



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



TAMARA TAÍS DOS SANTOS

**Aspectos biológicos de *Billaea rhynchophorae* (Blanchard, 1937) (Diptera: Tachinidae),
parasitoide de *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Coleoptera: Curculionidae)**

Rio Largo - AL

2021

TAMARA TAÍS DOS SANTOS

**Aspectos biológicos de *Billaea rhynchophorae* (Blanchard, 1937) (Diptera: Tachinidae),
parasitoide de *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Coleoptera: Curculionidae)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientador: Dr. Elio Cesar Guzzo
Coorientadores: Dr. Aldomário Santo
Negrisoli Junior
Dr. Juan Pablo Molina
Acevedo

Rio Largo - AL

2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana
CRB - 1512

S237a Santos, Tamara Taís dos.

Aspectos biológicos de *Billaea rhynchophorae* (Blanchard, 1937) (Diptera: Tachinidae), parasitoide de *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Coleoptera: Curculionidae). / Tamara Taís dos Santos. – 2021.

47 f.: il.

Orientador(a): Elio Cesar Guzzo.

Coorientadores: Aldomário Santo Negrison Junior.

Juan Pablo Molina Acevedo.

Dissertação (Mestrado em Proteção de plantas) – Programa de Pós - graduação em Proteção de plantas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2021.

Inclui Bibliografia

1. Broca-do-olho-do-coqueiro. 2. Biologia. 3. Parasitismo.

CDU:632:634.616

Folha de Aprovação

TAMARA TAÍS DOS SANTOS

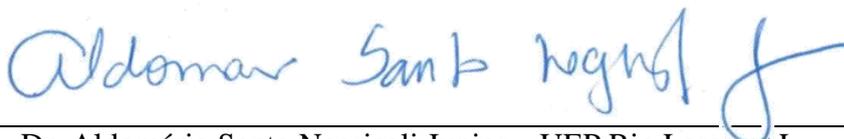
**Aspectos biológicos de *Billaea rhynchophorae* (Blanchard, 1937) (Diptera: Tachinidae),
parasitoide de *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Coleoptera: Curculionidae)**

Dissertação submetida à banca avaliadora como requisito para conclusão de Mestrado em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 27 de julho de 2021.

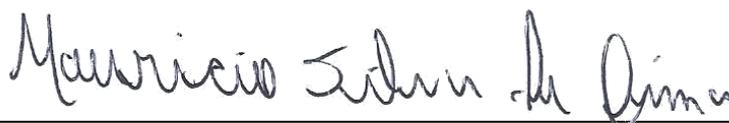


Dr. Elio Cesar Guzzo, Embrapa Tabuleiros Costeiros – UEP Rio Largo, AL
(Orientador)

Banca Examinadora:



Dr. Aldomário Santo Negrisoni Junior – UEP Rio Largo, AL
(Examinador Externo)



Dr. Mauricio Silva de Lima – UFAL, Rio Largo, AL
(Examinador Interno)

*A Deus por me conferir o
dom da vida.
Aos meus pais, Maria
Santana e José Damiano.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proteger e sempre estar ao meu lado em cada momento da minha vida, agradeço por não me permitir desistir, pelas bênçãos concedidas e pelas pessoas especiais que colocou em minha vida.

Aos meus pais, Maria Santana dos Santos e José Damião dos Santos, por sempre estarem ao meu lado, me incentivando e apoiando, mesmo sem compreender para quê eu passava tanto tempo na Universidade.

Ao meu irmão, Carlos Eduardo dos Santos, que, mesmo sendo uma criança, compreendia minha ausência.

A toda minha família, pelas palavras de apoio e por acreditarem na minha capacidade.

Ao Professor Dr. Elio Cesar Guzzo, pelo apoio, orientação e oportunidade de desenvolver este trabalho, principalmente por sua competência e habilidade com a pesquisa.

Ao Dr. Aldomário Santo Negrisoli Junior, pela orientação, seus ensinamentos e comprometimento com a pesquisa.

Ao Dr. Juan Pablo Molina Acevedo, pela sua importante colaboração na condução do experimento.

Ao Bernhard Löhr e Jackeline Gaviria pelas contribuições e comprometimento com o projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida, tornando-se fundamental para a conclusão da pesquisa.

À Corporación Colombiana de Investigación Agropecuária (AGROSAVIA), pela parceria e apoio no desenvolvimento do Projeto.

A todos os Professores que constituem o Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – UFAL.

Aos pesquisadores, funcionários e estagiários da Embrapa Tabuleiros Costeiros, UEP, Rio Largo, especialmente ao Dr. João Gomes da Costa, pela dedicação, sugestões, e conferência das análises estatísticas.

A todos os meus colegas de turma do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do CECA-UFAL, pelos momentos.

Ao meu amigo, Diego Jorge da Silva, que esteve comigo durante todo o desenvolvimento do projeto, dividindo conhecimentos inestimáveis e indispensáveis para execução do trabalho.

A João Pedro Ferreira Barbosa, pelo aprendizado, auxílio na organização dos dados e estatística.

A Elisson Teixeira da Silva; Patrícia da Silva Santos; Rayanne Ingrid Silva Vieira e César Gonçalves dos Santos, pelo apoio, incentivo e participação ativa na montagem do experimento.

Aos laços pessoais que durante esta jornada estreitei, assim agradeço aos meus amigos pelos bons momentos compartilhados: Joice Kessia Barbosa dos Santos; Eliane dos Santos e Alverlan da Silva Araújo, obrigada pela convivência obtida diariamente, desejo sucesso a todos em suas trajetórias.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para elaboração deste trabalho.

Muito obrigada!

“Sabemos que Deus age em todas as coisas para o bem daqueles que o amam, dos que foram chamados de acordo com o seu propósito.”

(Romanos 6: 23)

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Billaea rhynchophorae* (BLANCHARD, 1937) (DIPTERA: TACHINIDAE), PARASITOIDE DE *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).

RESUMO

A espécie *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Coleoptera: Curculionidae), com ocorrência em toda a região neotropical, é considerada a principal praga do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). Os taquinídeos são dípteros entomófagos importantes no parasitismo de brocas na América, compreendendo várias espécies catalogadas como parasitoides, as quais são utilizadas para o controle biológico de insetos nocivos. Apesar de a primeira detecção das moscas parasitoides do gênero *Billaea* sobre *R. palmarum* ter ocorrido há mais de 20 anos, até hoje não existe informação detalhada sobre sua biologia. O objetivo do presente estudo foi conhecer os aspectos biológicos de *Billaea rhynchophorae* para obtenção e manutenção do parasitoide em laboratório e auxiliar no desenvolvimento de estratégias que possam ser utilizadas no controle de *R. palmarum*. Os parasitoides foram coletados em plantações de dendezeiros, em setembro/2019, dezembro/2019 e novembro de 2020, nos municípios de Jaguaripe e Taperoá, no sul do estado da Bahia. Os casulos de *R. palmarum* com a presença de larvas e pupários de *B. rhynchophorae*, bem como larvas e pupas (vivas e mortas) possivelmente parasitadas e adultos do hospedeiro, foram transportados ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Rio Largo, AL, onde o restante do trabalho foi conduzido. Conforme a emergência dos parasitoides ocorria, as moscas foram distribuídas em gaiolas de madeira e alimentadas com plantas nectáreas de camomila (*Matricaria chamomilla* L.). Foram avaliados os seguintes parâmetros: índice de parasitismo, viabilidade pupal, duração pupal, peso, comprimento e diâmetro dos pupários, razão sexual, longevidade dos insetos adultos e número e comprimento de planídios. As médias obtidas para os aspectos biológicos do parasitoide foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando-se o programa SASM-Agri. A porcentagem de parasitismo de *B. rhynchophorae* em setembro/2019 diferiu estatisticamente das demais coletas realizadas, apresentando picos de parasitismo com mais de 60% em dezembro/2019 e novembro/2020. Em laboratório, a viabilidade média das pupas do parasitoide trazidas do campo foi de 41,83%, com média de duração pupal de $45,54 \pm 0,27$. A razão sexual das moscas parasitoides foi de 0,59, com longevidade média de $8,61 \pm 0,18$ dias, não havendo diferença significativa entre a longevidade de machos e fêmeas. Com o presente estudo, foi possível observar que *B. rhynchophorae* ocorre com frequência na região sul do estado da Bahia, com porcentagens de parasitismo superior a 60% em *R. palmarum*, nos meses de novembro e dezembro. Também foi possível conhecer alguns dos aspectos biológicos do parasitoide em laboratório.

Palavras-chave: Broca-do-olho-do-coqueiro; Biologia; Parasitismo.

BIOLOGICAL ASPECTS OF *Billaea rhynchophorae* (BLANCHARD, 1937) (DIPTERA: TACHINIDAE), PARASITOID OF *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).

ABSTRACT

The species *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Coleoptera: Curculionidae), occurring throughout the neotropical region, is considered the main pest of coconut (*Cocos nucifera* L.) and oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Tachinids are entomophagous dipterous important in the parasitism of borers in America, comprising several species cataloged as parasitoids, which are used for the biological control of harmful insects. Although the first detection of parasitoid flies of the genus *Billaea* on *R. palmarum* took place more than 20 years ago, to date there is no detailed information about their biology. The aim of this study was to understand the biological aspects of *Billaea rhynchophorae* for obtaining and maintaining the parasitoid in the laboratory and to help develop strategies that can be used to control *R. palmarum*. The parasitoids were collected in oil palm plantations, in September/2019, December/2019 and November 2020, in the municipalities of Jaguaripe and Taperoá, in the south of the state of Bahia. The cocoons of *R. palmarum* with the presence of larvae and pupae of *B. rhynchophorae*, as well as larvae and pupae (live and dead) possibly parasitized and adults of the host, were transported to the Entomology Laboratory of Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Rio Largo, AL, where the rest of the work was conducted. As the emergence of the parasitoids occurred, the flies were distributed in wooden cages and fed with chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) nectarous plant. The following parameters were evaluated: parasitism index, pupal viability, pupal duration, weight, length and diameter of pupae, sex ratio, longevity of adult insects and number and length of planidia. The means obtained for the biological aspects of the parasitoid were submitted to analysis of variance and compared by Tukey's test at 5% probability, using the SASM-Agri program. The percentage of parasitism of *B. rhynchophorae* in September/2019 differed statistically from the other collections carried out, with parasitism peaks of more than 60% in December/2019 and November/2020. In the laboratory, the mean viability of parasitoid pupae brought from the field was 41.83%, with a mean pupal duration of 45.54 ± 0.27 . The sex ratio of the parasitoid flies was 0.59, with a mean longevity of 8.61 ± 0.18 days, with no significant difference between the longevity of males and females. With the present study, it was possible to observe that *B. rhynchophorae* occurs frequently in the southern region of the state of Bahia, with parasitism percentages above 60% in *R. palmarum*, in November and December. It was also possible to know some of the biological aspects of the parasitoid in the laboratory.

Keywords: Black palm weevil; Biology; Parasitism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fêmea de <i>B. rhynchophorae</i>	24
Figura 2 - Coleta dos parasitoides e seu hospedeiro em campo. A) Larvas de <i>B. rhynchophorae</i> ; B) Pupários de <i>B. rhynchophorae</i> ; C) Larva de <i>R. palmarum</i> ; D) Adultos de <i>R. palmarum</i>	25
Figura 3 - Pupas de <i>R. palmarum</i> parasitadas por <i>B. rhynchophorae</i>	26
Figura 4 - Gaiolas de isopor utilizadas para armazenamento dos potes com casulos de <i>R. palmarum</i>	27
Figura 5 - Larvas de <i>R. palmarum</i> em cana-de-açúcar no laboratório	28
Figura 6 - Esquema de criação de adultos de <i>B. rhynchophorae</i> . A) Exterior das gaiolas de madeira; B) Interior da gaiola.....	28
Figura 7 - Características morfológicas da genitália externa de <i>B. rhynchophorae</i> . A) Macho; B) Fêmea	29
Figura 8 - Pupas de <i>B. rhynchophorae</i> com má formação em laboratório.....	37
Figura 9 - Planídios de <i>B. rhynchophorae</i> . A) Remoção do saco embrionário para contagem dos planídios; B) Medição dos planídios em microscópio estereoscópico	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis (média \pm EP) registradas em campo de parasitismo de <i>B. rhynchophorae</i> e seu hospedeiro <i>R. palmarum</i>	31
Tabela 2 - Média das variáveis climáticas da estação meteorológica de Valença-BA, nos 30 dias que antecederam cada uma das coletas	32
Tabela 3 - Viabilidade pupal, duração do período pupal, peso, comprimento e diâmetro de pupas (média) de <i>B. rhynchophorae</i> em laboratório. Temperatura: $25,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$; umidade relativa: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 horas.....	36
Tabela 4 - Razão sexual, longevidade de machos e fêmeas adultos e número de planídios por fêmea (média) de <i>B. rhynchophorae</i> em laboratório. Temperatura: $25,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$; umidade relativa: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 horas	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Importância do Coqueiro.....	14
2.2 Principais Pragas	15
2.2.1 <i>Rhynchophorus palmarum</i> (L., 1758).....	15
2.2.1.1 Origem e distribuição	15
2.2.1.2 Biologia e morfologia.....	15
2.2.1.3 Danos em plantas hospedeiras.....	16
2.2.1.4 Controle	18
2.3 Taquinídeos	19
2.3.1 Classificação e distribuição.....	19
2.3.2 Biologia e ecologia	20
2.3.3 Gênero <i>Billaea</i>	22
2.3.4 Uso de moscas do gênero <i>Billaea</i> como parasitoides	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Local de Coleta e Condições do Experimento	25
3.2 Estabelecimento do Parasitoide <i>B. rhynchophorae</i> em Laboratório	26
3.3 Avaliação dos Aspectos Biológicos de <i>B. rhynchophorae</i> em Laboratório.....	28
3.4 Delineamento Experimental e Análise Estatística	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5 CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma palmeira de clima tropical, considerado como uma das frutíferas mais difundidas no globo terrestre, e ocorrendo em praticamente todos os continentes. Em virtude desta adaptabilidade, seu cultivo e utilização se dão de forma expressiva em todo o mundo, com os mais variados produtos, tanto de forma *in natura* quanto industrializada (MARTINS; JUNIOR, 2014).

A broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) é de grande importância para essa cultura, uma vez que os danos podem ser ocasionados pelo inseto tanto na fase larval quanto na fase adulta, sendo a fase larval responsável pelos danos diretos à planta, enquanto que os adultos são responsáveis pela transmissão da doença anel-vermelho, podendo provocar a morte desta (AMBROGI et al., 2009).

O controle biológico trata da utilização de inimigos naturais visando manter a população de pragas em níveis baixos, reduzindo os danos econômicos sem consequências negativas para o ambiente. Os agentes de controle incluem os fungos, vírus, bactérias, nematoides e protozoários, além de predadores e parasitoides. As espécies parasitoides pertencem a diferentes ordens e famílias, sendo a família Tachinidae (Diptera) considerada como uma das mais importantes no parasitismo de brocas na América, as quais são utilizadas para o controle biológico de insetos nocivos (MORALES, 2008).

São quase sempre endoparasitoides, podendo ocorrer superparasitismo em certas espécies. O hospedeiro morre após a larva do taquinídeo completar o seu desenvolvimento, sendo que certas espécies empupam dentro da pupa do hospedeiro, emergindo deste no estágio adulto. Os hospedeiros mais comuns são larvas de Lepidoptera e Coleoptera. Esse mecanismo de comportamento no desenvolvimento de Tachinidae é variável para diferentes espécies (MORALES, 2008).

A necessidade por um método de controle eficiente para *R. palmarum* é de suma relevância para controlar os danos diretos e indiretos provocados pela praga em culturas de palmeiras, sendo que a única forma de controle existente é por meio do uso do feromônio de agregação “rhynchophorol”.

Um potencial agente de controle são as moscas parasitoides do gênero *Billaea* (Diptera: Tachinidae) (LÖHR et al., 2019). Moura et al. (1993) constataram, no sul da Bahia, a ocorrência de *Billaea menezesi* (Guimarães, 1977) parasitando pupas da broca-do-olho-do-coqueiro com nível de parasitismo de até 51%. Posteriormente, outro parasitoide do mesmo

gênero, *Billaea rhynchophorae* (Blanchard, 1937), foi encontrado sobre o hospedeiro na mesma região, com parasitismo médio de 40% (MOURA et al., 2006). Contudo, ainda não foram realizados estudos mais detalhados sobre estas espécies, ou introduções em novas áreas geográficas, sendo que há muito a ser entendido sobre a biologia e comportamento deste grupo e suas interações com seu hospedeiro (VARGAS et al., 2013; 2018).

Com isso, estudos de laboratório e campo com moscas do gênero *Billaea* devem ser realizados para o desenvolvimento de um método de criação em laboratório, geralmente sendo mais difícil criar em meio artificial (THOMPSON, 1999; DINDO, 2017). Ambos são desconhecidos no momento, dificultando a previsão do resultado desses esforços. Por isso, entender o ciclo biológico de *B. rhynchophorae* é de grande importância já que na literatura são escassas as informações sobre esses parasitoides.

Assim, este estudo teve por objetivo conhecer os aspectos biológicos de *B. rhynchophorae* para obtenção e manutenção do parasitoide em laboratório e auxiliar no desenvolvimento de estratégias que possam ser utilizadas no controle de *R. palmarum*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do Coqueiro

O coqueiro é uma cultura tropical, disseminada ao longo da faixa costeira entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, largamente distribuída na Ásia, África, América Latina e região do Pacífico. É cultivado em aproximadamente 11,6 milhões de hectares, em 86 países. O gênero *Cocos* (Arecaceae) é constituído apenas pela espécie *C. nucifera* L., que é composta por algumas variedades, sendo *Typica* (variedade gigante) e *Nana* (variedade anã) as mais importantes, do ponto de vista agrônomo, socioeconômico e agroindustrial (SIQUEIRA; ARAGÃO, 2002).

A produção mundial de coco está em torno de 60 milhões de toneladas, em uma área de 12 milhões de hectares. Esse avanço na produtividade global se deu devido principalmente ao avanço tecnológico na produção (MARTINS; JESUS JUNIOR, 2014).

A Indonésia é a maior produtora mundial de coco, seguida por Filipinas e Índia, com uma produção anual aproximada de 18, 15 e 10 milhões de toneladas, respectivamente. Entretanto, em área colhida, as Filipinas destacam-se com a maior área cultivada (3,5 milhões de hectares). O Brasil encontra-se na quinta colocação, com apenas 1,7% da área cultivada e 3,8% da produção mundial, entretanto, possui a mais elevada produtividade comparada com os três principais produtores (BRAINER, 2018).

No Brasil, o cultivo do coco ocorre principalmente ao longo do litoral, sendo encontrado em áreas desde o estado do Pará até o Espírito Santo (FONTENELE, 2005). Estatísticas atuais mostram que o Brasil tem mais de 280 mil hectares implantados com a cultura, em quase todas as Unidades da Federação (1,8 bilhão de frutas) (IBGE, 2019).

Praticamente um terço da população mundial depende do coco como fonte de alimento e economia (ODURO-YEBOAH et al., 2020). Em termos de importância econômica e social, essa cultura assume enorme impacto como atividade geradora de emprego e renda, empregando mão-de-obra durante todo o ano, e permitindo consórcio com outras culturas, tais como cultivos de subsistência (FONTENELE, 2005). Fornece água de coco, óleo, gorduras, minerais e vitaminas essenciais, a casca é usada na fabricação de cordas, tapetes, chapéus e encostos de veículos, além de seu óleo ser usado na indústria de alimentos para consumo de mesa com diferentes finalidades (CEPLAC, 2017).

A importância da cultura do coqueiro para o Brasil torna-se evidente principalmente quando seu cultivo, em ambientes fragilizados, é praticado fundamentalmente por pequenos agricultores familiares que dependem desta atividade para sobreviver. Também se destaca o

envolvimento de grandes empresas que vêm proporcionando o crescimento da produção e comercialização, em alguns casos, até mesmo no mercado para exportação, principalmente no segmento da água de coco (MARTINS; JESUS JUNIOR, 2014).

2.2 Principais Pragas

Das diversas pragas mais relevantes que atacam a cultura do coqueiro no Brasil, destacam-se as coleobrocas *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus, 1764), *Rhinostomus barbirostris* (Fabricius, 1775) e *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal, 1836) (Coleoptera: Curculionidae), a lagarta desfolhadora *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae), o ácaro da necrose *Aceria guerreronis* (Keifer, 1965) (Acari: Eriophyidae), e formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) (COSTA et al., 2005).

2.2.1 *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758)

2.2.1.1 Origem e distribuição

A espécie *R. palmarum*, com ocorrência em toda a região neotropical do planeta, tem sua origem na América do Sul e Central. A espécie é considerada uma das principais pragas do coqueiro e dendezeiro (ESPARZA-DÍAZ et al., 2013). Também conhecido como broca-do-olho-do-coqueiro, ou gorgulho negro das palmeiras, ou bicudo negro das palmeiras, trata-se de uma praga que está distribuída em diversos países, dentre eles Argentina, Belize, Bolívia, Brasil, Caribe, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Dominica, El Salvador, Equador, Granada, Guadalupe, Guatemala, Guiana, Guiana Francesa, Honduras, Martinica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Porto Rico, São Vicente, Suriname, Trinidad e Tobago, Uruguai e Venezuela (OEPP, 2005).

No Brasil, a praga tem sido constatada nos estados do Acre, Alagoas, Amazonas, Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Roraima, São Paulo e Sergipe (FERREIRA et al., 1998; SÁNCHEZ-SOTO; NAKANO, 2002; CABI, 2020).

2.2.1.2 Biologia e morfologia

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 identificado pela morfologia do rostro, sendo mais comprido delgado e curvo na fêmea do que no macho. O macho também se diferencia da fêmea pela presença de pelos rígidos em formato de escova localizados na parte dorsal do rostro, exceto em indivíduos de pequeno tamanho (COSTA-CARVALHO, 2011).

Esse inseto apresenta metamorfose completa (desenvolvimento holometabólico), que compreende as fases de ovo, larva, pupa e adulto. O inseto adulto possui hábito diurno e crepuscular, podendo viver até 60 dias. Durante esse período, a fêmea pode colocar até 250 ovos (NAVARRO et al., 2002).

As larvas apresentam corpo recurvado, com 13 anéis rugosos, sendo mais calibrosos os localizados na porção mediana. O período de desenvolvimento das larvas pode apresentar entre 6 e 10 instares, chegando até 62 dias (OEPP, 2005; EMBRAPA, 2010). A fase de pré-pupa dura entre 4 e 7 dias, durante esse período as larvas ficam dentro do casulo que produziram com as fibras, a pré-pupa se transforma em pupa dentro do casulo, onde permanecerá por mais 4 a 16 dias. Ocorre então a etapa final da metamorfose, que se completa com a formação do inseto adulto (OEPP, 2005; EMBRAPA, 2010).

Ao atingir a fase adulta, o inseto ainda permanece de 7 a 11 dias no interior do casulo até o total endurecimento do tegumento (HAGLEY, 1965; FERREIRA et al., 2014). Após esse período, o adulto perfura o casulo com o rostro, e sai à procura de outras plantas hospedeiras. Nesse momento, o adulto ainda não possui habilidades para se locomover, porém três horas após sua emergência passa a coordenar seus movimentos (FERREIRA et al., 2014).

2.2.1.3 Danos em plantas hospedeiras

O coqueiro pode ser considerado como a principal planta hospedeira, contudo, *R. palmarum* ataca outras 22 espécies de Arecaceae, além de outras 12 famílias botânicas. Exemplos de plantas hospedeiras são a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (Poaceae), a bananeira (*Musa* spp. L.) (Musaceae), o dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.) (Arecaceae), o mamoeiro (*Carica papaya* L.) (Caricaceae) o abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.) (Bromeliaceae), entre outras. Esse inseto é considerado praga nas palmeiras, devido aos consideráveis danos já relatados (CYSNE et al., 2013). As larvas do gorgulho alimentam-se da região apical (região meristemática) das palmeiras, causando a morte destas (MILOSAVLJEVIĆ et al., 2019). Essa coleobroca pode provocar danos diretos e danos

indiretos à planta, podendo, em ambos os casos, haver morte da planta (CHINCHILLA, 2003).

Devido aos danos diretos causados pelas larvas, *R. palmarum* é popularmente conhecido como broca-do-olho-do-coqueiro ou como broca-do-coqueiro. O dano direto ocorre quando as larvas, ao se alimentarem de consideráveis volumes de tecidos internos do estipe da palmeira, abrem galerias que provocam podridão interna e atingem o meristema apical da planta, ocasionando danos parciais como atraso no desenvolvimento vegetativo e retardamento do início da produção ou, em casos mais graves, levando a palmeira à morte (GIBLIN-DAVIS, 2001).

De acordo com Giblin-Davis (2001), são necessárias apenas cerca de 30 larvas para uma infestação letal, o que pode ser agravado pelo fato de as plantas atacadas ou estressadas pelos ferimentos causados durante a realização dos diversos tratamentos culturais atraírem outros indivíduos de *R. palmarum*, tanto para alimentação como para oviposição.

Os danos indiretos são causados pelos adultos de *R. palmarum*, que são vetores do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (anteriormente denominado *Rhadinaphelenchus cocophilus*), agente causal da doença anel-vermelho, sendo uma das doenças mais agressivas ao coqueiro. A infecção por este nematoide pode reduzir a produção da cultura em 100% (SILVA et al., 2016).

O nematoide *B. cocophilus* está disseminado na América Central, no Caribe e na América do Sul. Esta doença é letal para o coqueiro e outras palmeiras, podendo ser detectada pelos sintomas externos e internos. Externamente, é observada murcha e coloração amarelo-ouro, começando na ponta dos folíolos e avançando em direção à ráquis das folhas. Em estágios mais avançados, ocorre o apodrecimento do meristema apical, essas folhas quebram e permanecem por alguns dias somente um tufo de quatro ou cinco folhas verdes. Ocorre também secamento da folha e queda dos frutos (WARWICK, 2005).

Os adultos de *R. palmarum* se tornam vetores do nematoide *B. cocophilus* quando se alimentam de plantas infectadas, e o transportam para plantas sadias, ampliando a distribuição da doença (MOURA et al., 2006). O processo de infecção do nematoide inicia com a penetração nas raízes e/ou na parte aérea do coqueiro, estimulando a liberação de enzimas que matam as células adjacentes, resultando na oclusão nos vasos do xilema. Como sintoma interno, há formação de uma faixa circular necrótica de coloração marrom (anel) de 2 a 5 cm de diâmetro de cor laranja-vermelho, que pode progredir para o colapso dos vasos do estipe, levando à morte da planta (MELO et al., 2018).

2.2.1.4 Controle

O monitoramento constante da área é fundamental para a tomada da decisão sobre a melhor estratégia de manejo a ser utilizada no controle da praga. Para Torre et al. (2011), o controle deve ser adotado diante da ocorrência de mais de cinco indivíduos de *R. palmarum* capturados em um mês. No caso de áreas de grande produção comercial, o controle deve ser adotado independentemente do número de indivíduos. O controle cultural consiste na eliminação das plantas pouco produtivas com muitos sinais de ataque e mortas pela broca ou pela doença anel-vermelho, para evitar a atração dos besouros (COSTA et al., 2011).

No entanto, o sucesso dessa medida de controle requer uma política severa de fiscalização na plantação, de modo que todas as plantas sejam vistoriadas, no mínimo mensalmente, e, para isso, é necessário que pessoas sejam treinadas para reconhecer os primeiros sintomas do anel-vermelho, assim como diferenciá-la de outras doenças (MOURA et al., 2006).

Assim que identificada a doença, a planta deve ser totalmente queimada para destruição de todo seu material vegetal. Outra prática de controle é o enterrio da planta em valas de 40 a 60 cm de profundidade prevenindo dessa forma a liberação de voláteis atrativos que promovam a multiplicação da praga por meio da postura de ovos e desenvolvimento de larvas (FERREIRA et al., 2014).

Neste sentido, é importante que sejam evitados ferimentos nas plantas sadias, assim como devem-se descontaminar as ferramentas utilizadas nos tratos culturais e na colheita. Esta deve ser realizada por meio da imersão das ferramentas em solução preparada pela mistura de hipoclorito de sódio com 2,5% de cloro ativo e água, em partes iguais (CYSNE et al., 2013).

O controle comportamental proporcionou o desenvolvimento de novos métodos que estão sendo adotados em programas de Manejo Integrado de Pragas, como o uso de feromônios de agregação que, em coleópteros, geralmente são produzidos pelos insetos machos e, usualmente, atraem ambos os sexos (FERREIRA, 2008). A detecção dos insetos adultos por meio de armadilhas contendo feromônio de agregação e a captura massal são ferramentas importantes para prevenir os danos provocados pelas brocas e tornar o seu controle mais econômico, efetivo e seguro sob o ponto de vista ambiental, proporcionando a racionalização de agrotóxicos no meio ambiente e preservando os inimigos naturais (MOREIRA, 2005).

O feromônio de agregação “rhynchophorol”, colocado no interior das armadilhas e

em combinação com material atrativo, contribuiu para aumentar a eficiência de captura da praga, além de facilitar o monitoramento da presença da praga em determinada região. Vários modelos de armadilhas podem ser utilizados na captura de adultos de *R. palmarum* em plantações de coqueiro e dendezeiro. Dentre os modelos usados, destaca-se a armadilha “tipo balde” (FERREIRA, 2014), que consiste em um balde plástico com tampa e capacidade para 100 L. Na tampa, são feitos três ou quatro furos, onde são presos funis com abertura de até 10 cm, onde o feromônio (envelope ou cápsula) fica pendurado. Dentro dos baldes, são colocados aproximadamente 35 toletes de cana-de-açúcar com cerca de 40 cm de comprimento cada. As armadilhas contendo o material atrativo (cana + feromônio) devem ser distribuídas na periferia do plantio, protegidas do sol, espaçadas com 500 m entre si e, quinzenalmente, monitoradas para troca do material atrativo e eliminação dos insetos capturados (FERREIRA, 2017).

Desse modo, atualmente também não existem métodos de controle eficientes no Brasil voltados para a doença do anel-vermelho, o que leva à destruição das plantas afetadas. Dentre as diferentes estratégias de manejo adotadas para o controle de *R. palmarum*, ainda não há estratégias adotadas referentes à utilização do controle biológico através de parasitoides ou fungos entomopatogênicos, que exercem o controle natural da broca-do-olho-do-coqueiro. No entanto, no Brasil, Moura et al. (1993) constataram, no sul da Bahia, a ocorrência das moscas *Billaea menezesi* (Guimarães, 1977) e *Billaea rhynchophorae* (Blanchard, 1937) (Diptera: Tachinidae) parasitando pupas da broca-do-olho-do-coqueiro (MOURA et al., 1993; 2006).

2.3 Taquinídeos

2.3.1 Classificação e distribuição

A família Tachinidae é uma das maiores famílias da Ordem Diptera, representando uma das mais diversas linhagens de parasitoides (STIREMAN et al., 2019). Trata-se de uma das famílias mais específicas e diversificadas de dípteros, com aproximadamente 10.000 espécies descritas em todo mundo (IRWIN et al., 2003). Este número pode ser bem maior, levando-se em consideração a quantidade de espécies ainda não descritas em regiões menos estudadas e com alto grau de endemismo, como a Neotropical, Afrotropical e Australiana (O’HARA, 2012).

Trata-se de uma família de distribuição mundial, agrupada em Oestroidea, juntamente com Calliphoridae, Mystacinobiidae (endêmica da Nova Zelândia), Sarcophagidae,

Rhinophoridae e Oestridae (WOOD; ZUMBADO, 2010). Esta família está dividida em quatro subfamílias: Phasiinae, Dexiinae, Exoristinae e Tachininae, e está amplamente difundida em todas as regiões biogeográficas. A região neotropical apresenta a maior diversidade, com 2.864 espécies. No Brasil, cerca de 720 espécies foram consideradas (O'HARA; WORD, 2004). A região neotropical representa um epicentro geográfico da diversificação dos taquinídeos, abrigando o maior número de espécies entre todas as regiões do mundo (O'HARA, 2012).

Com cerca de 1.520 gêneros válidos, Tachinidae é a família com maior número de gêneros dentro da Ordem (O'HARA, 2013). Isso se deve, em grande parte, ao perfil dos especialistas que participaram da história da classificação desta família. Robineau-Desvoidy, Brauer, Bergenstamm e Townsend eram nitidamente divisores, o que costumava resultar em poucas ou apenas uma espécie por gênero (O'HARA, 2013).

Os esforços para a redução do número de gêneros de taquinídeos no Novo Mundo se iniciaram com revisões, manuais e catálogos, mas somente na região neártica (O'HARA; WOOD, 1998), pois a conversão do grande número de gêneros das classificações antigas da região neotropical para a nova classificação seria um trabalho árduo que exigiria a análise cuidadosa do material tipo (O'HARA, 2013).

Taxonomicamente, os Tachinidae são indiscutivelmente a família de moscas mais difícil e, talvez por causa disso, mais o tamanho da família e sua alta posição na árvore evolutiva de Diptera, tenha recebido pouca atenção abaixo do nível da família por aqueles que investigam as relações em Diptera (YEATES et al., 2007, KUTTY et al., 2010). Com isso, existe um esforço internacional visando abordar esse desequilíbrio, especificamente nos Tachinidae, para análise filogenética usando dados morfológicos e moleculares (STIREMAN et al., 2013). O que não está em dúvida é o importante papel ecológico que essas moscas parasitoides desempenham no meio ambiente e no controle biológico.

2.3.2 Biologia e ecologia

Conhecidos por serem parasitoides, mais especificamente endoparasitoides de insetos e outros artrópodes em seu estágio larval (O'HARA, 1985; STIREMAN, 2002), os taquinídeos desempenham um papel importante na regulação de populações de insetos herbívoros, seja de forma natural ou manejada e, portanto, também são utilizados no controle biológico (STIREMAN et al., 2006).

Os taquinídeos compõem o segundo maior grupo de insetos parasitoides, ficando atrás

apenas da ordem Hymenoptera – que possui várias famílias de parasitoides – em diversidade e importância ecológica. Dentre as principais Ordens hospedeiras, também podem-se citar Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera e Orthoptera (MOURA et al., 2006).

São espécies cujas larvas vivem dentro de outros animais e matam seus hospedeiros antes de progredir para o estágio adulto, contribuindo para o controle natural de diversas espécies que são consideradas pragas agrícolas. Desse modo, os taquinídeos podem ser classificados como parasitoides cenobiontes, ou seja, eles permitem que o seu hospedeiro continue a se alimentar e crescer enquanto se desenvolve dentro dele (MOURA et al., 2006; STIREMAN et al., 2006).

Possuem estratégias de oviposição que incluem larvas planídios que procuram o hospedeiro, ovos muito pequenos que são ingeridos e eclodem dentro do canal alimentar do hospedeiro, e ovos membranosos que se rompem logo após sua deposição no hospedeiro, perto do hospedeiro ou até mesmo na planta que serve de alimento para o hospedeiro (STIREMAN, 2002).

Os ovos amadurecem normalmente entre 10 e 14 dias após o acasalamento (QUEDNAU, 1993). Em muitos casos, na reprodução em cativeiro, a oviposição livre por fêmeas não é permitida, mas os ovos de fêmeas maduras são removidos manualmente e os hospedeiros são inoculados artificialmente com ovos transferidos com escova (GROSS, 1988). Isto tem a vantagem de evitar superparasitismo, um fenômeno comum entre Tachinidae (BOBADILLA, 1992) e a consequente perda de potencial reprodutivo.

As experiências com reprodução de Tachinidae variam entre muito fácil e quase impossível. Em geral, o resultado é melhor se machos de vários dias de emergidos são combinados com fêmeas recém-emergidas (QUEDNAU, 1993; ZHANG et al., 2003). A iluminação é também um fator importante. Como relatado na literatura científica, várias espécies exigem amplo espaço com luz natural para bons resultados na reprodução (ZHANG et al., 2003).

Embora muitos taquinídeos emergjam do estágio pupal de seus hospedeiros, nenhum é conhecido por atacar pupas, ou o estágio de ovo de seus hospedeiros. A maioria das espécies de taquinídeos ataca a fase larval dos hospedeiros, mas uma fração significativa, talvez 5% a 10% das espécies, ataca adultos. O desenvolvimento larval geralmente é concluído em uma a três semanas, exceto para espécies que passam por diapausa no hospedeiro, nos quais pode ser prolongada por muitos meses. Dependendo da espécie de taquinídeo, as larvas se desenvolvem isoladamente ou gregariamente, se transformando em pupas com a morte do hospedeiro, ou deixam os restos do hospedeiro para formarem pupas no solo (STIREMAN et

al., 2006).

Pouco se sabe sobre o comportamento de acasalamento dos taquinídeos, além do comportamento sexual geral e locais de agregação de muitas espécies (por exemplo, topos de morros, troncos de árvores). Adultos de certos grupos, como Phasiinae e Tachinini, são frequentemente observados em flores e podem funcionar como polinizadores para uma ampla diversidade de táxons de plantas, mas sua importância a esse respeito tem sido por serem visitantes florais e utilizarem o pólen como fonte de proteínas, vitaminas e lipídeos e/ou o néctar para a obtenção de energia (TOOKER et al., 2006).

Os taquinídeos exibem uma impressionante diversidade, variando em tamanho diminuto (± 2 mm; por exemplo, *Siphona* spp.) ao incrivelmente grande (mais de 20 milímetros; por exemplo, *Trixodes obesa* Coquillett, 1902). Apresentam grande variação na morfologia externa, tanto em coloração, forma e tamanho corporal, quanto em quantidade de cerdas. Várias espécies são coloridas com amarelo, marcações em preto, laranja e/ou vermelho, possivelmente imitando os Hymenoptera Aculeata. Outras são decoradas com verde metálico vívido, azul ou outros tons (STIREMAN et al., 2006).

2.3.3 Gênero *Billaea*

Billaea é um grande gênero de distribuição mundial, descrito por Robineau Desvoidy em 1830, pertence à subfamília Dexiinae, uma subfamília grande e morfologicamente diversa de Tachinidae. Distingue-se pela presença de espécimes geralmente de tamanho considerável, e por incubar seus ovos no oviduto, depositando diretamente suas larvas. A fertilidade das fêmeas é geralmente alta e, dependendo da espécie, elas produzem entre 500 e 3000 larvas. A espécie tipo do gênero é *Billaea grisea* Robineau-Desvoidy, 1830 (O'HARA, 1985; ZHANG et al., 2015).

A razão para os diferentes tratamentos sistemáticos de *Billaea* é, principalmente, a semelhança morfológica no estudo dos gêneros e espécies dentro de Dexiinae, dificultando a identificação e a diferenciação entre elas, pois muitas das suas características são encontradas em outros gêneros e tribos distantes, como resultado da convergência morfológica (ZHANG et al., 2015).

O gênero *Billaea* pertence à tribo Dexiini, referindo-se a um grupo de moscas com espécies exclusivamente vivíparas ou ovovivíparas, a maioria das espécies ataca coleópteros escondidos dentro do tecido da planta parasitando predominantemente besouros das famílias Cerambycidae, Curculionidae e Passalidae, sendo reforçado pelo registro existente dos

hospedeiros para esse gênero (NIHEI; PAVARINI, 2011; LÖHR; NEGRISOLI; MOLINA, 2019). A única exceção conhecida é *Billaea claripalpis* (Wulp. 1896) um parasitoide da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) na cana-de-açúcar (NIHEI; PAVARINI, 2011).

2.3.4 Uso de moscas do gênero *Billaea* como parasitoides

As moscas da família Tachinidae são amplamente utilizadas para o manejo de brocas da cana-de-açúcar. As espécies *B. claripalpis* (anteriormente *Paratheresia claripalpis*) e *Lydella minense* (Townsend, 1927) (anteriormente *Metagonistylum minense*) (Diptera: Tachinidae) são as mais proeminentes (AYA et al., 2019). As duas espécies foram introduzidas na Colômbia para o controle de *D. saccharalis* (SMITH; BELLOTTI, 1996). Atualmente, ambos os parasitoides são produzidos e vendidos regularmente por empresas de biocontrole e liberados nos canaviais ao longo do ano (VARGAS et al., 2015).

Agentes de biocontrole alternativos que não receberam a devida atenção são os taquinídeos parasitoides de larvas e pupas, *B. menezesi* e *B. rhynchophorae*. A primeira espécie foi identificada há mais de 25 anos em Ilhéus (setembro de 1990 a agosto de 1991) no sudeste da Bahia, Brasil, onde taxas de parasitismo de 51% foram relatadas em casulos de *R. palmarum* encontrados em dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq) (Arecaceae) (MOURA et al., 1993; ORTEGA et al., 2016).

Em um estudo posterior (novembro de 2000 a novembro de 2001), em piaçava (*Attalea funifera* Mart.) (Arecaceae) e dendezeiro, observou-se no sudeste da Bahia a ocorrência de parasitismo por outra espécie do gênero *Billaea*, *B. rhynchophorae* (Figura 1), com parasitismo médio de 40%, variando de 57% a 18%, mostrando uma redução na porcentagem de parasitismo durante o inverno, provavelmente ligada ao aumento da precipitação em maio e junho, bem como à redução da temperatura (MOURA et al., 2006). Os nomes das duas espécies são válidos, dessa forma, existem possivelmente duas espécies de moscas parasitoides no Brasil.

No entanto, apesar dessas altas taxas de parasitismo, detalhes e estudos sobre a biologia ou ecologia dessas espécies nunca foram realizados, nem introduções em novas áreas relacionadas (MOURA et al., 1993).

Figura 1 - Fêmea de *B. rhynchophorae*



Fonte: Autora (2020).

As moscas sempre são encontradas durante a erradicação das plantas afetadas pelo anel-vermelho, no estado larval ou como pupas dentro dos casulos do hospedeiro. Os dois artigos publicados por Moura et al. (1993; 2006) sobre *B. menezesi* e *B. rhynchophorae* não apresentam informações sobre a biologia da espécie, no entanto, as fêmeas são atraídas por cairomônios provenientes do material vegetal que é ingerido durante a alimentação e expulso das galerias pelas larvas do hospedeiro (SUAZO et al., 2006). A fêmea põe os ovos ou os planídios na entrada das galerias do hospedeiro, onde os planídios procuram ativamente seus hospedeiros (CAMPADELLI; GARDENGHI, 1991). Ainda de acordo com os mesmos autores, as fêmeas adultas dificilmente podem estimar a idade das larvas hospedeiras e, provavelmente, põem ovos/planídios indiscriminadamente na serragem produzida pelas larvas hospedeiras. As larvas do parasitoide procuram então o seu hospedeiro dentro da perfuração e ajustam o seu desenvolvimento segundo o desenvolvimento do hospedeiro, e somente completam o seu ciclo de desenvolvimento quando o hospedeiro forma o seu casulo perto da superfície externa da palmeira, o que permite que as moscas adultas emerjam e saiam de dentro da palmeira. Embora não haja informações detalhadas de *B. rhynchophorae* e *B. menezesi*, espera-se que essas moscas possuam os mesmos mecanismos relatados anteriormente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Coleta e Condições do Experimento

Foram realizadas três coletas de insetos, em setembro de 2019, dezembro de 2019 e novembro de 2020, em plantações de dendezeiros, localizadas nos municípios de Jaguaripe ($13^{\circ}00'49,5''$ S; $38^{\circ}51'08,3''$ O) e Taperoá ($13^{\circ}31'30,9''$ S; $39^{\circ}07'09,9''$ O), no estado da Bahia.

Dendezeiros mortos ou com sinais da doença anel-vermelho e/ou do ataque de *R. palmarum* (destruição do broto terminal, folha central malformada e esfacelada, amarelamento, murchamento) foram selecionados e cortados com motosserra para a retirada dos diferentes estágios de *R. palmarum* e *B. rhynchophorae*. Foram coletados casulos de *R. palmarum* com a presença de larvas (Figura 2A) e pupários (Figura 2B) de *B. rhynchophorae*, bem como larvas (Figura 2C) e pupas (vivas e mortas) possivelmente parasitadas e adultos de *R. palmarum* (Figura 2D).

Figura 2 - Coleta dos parasitoides e seu hospedeiro em campo. A) Larvas de *B. rhynchophorae*; B) Pupários de *B. rhynchophorae*; C) Larva de *R. palmarum*; D) Adultos de *R. palmarum*.



Fonte: Autora (2019).

Os dados climáticos do presente estudo foram obtidos na estação meteorológica de Valença-BA, estação mais próxima de Jaguaripe e Taperoá, disponível pelo INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, de onde foram utilizadas as médias das variáveis climáticas que ocorreram nos 30 dias que antecederam cada uma das coletas realizadas.

Os demais experimentos foram conduzidos no laboratório de Entomologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Rio Largo, em Rio Largo – AL, em salas climatizadas e câmaras incubadoras (B.O.D.) à temperatura de $25,0 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

3.2 Estabelecimento do Parasitoide *B. rhynchophorae* em Laboratório

Os estágios biológicos de *B. rhynchophorae* e *R. palmarum* coletados foram transportados para o laboratório para permitir o desenvolvimento do parasitoide. Os casulos de *R. palmarum* contendo larvas de *B. rhynchophorae* em diferentes estágios foram individualizados e acompanhados diariamente até a fase de pupa do parasitoide, e os casulos de *R. palmarum* com a presença de pupários do parasitoide foram observados diariamente para possível emergência de moscas adultas e posteriormente contabilizados e pesados.

Os casulos de *R. palmarum* contendo pupas do hospedeiro possivelmente parasitadas e com a presença do parasitoide foram mantidos em potes plásticos multiuso com dimensões de $7,9 \text{ cm} \times 7,9 \text{ cm}$ e altura de 8 cm, para observação diária do momento de saída do parasitoide do corpo do hospedeiro (Figura 3).

Figura 3 - Pupas de *R. palmarum* parasitadas por *B. rhynchophorae*.



Fonte: Autora (2020).

Os potes com casulos foram mantidos em gaiolas confeccionadas a partir de caixas de isopor com dimensões de 39 cm × 24 cm e altura de 29 cm, nas quais foram feitas aberturas laterais revestidas com tecido *voil* para devida ventilação (Figura 4) e mantidos em câmara B.O.D.

Figura 4 – Gaiolas de isopor utilizadas para armazenamento dos potes com casulos de *R. palmarum*.



Fonte: Autora, 2020

As larvas de *R. palmarum* não parasitadas e parasitadas trazidas do campo foram mantidas em cana-de-açúcar (Figura 5), planta hospedeira como fonte de alimento, permitindo o desenvolvimento dos indivíduos até a fase de pupa, e os adultos de *R. palmarum* foram incorporados à criação em laboratório.

Após a emergência, as moscas adultas foram distribuídas em gaiolas de madeira com dimensões de 30 cm × 30 cm e altura de 70 cm, revestidas com *voil* (Figura 6A) para facilitar a entrada de luz e a ventilação, onde permaneceram até a morte. A alimentação foi oferecida no interior das gaiolas através de placas de plástico (90 mm de diâmetro × 15 mm de altura) com rolinhos de algodão embebidos em água e, através da introdução de plantas nectáreas de camomila (*Matricaria chamomilla* L.) (Asteraceae) (Figura 6B), que foram trocadas a cada dois dias, permitindo um ambiente propício para a cópula e obtenção de planídios. Após a morte, os parasitoides foram fixados em álcool a 99% e preservados em geladeira.

Figura 5 – Larvas de *R. palmarum* em cana-de-açúcar no laboratório.



Fonte: Autora (2020).

Figura 6 - Esquema de criação de adultos de *B. rhynchophorae*. A) Exterior das gaiolas de madeira; B) Interior da gaiola.



Fonte: Autora (2020).

3.3 Avaliação dos Aspectos Biológicos de *B. rhynchophorae* em Laboratório

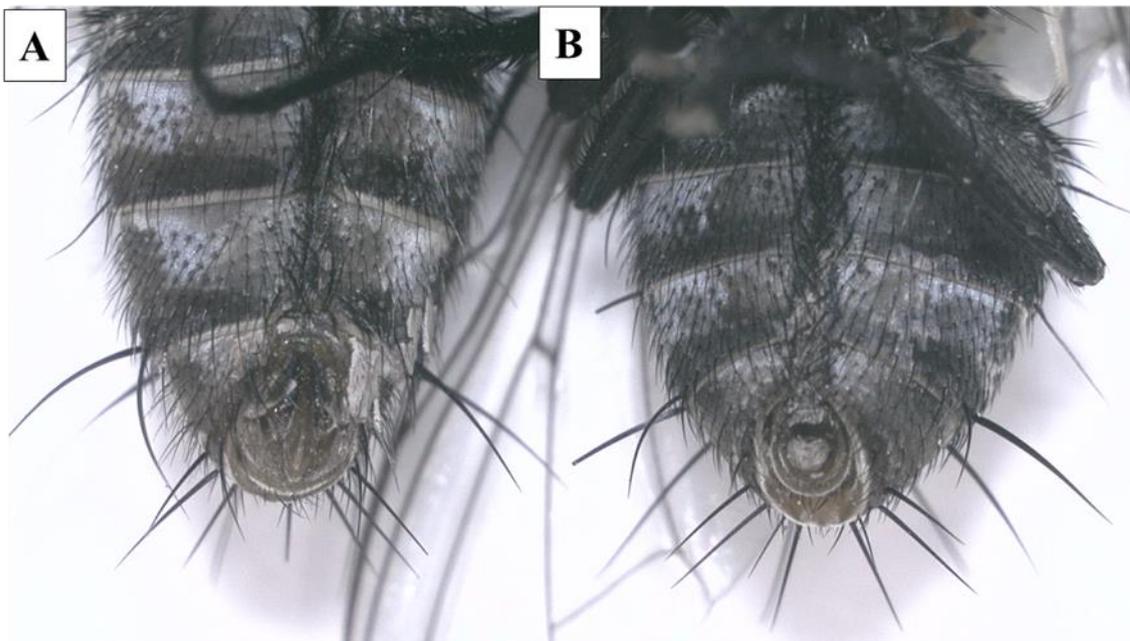
Avaliaram-se os seguintes parâmetros referentes aos aspectos biológicos de *B. rhynchophorae*: viabilidade e duração do período pupal, peso, comprimento e diâmetro dos pupários, razão sexual, longevidade dos insetos adultos, número e tamanho de planídios.

Os pupários de cada coleta realizada, totalizando 3.265 pupários, foram individualizados e mantidos em câmara climatizada tipo B.O.D. Com o acompanhamento da emergência dos adultos, determinou-se a viabilidade pupal. Para acompanhamento da duração pupal, foram individualizadas 139 larvas de *B. rhynchophorae* com monitoramento desde a

pupação até a emergência. Para determinação do peso, comprimento e diâmetro, foram utilizadas 266 pupas. Comprimento e diâmetro foram obtidos com auxílio de um paquímetro, e a pesagem realizada em balança analítica de precisão.

Após a emergência dos adultos, inicialmente as moscas foram diferenciadas sexualmente de acordo com características morfológicas observadas na genitália (Figura 7), sendo confirmado posteriormente após a morte natural das moscas e dissecação com a presença de saco embrionário com planídios nas fêmeas.

Figura 7 - Características morfológicas da genitália externa de *B. rhynchophorae*. A) Macho; B) Fêmea.



Fonte: Autora (2020).

Para determinação da razão sexual, adotou-se a seguinte fórmula:

$$RS = NF / (NF + NM)$$

Onde: RS: razão sexual;

NF: número de fêmeas;

NM: número de machos.

Posteriormente, 534 moscas foram sexadas e distribuídas entre machos e fêmeas, compostos por machos mais velhos e fêmeas com até 48 horas de vida, os quais foram confinados em gaiolas de madeira contendo plantas de camomila e água em quantidades

adequadas, conforme observações diárias, proporcionando fontes nutricionais para maturação dos ovários e eclosão dos planídios.

Após a morte natural dos parasitoides, 89 fêmeas adultas foram dissecadas sob microscópio estereoscópico, removendo-se o saco embrionário e colocando-o sobre uma placa de Petri com dextrose a 5%, e os planídios separados com um pincel, segundo a metodologia de Polonio (2014), contabilizados e medidos com a escala da própria lente ocular do estereoscópio. De cada mosca adulta, 30 planídios foram individualizados para medição.

3.4 Delineamento Experimental e Análise Estatística

Os dados de viabilidade e duração do período pupal; peso, comprimento e diâmetro dos pupários; longevidade dos adultos; e número e comprimento dos planídios, foram submetidos à estatística descritiva, com cálculo das médias e erro padrão.

Para o número de casulos por palmeira, percentuais de parasitismo, larvas vivas e mortas de *R. palmarum*, pupas vivas e mortas de *R. palmarum*, e adultos de *R. palmarum* encontrados no campo, bem como longevidade de machos e fêmeas de *B. rhynchophorae* em laboratório, foram realizados testes de comparação de médias. O delineamento foi inteiramente casualizado, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, no programa SASM–Agri versão 8.2 (ALTHAUS; CANTERI; GIGLIOTI, 2001). Para os dados de campo, foram utilizados 3 tratamentos, sendo cada coleta considerada como um tratamento, e, para os dados do laboratório, foram utilizados dois tratamentos, sendo cada sexo considerado como um tratamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as coletas, pôde-se verificar a presença do parasitoide *B. rhynchophorae*, com taxas de parasitismo crescentes de 30,91, 60,50 e 69,11% (Tabela 1). Não houve diferença significativa com relação às médias de casulos por palmeira, larvas vivas e larvas mortas de *R. palmarum* nas três coletas realizadas. Os resultados obtidos para taxa de parasitismo de *B. rhynchophorae*, pupas vivas, pupas mortas e adultos de *R. palmarum* em setembro/2019 diferiram estatisticamente das coletas realizadas em dezembro/2019 e novembro/2020, podendo estar relacionada às condições climáticas provenientes no mês anterior aos meses das coletas realizadas (Tabela 2).

Tabela 1 - Variáveis (média \pm EP) registradas em campo de parasitismo de *B. rhynchophorae* e seu hospedeiro *R. palmarum*.

Variáveis	Coletas em campo		
	Setembro/2019	Dezembro/2019	Novembro/2020
Casulos por palmeira	12,23 \pm 3,79a	7,62 \pm 1,44a	9,90 \pm 1,77a
Parasitismo (%)	30,91 \pm 8,89b	60,50 \pm 7,50a	69,11 \pm 7,36a
Larvas vivas (%)	12,71 \pm 4,09a	17,67 \pm 6,58a	14,24 \pm 6,86a
Larvas mortas (%)	3,06 \pm 1,47a	5,64 \pm 2,34a	4,77 \pm 1,86a
Pupas vivas (%)	20,25 \pm 6,56a	6,39 \pm 2,58b	5,16 \pm 2,36b
Pupas mortas (%)	18,47 \pm 4,01a	4,71 \pm 2,48b	5,35 \pm 2,26b
Adultos (%)	14,57 \pm 4,53a	5,8 \pm 3,27b	1,36 \pm 0,94b

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Pode-se observar que a população de *R. palmarum* não apresentou oscilações durante os meses de coleta, não havendo variações na média de casulos em campo, tanto no final da estação chuvosa (setembro/2019) como também nos meses mais quentes (dezembro/2019 e novembro/2020), corroborando com Cysne et al. (2013) que, em estudos com flutuação populacional de *R. palmarum* em dendezeiro, verificaram que a quantidade de insetos não variou ao longo do ano. A presença constante de *R. palmarum* em campo pode se dar por se tratar de insetos univoltinos com ciclo biológico longo.

Tabela 2 - Média das variáveis climáticas da estação meteorológica de Valença-BA, nos 30 dias que antecederam cada uma das coletas.

Variáveis	Períodos		
	03/08-03/09/19	03/11-05/12/19	11/10-13/11/20
Precipitação Total (mm)	7,07	1,76	-
Pressão Atmosférica média (mB)	1009,03	1001,95	1003,05
Temp. Do ponto de orvalho (°C)	18,96	21,00	21,24
Temp. Máxima (°C)	26,59	30,15	28,71
Temp. Média (°C)	21,44	24,59	24,30
Temp. Mínima (°C)	17,83	20,39	21,23
Umidade Relativa do ar, média (%)	86,99	82,02	84,29
Umidade Relativa do ar, mínima (%)	62,97	55,33	60,74
Vento, rajada máxima (m/s)	8,02	7,80	7,67
Vento, velocidade média (m/s)	1,30	1,54	1,39

No entanto, Alpizar et al. (2002), ao realizarem estudos de campo em plantio de pupunha (*Bactris gasipaes*), indicaram que a ocorrência da espécie *R. palmarum* tende a diminuir ao decorrer do tempo. A população destes insetos apresentou um pico populacional no final da estação chuvosa, época em que a alta taxa de pupas e casulos deste curculionídeo é atribuída à queda da ação de fungos e bactérias. Ainda de acordo com Ferreira et al. (2003), o aumento da população de *R. palmarum* no período chuvoso pode ser atribuído ao fato de que, com altos índices de chuvas, as fibras vegetais das plantas que formam o casulo são facilmente abertas pelo inseto no momento de sua emergência.

Em pesquisa realizada com a referida praga em plantios de banana em São Paulo, Takada et al. (2011) concluíram que a população de *R. palmarum* teve aumento na estação seca, fato que pode estar relacionado com o menor índice de chuvas na região, período que segundo os mesmos autores é favorável para a volatilização dos odores oriundos do atrativo alimentar e feromônio de agregação presente nas armadilhas.

De acordo com dados do presente trabalho, o percentual de parasitismo em setembro de 2019 é significativamente menor (Tabela 1), o que explica a grande incidência de adultos, enquanto que, nas coletas realizadas em dezembro/2019 e novembro/2020, a presença de

adultos em casulos de *R. palmarum* foi significativamente menor, com porcentagem de parasitismo superior a 60% sobre o hospedeiro em campo. Com isso, podemos discorrer que os índices de parasitismo de *B. rhynchophorae* podem não ser influenciados pela densidade do hospedeiro em campo, sendo um fator importante a considerar no seu uso em programas de controle biológico. Novos estudos são necessários para confirmação dessa hipótese.

De acordo com Hugles et al. (1982), as taxas de aumento das populações de parasitoides ocorrem em funções da densidade do hospedeiro. Ainda de acordo com os autores, as diferenças de tempo nas respostas de interação da população ocorrem porque cada espécie de parasitoide ataca apenas alguns estágios do ciclo de vida de seu hospedeiro. A idade das larvas do hospedeiro também é um fator importante para o sucesso do parasitismo em Tachinidae (LÖHR et al., 2019). Ao avaliar o padrão espacial de parasitismo em *D. saccharalis*, os taquinídeos *L. minense* e *P. claripalpis* foram incapazes de agregar em campos e zonas contendo altas densidades de hospedeiros, tendo melhor atuação em locais com baixas densidades, evitando surtos desta praga nesses locais (ROSSI; FOWLER, 2004).

Diante dos percentuais de parasitismos de 30,91; 60,50 e 69,11%, é evidente a dominância e eficiência de *B. rhynchophorae* no controle de *R. palmarum*. Ao avaliar a atuação de *B. claripalpis* em larvas de *R. palmarum*, Gaviria; Löhr (2020) indicaram em seus resultados que as larvas do gorgulho podem ser parasitadas pela mosca em ambiente seminatural, de livre escolha, com porcentagem de 50% e mortalidade de 23%, no entanto, nas condições estudadas, os planídios da mosca não atingiram seu desenvolvimento de pupa.

No presente estudo, observou-se que as taxas de parasitismo apresentaram diferenças significativas quando as coletas foram realizadas em diferentes meses do ano. Como este levantamento foi realizado em locais e anos diferentes, vários fatores podem ter interferido nas diferentes taxas de parasitismo observadas nas três coletas. Os fatores abióticos, entre eles a temperatura, o fotoperíodo e a umidade, e/ou fatores bióticos, como a densidade populacional e as características genótípicas e fenotípicas do hospedeiro e do parasitoide, podem interferir na taxa de parasitismo em uma determinada área (HUFFAKER, 1971).

Ao avaliar mensalmente a ocorrência de *B. rhynchophorae* em larvas de *R. palmarum* em plantações de piaçava e dendê durante novembro de 2000 a novembro de 2001, Moura et al. (2006) obtiveram índice de parasitismo variando de 57% em novembro de 2000 a 18% em julho de 2001. Em ambos os trabalhos, os resultados mostram uma redução na porcentagem de parasitismo durante os meses mais frios, provavelmente ligada ao aumento da precipitação e à redução da temperatura, podendo-se destacar que esse parasitoide não possui uma performance elevada de parasitismo sobre o hospedeiro durante todo o ano, o

que pode explicar os picos de parasitismo nas últimas coletas (dezembro/2019 e novembro/2020), observados no presente trabalho.

Diferentemente do presente estudo, ao avaliar mensalmente o parasitismo de *B. menezesi* em *R. palmarum* por um período de um ano, Moura et al. (1993) obtiveram uma taxa média de 51%, no entanto, não observaram nenhuma correlação entre as precipitações e as variações da população do parasitoide, evidenciando dessa forma que *B. menezesi* tem uma atuação estável durante todo o ano no estado da Bahia.

Dentre as espécies de moscas Tachinidae relatadas com ocorrência de parasitismo em campo, Bosque; Smith (1996) observaram porcentagem de parasitismo de *Lydella jalisco* (Woodley, 1994) (Diptera: Tachinidae) em larvas de *Eoreuma lofini* (Dyar, 1917) (Lepidoptera: Crambidae) de 22%, 31% e 48% para larvas pequenas, médias e grandes, respectivamente.

O parasitismo de taquinídeos em coleópteros também foi observado por Nalepa; Kidd (2002), com ocorrência de *Strongygaster triangulifer* (Loew, 1863) (Diptera: Tachinidae) sobre besouros adultos de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae). Larvas de *Liogenys suturales* (Blanchard, 1851) (Coleoptera: Melolonthidae) apresentaram ocorrência de parasitismo em campo por *Ptilodexia* sp. (Diptera: Tachinidae) de até 22,5% (SANTOS; ÁVILA, 2009). Em um estudo recente, Bolu et al. (2021) relataram um novo parasitoide *Billaea adelpha* (Loew, 1873) (Diptera: Tachinidae) parasitando *Xylotrechus sieversi baiocchii* (Rapuzzi & Sama, 2018) (Coleoptera: Cerambycidae).

Com isso, pode-se inferir que várias espécies de taquinídeos são relatadas parasitando diferentes hospedeiros, sendo necessário novos estudos relacionados à atuação de *B. rhynchophorae* como um potencial agente de biocontrole para *R. palmarum*, visto que muitas espécies de taquinídios vêm sendo utilizadas como agentes de controle biológico.

A adaptabilidade às condições climáticas está entre os fatores-chave, influenciando o sucesso de parasitoides em programas de controle biológico. Tendo em vista que as condições climáticas podem interferir diretamente nos insetos, a deposição de água nas áreas de coleta foi mais elevada entre o período de 03/08-03/09 de 2019 (Tabela 2). Marinoni; Ganho (2003), em áreas com diferentes graus de antropização e de sucessão vegetal em Ponta Grossa – PR, consideram que a sazonalidade dos insetos é relacionada ao período chuvoso, pois há maior disponibilidade de recursos alimentares, o que proporciona um pico populacional.

No entanto, Brown (2014) aponta que áreas mais quentes são caracterizadas por um maior número de recursos para apoiar organismos de todos os níveis tróficos, o que significa

que mais espécies podem obter recursos de alimentação suficientes para manter populações viáveis, corroborando com Gonçalves (2017), que indica o excesso hídrico sendo prejudicial às plantas, porquanto lhes pode proporcionar estresse hídrico, e o habitat, solo, de alguns insetos pode ficar encharcado. Logo, pode-se associar o menor desempenho do parasitoide em setembro/2019 à maior precipitação, sendo prejudicial ao parasitoide devido ao seu tamanho, voo e à degradação de recursos alimentares.

Pode-se observar um aumento da pressão atmosférica entre o período de 03/08-03/09 de 2019, o que pode ter interferido na menor incidência do parasitoide em campo na coleta realizada em setembro/2019. Wellington (1946) observou que espécies de Diptera pertencentes às famílias Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae e Tachinidae reagiram à queda de pressão com voos erráticos, não apresentando qualquer elemento direcional. O autor sugeriu que esse voo errático representa uma reorientação do comportamento em resposta à chegada das condições adversas.

Ao estudar o comportamento de acasalamento em *Drosophila pseudoobscura* (Frolova, 1929) (Diptera: Drosophilidae), Ankney (1984) observou que, dentre todos os fatores abióticos que reduziram a ocorrência dos acasalamentos, cerca de 30% dos casos foram atribuídos à queda da pressão atmosférica. No entanto, é muito difícil determinar o efeito da pressão atmosférica sobre os insetos porque ele está relacionado a outros fatores climáticos, principalmente precipitação e vento. Isso nos mostra que as variações climáticas podem estar intimamente associadas à atuação do parasitoide em campo no presente trabalho.

Durante a realização do presente trabalho, as temperaturas máximas variaram entre 26,59°C a 30,15°C, temperatura média entre 21,44°C a 24,59°C e temperatura mínima entre 17,83°C a 21,23°C, maior intensidade de parasitismo em campo nas temperaturas médias obtidas nos períodos que antecederam as coletas de dezembro de 2019 e de novembro de 2020, quando a temperatura média aumenta, ficando mais próxima à temperatura considerada ideal para os insetos. Rodrigues (2004) descreve que, em geral, para os insetos, a temperatura ótima para o desenvolvimento mais rápido e para o maior número de descendentes está próxima de 25°C, considerando-se a faixa ótima para o desenvolvimento da maioria das espécies de insetos entre 15°C e 38°C.

Dessa forma, Rodrigues (2004) relata que a ação direta da temperatura nos insetos consiste na redução da taxa metabólica, interferindo no seu desenvolvimento e comportamento. Assim, quando a temperatura ambiental é favorável, os insetos menores são diretamente beneficiados pela fácil troca de calor com o ambiente. Além da ação sobre o

metabolismo dos adultos, a temperatura influencia em diversos fatores biológicos dos insetos, nas fases de ovo, larva, e pupa. A temperatura pode ainda alterar o tempo de uma geração e as taxas de emergência (BROWN, 2014).

A umidade relativa média variou entre 82,02% a 86,99%, e umidade mínima entre 55,33 a 62,97. Rodrigues (2004) aponta que a faixa favorável de umidade para os insetos fica entre 40% a 80%. A umidade relativa do ar está relacionada de forma direta com a exposição dos insetos ou seu resguardo. O baixo teor de umidade pode afetar a fisiologia, longevidade, desenvolvimento e oviposição dos insetos (GULLAN; CRANSTON, 2007). Com isso, pode-se ressaltar que, no presente estudo, a umidade relativa média não afetou negativamente os resultados obtidos em campo.

Tabela 3 - Viabilidade pupal, duração do período pupal, peso, comprimento e diâmetro de pupários (média) de *B. rhynchophorae* em laboratório. Temperatura: $25,0 \pm 1^\circ\text{C}$; umidade relativa: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 horas.

Viabilidade (%)				Duração (dias)	Peso (g)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)
1ª col	2ª col	3ª col	Média				
33,33	39,72	45,00	41,83	$45,54 \pm 0,27$	$0,07 \pm 0,002$	$10,61 \pm 0,06$	$4,80 \pm 0,04$

Os pupários de *B. rhynchophorae* apresentam formato longo, elípticos, com coloração avermelhada quando recém empupados e posteriormente passam por um escurecimento progressivo, assumindo uma coloração marrom-avermelhada escura. A viabilidade pupal foi maior na segunda e terceira coletas, estando intimamente associada ao elevado percentual de parasitismo nos meses de novembro de 2019 e dezembro de 2020, resultando na emergência de 41,83% de moscas adultas em laboratório (Tabela 3). Aya et al. (2019) obtiveram sucesso na viabilidade pupal de *L. minense* e *B. claripalpis* de 81% a 98%. No entanto, a temperatura pode afetar diretamente a biologia dos insetos, as condições laboratoriais podem acelerar ou retardar a duração das fases de desenvolvimento dos insetos.

Os parasitoides emergiram à fase adulta 45,54 dias após a pupação, enquanto Bolu et al. (2021) observaram um curto período pupal em *B. adelpha*, com duração de aproximadamente uma semana em *X. sieversi baiocchii*. Perreyra (1986), ao avaliar duração pupal em diferentes temperaturas, observou que o período pupal de *Archytas incertus* (Macquart, 1851) (Diptera: Tachinidae) inoculada em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) foi significativamente influenciado pela temperatura, observando-se estabilização para machos e fêmeas a 30°C , com maior sobrevivência do parasitoide a 25°C de temperatura.

Ao avaliar a duração pupal dos taquinídeos *L. minense* e *B. claripalpis*, Aya et al. (2019) obtiveram média de 12 e 23 dias, respectivamente. Almeida et al. (1986) obtiveram duração pupal de 9,27 dias para *L. minense* e duração pupal de 17,06 dias para *B. claripalpis*.

Ainda de acordo com Chen et al. (2020), ao estudar *Pentatomophaga latifascia* (Villeneuve, 1932) (Diptera: Tachinidae), o comprimento e diâmetro pupal são de 6,50 mm e 2,79 mm, respectivamente. Este Tachinidae possui pupários com tamanho reduzido, quando comparado com os parâmetros obtidos em *B. rhynchophorae*. Allen; Hunt (2000), ao estudar a mosca endoparasitoide *Homotrixa alleni* (Barraclough, 1996) (Diptera: Tachinidae), observaram que o peso da pupa estava diretamente relacionado ao tamanho do adulto, sendo os machos adultos significativamente maiores do que as fêmeas adultas.

Algumas larvas de *B. rhynchophorae* trazidas do campo e individualizadas em potes plásticos para melhor observação da fase de pupa resultaram em pupas com má formação (Figura 8), não havendo emergência de adultos de nenhuma delas. Pode-se inferir que tais anomalias se deram devido à saída das larvas do casulo através da abertura realizada durante a triagem do material em laboratório para verificação de parasitismo, influenciando na saída de algumas larvas do seu ambiente natural para o interior dos potes plástico.

Figura 8 - Pupas de *B. rhynchophorae* com má formação em laboratório.



Fonte: Autora (2019).

Alguns autores observaram que a fase de pupa fora dos hospedeiros pode ser inadequada para o estabelecimento do parasitismo, já que os fatores abióticos podem afetar a viabilidade pupal (VINSON, 1976). Com isso, se fazem necessários estudos que indiquem os efeitos de diferentes fatores ambientais sobre os diferentes parâmetros concernentes ao parasitoide, relacionados à viabilidade e duração pupal.

Para o parâmetro razão sexual, a proporção de fêmeas foi maior (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Tavares et al. (2013), em estudos com *Lespesia melloi* (Gil-Santana, Nunez & Nihei) (Diptera: Tachinidae), com proporção sexual de 0,62. Aya et al. (2019) obtiveram proporção sexual para *L. minense* de 0,44 (proporção feminina) em *D. saccharalis*, e 0,69 em *D. busckella*, enquanto que para *B. claripalpis* foi 0,38 em *D. saccharalis* e 0,60 em *Diatraea tabernella* (Dyar, 1911) (Lepidoptera: Crambidae).

Tabela 4 - Razão sexual, longevidade de machos e fêmeas adultos e número de planídios por fêmea (média) de *B. rhynchophorae* em laboratório. Temperatura: $25,0 \pm 1^\circ\text{C}$; umidade relativa: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 horas.

Razão sexual	Longevidade (dias)			Planídios/fêmea	Comprimento dos planídios
	Machos	Fêmeas	Média		
0,59	$8,54 \pm 0,28a$	$8,65 \pm 0,24a$	$8,61 \pm 0,18$	$159,79 \pm 13,08$	$0,92 \pm 0,09$

*Médias (\pm EP) seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

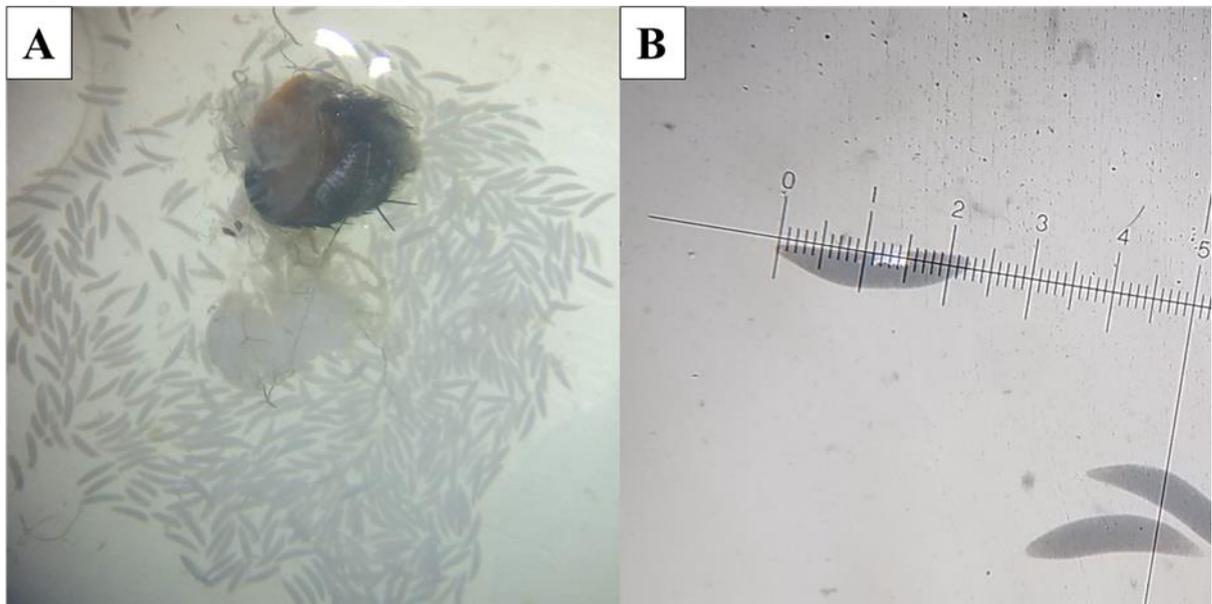
Em princípio, a variabilidade na razão sexual pode beneficiar ou prejudicar a prática de controle biológico. A razão sexual com tendência para fêmeas traz grandes benefícios para o controle biológico, uma vez que as fêmeas é que causam a morte da praga (Heimpel; Lundgren, 2000). Ainda de acordo com Santolamazza-Carbone; Cordero-Rivera (2003), vários fatores influenciam na razão sexual dos parasitoides, como histórico da mãe, qualidade do hospedeiro, densidade do hospedeiro e concorrência com um coespecífico.

Moscas adultas de *B. rhynchophorae* viveram em média mais de 8,61 dias, não havendo diferença significativa para longevidade entre machos e fêmeas (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos em moscas parasitoides pertencentes à mesma família por Aya et al. (2019), sob condições controladas a $24 \pm 0,3^\circ\text{C}$, $77\% \pm 3$ UR e 12:12 (L: D). Adultos de *L. minense* viveram em média 9,0 dias, enquanto adultos de *B. claripalpis* viveram mais, com média de 11,2.

Ao estudar as mesmas espécies em condições com temperatura de 28°C , UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, Almeida; Araujo (1986) obtiveram duração média de 7,16 para adultos de *M. minense* e 5,08 dias para adultos de *P. claripalpis*. Vale salientar que a longevidade dos indivíduos de *B. rhynchophorae* pode estar relacionada com o tipo de alimentação, temperatura e umidade relativa do ar ao qual os insetos são submetidos. Alguns estudos têm demonstrado que estes fatores podem influenciar o ciclo de vida de algumas espécies de moscas (JOACHIM-BRAVO et al., 2010; DANJUMA et al., 2014).

Com relação aos planídios de *B. rhynchophorae*, as larvas obtidas das fêmeas adultas se caracterizavam pela grande massa de larvas com coloração esbranquiçada e seu tamanho diminuto (Figura 9). As larvas eram imóveis, resultado da não ocorrência de cópula entre machos e fêmeas em laboratório. De acordo com Nartshuk (1997), planídios de espécies da família Acroceridae (Diptera) possuem coloração marrom escura a preta e o comprimento do corpo varia de 0,25 a 1 mm. Ainda segundo o autor, a larva de primeiro instar é muito ativa, particularmente durante a noite. Planídios de vespas parasitoides pertencentes à família Eucharitidae (Hymenoptera), após a eclosão, são geralmente menores do que 0,13 mm, porém muito ativos e com estruturas caudais que possibilitam o salto (TORRÉNS, 2013).

Figura 9 - Planídios de *B. rhynchophorae*. A) Remoção do saco embrionário para contagem dos planídios; B) Medição dos planídios em microscópio estereoscópico.



Fonte: Autora (2019).

5 CONCLUSÕES

Billaea rhynchophorae ocorre com frequência na região sul do estado da Bahia, com porcentagens de parasitismo superior a 60% em *R. palmarum*, nos meses de novembro e dezembro.

As médias dos parâmetros biológicos de *B. rhynchophorae* observados foram: Viabilidade pupal de 41,83%; duração pupal de 45,54 dias; peso pupal de 0,07 g; comprimento pupal de 10,61 mm; largura pupal de 4,80 mm; razão sexual de 0,59; longevidade dos adultos de 8,61 dias; número de planídios por fêmea de 159,79; e comprimento dos planídios de 0,92 mm.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017. Disponível em:
<http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em 14 de maio de 2019.
- ALDANA, R. C.; ALDANA, J. A.; MOYA, O. M. Manejo del picudo *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Bogotá, p. 51, 2011.
- AL-DOSARY, N. M. N.; AL-DOBAI, S.; FALEIRO, J. R. Review on the management of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier in date palm *Phoenix dactylifera* L. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 28, n. 1, p. 34–44, 2016.
- ALLEN, G. R.; HUNT, J. Larval competition, adult fitness, and reproductive strategies in the acoustically orienting Ormiine *Homotrixa alleni* (Diptera: Tachinidae). **Journal of Insect Behavior**, v. 14, n. 3, p. 283–297, 2000.
- ALMEIDA, L. C. et al. Biologia e competição intra-específica de taquinídeos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 10, p. 1009–1014, 1986.
- ALPIZAR D. et al. Pheromone mass trapping of the West Indian sugarcane weevil and the American palm weevil (Coleoptera : Curculionidae) in palmito palm. **Florida Entomologist**, v. 85, n.3, p. 426–430, 2002.
- AMBROGI, B. G. et al. Feromônios de agregação em Curculionidae (Insecta: Coleoptera) e sua implicação taxonômica. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2151–2158, 2009.
- ANKNEY, P. Pseudoobscura, a note on barometric pressure and behavior in *Drosophila pseudoobscura*. **Behavior Genetics**, v. 14, p. 315–317, 1984.
- AYA, V. M. et al. Host resistance to two parasitoids (Diptera: Tachinidae) helps explain a regional outbreak of novel *Diatraea* spp. stem borers (Lepidoptera: Crambidae) in Colombia sugarcane. **Biological Control**, v. 129, p. 18–23, 2019.
- AZMI, W. A. et al. A new invasive coconut pest in Malaysia: the red palm weevil (Curculionidae: *Rhynchophorus ferrugineus*). **The Planter**, v. 89, p. 97–110, 2013.
- BALIJEPAI, S. B.; FALEIRO, J. R. Is policy paralysis on quarantine issues in the Near East and North Africa region leading to the buildup and spread of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* ? **Arab Journal of Plant Protection**, v. 37, n. 2, p. 89–100, 2019.
- BOBADILLA, G. D. Unusual case of superparasitism in the Tachinidae (Diptera: Tachinidae). **Acta Entomológica Chilena**, v. 17, p. 241244, 1992.
- BOLU, H. *Billaea adelpha* (Loew, 1873) (Diptera : Tachinidae), a new parasitoid of *Xylotrechus sieversi baiocchii* Rapuzzi & Sama, 2018 (Coleoptera : Cerambycidae) from Turkey. **Journal of the Entomological Research Society**, v. 23, n. 1, p. 83–87, 2021.
- BOSQUE, L. A. R, SMITH, J. Rearing and biology of *Lydella jalisco* (Diptera : Tachinidae), a parasite of *Eoreuma loftini* (Lepidoptera : Pyralidae) from Mexico, **Annals of the Entomological Society of America**, v. 89, n. 1, p. 88–95, 1996.

BRAINER, M. S. C. P. Produção de coco: o Nordeste é destaque nacional. **Caderno Setorial ETENE**, v. 3, n. 61, p. 1–25, 2018.

BROWN J. H. Why are there so many species in the tropics? **Journal of Biogeography**, v. 41, p. 8–22, 2014.

CABI. *Rhynchophorus palmarum* (South American palm weevil). Invasive Species Compendium, 2020. Disponível em: <<https://www.cabi.org/isc/datasheet/47473>> Acesso em 20 de agosto de 2021.

CAMPADELLI, G., GARDENGHI G. Note biologiche su *Billaea triangulifera* Zett. (Diptera: Tachinidae) parassitoide di *Saperda scalaris* L. (Col. Cerambycidae). **Bollettino dell'Istituto di Entomologia "Guido Grandi" della Università Degli Studi di Bologna**, v. 45, p. 181–189, 1991.

CANTERI, M. G. et al. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18–24, 2001.

CEPLAC. Comissão executiva do plano de lavoura Cacaueira. **Radar técnico – Coco**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/coco.htm>> Acesso em 20 de julho de 2019.

CHEN, J. et al. A newly reported parasitoid, *Pentatomophaga latifascia* (Diptera: Tachinidae), of adult *Halyomorpha halys* in Beijing, China. **Insects**, v. 11, n. 666, p. 1–8, 2020.

CHINCHILLA, C. M. Manejo integrado de problemas fitossanitários em palma aceitera *Elaeis guineensis* en América Central. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, n. 67, p. 69–82, 2003.

COSTA, E. C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B.; MURARI, A. B. **Entomologia Florestal**. Ed, 2^a, Santa Maria: UFSM, p. 248, 2011.

COSTA. R. S. C. et al. Cultivo do coqueiro em Rondônia. **Sistemas de produção - Embrapa**, Rondônia, 2005, n. 6. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/CultivodoCoqueiroRO/>> Acesso em 23 de junho de 2019.

COSTA-CARVALHO, R. R. **Epidemiologia da resinose do coqueiro e sensibilidade de *Thielaviopsis paradoxa* a óleos essenciais**. Tese (Doutorado em Fitopatologia), Universidade Federal de Lavras, MG, 2011.

CYSNE, A. Q. et al. Flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) em palmeiras oleíferas no Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 197–202, 2013.

DALBON, V. A. et al. Early detection and preventive control of *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera Curculionidae): A quarantine pest in Brazil. **Arab Journal of Plant Protection**, v. 37, n. 2, p. 130-135, 2019.

DANJUMA, S. et al. Effect of temperature on the development and survival of immature stages of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae*, and the Asian papaya fruit fly, *Bactrocera papayae*, reared on guava diet. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 126, p. 1-16, 2014.

DINDO, M. L. Allevamento di Ditteri Tachinidi su diete artificiali. **Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia**, v. 46, p. 105-133, 1998.

EMBRAPA. Broca-do-olho-do-coqueiro: Praga potencial para as palmeiras com fins de produção de palmito. **Colombo: Embrapa Florestas**, p. 2, 2010.

ESPARZA-DÍAZ, G. et al. Detection of *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) and identification of associated nematodes in South Texas. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 4, p. 1513-1521, 2013.

FAO. Proceedings of the Scientific Consultation and High-Level meeting on Red Palm Weevil management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. p. 200, 2019.

FERREIRA, J. M. S. et al. Manejo de pragas do coqueiro. **Informe Agropecuária**, v. 38, p. 67-82, 2017.

FERREIRA, J. M. S. et al. Pragas do coqueiro. 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.

FERREIRA, J. M. S. Manejo integrado de pragas do coqueiro. **Ciência Agrícola**, n. 1, p. 21-29, 2008.

FERREIRA, J. M. S.; ARAUJO, R. P. C. Avaliação de diferentes fontes atrativas e suas prováveis interações na captura de *Rhynchophorus palmarum*. **Manejo Integrado de Pragas y Agroecología**, n. 67, p. 23-29, 2003.

FERREIRA, J.M. S. et al. **Manejo integrado da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae)**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros (Comunicado Técnico, 141), p. 8, 2014.

FONTENELE, R. E. S. Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras sistemas agroalimentares e cadeias agroindustriais pôster cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras, 2005. XLIII Congresso da SOBER, p. 1-20, 2005.

GAVIRIA J.; LÖHR, B. Parasitismo de *Billaea claripalpis* (Diptera: Tachinidae) sobre larvas de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera : Dryophthoridae). **Avances en Investigación Agropecuaria**, v. 24, n. 2, p. 67-80, 2020.

GE, X. et al. Potential distribution predicted for *Rhynchophorus ferrugineus* in China under different climate warming scenarios. **PLoS ONE**, v. 10, n. 10, p. 1-26, 2015.

GIBLIN-DAVIS, R. M. Borers of Palms. In: HOWARD, F. W.; MOORE, D.; GIBLIN-DAVIS, R. M.; ABAD, R. G. **Insects on palms**. 1. ed. New York: CABI Publishing. p. 267-304, 2001.

GONÇALVES, M. P. Relação entre tempo e besouros em mata de cocal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 4, 543-554, 2017.

GROSS, H. R. *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae): field survival and performance of mechanically extracted maggots. **Environmental Entomology**, v. 17, n. 2, p. 233-237, 1988.

- GULLAN, P. J.; CRASTON, P. S. **Os Insetos: um resumo de Entomologia**. Traduzido por Sonia Maria Marques Hoenen. São Paulo: Roca, p. 440, 2007.
- HAGLEY, E. A. C. On the life history and habits of the palm weevil, *Rhynchophorus palmarium*. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 58, n. 1, p. 22-28, 1965.
- HEIMPEL, G. E.; LUNDGREN, J. Sex ratios of commercially reared biological control agents. **Biological Control**, v. 93, p. 77-93, 2000.
- HODDLE, M. S. et al. How far can the red palm weevil (Coleoptera: Curculionidae) fly?: computerized flight mill studies with field-captured weevils. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 6, p. 2599-2609, 2015.
- HUFFAKER, C. B. **Biological control**. New York: Plenum Press, p. 511, 1971.
- HUGHES, G.; HAMMOND, P. S.; VIGNES, W. G. Population cycles of the small moth-borers of sugar cane, *Diatraea* spp., and their primary and secondary parasitoids, in Trinidad, West Indies. **Agro-Ecosystems**, v. 8, p. 13-25, 1982.
- IBGE. **Indicadores IBGE**: Levantamento sistemático da produção agrícola, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_dez.pdf> Acesso em 08 de janeiro de 2020.
- IRWIN, M. E., SCHLINGER, E. I.; THOMPSON, F. C. Diptera, True Flies. In: GOODMAN, S. M.; BENSTEAD, J. P. **The natural history of Madagascar**. Chicago: The University of Chicago Press, p. 692-702, 2003.
- JOACHIM-BRAVO, I. S. et al. Performance de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera : Tephritidae) in fruits: comparison of two laboratory populations. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 1, p. 9-14, 2010.
- KUTTY, S. N. et al. Molecular phylogeny of the Calyptratae (Diptera: Cyclorrhapha) with an emphasis on the superfamily Oestroidea and the position of Mystacinobiidae and McAlpine's fly. **Systematic Entomology**, v. 35, n. 4, p. 614-635, 2010.
- LÖHR, B.; NEGRISOLI, A.; MOLINA, J. P. *Billaea rhynchophorae*, a palm weevil parasitoid with global potential. **Arab Journal of Plant Protection**, v. 37, n. 2, p. 101-108, 2019.
- MARINONI, R. C.; GANHO, N. G. Fauna de Coleoptera no parque estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 737-744, 2003.
- MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L. A. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros (Documentos, 184), p.51, 2014.
- MELO, C. et al. Controle biológico de *Bursaphelenchus cocophilus* por rizobactérias e *Trichoderma* spp. **Nativa, Sinop**, v. 6, n. 3, p. 233-240, 2018.
- MILOSAVLJEVIĆ, I. et al. Palmageddon: the wasting of ornamental palms by invasive palm weevils, *Rhynchophorus* spp. **Journal of Pest Science**, v. 92, n. 1, p. 143-156, 2019.

- MORALES, M. **Evaluación de cuatro parasitoides para el control de dos especies de barrenadores**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2008.
- MOREIRA, M. A. B. **Identificação, dinâmica da produção e potencial de uso do feromônio de agregação de *Pseudopiazurus obesus* (Boheman, 1838) (Coleoptera: Curculionidae)**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- MOURA, J. I. L. et al. Natural efficiency of parasitism by *Billaea rhynchophorae* (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. Manejo integrado de *Rhynchophorus palmarum* L. no agroecossistema do dendezeiro no estado da Bahia. Jaboticabal: Funep, p. 59, 2006.
- MOURA, J.; MARIAU, D.; DELABIE, J. Efficacité de *Paratheresia menezesi* Townsend (Diptera: Tachinidae) pour le contrôle biologique naturel de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **Oléagineux (Paris)**, v. 48, n. 5, p. 219-223, 1993.
- NALEPA, C. A.; KIDD, K. A. Parasitism of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera : Coccinellidae) by *Strongygaster triangulifer* (Diptera : Tachinidae) in North Carolina. **Journal of Entomological Science**, v. 37, n. 1, p. 124-127, 2014.
- NARTSCHUK, E. P. Family Acroceridae. In: PAPP, L.; DARVAS, B. (Eds). **Contributions to a manual of palaearctic Diptera with special reference to flies of economic importance: Nematocera and lower Brachycera**. Budapest: Science Herald, v. 2, p. 469-485, 1997.
- NAVARRO, D. M. A. F. et al. 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, n. 1, p. 32–36, 2002.
- NIHEI, S. S.; PAVARINI, R. Taxonomic redescription and biological notes on *Diaugia angusta* (Diptera, Tachinidae): Parasitoid of the palm boring weevils *Metamasius ensirostris* and *M. hemipterus* (Coleoptera, Dryophthoridae). **ZooKeys**, v. 84, p. 23–38, 2011.
- O'HARA, J. E. et al. Tracheal system and respiratory gas exchange. **Encyclopedia of Entomology**, p. 3835-3841, 2008.
- O'HARA, J. E. History of Tachinid classification (Diptera, Tachinidae). **ZooKeys**, v. 316, p. 1-34, 2013.
- O'HARA, J. E. Oviposition strategies in the Tachinidae, a family of beneficial parasitic flies. **Agriculture and Forestry**, v. 8, n. 2, 31-34, 1985.
- O'HARA, J. E. World genera of the Tachinidae (Diptera) and their regional occurrence. Version 7.0. PDF document, p. 75, 2012. Disponível em: <<http://www.nadsdiptera.org/Tach/Genera/Gentach ver7.pdf>> Acesso em 18 de outubro de 2019.

O'HARA, J. E.; WOOD, D. M.; Tachinidae (Diptera): Nomenclatural review and changes, primarily for America north of Mexico. **The Canadian Entomologist**, v.130, p. 751-774, 1998.

ODURO-YEBOAH, C. et al. Food safety knowledge and practices among fresh coconut vendors. **Scientific African**, v. 8, p. 2-7, 2020.

OEPP/EPPO. Data sheets on quarantine pests: *Rhynchophorus palmarum*. **Bulletin OEPP/EPPO**, v. 35, n. 3, p. 468-471, 2005.

O'HARA, J. E.; WOOD, D. M.; Catálogo dos Tachinidae (Diptera) da América ao norte do México. **Memoirs on Entomology International**, v. 18, p. 1- 410, 2004.

ORTEGA-GARCÍA, L. et al. Natural enemies of *Rhynchophorus ferrugineus* and *Paysandisia archon*. In: SOROKER, V.; COLAZZA, S. (Eds). **Handbook of Major Palm Pests: Biology and Management**, New Jersey: John Wiley & Sons. p. 171-186, 2016.

PERREYRA, E. M. M. **Aspectos da biologia de *Archytas incertus* (Macquart, 1851) (Diptera-Tachinidae) e de suas interações com *Spodoptera frugiperda***. Tese (Doutorado em Entomologia), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

POLONIO, V. M. L. **Producción intensiva de *Diatraea saccharalis* en dieta artificial, for difusión de sus parasitos *Cotesia flavipes* y *Billaea claripalpis***. Practica empresarial para la obtencion del titulo de biologo, universidad de Guayaquil. p. 62, 2014.

QUEDNAU, F. W. Reproductive biology and laboratory rearin of *Ceranthia samarensis* (Villeneuve) (Diptera: Tachinidae), a parasitoid of the gypsy moth, *Lymantria dispar* (L.). **The Canadian Entomologist**, v. 125, p. 125, 1993.

RODRIGUES, W. C. Fatores que Influenciam no desenvolvimento dos Insetos. **EntomoBrasilis**, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004.

ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Spatial pattern of parasitism in *Diatraea saccharalis* Fab. (Lepidoptera, Crambidae) populations at two different spatial scales in sugarcane fields in Brazil. **Journal of Applied Entomology**, v. 128, n. 4, p. 1-5, 2004.

SÁNCHEZ-SOTO, S.; NAKANO, O. Registro de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) no estado de Mato Grosso do Sul. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 659-660, 2002.

SANTOLAMAZZA-CARBONE, S.; RIVERA, A. C. Superparasitism and sex ratio adjustment in a wasp parasitoid: results at variance with Local Mate Competition? **Population Ecology**, v. 136, p. 1-9, 2003.

SANTOS, V.; AVILA, C. J. Ocorrência de parasitismo em larvas de *Liogenys suturalis* Blanchard, 1851 (Coleoptera: Melolonthidae) por *Ptilodexia* Brauer & Bergenstamm, 1889 (Diptera: Tachinidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 4, p. 745-748, 2009.

SHI, Z. H.; LIN, Y. T.; HOU, Y. M. Mother-derived trans-generational immune priming in the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera, Dryophthoridae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 104, n. 6, p. 742-750, 2014.

SILVA, A. P. et al. Genetic diversity of *Bursaphelenchus cocophilus* in South America. **Nematology**, v. 18, n. 5, p. 605-614, 2016.

- SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M. Tupinambá, E. A. **Introdução do coqueiro no Brasil: Importância Histórica e Agrônômica**, Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 24. 2002.
- SMITH, L.; BELLOTTI, A. C. Successful biocontrol projects with emphasis on the neotropics. Cornell community conference on biological control. Cornell University, Cali, Colombia, p. 11-13, 1996.
- STIREMAN J. O. III. Phylogenetic relationships of tachinid flies in subfamily Exoristinae (Tachinidae: Diptera) based on 28S rDNA and elongation factor-1a. **Systematic Entomology**, v. 27, n. 4, p. 409-435, 2002.
- STIREMAN, J. O. et al. Molecular phylogeny and evolution of world Tachinidae (Diptera). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 139, p. 1-19, 2019.
- STIREMAN, J. O.; O'HARA, J. E.; WOOD, D. M. Tachinidae: Evolution, behavior, and ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 525-555, 2006.
- STIREMAN, O. S. et al. Progress towards a phylogeny of world Tachinidae. **The Tachinid Times**, n. 26, p. 4-9, 2013.
- SUAZO, A. et al. Method for continuously rearing *Lixadmontia franki* (Diptera: Tachinidae), a potential biological control agent of *Metamasius callizona* (Coleoptera: Dryophthoridae). **Florida Entomologist**, v. 89, n. 3, p. 348-353, 2006.
- TAKADA, H. M. et al. Flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* no município de São Bento do Sapucaí, SP. **Biológico**, v. 73, n. 1, p. 45-51, 2011.
- TAVARES, W. S. et al. *Brachymeria koehleri* (Hymenoptera : Chalcididae) as a hyperparasitoid of *Lespesia melloi* (Diptera : Tachinidae) pupae in *Thagona tibialis* (Lepidoptera : Lymantriidae) caterpillars in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 4, p. 1635-1638, 2013.
- THOMPSON S. N. Nutrition and culture of entomophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 561-592, 1999.
- TOOKER, J. F.; HAUSER, M.; HANKS, L. M. Floral host plants of Syrphidae and Tachinidae (Diptera) of central Illinois. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 99, n. 1, p. 96-112, 2006.
- TORRE, R. C. A., et al. **Manejo del picudo *Rhynchophorus palmarum* L.** (Coleoptera: Curculionidae). Bogotá: Centro de Investigación em Palma de Aceite, p. 51, 2011.
- TORRÉNS, J. A Review of the biology of Eucharitidae (Hymenoptera : Chalcidoidea) from Argentina. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 2013, p. 1-14, 2013.
- VARGAS, G. et al. The *Diatraea* complex (Lepidoptera: Crambidae) in Colombia's Cauca River Valley: making a case for the geographically localized approach. **Neotropical Entomology**, v. 47, n. 3, p. 395-402, 2018.
- VARGAS, G.; GÓMEZ, L. A.; MICHAUD, J. P. Sugarcane stem borers of the Colombian Cauca River Valley: current pest status, biology, and control. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 2, p. 728-735, 2015.

- VARGAS, G.; LASTRA, L. A.; SOLÍS, M. A. First record of *Diatraea tabernella* (Lepidoptera: Crambidae) in the Cauca river valley of Colombia. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 3, p. 1198-1201, 2013.
- VINSON, S. B. Host selection by insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 21, p. 109-133, 1976.
- WANG, G. H. et al. Analysis of the population genetic structure of *Rhynchophorus ferrugineus* in Fujian, China, revealed by microsatellite loci and mitochondrial COI sequences. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 155, n. 1, p. 28-38, 2015.
- WARWICK, D. R. N. **Principais características do anel-vermelho e murcha-de-fitomonas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros (Comunicado técnico, 38), p. 8, 2005.
- WELLINGTON, W. G. The effects of variations in atmospheric pressure upon insects. **Canadian Journal of Research**, v. 24, n. 2, p. 1-20, 1946.
- WOOD, D. M.; ZUMBADO, M. A. Tachinidae (Tachinid flies, Parasitic flies), *In*: Brown, B. V. (Ed.). Manual of Central American Diptera, vol. II, Ottawa, NRC Research Press, p. 1343-1415, 2010.
- YEATES, D. K. et al. Phylogeny and systematics of Diptera: Two decades of progress and prospects. **Zootaxa**, n. 1668, p. 565-590, 2007.
- ZHANG, C. T. et al. A review of *Billaea* Robineau-Desvoidy of the eastern palearctic and oriental regions (Diptera: Tachinidae). **Zootaxa**, v. 3949, n.1, p.140, 2015.
- ZHANG, R. Z, et al. Morphological differences of the coconut pest insect, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), and its related species (Coleoptera: Curculionidae). **Forest Pest and Disease**, v. 22, n. 2, p. 3-6, 2003.