletados em área de mata nas imediações do campus de engenharias e ciências agrárias da universidade.

As capturas foram feitas no final da manhã ou início da tarde, através da utilização de armadilhas do tipo balde com o uso de pedaços de cana-de-açúcar como isca alimentícia e eppendorfs como liberadores do feromônio sintético de agregação Rincoforol. Após a captura os insetos foram acondicionados em recipientes plásticos com tampa própria, perfurada para facilitar a aeração e não serem danificados até a sua chegada ao laboratório.

### **3.2 Manutenção dos insetos adultos de *R.palmarum* e *M. hemipterus* no laboratório**

Os insetos de *R.palmarum* foram mantidos em gaiolas confeccionadas com madeira treliçada de arame e os insetos de *M. hemipterus* em recipientes plásticos com tampa perfurada, ambos com o fundo coberto com papel-toalha (que também serviram de substrato para a oviposição após o acasalamento) umedecido com água destilada. Os insetos adultos foram diariamente alimentados com pedaços de colmo de cana-de-açúcar até serem utilizados para os devidos experimentos.

### **3.3 Bioensaio comportamental em olfatômetro Y da atratividade de acetoína sobre adultos machos e fêmeas de *R. palmarum* e *M. hemipterus***

As respostas comportamentais dos adultos de *R.palmarum* e *M.hemipterus* a acetoína foram observadas utilizando o olfatômetro em Y, operado com um fluxo de ar contínuo de 1,0 L/min, previamente umidificado e filtrado com carvão ativado. O olfatômetro consistiu de um tubo de vidro em forma de Y, para *R.palmarum* o tubo principal possuía 25 cm com mais dois braços de 15 cm de comprimento e 18 cm de diâmetro, para *M. hemipterus* o tubo principal possuía 15 cm com mais dois braços de 8 cm de comprimento e 6 cm de diâmetro.

A fonte de odor utilizada foi um pedaço de papel de filtro (1 cm<sup>2</sup>) impregnado com 10 µL de Acetoína ou Diclorometano (DCM) utilizado como controle, que foi colocado na base de cada braço do olfatômetro. Um macho ou fêmea foi introduzido na base do tubo principal do olfatômetro e seu comportamento foi observado durante 10 minutos. A resposta foi registrada quando o besouro caminhou contra o fluxo de ar até o final do braço escolhido que contém a fonte de odor. E como não resposta quando o besouro não caminhou contra o fluxo de ar e/ou não tocou nenhuma das fontes de odor durante os 10 minutos observados. Após 10 repetições, o olfatômetro foi limpo com água destilada, etanol e um fluxo de ar limpo foi passado por cinco minutos, sendo a posição dos braços do olfatômetro invertida para evitar qualquer interferência externa. Foram feitas 20 repetições com insetos machos e 20 repetições com insetos fêmeas para cada espécie.

Os dados da resposta de machos e fêmeas de *R. palmarum* e *M. hemipterus* para os diferentes tratamentos em olfatômetro foram analisados utilizando-se o teste Qui-quadrado através do Software Statistical Analyses System (SAS).

#### **3.4 Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG- EAG) em teste de espectro de ação de acetoína sobre os adultos machos e fêmeas de *R. palmarum* e *M. hemipterus***

Os experimentos do CG - EAG foram realizados a fim de registrar as respostas de acetoína sobre os adultos de *R. palmarum* e *M. hemipterus*. Para isso os insetos foram selecionados, em seguida, com uso de pinça entomológica, a antena foi removida cuidadosamente e fixada no eletrodo. Um gel condutor de eletricidade foi usado para cobrir as extremidades, a fim de permitir a passagem da corrente elétrica (Signa gel, Parker Labs, EUA). Uma alíquota de 10 µL de acetoína foi injetada no CG - EAG (Shimadzu QP-2010), operado no modo “split”, contendo coluna capilar RTX-5 (30m x 0,25mm x 0,25 µm) (RESTEK Chromatography Products). Foram feitas três repetições para machos e fêmeas de cada espécie.

As condições de análise foram as seguintes: temperatura do injetor 250°C, temperatura inicial do forno de 50°C permanecendo por 7 minutos, com aumento de 7°C por minuto até atingir uma temperatura final de 280°C, a qual foi mantida por 5 minutos. Como gás de arraste foi utilizado o hidrogênio com fluxo de 1 L/min.

As respostas das antenas de machos e fêmeas de *R. palmarum* e *M. hemipterus* foram registradas utilizando o software GcEad32 versão 4.6.

### **3.5 Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG- EAG) – Puff em reposta a Rincoforol, Meta 1, Meta 2 e Óleo de coco sobre os adultos machos e fêmeas de *R.palmarum* e *M.hemipterus***

A análise dos compostos sobre a antena dos adultos de machos e fêmeas de *R.palmarum* e *M.hemipterus* ocorreu através da técnica de eletroantenografia. Os insetos foram selecionados, em seguida, com uso de pinça entomológica, a antena foi removida cuidadosamente e fixada no eletrodo. Um gel condutor de eletricidade foi usado para cobrir as extremidades, a fim de permitir a passagem da corrente elétrica (Signa gel, Parker Labs, EUA).

Como forma de controle, as antenas dos insetos receberam pulsos contendo hexano e ar. Foi adicionado 10µL de cada amostra sobre um papel de filtro (2,0 cm x 1,0 cm) inserido em uma pipeta de pasteur de vidro e conectado ao sistema gerador de pulsos (“Puff”) (StimulusController, Type CS-55, Syntech). Um total de 5 antenas para machos e fêmeas de *R.palmarum* e *M.hemipterus* foram testadas, recebendo estímulos dos tratamentos Hexano, Meta 1, Meta 2, Óleo de coco, Rincoforol e ar, sequencialmente, testando-se os compostos em triplicatas.

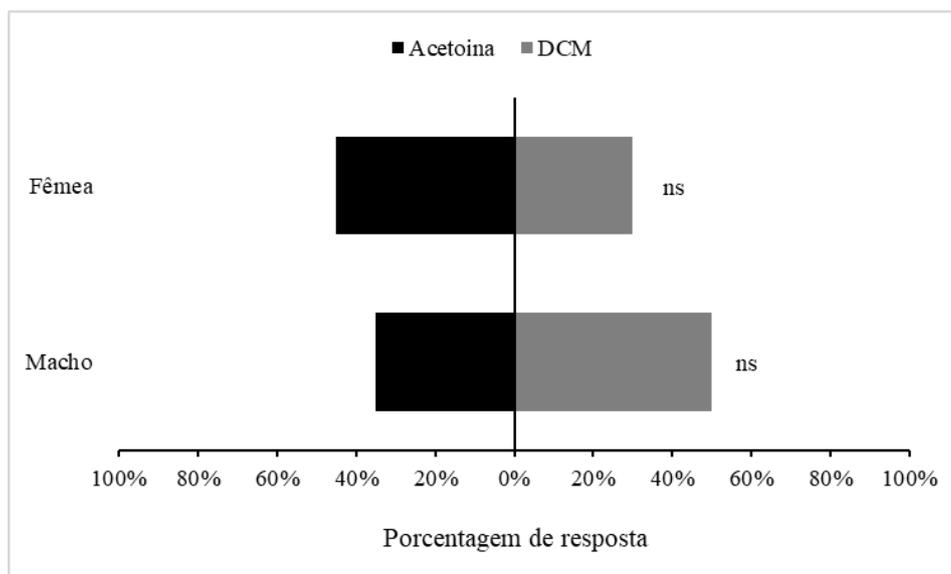
As respostas analógicas, em milivolts, foram obtidas, amplificadas e processadas com um controlador de aquisição de dados (IDAC-4, Syntech, Hilversum, Holanda) e registrados no software EAGPro versão 2.0.2 (Syntech, Holanda). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade no software SISVAR.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Bioensaio comportamental em olfatômetro Y da atratividade de acetoína sobre adultos machos e fêmeas de *R. palmarum* e *M. hemipterus***

Os resultados obtidos nos bioensaios comportamentais no olfatômetro mostraram que machos e fêmeas de *M. hemipterus* não indicaram preferência entre a fonte de odor controle (DCM) em relação a acetoína, apesar do composto apresentar maior preferência

para fêmeas do que machos os resultados também não diferiram estatisticamente entre si (Figura 1).



**Figura 1.** Porcentagem da preferência olfativa de *Metamasius hemipterus* a acetoina em olfatômetro em Y.

Estes resultados também corroboram com os experimentos realizados na resposta da acetoina sobre as antenas de machos e fêmeas de *M. hemipterus* feitas na eletroantonografia (CG-EAG), pois não foi encontrado respostas para esse composto.

Said et al. (2005) realizando testes em Eletroantenografia revelou que a acetoina pode reagir de forma mais eficaz e ser mais atrativa ao inseto quando associado ao rincoforol.

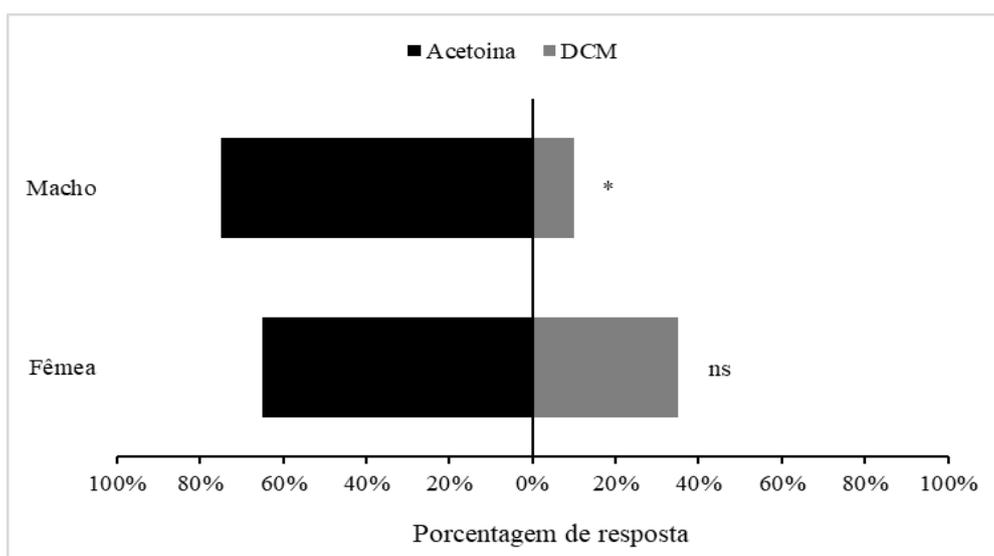
De acordo com Oehlshlager et al., (2002) a fermentação de produtos naturais exerce uma maior influência na atratividade de *M. hemipterus* pelo fato desses insetos serem dependentes de odores exalados por suas plantas hospedeiras para localizar ou obter acesso a alimentação e local para realizar a oviposição.

De forma geral, podemos inferir através dos resultados obtidos nesse experimento que a utilização de apenas a acetoina como fonte de odor utilizada não foi atrativa para o inseto. Ferreira et al (2008) em estudos de campo identificaram que o composto acetoina adicionado as misturas binárias com diferentes feromônios utilizados em armadilhas apresentou efeito atrativo para *M. hemipterus*.

Vale ressaltar que a importância da utilização de iscas alimentares que irão liberar voláteis atrativos para a captura dos insetos é de bastante importância, uma vez que em experimentos realizados por Soliman et al. (2009) verificaram que em armadilhas

instaladas no campo contendo apenas feromônio se mostrou ineficiente para captura de *M. hemipterus*, sendo esses insetos atraídos e capturados na área em armadilhas contendo o feromônio e iscas alimentares.

Os resultados obtidos nos bioensaios comportamentais feitos no olfatômetro em machos de *R. palmarum*, evidenciam que houve uma preferência entre a acetoína em relação a fonte de odor controle (DCM) ( $P \leq 0,05$ ), entretanto, o mesmo resultado não foi obtido para as fêmeas da espécie apresentando resultado não significativo (Figura 2). Por outro lado, observou-se que o macho de *R. palmarum* possui maior atração para o composto Acetoína do que a fêmea.



**Figura 2.** Porcentagem da preferência olfativa de *Rhynchophorus palmarum* a acetoína em olfatômetro em Y.

Pesquisas anteriores à identificação e síntese do feromônio de agregação de *R. palmarum*, já evidenciavam que alguns odores provenientes da fermentação de tecidos vegetais, tais como o etanol, atraem adultos de várias espécies do gênero *Rhynchophorus* (HAGLEY, 1965; GUNATILAKE; GUNAWARDENA, 1986).

Duarte et al. (2003), encontraram resultados sugestivos de que os componentes voláteis, oriundos da fermentação da cana-de-açúcar, foram os responsáveis por tornarem as armadilhas de feromônio mais eficientes na atração dos adultos de *R. palmarum*.

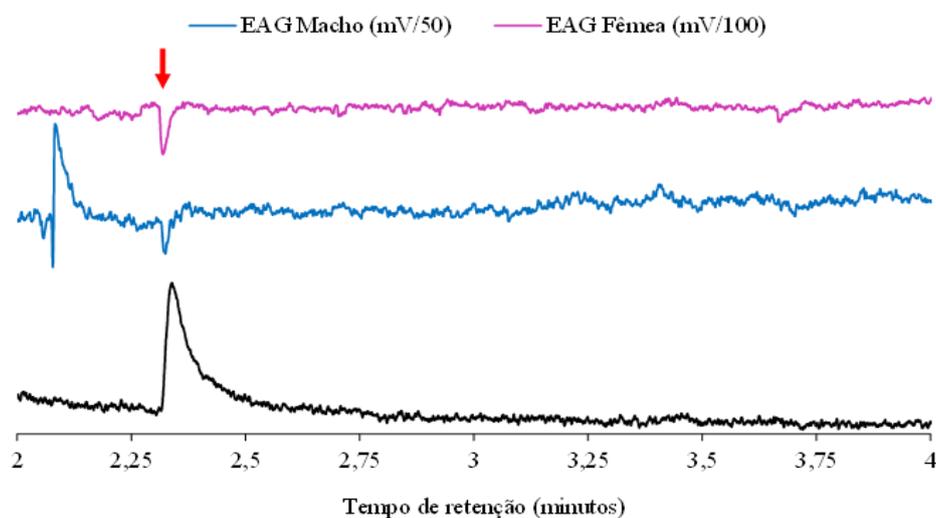
Armadilhas iscadas apenas com o feromônio de agregação, ou com partes de plantas hospedeiras, não são muito eficientes na captura dos insetos. Porém, quando combinados, o efeito sinérgico aumenta a atração em até 20 vezes (OEHLSCHLAGER et al., 1992).

A identificação de voláteis naturais emitidos por plantas hospedeiras resultou no desenvolvimento de misturas sintéticas multicomponentes que aumentam as capturas de armadilhas quando misturadas com rincoforol (ROCHAT et al., 2000).

Devido a esse sinergismo, muitas substâncias voláteis, provenientes dos tecidos de palmeiras e de outras plantas hospedeiras, têm sido identificadas. Vários ésteres de palmeiras, como o acetato de etila, propionato de etila, butirato de etila e isobutirato de etila, testados em associação com o feromônio, aumentaram a atração de diversas espécies do gênero *Rhynchophorus* (GRIES et al., 1994).

#### 4.2 Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG- EAG) em teste de espectro de ação de acetoína sobre os adultos machos e fêmeas de *R. palmarum*

A análise por Cromatografia Gasosa acoplada à Eletroantenografia (CG-EAG), com o composto acetoína apresentou resposta para as antenas de machos e fêmeas de *R. palmarum* (Figura 3).



**Figura 3.** Atividade eletrofisiológica da antena de macho e fêmea de *Rhynchophorus palmarum* ao composto acetoína.

Essa apuração também corrobora com os resultados encontrados por Said et al. (2003) que caracterizaram 17 tipos funcionais de neurônios receptores olfativos (NROs) comuns a ambos os sexos de *R. palmarum*, de acordo com seus espectros de resposta, encontraram certos NROs com sintonia estreita e sensibilidade a certos componentes voláteis de plantas, particularmente acetoína e acetato de etila que são liberados pela

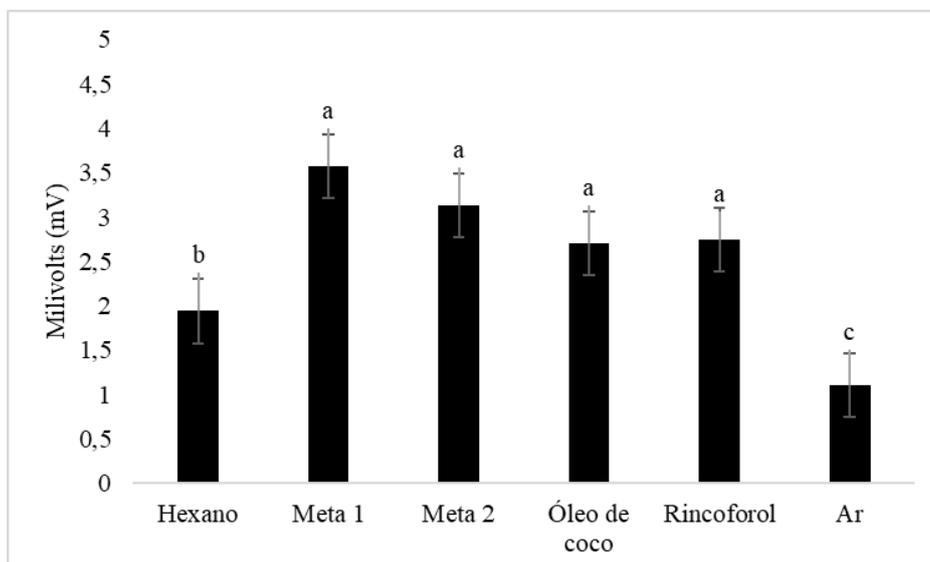
fermentação da cana-de-açúcar.

Testes de campo evidenciaram que o rincoforol apresenta uma maior eficiência quando associado a pedaços de cana-de-açúcar (ROCHAT et al., 1993; FERREIRA et al. 2003), estipe do coqueiro (WEISSLING et al., 1992) ou frutos do abacaxi (DUARTE et al., 2003). Devido a isso, a ação sinérgica de muitas substâncias voláteis da planta hospedeira foi testada, e o acetato de etila em combinação com cana-de-açúcar e rincoforol foi mais atrativo (JAFFÉ et al., 1993, FERREIRA et al., 2003).

Para que o uso de feromônios seja aprimorado e ampliado, são necessários estudos que busquem maior compreensão a respeito da biodinâmica desses atraentes e de possíveis efeitos aditivos ou sinérgicos com voláteis de plantas. Trabalhos dessa natureza podem elucidar as influências dos fatores fenológicos das plantas hospedeiras na ocorrência, distribuição e flutuação populacional de insetos (METCALF; METCALF, 1992).

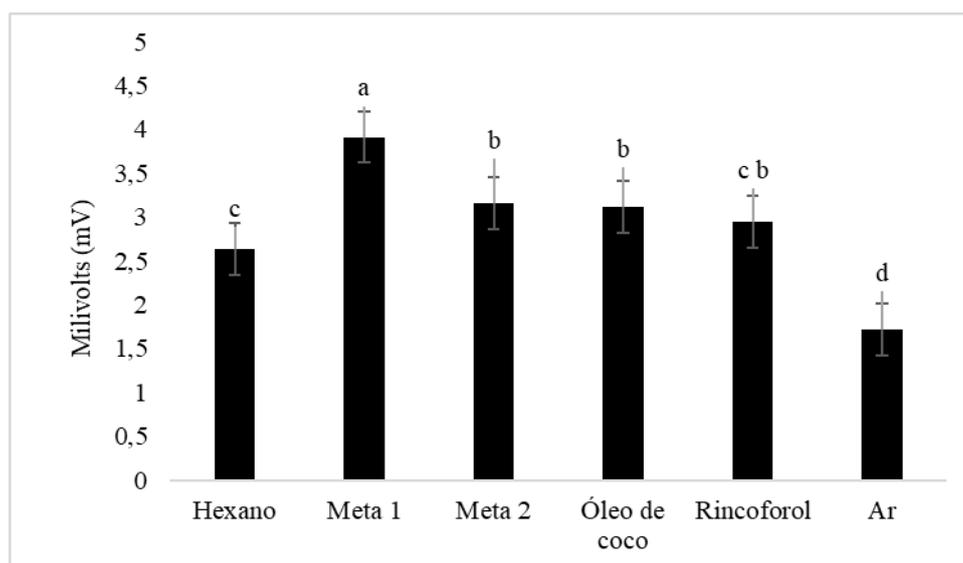
#### 4.3 Cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG- EAG) – Puff em reposta a Rincoforol, Meta 1, Meta 2 e Óleo de coco sobre os adultos machos e fêmeas de *R.palmarum* e *M.hemipterus*

Os testes eletroantenográficos realizados, revelaram que os valores das respostas em milivolts (mV), obtidas das antenas dos machos de *R. palmarum*, quando submetidas aos puffs dos compostos Meta 1, Meta 2, Óleo de coco e Rincoforol, foram significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) do restante das respostas do controle (Hexano e Ar) (Figura 4).



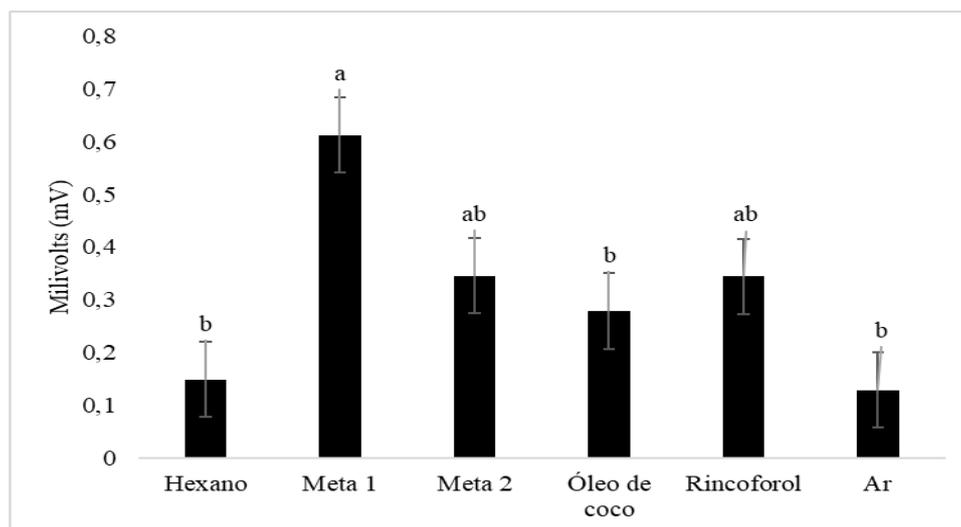
**Figura 4.** Respostas eletroantegráficas das antenas de machos de *Rhynchophorus palmarum* frente aos compostos Meta 1, Meta 2, Óleo de coco e Rincoforol.

Para as antenas de fêmeas de *R. palmarum* as respostas do teste eletroantegráfico quando submetidas aos puffs se apresentaram diferentes das respostas para os machos da mesma espécie, o composto Meta 1 divergiu significativamente ( $p < 0,05$ ) do restante dos compostos testados, apresentando uma maior resposta (Figura 5).



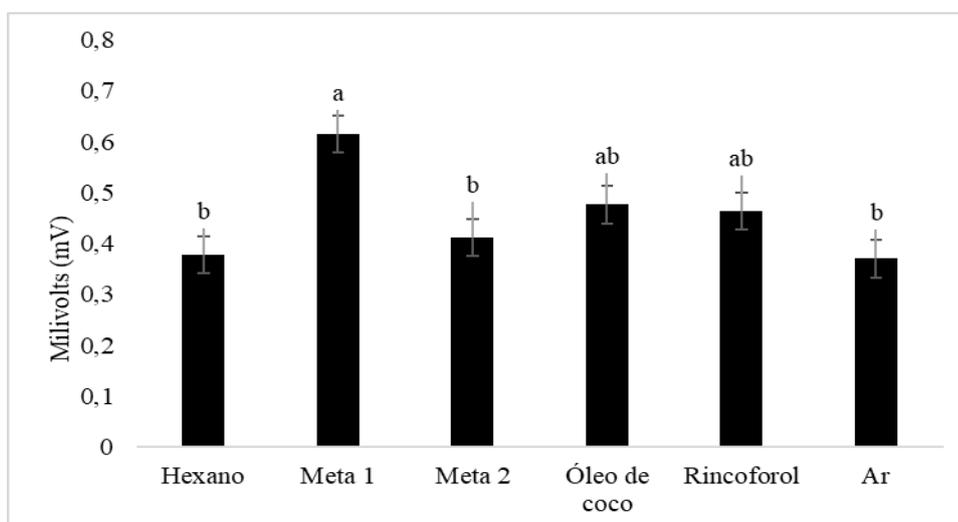
**Figura 5.** Respostas eletroantegráficas das antenas de fêmeas de *Rhynchophorus palmarum* frente aos compostos Meta 1, Meta 2, Óleo de coco e Rincoforol.

Os testes eletroantegráficos realizados, revelaram que os valores das respostas em milivolts (mV), obtidas das antenas dos machos de *M. hemipterus*, quando submetidas aos puffs, os compostos Meta 1, Meta 2 e Rincoforol apresentaram as maiores respostas não sendo significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre si, porém os compostos Meta 2 e Rincoforol também não diferiram estatisticamente das respostas do Óleo de coco e controle (Hexano e Ar) (Figura 6).



**Figura 6.** Respostas eletroantegráficas das antenas de machos de *Metamasius hemipterus* frente aos compostos Meta 1, Meta 2, Óleo de coco e Rincoforol.

Para as antenas de fêmeas de *M. hemipterus* as respostas do teste eletroantegráfico quando submetidas aos puffs se apresentaram iguais as respostas para os machos da espécie, o composto Meta 1, Meta 2 e Rincoforol apresentaram as maiores respostas não sendo significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre si, porém os compostos Meta 2 e Rincoforol também não diferiram estatisticamente das respostas do Óleo de coco e controle (Hexano e Ar) (Figura 7).



**Figura 7.** Respostas eletroantegráficas das antenas de fêmeas de *Metamasius hemipterus* frente aos compostos Meta 1, Meta 2, Óleo de coco e Rincoforol.

Diante dos resultados obtidos constatou-se que o composto feromonal Meta 1 apresentou as maiores respostas eletroantegráficas em comparação aos demais compostos estudados para machos e fêmeas de *R. palmarum* e *M. hemipterus*, o que não implica dizer que os outros compostos testados não são eficientes para o controle das espécies, porém com relação a resposta das antenas nesse experimento o composto Meta 1 se apresentou com maiores respostas diante dos demais.

Estudos de campo, realizados em plantio de pupunha, na Costa Rica, testou-se a eficiência da atratividade do rincoforol, do metalure, feromônio de agregação liberado por machos do *M. hemipterus*, formado por dois compostos: 4-metil-5-nonanol e 2-metil-4-heptanol (PEREZ et al., 1997), e do combolure, mistura dos feromônios rincoforol e metalure, onde se constatou que a combinação dos feromônios (combolure) é mais eficiente para atrair *M. hemipterus* e *R. palmarum* (ALPIZAR et al., 2002).

A utilização de feromônio representa uma técnica que não prejudica ao ecossistema e figura como um componente promissor no manejo integrado para um grande número de espécies de pragas em todo o mundo. A aplicação de feromônio, complementada com outros métodos de controle, possibilita a elaboração de novas estratégias para várias culturas, em diferentes condições. Isso vem ao encontro das duas principais questões que preocupam o setor agrícola atual: produzir alimentos sem resíduos tóxicos e baixar o custo de produção (GOMES, 2008).

## 5. CONCLUSÕES

O composto Acetoína em teste de olfatometria do tipo Y não indicou preferência para machos e fêmeas de *M. hemipterus*, como também não apresentou resposta na eletroantegrafia (CG-EAG).

Machos e fêmeas de *R. palmarum* apresentaram resposta a Acetoína na eletroantegrafia (CG-EAG), porém em testes de olfatometria do tipo Y apresentou preferência significativa somente para machos.

O composto Meta 1 em testes de eletroantegrafia (CG-EAG) do tipo “puff”, apresentou as maiores respostas para machos e fêmeas de *M. hemipterus* e *R. palmarum* quando comparado aos compostos Meta 2, Óleo de coco e Acetoína.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPIZAR, D.; FALLAS, M.; OEHLSCHLAGER, A. C.; GONZALEZ, L. M.; CHINCHILLA, C. M.; BULGARELLI, J. **Pheromone mass trapping of the west indian sugarcane weevil and the american palm weevil (Coleoptera:Curulionidae) in palmito palm.** Fla. Entomol., v. 85, p. 426-430, 2002.

ARAGÃO, W. M. Cultivares de coqueiro. In. FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; SIQUEIRA, L. A. **Sistema de Produção para a Cultura do Coqueiro.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Aracaju, p. 16-19, 2002.

ARAÚJO JÚNIOR, J. V.; ARAÚJO, R. G. V.; SABINO, A. R.; SILVA JÚNIOR, V. A.; DANTAS, P. C.; DUARTE, A. G.; **Associação de *Bursaphelenchus cocophilus* ao *Rhynchophorus palmarum* e *Metamasius hemipterus* em plantios de coqueiro no estado de Alagoas.** Revista Ambientale, v. 2, p. 39-47, 2018.

BALICK, M.J. & BECK, H.T. **Useful palms of the world.** A synoptic bibliography, Columbia University Press, New York, 1990.

BIN, F. **Source of an egg kairomone for *Trissolcus basalus*, a parasitoid of *Nezara viridula*.** Physiological Entomology, v. 18, p. 7–15, 1993.

CASTRILLON, C.; HERRERA. J. G. **Los picudos negro y rayado del plantano y banano.** Ica-Infoma, Separata, p. 4, 1980.

CHINCHILLA, C. M.; OEHLSCHLAGER, A. C. **Capture of *Rhynchophorus palmarum* in traps baited with the male-produced aggregation pheromone.** ASD Oil Palm Papers, v. 5, p. 1-8, 1992.

CLEMENTE, C. R.; WEBER, J. C.; VAN LEEUWEN, J.; ASTORGA DOMIAN, C.; COLE, D. M.; ARÉVALO LOPEZ, L. A.; ARGÜELLO, H. **Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America.** Agroforestry Systems, v. 61, p. 195-206, 2005.

CYSNE, A. Q.; RIOS, S. A.; KRUG, C.; LIMA, W. A. A. **Manejo de *Rhynchophorus palmarum* em campo de produção de sementes de palma de óleo.** Embrapa, documentos 107, p. 28, 2013.

DICKE, M.; SABELIS, M. W. **Infochemical terminology: Based on cost-benefit analysis rather than origin of infochemical terminology: based on cost-benefit**

**analysis rather than origin of compounds?** *Functional Ecology*, v. 2, 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. (coleoptera: curculionidae) em armadilhas iscadas com o feromônio de agregação e compostos voláteis de frutos do abacaxi.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, p. 81-84, 2003.

FERNANDES, W. D.; CARVALHO, S. L.; HABIB, M. **Between-season attraction of cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) adults by its aggregation pheromone.** *Scientia Agricola*, v. 58, p. 229–234, 2001.

FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. **Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*).** *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 23, n. 2, p. 251-255, 2003.

FERREIRA, J. M. S.; TEODORO, A. V.; NEGRISOLI JUNIOR, A. S.; GUZZO, E. C. **Manejo integrado da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae).** Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Comunicado técnico 141, p. 7, 2014.

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.

GALETTI, M.; ALEIXO, A. **Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil.** *Journal of Applied Ecology*. v.35, p. 286-293, 1998.

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 gasipaes*) e Dendê (*Elaeis guineensis*) no Sul da Bahia.** Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

GRÉGOIRE, J. C. **Orientation of *Rhizophagus grandis* (Coleoptera: Rhizophagidae) to oxygenated monoterpenes in a species-specific predator-prey relationship.** *Chemoecology*, v. 3, n. 1, p. 14–18, 1992.

GRIES, G.; GRIES, R.; PEREZ, A.L.; GONZALES, L.M.; PIERCE JR., H.D.; OEHLSCHLAGER, A.C.; RHAINDS, M.; ZEBEYOU, M.; KOUAME, B. **Ethyl propionate: synergic kairomone for African palm weevil, *Rhynchophorus phoenicis* L. (Coleoptera: Curculionidae).** Journal of Chemical Ecology, New York, v.20, p.889-897, 1994.

GRIES, G.; GRIES, R.; PEREZ, A.L.; OEHLSCHLAGER, A.C.; GONZALES, L.M.; PIERCE JR., H.D.; KOUDA, M.; ZEBEYOU, M.; NANOU, N. **Agregation pheromone of the African palm weevil, *Rhynchophorus phoenicis* F.** Naturwissenschaften, New York, v.80, p.90-91, 1993.

GRIFFITH, R. **The relationship between the red ring nematode and the palm weevil.** Journal of the Agricultural Society Trinidad and Tobago, v. 68, p. 342-356, 1968.

GUNATILAKE, R.; GUNAWARDENA, N. E. **Ethyl alcohol: a major attractant of red weevil *Rhynchophorus ferrugineus*.** Proceedings of the Sri Lanka Association on Advanced Science, 42nd Ann. Sess. p.70, 1986.

HAGLEY, E.A.C. **On the life history and habitats of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.).** Annals of the Entomological Society of America, v.58, p.22-28, 1965.

HENDERSON, A. **Evolution ecology of palm.** New York Botanical Garden Press, New York, 2002.

HENDERSON, A.; FISCHER, B.; SCARIOT, A.; PACHECO, M. A. W.; PARDINI, R. **Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest.** Brittonia, v. 52, p. 149- 159, 2000.

HENDERSON, A.; GALEANO, G. **Euterpe, Prestoea, and Neonicholsonia (Palmae: Euterpeinae).** New York: New York Botanical Garden, p. 90, 1997.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Filde guide to the palms of the Americas.** Oxford University, New York, p. 417, 1995.

JAFFÉ, K.; SÁNCHEZ, P.; CERDA, H.; HERNÁNDEZ, J. V.; JAFFÉ, R.; URDANETA, N.; GUERRA, G.; MARTÍNEZ, R.; MIRAS, B. **Chemical ecology of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: curculionidae): Attraction to host plants and to a male-produced aggregation pheromone.** Journal of Chemical Ecology, v. 19, p. 1703-1720, 1993.

JOHNSON, D.V. **Non-wood forest products 10: tropical palms**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1998. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/x0451e/x0451e00.HTM>

KNUDSEN, J. T., & GERSHENZON, J. **The chemical diversity of floral scent**. *Biology of floral scent*, p. 27-52, 2006.

LEAL, W. S., BENTO, J. M. S., VILELA, E.F., DELLA LUCIA, T.M.C. **Female sex pheromone of the longhorn beetle *Migdolus fryanus* Westwood: N-(2'S) - methylbutanoyl 2-methylbutylamine**. *Experientia*, v. 50, p. 853–856, 1994.

LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L. *Arecaceae*. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

LEÓN-BRITO, O. **Ciclo de vida y longevidad de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae), uma praga de la palma aceiteira em el estado Monagas, Venezuela**. *Bioagro, Venezuela*, v. 17(2), p. 115-118, 2005.

LEWIS, W. J. **The role of kairomones and other behavioral chemicals in host finding by parasitic insects**. *Behavioral Biology*, v. 16, p. 267–289, 1976.

LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D.; HARTSHORN, G. S.; PERALTA, R. **Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation**. *Journal of Ecology*, v. 73, p. 505-516, 1985.

LIMA, E. S. FELFILI, J. M.; MARIMON, B. S.; SCARIOT, A. **Diversidade, estrutura e distribuição espacial de palmeiras em um Cerrado sensu stricto no Brasil Central – DF**. *Revista Brasil. Bot.*, V.26, n.3, p. 361-370, 2003.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. São Paulo, Editora Plantarum Ltda, p. 432, 2004.

MARTINS, C. B. C. **Semioquímicos envolvidos nas interações intra e interespecíficas de *Oryzophagus oryzae* (Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) e *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé, 2006 (Heteroptera: Thaumastocoridae)**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MENDONÇA, M. S. & ARAÚJO, M. G. P. **A semente de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart. Areaceae): aspectos morfológicos.** Revista Brasileira de Sementes, v. 21(1), p. 122-124, 1999.

METCALF, R. L.; METCALF, E. R. **Plant kairomones in insect ecology and control: contemporary topics in entomology.** Chapman & Hall, Londres, p. 168, 1992.

MORAES, M. C. B.; LAUMANN, R.; SUJII, E. R.; PIRES, C.; BORGES, M. **Induced volatiles in soybean and pigeon pea plants artificially infested with the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, and their effect on the egg parasitoid, *Telenomus podisi*.** Entomologia Experimentalis et Applicata, v. 115, n. 1, p. 227-237, 2005.

MOURA, J. I. L.; TOMA, R.; SGRILLO, R. B.; DELABIE, J. H. C. **Natural efficiency of parasitism by *Billaeaerhynchophorae* (Blanchard) (Diptera: Tachinidae) for the control of *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae).** Neotropical Entomology, v. 35, n. 2, p. 273-274, 2006.

MOURA, J. I. L.; RESENDE, M. L. V. de; SGRILLO, R. B.; NASCIMENTO, L. A.; ROMANO, R. **Diferentes tipos de armadilhas e iscas no controle de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae).** Agrotropica, Bahia, v. 2, n. 3, p. 165-169, 1990.

NAVARRO, D. M. A. F.; MURTA, M. M.; DUARTE, A. G.; LIMA, I. S.; NASCIMENTO, R. R.; SANT'ANA, A. E. G. **Aspectos práticos relacionados ao uso do rincoforol, o feromônio de agregação da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: curculionidae) no controle de pragas do coqueiro. Análise de sua eficiência em campo.** Química Nova, v. 25, p. 32-36, 2002.

NORIN, T. **Semiochemicals for insect pest management.** Pure and Applied Chemistry, v. 79, p. 2129–2136, 2007.

OEHLSCHLAGER, A. C.; CHINCHILLA, C. M.; GONZALES, L. M.; JIRON, L. F.; MEXZON, R.; MORGAN, B. **Development of a pheromone-based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae).** Journal of Economic Entomology, v. 86, p. 1381-1392, 1993.

OEHLSCHLAGER, A. C., CHINCHILA, C., CASTILLO, G., GONZALEZ, L. **Control of red ring disease by mass trapping of *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae).** Florida Entomologist, v. 85, n. 3, p. 507-513, 2002.

OEHLSCHLAGER, A. C.; PIERCE, H. D.; MORGAN, B.; WIMALARATNE, P. D. C.; SLESSOR, K.N.; KING, G. G. S.; GRIES, R.; BORDEN, J. H.; JIRON, L. F.; CHINCHILA, C. M.; MEXZON, R. G. **Chirality and field activity of Rhynchophorol, the aggregation pheromone of the American palm weevil.** *Naturwissenschaften*, New York, v.79, p.134-135, 1992.

PAIVA, M. M. **Síntese assimétrica dos componentes do feromônio sexual da lagarta-parda, *Thyrintina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae).** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

PEREZ, A.L.; CAMPOS, Y.; CHINCHILA, C. M.; GRIES, G.; GRIES, R.; PIERCE, H. D.; GONZÁLES, L. M.; OEHLSCHLAGER, A. C.; CASTRILLO, G.; MCDONALD, R. S.; GIBLINDAVIS, R. M.; PENA, J. E.; DUNCAN, R. E.; ANDRADE, R. **Aggregation pheromone and host kairomones of the West Indian sugarcane weevil, *Metamasius hemipterus*.** *Journal Chemical Ecology*, v. 23, p. 869-888, 1997.

PEREZ, A.L.; GRIES, G.; GLIBLIN-DAVIS, R.M.; OEHLSCHLAGER, A.C. **Pheromone chirality of the African palm weevil, *Rhynchophorus phoenicis* (F.) and the palmetto weevil, *Rhynchophorus cruentatus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae).** *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.20, p.2653-2671, 1994.

RIBEIRO, J. E. L. S., HOPKINS, M. J. G., VICENTINI, A., SOTHERS, C. A., COSTA, M. A. S., BRITO, J. M., SOUZA, M. A. D., MARTINS, L. H. P., LOHMANN, L. G., 65 ASSUNÇÃO, P. A. C. L., PEREIRA, E. C., SILVA, C. F., MESQUITA, M. R. & PROCÓPIO, L. C. 1999. **Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, p. 816, 1999.

ROCHA, R. B. ***Metamasius* spp. horn (Coleoptera: Curculionidae) em helicônias (Zingiberales: Heliconiaceae): monitoramento, organismos associados e táticas de controle com *Beauveria bassiana* e inseticidas a base de nim.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2012.

ROCHAT, D.; DESCOINS, C.; MALOSSE, C.; NAGNON, P.; ZAGATTI, P.; AKAMOU, F.; MARIAN, D. **Ecologie chimique des charançons des palmiers, *Rhynchophorus* spp. (Coleoptera).** *Oléagineux*, v. 48, p. 225-236, 1993.

- ROCHAT, D.; NAGNAN-LE MEILLOUR, P.; ESTEBAN-DURAN, J. R.; MALOSSE, C.; PERTHUIS, B.; MORIN, J. P.; DESCOINS, C. **Identification of pheromone synergists in American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*, and attraction of related *Dynamis borassi* (Coleoptera, Curculionidae).** J. Chem. Ecol., v. 26, p. 155-187, 2000.
- RUFINO, M. U. L. **Conhecimento e uso da biodiversidade de palmeiras (Arecacea) no Estado de Pernambuco, nordeste de Brasil.** Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- SAID, I.; MICHEL R.; MORIN, J. P.; FERREIRA, J. M. S.; ROCHAT, D. **Interactions between acetoin, a plant volatile, and pheromone in *Rhynchophorus palmarum*: behavioral and olfactory neuron responses.** Journal of Chemical Ecology, v. 31, n.8, p. 1789-1805, 2005.
- SAID, I.; TAUBAN, D.; RENO, M.; MORI, K.; ROCHAT, D. **Structure and function of the antennal sensilla of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera, Curculionidae).** J. Insect Physiol, v. 49, p. 857-872, 2003.
- SALM, R.; JALLES-FILHO, E.; SCHUCK, P. C. **A model for the importance of large arborescent palms in the dynamics of seasonally-dry Amazon forest.** Biota Neotropica, v. 5, p. 1- 6, 2005.
- SÁNCHEZ, P. A; JAFFÉ, K.; HERNANDEZ, J. V.; CERDA, H. **Biología y comportamiento del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae).** Boletín di Entomologia Venezolana, v. 8, n. 1, p. 83-93, 1993.
- SHRIVASTAVA, G.; ROGERS, M.; WSZELAKI, A.; PANTHEE DR, CHEN F. **Plant volatiles-based insect pest management in organic farming.** Crit Rev Plant Sci, v.29, n.2, p. 123-133, 2010.
- SOLIMAN, E. P.; PAVARINI, R.; GARCIA, V. A.; LIMA, R. C.; NOMURA, E. S.; PAVARINI, G. M. P.; DAMATTO JUNIOR, E. R. **Diferentes iscas para o monitoramento populacional de *Metamasius* sp. (Coleoptera: Curculionidae) no cultivo da pupunheira.** Revista Eletrônica de Agronomia, v. 16, n. 2, p. 1-6, 2009.
- STAGGEMEIER, V. G.; CAZETTA, E.; MORELLATO, L. P. C. **Hyperdominance in fruit production in the Brazilian Atlantic rain forest: the functional role of plants in sustaining frugivores.** Biotropica, v. 49, p. 71-82, 2016

STEEGE, H. **Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora**. *Science*, v. 342, p. 1243092–1243092, 2013.

TERBORGH, J. **Keystone plant resources in the tropical forest**. *Conservation Biology*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, p. 330-340, 1986.

THOMAZINI, M. J. A. **Comunicação química entre os insetos: obtenção e utilização de feromônios no manejo de pragas**. 2009. In: GONCALVES, R. C.; OLIVEIRA, L. C. de (Ed.). *Embrapa Acre: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia*. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, cap. 17, p. 338-354, 2009.

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*, v. 27, p. 177-183, 1998.

TOMLINSON, P. B. **Systematics and Ecology of the Palmae**. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 10, p. 85-107, 1979.

WEBSTER, B.; BRUCE, T.; PICKETT, J.; HARDIE, J. **Volatiles functioning as host cues in a blend become nonhost cues when presented alone to the black bean aphid**. *Animal Behaviour*, v. 79, p. 451-457, 2010.

WEISSLING, T. J.; GIBLIN-DAVIS, R. M.; SCHEFFRAHN, R. H.; MARBANMENDOZA, N. M. **Trap for capturing and retaining *Rhynchophorus cruentatus* (Coleoptera: Curculionidae) adults using Sabal palmetto as bait**. *Florida Entomologist*, v.75, n. 2, p.212-221, 1992.

WITZGALL, P.; KIRSCH, P.; CORK, A. **Sex pheromones and their impact on pest management**. *Journal of Chemical Ecology*, v. 36, n. 1, p. 80-100, 2010.

YASUDA, M. E. **Levantamento de potenciais pragas associadas à cultura da palmeira-real-da-austrália *Archontophoenix* spp. (Arecaceae) no Médio Vale do Itajaí**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2005.

ZAMBRANA, N.Y.P.; BYG, A.; SVENNING, C.C.; MORAES, M.; GRANDEZ, C. & BALSLEY, H. **Diversity of palm uses in the western Amazon**. *Biodiversity and Conservation*, v. 16, p. 2771-2787, 2007.

ZARBIN, P. H. G.; FERREIRA, J. T. B.; LEAL, W. S. **Metodologias Gerais Empregadas no Isolamento e Identificação Estrutural de Feromônio de Insetos.** Química Nova, v. 22, n. 2, p. 263–268, 1999.

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

ZORZENOM, F.J.; BERGMANM, E.C.; BICUDO, J.E.A. **Primeira ocorrência de *Metamasius hemipterus* (LINNAEUS, 1758) e *Metamasius ensirotris* (GERMAN, 1824) (Coleoptera, Curculionidae) em palmiteiros dos gêneros *Euterpe* e *Bactris* (Arecaceae) no Brasil.** Arquivo do Instituto Biológico, v. 67, n. 2, p. 265-268, 2000.