

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

Izabel Vieira de Souza

**Registro, distribuição geográfica e hospedeiros do ácaro-vermelho-das-palmeiras,  
*Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae) em Alagoas, e sua flutuação  
populacional em Sergipe.**

Rio Largo, AL  
2018

IZABEL VIEIRA DE SOUZA

**Registro, distribuição geográfica e hospedeiros do ácaro-vermelho-das-palmeiras,  
*Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae) em Alagoas, e sua flutuação  
populacional em Sergipe.**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Proteção de Plantas.

Orientador: Dr. Elio Cesar Guzzo

Rio Largo, AL  
2018

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

S729r

Souza, Izabel Vieira de.

Registro, distribuição geográfica e hospedeiros do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae) em Alagoas, e sua flutuação populacional em Sergipe / Izabel Vieira de Souza. – 2019.

88 f. : il.

Orientador: Elio Cesar Guzzo.

Tese (doutorado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Pragas - controle. 2. *Raoiella indica* - Dispersão. 3. Palmeira - Brasil, Nordeste. 4. Relação hospedeiro-parasito. 5. Controle da população. I. Título.

CDU: 632.9

IZABEL VIEIRA DE SOUZA

**Registro, distribuição geográfica e hospedeiros do ácaro-vermelho-das-palmeiras,  
*Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae) em Alagoas, e sua flutuação  
populacional em Sergipe.**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação  
em Proteção de Plantas, do Centro de Ciências  
Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas,  
como parte dos requisitos para obtenção do título  
de Doutor em Proteção de Plantas.



---

Dr. Elio Cesar Guzzo – Embrapa Tabuleiros Costeiros  
(Orientador)

**Banca examinadora:**



---

Dr. Adenir Vieira Teodoro – Embrapa Tabuleiros Costeiros  
(Examinador externo)



---

Dr. Manoel Guedes Correa Gondim Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(Examinador externo)



---

Profa. Dra. Adriana Guimarães Duarte – Universidade Federal de Alagoas  
(Examinadora interna)

Rio Largo, AL  
2018

Dedico à minha filha Beatriz e minha mãe Joselia, pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, capacidade de realização deste trabalho, e por ter sempre preenchido meus caminhos com muita paz.

À Universidade Federal de Alagoas, juntamente com o Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas, pela oportunidade de realização do curso e do trabalho.

À Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária de Alagoas – ADEAL, em especial à Maria José Rufino Ferreira, pelo apoio nas visitas aos municípios.

À Superintendência Federal de Agricultura no Estado de Alagoas (SFA/AL), pelo apoio nas inspeções dos municípios.

Ao Instituto de Meio Ambiente de Alagoas – IMA, principalmente aos funcionários do Herbário, em especial à Dra. Rosângela Pereira de Lyra-Lemos, pela identificação das plantas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pelo financiamento de parte do trabalho desta tese (Processo 60030 000464/2017).

À Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju-SE, pela disponibilidade da área e plantas de coqueiro, em especial ao Dr. Adenir Vieira Teodoro e às estagiárias Caroline Rabelo Coelho e Maria Clezia dos Santos, pelo auxílio na avaliação da flutuação populacional, e à Dra. Marcia Helena Galina Dompieri, pela espacialização dos dados de dispersão.

À Embrapa Tabuleiros Costeiros, UEP Rio Largo, pela permissão de uso da estrutura laboratorial para execução dos experimentos, e em especial ao Dr. João Gomes da Costa, pela colaboração na realização das análises estatísticas.

Ao INMET, pelo fornecimento dos dados climáticos utilizados nas análises deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Alagoas – IFAL, pela liberação integral das minhas atividades funcionais para participar do curso de Pós-Graduação.

Ao Parque Shopping Maceió, em especial à Sandra e ao Micael, pela presteza e fornecimento de plantas indispensáveis à realização deste trabalho.

Aos produtores de coco, que cederam gentilmente seus cultivos para realização das coletas.

À Professora Dra. Sônia Maria Forti Broglio, pelas orientações iniciais, contribuições, paciência e amizade durante todo o processo.

Ao meu orientador, Dr. Elio Cesar Guzzo, pela disponibilidade, atenção, paciência, dedicação e profissionalismo.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas.

Ao Professor Dr. Manoel Guedes Corrêa Gondim Júnior, pelo apoio e contribuições para execução deste trabalho.

À minha mãe, Joselia Dias Vieira, e à minha filha Beatriz Vieira de Souza Chagas, pelo amor, apoio, dedicação, conselhos e incentivo que, a cada dia, foram fundamentais na minha vida.

A todos do laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias e do Laboratório de Entomologia da UEP, Rio Largo, que estiveram sempre presentes, pela boa convivência, principalmente ao César G. dos Santos.

Aos meus colegas de doutorado, pelos momentos de entusiasmo compartilhados em conjunto.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram para a realização deste trabalho.

## RESUMO GERAL

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* HIRST, 1924, (Acari: Tenuipalpidae), é uma espécie invasora, tendo se tornado praga-chave do coqueiro em diversos países. A espécie foi detectada pela primeira vez no Brasil em 2009, no estado de Roraima, e posteriormente, em 2011, no Amazonas, permanecendo durante algum tempo restrita à região Norte, mas sendo recentemente detectada também em Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, São Paulo e Sergipe, e no Distrito Federal. Todo o litoral do Nordeste brasileiro apresenta condições adequadas para o desenvolvimento dessa praga. Tal fato é ainda mais preocupante quando se considera que estas áreas são justamente aquelas em que há a maior abundância de hospedeiros da praga com importância econômica. Após a sua chegada à região neotropical, *R. indica* ampliou drasticamente sua gama de hospedeiros, que eram menos de dez e agora somam mais de uma centena, sendo que seus hospedeiros no Nordeste brasileiro, bem como o seu impacto sobre as palmeiras nativas da região ainda são desconhecidos. Portanto, é necessário estudar a distribuição de *R. indica*, os seus hospedeiros reprodutivos, o potencial de espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro como hospedeiras, e a sua flutuação populacional em coqueiro. Assim, o presente estudo teve como objetivo registrar a ocorrência e conhecer a distribuição e hospedeiros exóticos e nativos do ácaro-vermelho-das-palmeiras em Alagoas, e sua flutuação populacional em Sergipe. Foi publicado o primeiro registro de *R. indica* para o estado de Alagoas. Verificou-se que o ácaro-vermelho-das-palmeiras está presente em todos os 102 municípios do estado de Alagoas, com maiores densidades nas principais regiões produtoras de coco, incrementando a sua distribuição no Brasil. Foram registradas 28 espécies de plantas hospedeiras reprodutivas de *R. indica* no estado de Alagoas, algumas delas constituindo novos registros para o Brasil e/ou para a América, além de associações com hospedeiros até então não registrados. Das 15 palmeiras nativas do Nordeste brasileiro avaliadas, apenas uma mostrou ser hospedeira de *R. indica*. Não foi possível verificar correlação entre a densidade populacional do ácaro-vermelho-das-palmeiras na região com nenhuma das variáveis climáticas avaliadas. Todas as informações geradas no presente trabalho podem contribuir para o estabelecimento do manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras na Região Nordeste e no Brasil.

**Palavras-chave:** Praga invasora. Dispersão. Palmeiras nativas. Hospedeiros. Flutuação populacional.

**RECORD, GEOGRAFIC DISTRIBUTION AND HOSTS OF THE RED PALM MITE, *Raoiella indica* HIRST, 1924 (ACARI: TENUIPALPIDAE) IN ALAGOAS, AND ITS POPULATION FLUCTUATION IN SERGIPE.**

**GENERAL ABSTRACT**

The red palm mite *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae) is an invasive species that has become a key coconut pest in several countries. This species was first detected in Brazil in 2009, in the State of Roraima, and later, in 2011, in Amazonas, remaining for some time restricted to the North region, but being recently detected also in the States of Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, PiauÍ, Rio grande do Norte, São Paulo and Sergipe, and in the Federal District. The entire Brazilian Northeast coast present suitable conditions for the development of this pest. Such fact is concerning because these areas are abundant in hosts with economic importance. After its entry to the neotropical region, *R. indica* drastically increased its host range, which expanded from less than ten to more than 100 species. Red palm mite hosts in the Brazilian Northeast, as well as its impact on palms native to the region are still unknown. Thus, it is necessary to study the distribution of *R. indica*, its reproductive hosts, the potential of palms native to the Brazilian Northeast as hosts, and its population fluctuation on coconut palms. Thus, the present study aimed to record the occurrence and to know the distribution, of *R. indica*, and its exotic and native hosts in Alagoas, and its population fluctuation in Sergipe. The first record of *R. indica* in the State of Alagoas was published. It was verified that the red palm mite is present in all the 102 municipalities of the State of Alagoas, with major densities in the main coconut-producing areas, thus increasing its distribution in the Brazil. It were recorded 28 reproductive host species for *R. indica* in the State of Alagoas, some of them constituting new records for Brazil and/or for the Americas, besides new host associations. Among the 15 palms native to the Brazilian Northeast evaluated, only one has shown to be host of *R. indica*. It was not possible to establish a correlation between the population density of the red palm mite in the region and any of the environmental traits evaluated. All information generated in the present work can contribute to the establishment of the red palm mite management in the Northeast Region and in Brazil.

**Keywords:** Invasive pest. Dispersion. Native palms. Hosts. Population fluctuation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - O ácaro-vermelho-das-palmeiras <i>R. indica</i> . A) Ovos; B) Forma jovem; C) Adulto .....	44
<b>Figura 2</b> - Mapas da distribuição anual e acumulada de <i>R. indica</i> no estado de Alagoas, segundo coleta de amostras realizadas entre 2016 e 2018 .....	45
<b>Figura 3</b> - Mapa de classes representando os registros de presença de <i>R. indica</i> a partir das classes de ocorrência por município no estado de Alagoas .....	46
<b>Figura 4</b> - Mapa de classes representando a quantidade (toneladas) de coco produzida por município no estado de Alagoas.....	47
<b>Figura 5</b> - Sobrevivência de indivíduos de <i>Raoiella indica</i> em coqueiro e em diferentes espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro .....	66
<b>Figura 6</b> - Oviposição de <i>R. indica</i> em diferentes espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro e coqueiro, nos primeiros doze dias após a emergência das fêmeas.....	66
<b>Figura 7</b> - Preferência (%) de <i>R. indica</i> por <i>C. nucifera</i> e espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro, em bioensaio de livre escolha.....	68
<b>Figura 8</b> - Marcação do folíolo de coqueiro para contagem das formas ativas e não-ativas de <i>R. indica</i> .....	79
<b>Figura 9</b> - Flutuação populacional (média $\pm$ erro padrão) de <i>R. indica</i> (ativos, não-ativos e total) e de ácaros predadores (A), temperatura média e ponto de orvalho (B), umidade relativa do ar e precipitação acumulada (C) quinzenal no município de Aracaju - SE, no período de maio de 2016 a maio de 2018 .....	81

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Lista de espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro coletadas para realização de bioensaios em laboratório com <i>Raoiella indica</i> .....	59
<b>Tabela 2</b> - Espécies de plantas hospedeiras de <i>R. indica</i> no estado de Alagoas.....	63

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	16
2.1 Ácaro-Vermelho-das-Palmeiras <i>Raoiella indica</i> Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae).....	16
2.1.1 Dispersão de <i>R. indica</i> .....	18
2.1.2 Flutuação populacional de <i>R. indica</i> .....	19
2.1.3 Manejo de <i>R. indica</i> .....	21
2.1.3.1 Controle químico.....	21
2.1.3.2 Controle biológico.....	22
2.1.3.3 Resistência de plantas.....	23
2.2 Palmeiras Nativas do Nordeste Brasileiro .....	25
2.3 <i>Cocos nucifera</i> L.....	26
REFERÊNCIAS .....	28
3 PRIMEIRO REGISTRO DO ÁCARO-VERMELHO-DAS-PALMEIRAS <i>Raoiella indica</i> HIRST, 1924 (ACARI: TENUIPALPIDAE), E SUA POSTERIOR DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA NO ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL .....	38
RESUMO .....	38
ABSTRACT .....	39
3.1 Introdução .....	40
3.2 Material e Métodos .....	41
3.2.1. Inspeções iniciais de <i>R. indica</i> .....	41
3.2.2 Inspeções para detecção de <i>R. indica</i> no estado de Alagoas.....	42
3.2.3 Análise de dados .....	43
3.3 Resultados e Discussão.....	43
3.3.1 Inspeções iniciais de <i>R. indica</i> .....	43
3.3.2 Inspeções para detecção de <i>R. indica</i> no estado de Alagoas.....	45
3.4 Conclusão.....	48
REFERÊNCIAS .....	49
ANEXO 1 .....	52
4 REGISTRO DE HOSPEDEIROS NO ESTADO DE ALAGOAS E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PALMEIRAS NATIVAS DO NORDESTE BRASILEIRO COMO HOSPEDEIRAS DE <i>Raoiella indica</i> HIRST (ACARI: TENUIPALPIDAE) .....	54
RESUMO .....	54
ABSTRACT .....	55
4.1 Introdução .....	56

4.2 Material e Métodos .....	57
4.2.1 Inspeções de hospedeiros .....	57
4.2.2 Bioensaios com as palmeiras nativas .....	59
4.2.2.1 Obtenção das palmeiras .....	59
4.2.2.2 Obtenção dos ácaros .....	60
4.2.2.3 Bioensaio de confinamento .....	60
4.2.2.4 Bioensaio de preferência com chance de escolha .....	61
4.3 Resultados e Discussão .....	61
4.3.1 Inspeções de hospedeiros .....	61
4.3.2 Bioensaios com as palmeiras nativas .....	65
4.3.2.1 Bioensaio de confinamento .....	65
4.3.2.2 Bioensaio de preferência com chance de escolha .....	67
4.4 Conclusão.....	69
REFERÊNCIAS .....	70
5 DINÂMICA POPULACIONAL DE <i>Raoiella indica</i> HIRST, 1924 (ACARI: TENUIPALPIDAE) E ÁCAROS PREDADORES (PHYTOSEIIDAE) ASSOCIADOS EM <i>Cocos nucifera</i> L. ....	75
RESUMO .....	75
ABSTRACT .....	76
5.1 Introdução .....	77
5.2 Material e Métodos .....	78
5.2.1 Amostragem .....	78
5.2.2 Processamento das amostras .....	79
5.2.3 Análise de dados .....	80
5.3 Resultados e Discussão.....	80
5.4 Conclusão.....	84
REFERÊNCIAS .....	85

## 1 INTRODUÇÃO

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae), tem se tornado uma das principais pragas do coqueiro *Cocos nucifera* L. nas Américas devido aos danos que causa e à sua capacidade invasiva (NAVIA et al., 2015). As colônias de *R. indica* se desenvolvem na parte ventral das folhas e os indivíduos se alimentam por meio dos estômatos, danificando as células do mesófilo foliar, e causando amarelecimento gradual das folhas e folíolos, seguido de bronzeamento, e necrose (CARRILLO et al., 2012a). Coqueiros novos sob altas infestações podem morrer ainda no viveiro ou no campo, sendo que a redução na produtividade do coqueiro pode chegar a 90%. A bananeira *Musa* spp. também é seriamente atacada por *R. indica*, e existem ainda os danos estéticos nas áreas turísticas, onde o coqueiro e outras palmeiras são um importante componente da paisagem (NAVIA et al., 2015).

A espécie foi descrita em 1924, na Índia, tendo sido posteriormente registrada em diversos outros países da Ásia, Orientes Médio e Próximo, e África (NAVIA et al., 2015). Oitenta anos se passaram até que a presença do ácaro-vermelho-das-palmeiras fosse finalmente detectada na região neotropical, em 2004 (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004). Entre 2005 e 2010, a praga se espalhou por diversas ilhas do Caribe (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; RODRIGUES; OCHOA; KANE, 2007; CARRILLO et al., 2012a; NAVIA et al., 2015), disseminando-se por toda a região, e atingindo também a América do Sul, sendo detectada pela primeira vez no continente em 2007, na Venezuela (VÁSQUEZ et al., 2008). Finalmente, em 2009, *R. indica* foi detectada em território brasileiro, no estado de Roraima (NAVIA et al., 2011), e algumas medidas de contingenciamento foram adotadas (MAPA, 2010). Em 2011, porém, o ácaro-vermelho-das-palmeiras foi detectado no estado do Amazonas (RODRIGUES; ANTONY, 2011), permanecendo durante alguns anos restrito à região Norte do Brasil. No entanto, a partir de 2015, a praga foi detectada nos estados de São Paulo (OLIVEIRA et al., 2016), Paraná (HATA et al., 2017), Pará (Ériko Tadashi Sedoguchi, informação pessoal), Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e no Distrito Federal (MELO et al., 2018).

O potencial de distribuição geográfica de *R. indica* na América do Sul foi estimado utilizando o modelo de máxima entropia, e verificou-se que as áreas mais adequadas para o estabelecimento de *R. indica* no Brasil, em função de suas características geoclimáticas, são o estado de Roraima, o leste do Amazonas, nordeste do Pará, Amapá, e as zonas costeiras, desde o Pará até o Rio de Janeiro, incluindo todo o litoral do Nordeste brasileiro. Tais

resultados são muito preocupantes, pois as áreas com condições ambientais mais favoráveis são justamente aquelas em que há a maior abundância de hospedeiros da praga com importância econômica, e havendo assim a perspectiva de impactos socioeconômicos significativos para essas regiões e para o país como um todo (AMARO; MORAIS, 2013).

Antes de chegar ao Novo Mundo, *R. indica* possuía menos de dez hospedeiros registrados (MENDONÇA; NAVIA; FLECHTMANN, 2005), todos pertencentes à família Arecaceae. No entanto, na região Tropical, além de se disseminar muito rapidamente, *R. indica* ampliou drasticamente seu número de hospedeiros. Em 2006, eram 59 espécies de plantas hospedeiras (WELBOURN, 2006) e em 2009, este ácaro expandiu sua gama de plantas hospedeiras, para 96 espécies: Arecaceae (75 espécies), Cannaceae (1), Heliconiaceae (5), Musaceae (6), Pandanaceae (1), Strelitziaceae (2) e Zingiberaceae (6) (COCCO; HOY, 2009; GONDIM JR. et al., 2012). No momento, existem ao redor de uma centena de espécies de plantas hospedeiras de *R. indica*, todas monocotiledôneas, pertencentes às famílias citadas anteriormente (CARRILLO et al., 2012a; GONDIM JR. et al., 2012; NAVIA et al., 2015; GÓMEZ-MOYA et al., 2017).

Como o ácaro-vermelho-das-palmeiras continua se dispersando através da região neotropical, uma grande diversidade de plantas pode ser potencialmente afetada, sendo que ainda não se sabe qual será o impacto da praga sobre as populações de areáceas nativas. Gómez-Moya et al. (2017) avaliaram treze espécies nativas da Amazônia brasileira e concluíram que quatro dessas (*Astrocaryum jauari*, *Bactris simplicifrons*, *Mauritia flexuosa* e *Socratea exorrhiza*), pertencentes à família Arecaceae, apresentaram potencial como hospedeiros primários de *R. indica*. As areáceas são componentes importantes na ecologia da vegetação tropical e, na Amazônia, por exemplo, são consideradas como plantas sentinelas para a conservação (GOULDING; SMITH, 2007). Lyra-Lemos (1987) catalogou 22 espécies de palmeiras nativas em todas as regiões fitogeográficas no estado de Alagoas, muitas delas com ocorrência em vários outros estados, e algumas com grande importância socioeconômica, como o ouricuri (*Syagrus coronata*) e a pindoba (*Attalea oleifera*).

Uma das bases para se estabelecer um plano de manejo de ácaros-praga consiste na realização de estudos sobre sua flutuação populacional, sendo uma informação de relevância no estudo da ecologia dessa praga. Outro aspecto de vital interesse para o controle efetivo dos ácaros é a determinação das condições climáticas que influenciam positivamente ou negativamente seu crescimento populacional e a prevalência e abundância de ácaros predadores. No entanto, ainda são poucas as informações referentes à influência desses fatores, nas densidades populacionais de *R. indica* no Brasil. Estudos realizados sobre

Arecaceae têm demonstrado que a flutuação populacional de *R. indica* sofre grande influência de fatores climáticos como temperatura, umidade relativa do ar, pluviosidade e fotofase (MOUTIA, 1958; NAGESHACHANDRA; CHANNABASAVANNA, 1984; GONDIM JR. et al., 2012; TAYLOR et al., 2012; PRABHEENA; RAMANI, 2014). Estas bases ecológicas permitiriam que fossem desenvolvidas estratégias mais adequadas de controle, com menor impacto ambiental, possibilitando o controle da praga nas épocas de maior ocorrência e nos locais de maior concentração populacional, favorecendo o controle natural por inimigos naturais (SOUZA et al., 2012).

O atual cenário impõe a necessidade urgente de medidas de controle para o ácaro-vermelho-das-palmeiras. No entanto, o controle desta praga tem sido um grande problema no Brasil. Existem diversos produtos químicos que se mostraram eficientes contra *R. indica* em outros países (RODRIGUES; PEÑA, 2012) e também no Brasil (ASSIS et al., 2013), inclusive produtos naturais (PEREIRA et al., 2015). No entanto, não existe nenhum produto registrado junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para uso contra esta praga no Brasil (AGROFIT, 2017).

Dado o exposto, acredita-se que o acompanhamento da dispersão e das áreas com incidência de *R. indica* em Alagoas a partir dessas detecções iniciais se faz importante para apoiar políticas públicas e o estabelecimento de medidas que visem facilitar o desenvolvimento de estratégias para conter a disseminação da praga dentro dos seus próprios territórios, bem como para os estados vizinhos. O conhecimento da gama de hospedeiros de *R. indica* nas áreas infestadas de Alagoas é essencial para reconhecimento das plantas capazes de disseminar e manter a colonização desse ácaro, aumentando as infestações dessa praga para novas áreas, sendo igualmente importante conhecer a flutuação populacional da praga, e avaliar o potencial das espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro como hospedeiras reprodutivas de *R. indica*. Portanto, este trabalho teve como objetivos, registrar a ocorrência e estudar a distribuição e os hospedeiros exóticos e nativos do ácaro-vermelho-das-palmeiras em Alagoas, e a sua flutuação populacional em Sergipe.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Ácaro-Vermelho-das-Palmeiras *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae)

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica*, tem causado sérios prejuízos na região do Caribe, na Flórida (EUA) e no Norte da América do Sul. Dentre as características deste ácaro, além de espécie invasora, tem alta capacidade reprodutiva, reprodução sexuada e por partenogênese do tipo arrenótoca, rápida disseminação e adaptação a novos hospedeiros (NAVIA et al., 2015).

A espécie *R. indica* pertence à ordem Prostigmata e à família Tenuipalpidae. O gênero *Raoiella* se caracteriza por apresentar a margem do escudo prodorsal truncada, sem projeções anteromedianas; palpo simples com dois segmentos, ambos com uma seta longa (solenídio). O idiossoma, no dorso, apresenta 15 pares de setas. O corpo é estriado ventralmente e apresenta apenas quatro pares de setas, incluindo o par de setas anais, que são de aspecto plumoso (MENDONÇA; NAVIA; FLECHTMANN, 2005; BEARD et al., 2012).

Os adultos de *R. indica* apresentam setas dorsais longas, serreadas, esbranquiçadas, com a base inserida em tubérculo e o ápice espatulado. Os ovos são oblongos (mais compridos que largos) e lisos, de cor vermelha ou alaranjada; medem 90–120 µm de comprimento e 80–90 µm de largura (SAYED, 1942; WELBOURN, 2006; KANE et al., 2012). Os ovos possuem, em um dos extremos polares, um filamento de 140–170 µm de comprimento (NAGESHACHANDRA; CHANNABASAVANNA, 1984; KANE et al., 2012). As larvas medem 90–130 µm de comprimento e 80–100 µm de largura e têm três pares de pernas. As protoninfas e deutoninfas apresentam quatro pares de pernas, assim como os adultos. O opistossoma da protoninfa (comprimento de 170–190 µm e largura de 130–150 µm) e deutoninfa (comprimento de 220–240 µm e largura de 170–190 µm) do sexo feminino é arredondado, enquanto a protoninfa (comprimento de 120–130 µm e largura de 80–90 µm) e a deutoninfa (comprimento de 150–170 µm e largura de 90–110 µm) do sexo masculino apresentam o opistossoma afilado. Os adultos têm coloração avermelhada e manchas pretas no opistossoma (KANE et al., 2012).

A espécie *R. indica* foi originalmente descrita a partir de espécimes coletados em folhas de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na Índia (HIRST, 1924) e encontrado muitos anos depois em outras plantas pertencentes à família Arecaceae em países do Oriente Médio (MESA et al., 2009; DOWLING et al., 2012). Este ácaro foi relatado pela primeira vez no Novo Mundo, na ilha caribenha de Martinica (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004).

Posteriormente, expandiu rapidamente sua distribuição em todo o Caribe. Em dezembro de 2007, *R. indica* foi detectado na área de West Palm Beach, no sul da Flórida, posteriormente também chegando à Venezuela, Brasil, Colômbia e México (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; RODRIGUES; OCHOA; KANE, 2007; VÁSQUEZ et al., 2008; NAPPO, 2009; CARRILLO et al., 2011, 2012a; NAVIA et al., 2011; KANE et al., 2012).

Após os primeiros relatos do ácaro-vermelho-das-palmeiras em alguns países da América do Sul, como a Venezuela, em 2007, os pesquisadores brasileiros foram alertados para o risco que a praga representava para o Brasil, devido ao seu impacto potencial (VÁSQUEZ et al., 2008). Uma pesquisa extensiva foi iniciada em 2007, em Roraima, por se tratar de um estado brasileiro que faz fronteira com a Venezuela, mas *R. indica* não foi encontrado. No entanto, em julho de 2009, o ácaro-vermelho-da-palmeiras foi registrado em amostras de folhas de coqueiro e bananeira da área urbana de Boa Vista, capital de Roraima (NAVIA et al., 2011) e algumas medidas de contingenciamento da praga foram adotadas (MAPA, 2010). Em 2011, foi registrado em folhas de *C. nucifera*, *Veitchia merrillii* (Becc.) H. E. Moore e *Caryota mitis* Lour. (Arecales: Arecaceae) no estado do Amazonas (RODRIGUES; ANTONY, 2011). Por causa de sua ocorrência em Roraima e Amazonas, o status do ácaro-vermelho-das-palmeiras foi alterado em 2013, de praga quarentenária ausente para praga quarentenária presente, de distribuição restrita no Brasil, permitindo que outros estados adotassem medidas para prevenir sua entrada (MAPA, 2013). Em maio de 2015, foi encontrado em folhas de *C. nucifera*, *Phoenix roebelenii* O'Brien e *Rhapis excelsa* (Thunb.) A. Henry (Arecales: Arecaceae) no município de Dracena, estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 2016). Em setembro de 2015, foi registrado nos municípios de Bela Vista do Paraíso, Londrina, Maringá, Marialva e Sarandi, no estado de Paraná, em folhas de *C. nucifera*, *Musa* spp., *Wodyetia bifurcata* (Irvine) e *Roystonea regia* (Kunth) (HATA et al., 2017). Também existem registros do ácaro-vermelho-das-palmeiras no Pará (Ériko Tadashi Sedoguchi, informação pessoal), Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, e no Distrito Federal (TEODORO et al., 2016; MELO et al., 2018), possivelmente já está disseminado por outros estados do país em função de seu alto potencial como praga invasora.

No Hemisfério Oriental, *R. indica* foi relatado em plantas de apenas cinco espécies de Arecaceae: *C. nucifera*, *Phoenix dactylifera* L., *Dictyosperma album* (Borg.), *Areca* sp. e *Areca catechu* L. (NAVIA et al., 2015). Os hospedeiros de *R. indica* relatados até o momento compreendem mais 100 espécies, distribuídas em 58 gêneros e 8 famílias (Arecaceae, Cannaceae, Cycadaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Pandanaceae, Strelitziaceae e

Zingiberaceae) (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; WELBOURN, 2006; COCCO; HOY, 2009; GONZÁLEZ-REUS; RAMOS, 2010; CARRILLO et al., 2012a; VÁSQUEZ; MORAES, 2012; NAVIA et al., 2015). As espécies de plantas confirmadas como hospedeiras de *R. indica* são todas monocotiledôneas, sendo que 81% pertencem à família Arecaceae e, nas Américas, a maioria é exótica, originária do Hemisfério Oriental (CARRILLO et al., 2012a). Apesar da expansão da gama de hospedeiros, o coqueiro é o preferencial desse ácaro e altas populações também são encontradas em algumas variedades de bananeira (TEODORO et al., 2016).

Os danos causados por esse ácaro podem ser observados principalmente em mudas de coqueiros, em viveiros e plantas jovens no campo, principalmente durante as estações mais quentes do ano, e sobretudo em plantas submetidas a estresse hídrico e nutricional (MOUTIA, 1958; SATHIAMMA, 1996). As plantas adultas de coqueiro resistem melhor ao ataque do que plantas novas. As folhas dos hospedeiros infestadas por *R. indica* inicialmente tornam-se amareladas e depois necróticas, o que por sua vez pode levar a grandes perdas de rendimento, especialmente para o coqueiro. Quando as infestações são altas, podem causar morte das plantas jovens (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004). Essas infestações severas de *R. indica* causam diminuição na produção do coqueiro em mais de 50% (NAVIA et al., 2015; PEÑA; BRUIN; SABELIS, 2012). Em Trinidad, um plantio de coqueiro muito infestado com *R. indica*, após um ano, reduziu em 70% a produção (informações fornecidas por Philippe Agostine, Presidente da Associação de Produtores de Trinidad e Tobago, relatado por RODA et al., 2012).

A forma de alimentação de *R. indica* foi estudada em coqueiros e outras palmeiras, verificando-se que ocorre pela introdução dos estiletes nos estômatos, entre as células-guarda e o complexo estomático. Portanto, essa espécie é considerada a primeira que foi observada se alimentando através de estômatos das suas plantas hospedeiras (PONS; BLISS, 2007; OCHOA et al., 2011; BEARD et al., 2012).

### **2.1.1 Dispersão de *R. indica***

Para as invasões de pragas nos cultivos agrícolas é fundamental conhecer os fatores determinantes da entrada de espécies exóticas nos mais diversos ambientes. Essas possíveis entradas de organismos não nativos podem incluir tanto processos intermediados pela atividade humana, quanto expansões naturais de distribuição geográfica de espécies (NAVIA, 2015). Os organismos envolvidos nos processos de invasão biológica são referidos como

Espécies Invasoras Exóticas, que são aqueles táxons que têm sido introduzidos fora de sua área de ocorrência natural e que exercem impacto negativo substancial nos ambientes naturais, nos sistemas produtivos ou na saúde humana (LODGE et al., 2006). As espécies invasoras que afetam os cultivos agrícolas são chamadas de pragas invasoras (PEÑA, 2013). Assim, pode ser uma ameaça à extinção dos organismos vivos afetados por essas pragas invasoras, porque tais espécies apresentam alta capacidade de movimentação através de um grande número de vias marítimas, terrestres e aéreas, sucesso no estabelecimento e domínio de novos locais (LOWE et al., 2000; WORNER; GEVREY, 2006).

Nas Américas, a rápida dispersão de *R. indica* ocorreu provavelmente devido à atividade humana e não a processos naturais. A dispersão por atividades humanas ocorre pela circulação de pessoas em áreas turísticas (área de risco) onde as palmeiras são utilizadas para ornamentação paisagística, pelo uso de implementos agrícolas no manejo das plantações de hospedeiros, e pelo trânsito de frutos e outras partes da planta que podem estar infestados pelo ácaro. Assim, por ocasião da colheita, os frutos destinados à comercialização, principalmente quando a manipulação ocorre na propriedade, podem estar infestados e ser um risco de dispersão de *R. indica* (MENDONÇA; NAVIA; FLECHTMANN, 2005). No entanto, a dispersão também pode ocorrer pelo vento. A presença de ácaros em palmeiras velhas, nas ilhas adjacentes a Martinica, por exemplo, é um indício de que esse tenha sido provavelmente o processo primário de dispersão (HOY; PEÑA; NGUYEN, 2006). No Caribe, o processo natural mais provável de dispersão teria sido através de correntes aéreas (furacões) e por meio do transporte de material vegetal infestado (NAVIA et al., 2015). Outras fontes de dispersão para novos locais desta espécie de ácaro podem ser arranjos de flores, plantas em vasos, cocos semente, e mesmo sobre as roupas de turistas e pessoas (WELBOURN, 2006). Contudo, pode-se considerar o ácaro-vermelho-das-palmeiras como uma espécie exótica com grande capacidade de dispersão, visto que em apenas seis anos (2004 a 2010), ele se espalhou por treze países das Américas, sendo verificada para este ácaro uma dispersão de cerca de 1000 km por ano. Um dos motivos para a rápida dispersão pode estar relacionado à sua grande gama de hospedeiros. Nas Américas, são encontradas com frequência, tanto em áreas naturais como cultivadas, inúmeras plantas hospedeiras (CARRILLO et al., 2011).

### **2.1.2 Flutuação populacional de *R. indica***

As distribuições de artrópodes são afetadas por múltiplos fatores, como os peculiares aos hospedeiros, outros herbívoros atacando a mesma planta, pela presença de predadores, ou

também pelo período entre colonização e estabelecimento em uma nova área (TAYLOR, 1984; SOUTHWOOD, 1978; KITASHIMA; GOTOH, 2003). Ainda são poucas as informações sobre os fatores que influenciam as flutuações populacionais do ácaro-vermelho-das-palmeiras. Estudos realizados na Ásia, sobre *Arecaceae*, têm demonstrado que a flutuação populacional de *R. indica* sofre grande influência de fatores climáticos como temperatura, umidade relativa do ar, pluviosidade e fotofase (MOUTIA, 1958; NAGESHACHANDRA; CHANNABASAVANNA, 1984, TAYLOR et al., 2012). A população de *R. indica* é reduzida nas estações de alta pluviosidade (MOUTIA, 1958; TAYLOR et al., 2012). No entanto, em períodos de baixa umidade e de alta temperatura, são registradas altas densidades populacionais (GONDIM JR. et al., 2012; TAYLOR et al., 2012). Os maiores níveis populacionais desse ácaro foram registrados em um intervalo de temperatura entre 29 e 32°C (SARKAR; SOMCHOUDHURY, 1989). As maiores densidades populacionais de *R. indica* em uma planta foram observadas nas folhas do extrato mediano, sendo menor nas folhas apicais e basais. Na observação individual de cada folíolo, os ácaros ficam mais concentrados na parte mediana e basal (RODA et al., 2012). Os ovos normalmente são observados na face abaxial da folha, podendo ser encontrados em grupos de 100 a 300 ovos, mas, em *P. dactylifera* e *P. roebelenii*, também são colocados na face adaxial, raquis e caule (SAYED, 1942; WELBOURN, 2006) e também isolados, principalmente quando a planta não é hospedeiro primário (FLORES-GALANO et al., 2010). Outros estudos conduzidos ao longo de um período de quase dois anos em Trinidad e Porto Rico, no Caribe, mostraram que heliconiáceas e zingiberáceas cultivadas próximas a coqueiros severamente infestados por *R. indica* apresentavam menor frequência do ácaro e menos sintomas de danos (RODA et al., 2008). Um estudo foi realizado para descrever o padrão de distribuição e o estado prejudicial do ácaro na palmeira *A. catechu* em Kerala na Índia e da mesma forma, foi observado que a alta temperatura e baixa umidade relativa do ambiente exerceram um papel importante na determinação do tamanho populacional de *R. indica* (PRABHEENA; RAMANI, 2014).

Os estudos de flutuação populacional de espécies-praga, como por exemplo *R. indica*, através da determinação do período de maior infestação, podem favorecer a realização de práticas eficientes de manejo, como o desenvolvimento de um plano de amostragem (DAUD; FERES, 2007; GOUVEA et al., 2006).

### 2.1.3 Manejo de *R. indica*

Após a entrada e estabelecimento de uma praga em um sistema de produção, mesmo que medidas de controle sejam adotadas, pode haver o risco de continuarem atacando as plantações, porque as espécies que atingem o status de praga se caracterizam por grande capacidade de adaptação e alta taxa de crescimento. De um lado, o agricultor busca perder cada vez menos para as pragas e, precipitadamente, aumenta a pressão de seleção, que leva ao surgimento de linhagens de pragas adaptadas às novas práticas agrícolas. Contudo, o propósito da defesa vegetal para essas pragas, é que os produtores convivam com elas através do uso de tecnologias que assegurem que a população seja mantida abaixo do nível de dano econômico (SILVA et al., 2015).

Em áreas onde *R. indica* foi introduzido, alguns métodos de controle como a resistência das plantas (RODRIGUES; IRISH, 2012), controle químico (RODRIGUES; PEÑA, 2012) e controle biológico (PEÑA et al., 2009; CARRILLO et al., 2010; CARRILLO; PEÑA, 2012; HOY, 2012) têm sido estudados.

#### 2.1.3.1 Controle químico

Os inseticidas sintéticos desenvolvidos a partir da década de 1940 proporcionaram níveis de controle de pragas até então jamais vistos e, devido à sua eficiência e facilidade de aplicação, foram rapidamente adotados (NORRIS; CASWELL-CHEN; KOGAN, 2003), sendo que hoje em dia o uso de agrotóxicos é crucial nos programas de manejo integrado de pragas em todo o mundo (VAN LEEUWEN et al., 2015).

Os agrotóxicos espiromesifeno, dicofol, acequinocil, etoxanole, abamectina, piridabem, milbemectina e enxofre foram eficientes na redução de populações de *R. indica* em Porto Rico e nos Estados Unidos em plantas jovens de coqueiro, em casa de vegetação (RODRIGUES; PEÑA, 2012). Em Porto Rico e na Flórida (EUA), estudos de eficiência de acaricidas para o controle do ácaro-vermelho-das-palmeiras têm sido realizados. Na Flórida, a aplicação de enxofre, etoxazole, abamectina, pyridaben e milbemectina mostrou resultados satisfatórios de controle. Os acaricidas acequinocyl e o espiromesifeno também foram eficientes para controle deste ácaro em banana (RODRIGUES; PEÑA, 2012).

No Brasil, não existem acaricidas registrados para o controle do ácaro-vermelho-das-palmeiras (AGROFIT, 2017). No entanto, de 21 de setembro de 2009 a 21 de setembro de 2010, foi concedido no país o registro emergencial do acaricida espiromesifeno para controle

deste ácaro em arecáceas e musáceas. Em outros países, o controle químico levou ao aumento nos custos de produção. (MORAIS; NAVIA; GONDIM JR., 2011). No entanto, especificamente na cultura do coqueiro, o porte elevado das plantas dificulta esta prática. Em muitas áreas cultivadas com a variedade gigante o controle químico de pragas, torna-se economicamente inviável (ARAGÃO, 2002).

O tratamento químico é útil no controle de surtos populacionais ou na mitigação da dispersão de pragas (ASSIS et al., 2013; FOUNTAIN; HARRIS; CROSS, 2010), no entanto, o desafio é que o controle químico seja direcionado para o uso de acaricidas seguros ou pouco prejudiciais para os ácaros benéficos e que tenha curta persistência ambiental (DEKEYSER, 2005; VAN LEEUWEN et al., 2015). Assis et al. (2013) avaliaram a toxicidade de dez acaricidas a *R. indica* e a seletividade a *Amblyseius largoensis* (Muma) em condições de laboratório, verificando que fenpiroximato, propargite e espiroclorfenolol foram os mais indicados para o manejo de *R. indica* porque são tóxicos para a praga e mostraram uma baixa toxicidade para o predador. Os ácaros incluem espécies de pragas com potencial para desenvolver alta resistência aos acaricidas que é favorecida por diversas de suas características biológicas. Entre essas, os ácaros têm a fertilidade elevada e o seu ciclo de vida é curto, o que leva a uma rápida seleção de indivíduos resistentes (VAN LEEUWEN et al., 2015; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

### **2.1.3.2 Controle biológico**

O controle biológico dos ácaros-praga envolve principalmente o uso de ácaros predadores, especialmente os da família Phytoseiidae. Um estudo relatou a espécie de fitoseídeo *Typhlodromus caudatus* Chant (= *Amblyseius caudatus* Berlese), se alimentando de ovos de *R. indica* em plantações de coqueiro, na Ilha de Mauritius (MOUTIA, 1958 citado por MENDONÇA; NAVIA; FLECHTMANN, 2005). Carrillo et al. (2012b) listaram 28 espécies de ácaros predadores e de insetos associados com *R. indica* nos países onde este ácaro foi encontrado. Dessas, 16 espécies foram de ácaros predadores pertencentes a seis famílias de duas ordens: Phytoseiidae, Ascidae (Mesostigmata), Bdellidae, Cheyletidae, Cunaxidae e Xenocaligonellidae (Trombidiformes) (CARRILLO et al., 2012b). Investigações sobre o potencial de inimigos naturais de *R. indica* também foram realizados, particularmente com *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) (PEÑA et al., 2009; CARRILLO et al., 2010, 2012a; CARRILLO; PEÑA, 2012; DOMINGOS et al., 2013).

O fitoseídeo *A. largoensis* foi encontrado como o predador mais abundante associado a *R. indica*, sendo o mais amplamente estudado para seu controle, em regiões tropicais e ao redor do mundo (RODRIGUES; OCHOA; KANE, 2007; LAWSON-BALAGBO et al., 2008; RODA et al., 2008; CARRILLO et al., 2010, 2011, 2014; HASTIE; BENEGAS; RODRIGUEZ, 2010; CARRILLO; PEÑA, 2012; GONDIM JR. et al., 2012; MORAES et al., 2012; DOMINGOS et al., 2013; SILVA et al., 2014). Alguns levantamentos realizados antes e depois da infestação do ácaro-vermelho-das-palmeiras na Flórida revelaram que as populações de *A. largoensis* aumentaram após o estabelecimento de *R. indica* (PEÑA et al., 2009).

As avaliações laboratoriais têm sugerido o papel significativo desta espécie como agente de controle de *R. indica* (CARRILLO et al., 2010). No entanto, em avaliações realizadas em campo a respeito do possível papel desses predadores e de fatores abióticos sobre as densidades populacionais de *R. indica*, foi relatado que o efeito de inimigos naturais nativos em algumas das áreas invadidas não foi suficiente para evitar danos causados pela praga (PEÑA et al., 2009; RODA et al., 2012; TAYLOR et al., 2012).

Outras avaliações revelaram que *A. largoensis* apresentou altas taxas de sobrevivência, tempo de desenvolvimento e taxas reprodutivas elevadas quando alimentados exclusivamente com *R. indica*, em comparação com outras fontes de alimentos (CARRILLO et al., 2010).

Alguns estudos demonstraram que fungos entomopatogênicos, principalmente *Hirsutella thompsonii* (Fischer) e *Neozygites floridana* (Weiser & Muma) Remaud. & S. Keller, são específicos para ácaros (CHANDLER et al., 2000). Não existem muitos estudos para os fungos entomopatogênicos associados ao ácaro-vermelho-das-palmeiras. Peña et al. (2006) registraram *R. indica* infectado por um fungo, provavelmente do gênero *Hirsutella*. Em outro estudo para se identificar fungos entomopatogênicos associados ao ácaro-vermelho-das-palmeiras, realizado em Trinidad, Antígua, São Cristóvão e Nevis e Dominica, foram encontrados fungos pertencentes aos gêneros *Cladosporium*, *Simplicillium*, *Penicillium*, *Cochliobolus*, *Fusarium*, *Pestalotiopsis* e *Pithomyces*, indicando a possibilidade do seu uso para controle de *R. indica* (COLMENAREZ et al., 2014).

### 2.1.3.3 Resistência de plantas

A resistência de plantas é considerada uma técnica de controle de pragas alternativa ao método químico, e o seu estudo tem tido incrementado por diversas vantagens que apresenta em relação ao controle químico. A resistência é resultante da relação entre herbívoro e planta,

portanto, a identificação de uma planta ou variedade resistente pode ser feita por meio de parâmetros que levam em consideração tanto a praga (diferença na população, oviposição, consumo, duração do ciclo biológico, fecundidade, etc.) quanto a planta (diferença na sobrevivência, destruição dos diferentes órgãos vegetais, produção, qualidade do produto, etc.) (VENDRAMIM; GUZZO, 2009, 2011).

As plantas podem apresentar três tipos de resistência: não-preferência ou antixenose, antibiose, e tolerância. Uma variedade apresenta resistência por não-preferência ou antixenose quando é menos utilizada pela praga para alimentação, oviposição ou abrigo. A antibiose ocorre quando a praga se alimenta normalmente da variedade, mas esta exerce um efeito adverso sobre a sua biologia. Pode ser caracterizada por diversos parâmetros da praga, como mortalidade na fase imatura (frequentemente no primeiro ínstar), alongamento do período de desenvolvimento e redução do peso, da fecundidade, da fertilidade e do período de oviposição. A tolerância é caracterizada quando uma variedade é menos danificada que as demais, sob um mesmo nível de infestação da praga, sem que haja efeito no seu comportamento ou biologia. Dentre as razões que tornam uma variedade tolerante, incluem-se a sua maior capacidade e ou rapidez para regenerar as áreas destruídas pela praga e seu maior vigor ou área foliar, que são características varietais intrínsecas (VENDRAMIM; GUZZO, 2009, 2011).

Com relação a *R. indica*, existem poucos estudos de resistência hospedeira em nível mundial (NAVIA et al., 2015). As variedades comerciais de coqueiro mais utilizadas têm se mostrado altamente suscetíveis a *R. indica*. Foram realizados estudos preliminares para avaliação de resistência de alguns genótipos na Índia, baseados em características morfológicas e bioquímicas, no entanto, não foi encontrada relação significativa dos caracteres morfológicos dessas plantas com as populações do ácaro-vermelho-das-palmeiras. Em relação aos caracteres bioquímicos, foi observada uma correlação positiva entre os teores de proteínas e nitrogênio e o aumento das populações de *R. indica* (SARKAR; SOMCHOUDHURY, 1989). Algumas avaliações realizadas com germoplasma de *Musa* spp. mostraram populações significativamente mais baixas de *R. indica*, sendo indício para potencial de uso em áreas com alta pressão populacional desse ácaro ou em programas de melhoramento, onde os traços de resistência aos ácaros-praga podem ser incorporados a genótipos de interesse comercial (RODRIGUES; IRISH, 2012).

De acordo com Navia et al. (2015), é necessário que as variedades comerciais de coqueiro comumente cultivadas no Brasil sejam avaliadas, a fim de que se possa afirmar ou

não que a resistência genética apresenta potencial como estratégia no manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras.

## 2.2 Palmeiras Nativas do Nordeste Brasileiro

As palmeiras pertencem à família Arecaceae, anteriormente conhecida como Palmae ou Palmaceae, a única família botânica da ordem Arecales, e constituem um componente importante na ecologia da vegetação tropical mundial. A família, que abrange algumas plantas muito conhecidas, como o coqueiro, a tamareira, o dendezeiro e o açazeiro, possui cerca de 205 gêneros e 2.500 espécies, as quais estão mais concentradas nas regiões tropicais e subtropicais. As palmeiras são plantas perenes, arborescentes, tipicamente com um caule cilíndrico não ramificado do tipo estipe, atingindo grandes alturas, mas por vezes se apresentando como acaule (caule subterrâneo). Não são consideradas árvores porque todas estas apresentam crescimento do diâmetro do seu caule para a formação do tronco, que produz a madeira, e que não acontece com as palmeiras (MEDEIROS-COSTA, 2002). Essas plantas ocupam um lugar importante na composição da flora e da paisagem, tanto da faixa costeira como do interior dos diferentes estados que compõem a Região Nordeste do Brasil. Em todas as regiões onde representantes desta família estão presentes como espécies nativas, diversos produtos são obtidos dos diferentes órgãos das palmeiras (GOULDING; SMITH, 2007).

As palmeiras são emblemáticas dos trópicos, abundantes, produtivas, foram muito importantes na subsistência dos povos indígenas, algumas na subsistência de povos tradicionais, e outras são economicamente de grande interesse no mercado mundial (CLEMENT; LIERAS; VAN LEEUWEN, 2005). No Brasil, existem cerca de 35 gêneros e 286 espécies de palmeiras nativas e, embora a maioria das palmeiras ocorrentes no Brasil não esteja incluída entre as espécies ameaçadas de extinção, o uso desordenado torna algumas delas vulneráveis (SILVA et al., 2006; LORENZI et al., 2010).

No Nordeste do Brasil são registradas 22 espécies e duas subespécies endêmicas (LEITMAN et al., 2015). Segundo Medeiros-Costa (2002), essas palmeiras nativas que ocorrem no Nordeste do país têm importância econômica reconhecida, como *Syagrus coronata*, conhecido como ouricuri ou licuri (BONDAR, 1938; MEDEIROS-COSTA, 2002), *Acrocomia intumescens* Drude (macaúba), *Attalea oleifera* (pindoba), *Bactris ferruginea* (coco-de-fuso), *Copernicia prunifera* (carnaúba), *Syagrus cearensis* (catolé) e seja como frutíferas ou fornecedoras de óleo, cera e fibras. Gazzaneo et al. (2005) relataram o uso medicinal, alimentício, tecnológico e comercial de algumas dessas palmeiras, como a

macaúba, o coqueiro, o coco-de-fuso e o coco catolé, bem como o maraial (*Bactris* sp.) e a titara (*Desmoncus* sp.), em estudos realizados em comunidades do Litoral Norte de Pernambuco. Lyra-Lemos (1987) catalogou 22 espécies de palmeiras nativas em todas as regiões fitogeográficas no estado de Alagoas, muitas delas com ocorrência em vários outros estados (REIS, 2006), e algumas com grande importância socioeconômica. Além disso, há no estado também outras areáceas introduzidas, como coqueiro, dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.), açazeiro (*Euterpe oleracea*), e várias outras palmeiras ornamentais (LORENZI et al., 2004).

### **2.3 *Cocos nucifera* L.**

O coqueiro pertence à família Arecaceae (Palmaceae), subfamília Coccoideae e tribo Cocoeae, a qual inclui 27 gêneros e 600 espécies (ARAGÃO; RIBEIRO; MELO, 2009). Essa cultura possui um importante papel em comunidades agrícolas tropicais (OHLER, 1999), sendo encontrada em 100 países, com uma área de aproximadamente 12 milhões de hectares (ha), localizados principalmente nas regiões tropicais e subtropicais da Ásia, América e África, sendo que mais de 80% de sua produção estão no Sudeste Asiático (FAO, 2014; GALVÃO, 2009). Estimativas apontam uma produção mundial de coco de aproximadamente 61,7 milhões de toneladas (FAO, 2014). Embora sua ampla distribuição dificulte a determinação de seu centro de origem (BENASSI, 2007), acredita-se que o coqueiro seja originário das bacias dos oceanos Pacífico e Índico (GUNN et al., 2011). *Cocos nucifera* é considerada uma das mais importantes fruteiras perenes cultivadas no Brasil (IBRAF, 2017), sendo este o quarto produtor mundial de coco, depois da Indonésia, Filipinas e Índia (FAO, 2014). Entre os países da América do Sul, o Brasil é o principal produtor, com aproximadamente 75% da produção concentrada na região Nordeste (AGRIANUAL, 2017). A área colhida de coco no Brasil, em 2016, foi de 226.920 ha, sendo que a Bahia (63.800 ha), o Ceará (39.306 ha) e Sergipe (37.855 ha) foram os maiores produtores do país (AGRIANUAL, 2017). O estado de Alagoas ocupa o quinto lugar em área colhida, com 17.906 ha (IBGE, 2017).

O coqueiro é uma das espécies vegetais oleaginosas importantes no contexto mundial e, no Nordeste do Brasil, tem grande valor no estabelecimento das populações dessa região e sob o ponto de vista agrônomo, agroindustrial, socioeconômico, alimentar, e na sustentabilidade de ecossistemas frágeis das regiões litorâneas tropicais, nas quais poucas culturas são capazes de sobreviver (BARRETO et al., 2009). O potencial de produção de óleo

de coco de boa qualidade, dependendo da cultivar utilizada, é acima de 2.500 kg/ha. O Brasil, apesar de estar entre os maiores produtores de coco, não aparece na lista dos principais produtores de óleo, devido ao fato de destinar a quase totalidade da sua produção para o consumo *in natura* e para as agroindústrias de água de coco e de albúmen sólido (polpa) (FONTES; WANDERLEY, 2006; PASSOS; CARDOSO, 2011). Além disso, o coqueiro é considerado uma planta paisagística, adornando espaços públicos e privados (COSTA et al., 2005).

A destinação comercial do coco no Brasil está dividida em função das variedades cultivadas. As variedades gigantes, assim como a maioria das híbridas, são destinadas ao comércio de coco seco, enquanto que as variedades anãs são destinadas ao comércio de frutos *in natura* para consumo da água de coco. Nos últimos anos, observa-se um incremento na demanda do coco *in natura*, devido ao aumento de mercado de água de coco envasada, sendo parte consumida no próprio Brasil, e o restante exportado (MARTINS; JESUS JR., 2011). Observa-se, ainda, um considerável incremento na demanda nacional e internacional de produtos como óleo de coco, conteúdos nutricionais específicos (vitaminas e minerais), e fibras para a produção de substratos de uso agrícola e na indústria automobilística (FAO, 2014).

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura Brasileira**. São Paulo, FNP, 22<sup>a</sup> ed., p. 254 – 261, 2017.
- AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. 2003. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 05 jun. 2017.
- AMARO, G.; MORAIS, E.G.F. Potential geographical distribution of the red palm mite in South America. **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, n. 3, p. 343 – 355, 2013.
- ARAGÃO, W.M. **Coco. Pós-colheita**. Embrapa Tabuleiros Costeiros Aracaju, SE – Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 76 p. 2002.
- ARAGÃO, W.M.; RIBEIRO, F.E.; MELO, M.F.V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro gigante vs híbridos. In: CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 191 – 218, 2009.
- ASSIS, C.P.O.; MORAIS, E.G.F.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Toxicity of acaricides to *Raoiella indica* and their selectivity for its predator, *Amblyseius largoensis* (Acari: Tenuipalpidae: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, n. 3, p. 357 – 365, 2013.
- BARRETO, L.G.; ARAGÃO, W.M.; LOIOLA, C.M.; MOURA, C.R.F. Estratégias para uso e desenvolvimento dos produtos e co-produtos do coco seco com ênfase na pequena produção. In: CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju, Embrapa tabuleiros Costeiros, p. 26 – 36, 2009.
- BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BAUCHAN, G.R.; WELBOURN, W.C.; POOLEY, C.; DOWLING, A.P.G. External mouthpart morphology in the Tenuipalpidae (Tetranychoida) *Raoiella* a case study. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3, p. 227 – 255, 2012.
- BENASSI, A.C.; RUGGIERO, C.; MARTINS, A.B.G.; SILVA, J.A.A. Caracterização biométrica de frutos de coqueiro, *Cocos nucifera* L. variedade anã-verde, em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 302 – 307, 2007.
- BONDAR, G.O.O Licurizeiro e suas potencialidades na economia brasileira. **Boletim do Instituto Central de Fomento Econômico da Bahia** v. 2, p. 1 – 18, 1938.
- CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCAN, R.E.; PEÑA, J.E. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 271 – 289, 2012a.

CARRILLO, D.; NAVIA, D.; FERRAGUT, F.; PEÑA, J.E. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 2, p. 370 – 371, 2011.

CARRILLO, D.; PEÑA, J.E. Prey-stage preferences and functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 361 – 372, 2012.

CARRILLO, D.; PEÑA, J.E.; HOY, M.A.; FRANK, J.H. Development and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on pollen, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), and other microarthropods inhabiting coconuts in Florida, USA. **Experimental and Applied Acarology**, v. 52, n. 2, p. 119 – 129, 2010.

CARRILLO, D.; FRANK, J.H.; RODRIGUES, J.C.V.; PEÑA, J.E. A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 347 – 360, 2012b.

CARRILLO, D.; HOY, M. A.; PEÑA, J.E. Effect of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) on *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) by predator exclusion and predator release techniques. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 1, p. 256 – 261, 2014.

CHANDLER, D.; DAVIDSON, G.; PELL, J.K.; BALL, B.V.; SHAW, K.; SUNDERLAND, K.D. Fungal biocontrol of the Acari. **Biocontrol Science and Technology**, v. 10, n. 4, p. 357 – 384, 2000.

CLEMENT, C.R.; LIERAS PÉREZ, E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociências**, Montevideu, v. 9, n. 1-2, p. 67 – 71, 2005.

COCCO, A.; HOY, M.A. Feeding, reproduction, and development of the red palm mite (Acari: Tenuipalpidae) on selected palms and banana cultivars in quarantine. **Florida Entomologist**, v. 92, n. 2, p. 276 – 291, 2009.

COLMENAREZ, Y.; MOORE, D.; POLAR, P.; VÁSQUEZ, C. Population trends of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) and associated entomopathogenic fungi in Trinidad, Antigua, St Kitts and Nevis and Dominica. **Acarologia**, v. 54, n. 4, p. 433 – 442, 2014.

COSTA, R.S.C.; NASCENTE, A.S.; RIBEIRO, G.D.; FERREIRA, M.G.R. **Cultivo do coqueiro em Rondônia**. In: NASCENTE, A.S. (Ed.). Porto Velho, Embrapa Rondônia. p. 1807 – 1805, 2005.

DAUD, R.D.; FERES, R.J.F. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari, Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no Sul do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 3, p. 377 – 381, 2007.

DEKEYSER, M.A. Acaricide mode of action. **Pest Management Science**, v. 61, n. 2, p. 103 – 110, 2005.

DOMINGOS, C.; LEANDRO, A.; OLIVEIRA, O.; MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; MORAES, G.J.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Comparison of two populations of the

pan-tropical predator *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, n. 1, p. 83 – 93, 2013.

DOWLING, A.P.G.; OCHOA, R.; BEARD, J.J.; WELRN, W.C.; UECKERMANN, E.A. Phylogenetic investigation of the genus *Raoiella* (Prostigmata: Tenuipalpidae): diversity, distribution, and world invasions. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 257 – 269, 2012.

ETIENNE, J.; FLECHTMANN, C.H.W. First record of *Raoiella indica* (Hirst, 1924) (Acari: Tenuipalpidae) in Guadeloupe and Saint Martin, West Indies. **International Journal of Acarology**, v. 32, n. 3, p. 331 – 332, 2006.

FAO - food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. **FAOSTAT- AGRICULTURE**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

FLECHTMANN, C.H.W.; ETIENNE, J. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 9, p. 109 – 110, 2004.

FLORES-GALANO, G.; MONTOYA, A.; RODRÍGUEZ, H. Biología de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) sobre *Areca catechu* L. **Revista de Protección Vegetal**, v. 25, n. 1, p. 11 – 16, 2010.

FONTES, H.R.; WANDERLEY, M. **Situação atual e perspectivas para a cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos, n. 94, 16 p., 2006.

FOUNTAIN, M.T.; HARRIS, A.L.; CROSS, J.V. The use of surfactants to enhance acaricide control of *Phytonemus pallidus* (Acari: Tarsonemidae) in strawberry. **Crop Protection**, v. 29, n. 11, p. 1286 – 1292, 2010.

GALVÃO, A.S.; **Bioecologia de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) e de seus potenciais predadores**. 2009. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 111 p., 2009.

GAZZANEO, L.R.S.; LUCENA, R.F.P.; ALBUQUERQUE, U.P. Knowledge and use of medicinal plants by local specialists in a region of Atlantic Forest in the state of Pernambuco (Northeastern Brazil). **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 1, p. 1 – 9, 2005.

GÓMEZ-MOYA, C.A.; LIMA, T.P.S.; MORAIS, E.G.F.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAES, G.J. Hosts of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) native to the Brazilian Amazon. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 4, p. 86 – 94, 2017.

GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; CASTRO, T.M.M.G.; MARSARO JÚNIOR, A.L.; NAVIA, D.; MELO, J.W.S.; DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? **Systematics and Biodiversity**, v. 10, n. 4, p. 527 – 535, 2012.

GONZÁLEZ-REUS, M.; RAMOS, M. Plantas hospedantes de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en el municipio Santiago de Cuba. **Revista de Protección Vegetal**, v. 25, n. 1, p. 5 – 6, 2010.

GOULDING, M.; SMITH, N. **Palmeiras: sentinelas para a conservação a Amazônia**. Lima: Amazon Conservation Association, 358 p., 2007.

GOUVEA, A.; BOARETTO, L.C.; ZANELLA, C.F.; ALVES, L.F.A. Dinâmica populacional de ácaros (Acari) em plantas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.: Aquifoliaceae). **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 1, p. 101 – 111, 2006.

GUNN, B.F.; BAUDOUIN, L.; OLSEN, K.M. Independent origins of cultivated coconut (*Cocos nucifera* L.) in the Old World tropics. **PLOS ONE**, v. 6, n. 6, e21143, p. 1 – 8, 2011.

HASTIE, E.; BENEGAS, A.; RODRÍGUEZ, H. Inventario de ácaros de predadores asociados a fitoácaros em plantas de las familias Arecaceae y Musaceae. **Revista de Protección Vegetal**, v. 25, n. 1, p. 17 – 25, 2010.

HATA, F.T.; SILVA, J.E.P.; VENTURA, U.M.; PASINI, A; ROGGIA, S. First Report of *Raoiella indica* (Hirst) (Acari: Tenuipalpidae) in Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 3, p. 356 – 359, 2017.

HIRST, S. On some new species of red spider. **Annals and Magazine of Natural History**, v. 14, p. 522 – 527, 1924.

HOY, M.A.; PEÑA, J.; NGUYEN, R. Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae). Gainesville, FDACS/Division of Plant Industry, **UF/IFAS Extension**, 5 p. (EENY-397), 2006.

HOY, M.A. Overview of a classical biological control project directed against the red palm mite in Florida. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 4, p. 381 – 393, 2012.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. Area destinada à colheita, quantidade produzida e rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/site>>. Acesso em 10 jul. 2017.

KANE, E.C.; OCHOA, R.; MATHURIN, G.; ERBE, E.F.; BEARD, J.J. *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the neotropics. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3, p. 215 – 225, 2012.

KITASHIMA, Y.; GOTOH, T. Population dynamics of *Panonychus osmanthi* (Acari: Tetranychidae) on two *Osmanthus species*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 29, n. 3-4, p. 227 – 240, 2003.

LAWSON-BALAGBO, L.M.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAES, G.J.; HANNA, R.; SCHAUSBERGER, P. Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with

emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. **Bulletin of Entomological Research**, v. 98, n. 1, p. 83 – 96, 2008.

LEITMAN, P.; SOARES, K.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R.C. Arecaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15665>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

LODGE, D.M.; WILLIAMS, S.; MACISAAC, H. J.; HAYES, K. R.; LEUNG, B.; REICHARD, S.; MACK, R. N.; MOYLE, P. B.; SMITH, M.; ANDOW, D.A.; CARLTON, J. T.; MICHAEL, M.C.A.; Biological invasions: recommendations for U.S. policy and management. **Ecological Applications**, v. 16, n. 6, p. 2035 – 2054, 2006.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira: Arecaceae** (Palmeiras). Instituto Plantarum, Nova Odessa. 382 p. 2010.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; COSTA, J.T.M.; CERQUEIRA, L.S.C.; FERREIRA, E. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa - SP, Instituto Plantarum, 432 p. 2004.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. **Invasive Species Specialist Group**, Auckland, New Zealand, p. 1 – 12, 2000.

LYRA-LEMOES, R.P. **Estudos taxonômicos sobre a família Arecaceae Schultz no estado de Alagoas - Brasil**. Dissertação de Mestrado. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 198 p. 1987.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Brasília. Instrução Normativa 14. 2010. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 59, de 18 de dezembro de 2013. 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/rede-nacional-de-laboratorios-agropecuarios/documentos-rede-nacional-de-laboratorios-agropecuarios/in-59-2013-pragas-quarentenarias-para-o-brasil.pdf>> Acesso em: 02 jun. 2017.

MARCIC, D. Acaricides in modern management of plant feeding mites. **Journal of Pest Science**, v. 85, n. 4, p. 395 – 408, 2012.

MARTINS, C. R.; JESUS JÚNIOR, L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos, n. 164, 28 p., 2011.

MEDEIROS-COSTA, J.T. As espécies de palmeiras (Arecaceae) do Estado de Pernambuco, Brasil. In: TABARELLI M.; SILVA, J.M.C. (Ed.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife, SECTMA & Massangana. p. 229 – 236, 2002.

MELO, J.W.S.; NAVIA, D.; MENDES, J.A.; FILGUEIRAS, R.M.C.; TEODORO, A.V.; FERREIRA, J.M.S.; GUZZO, E.C.; SOUZA, I.V.; MENDONÇA, R.S.; CALVET, E.C.; PAZ NETO, A.A.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAIS, E.G.F.; GODOY, M.S.; SANTOS, J.R.; SILVA, R.I.R.; SILVA, V.B.; NORTE, R.F.; OLIVA, A.B.; SANTOS, R.D.P.; DOMINGOS, C.A. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. **International Journal of Acarology**, v. 44, p. 1 – 4, 2018.

MENDONÇA, R.S.; NAVIA, D.; FLECHTMANN, C.H.W. *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), ácaro-vermelho-das-palmeiras - uma ameaça para as Américas. Brasília, DF, Embrapa Recursos Genéticos Biotecnologia, Documentos, n. 146, 37 p., 2005.

MESA, N.C.; OCHOA, R.; WELBOURN, W.C.; EVANS, G.A.; MORAES, G.J. A catalog of the Tenuipalpidae (Acari) of the World with a key to genera. **Zootaxa**, v. 2098, p. 1 – 185, 2009.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de Acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 308 p., 2008.

MORAES, G.J.; CASTRO, T.M.M.G; KREITER, S.; QUILICI, S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in La Reunion Island. (Indian Ocean). **Acarologia**, v. 52, n. 2, p. 129 – 134, 2012.

MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. **Dez perguntas e respostas sobre o ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae): uma ameaça para palmeiras e bananeiras no Brasil**. Boa Vista, Embrapa Roraima, Documentos, n. 49, 17 p. 2011.

MOUTIA, L.A. Contribution to study of some phytophagous Acarina and their predators in Mauritius. **Bulletin of Entomological Research**, v. 49, p. 59 –75, 1958.

NAGESHACHANDRA, B.K.; CHANNABASAVANNA, G.P. Plant mites. In GRIFFITHS, D.A.; BOWMAN, C.E. (Eds.), West Sussex, Ellis Horwood, **Acarology**, v. 2, p. 785 – 790, 1984.

NAPPO. Phytosanitary alert system: detection of the red palm mite (*Raoiella indica*) in Cancun and Isla Mujeres, Quintana Roo, Mexico. North American Plant Protection Organization. 2009. Disponível em: <<http://www.pestalert.org/oprDetail.cfm?oprID=406>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

NAVIA, D.; MARSARO JÚNIOR, A.L.; SILVA, F.R.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAES, G.J. First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 3, p. 409 – 411, 2011.

NAVIA, D. Biologia da Invasão. In: SUGAYAMA, R.L.; SILVA, M.L.; SILVA, S.X.B.; RIBEIRO, L.C.; RANGEL, L.E.P. **Defesa Vegetal**: Fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas. 1 ed. Belo Horizonte: SBDA, p. 27 – 55, 2015.

- NAVIA, D.; MORAIS, E.G.F.; MENDONÇA, R.S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A. (ed.), **Pragas introduzidas no Brasil: Insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, p. 418 – 452, 2015.
- NORRIS, R.F.; CASWELL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. Pesticides. In: NORRIS, R.F.; CASWELL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. (ed.) **Concepts in Integrated Pest Management**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 586 p., 2003.
- OCHOA, R.; BEARD, J.J.; BAUCHAN, G.R.; KANE, E.C.; DOWLING, A. P.G.; ERBE, E.F. Herbivore exploits chink in armour of host. **American Entomologist**, v. 57, p. 26 – 29, 2011.
- OHLER, J.G. Part I. The coconut palm and its environment. In: OHLER, J.G. (ed.) **Modern coconut management: palm cultivation and products**. Cidade: Editora, 458 p., 1999.
- OLIVEIRA, D.C., PRADO, E.P., MORAES, G.J.; MORAIS, E.G.F.; CHAGAS, E.A.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; NAVIA, D. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in southeastern Brazil. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 1, p. 123 – 125, 2016.
- PASSOS, E.E.M.; CARDOSO, B.T. **Avaliação da produção de óleo em três cultivares de coqueiro-anão**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Comunicado Técnico, n. 114, 3 p., 2011.
- PEÑA, J.E. Potential invasive pests of agricultural crops. CABI Invasives series. Wallingford: **CAB International**, 440 p., 2013.
- PEÑA, J.E.; BRUIN, J.; SABELIS, M.W. Biology and control of the red palm mite, *Raoiella indica*: an introduction. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 211 – 213, 2012.
- PEÑA, J.E.; MANNION, C.M.; HOWARD, F.W.; HOY, M.A. *Raoiella indica* (Prostigmata: Tenuipalpidae): the red palm mite: a potential invasive pest of palms and bananas and other tropical crops in Florida — **University of Florida IFAS Extension**, (ENY – 837), 2006.
- PEÑA, J.E.; RODRIGUES, J.C.V.; RODA, A.; CARRILLO, D.; OSBORNE, L.S. Predator-prey dynamics and strategies for control of the red palm mite (*Raoiella indica*) (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion in the Neotropics. In: **Proceedings of the 2nd meeting of work group integrated control of plant feeding mites**. Florence, Italy, p. 69 – 79, 2009.
- PEREIRA, R.S.; MORAIS, E.G.F.; OLIVEIRA, D.C.; NEGRINI, M. Eficiência de inseticidas naturais para o controle do ácaro-vermelho-das-palmeiras. In: Semana Nacional de Ciência e Tecnologia no Estado de Roraima – SNCT-RR, 10. Boa Vista, **Anais...**, 2015.
- PONS, L.; BLISS, R.M. "Atiny menace island-hops the Caribbean." U.S. Dep. Ag. Res. **Bulletin Agricultural Research**, p. 4 – 6, 2007.
- PRABHEENA, P.; RAMANI, N. Distribution pattern and injurious status of *Raoiella indica* (Histh) (Acari: Tenuipalpidae) on arecanut palms. **International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 4, n. 5, p. 1 – 5, 2014.

REIS, R.C.C. Palmeiras (Arecaceae) das restingas do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 20, p. 501 – 512, 2006.

RODA, A.; DOWLING, A.; WELBOURN, C.; PEÑA, J.E.; RODRIGUES, J.C.V.; HOY, M. A.; OCHOA, R.; DUNCAN, R.A.; DE CHI, W. Red palm mite situation in the Caribbean and Florida. **Proceedings of the Caribbean Food Crops Society**, v. 44, n. 1, p. 80 – 87, 2008.

RODA, A., NACHMAN, G.; HOSEIN, F.; RODRIGUES, J.C.V.; PEÑA, J.E. Spatial distributions of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) on coconut and their implications for development of efficient sampling plans. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 291 – 308, 2012.

RODRIGUES, J.C.V.; ANTONY, L.M.K. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Amazonas State, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 4, p. 1073 – 1074, 2011.

RODRIGUES, J.C.V.; IRISH, B.M. Effect of coconut palm proximities and *Musa* spp. germplasm resistance to colonization by *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 309 – 316, 2012.

RODRIGUES, J.C.V.; OCHOA, R.; KANE, E.C. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) and its damage to coconut palms in Puerto Rico and Culebra Island. **International Journal of Acarology**, v. 33, n. 1, p. 3–5, 2007.

RODRIGUES, J.C.V.; PEÑA, J.E. Chemical control of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in banana and coconut. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 317 – 329, 2012.

RODRIGUES, V.M.; VALENTE, E.C.N.; LIMA, H.M.A.; TRINDADE, R.C.P.; DUARTE, A.G. Avaliação de extratos de *Annona muricata* L. sobre *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 3, p. 75 – 83, 2014.

SARKAR, P.K.; SOMCHOUDHURY, A.K. Influence of major abiotic factors on the seasonal incidence of *Raoiella indica* and *Tetranychus fijiensis* on coconut. In: CHANNABASAVANNA, G.P.; VIRAKTAMATH, C.A. (Ed.). **Progress in acarology**, New Delhi: Oxford and IBH, v. 2, p. 60 – 65, 1989.

SATHIAMMA, B. Observations on the mite fauna associated with the coconut palm in Kerala, India. **Journal of the International Association for the Plant Protection**, v. 24, p. 92 – 96, 1996.

SAYED, M. Contribution to the knowledge of Acarina in Egypt: 1. The genus *Raoiella* Hirst (Pseudotetranychidae: Tetranychidae). **Bulletin of the Entomological Society of Egypt**, v. 26, p. 81 – 91, 1942.

SILVA, V.A.; ANDRADE, L.H.C.; ALBUQUERQUE, U.P. Revising the cultural significance index: The case of the Fulni-ô in Northeastern Brazil. **Field Methods**, v. 18, n. 1, p. 98–108, 2006.

SILVA, R.V.; NARITA, J.P.Z.; VICHITBANDHA, P.; CHANDRAPATYA, A.; KONVIPASRUANG, P.; KONGCHUENSIN, M.; MORAES, G.J. Prospection for predaceous mites to control coconut pest mites in Thailand, with taxonomic descriptions of collected Mesostigmata (Acari). **Journal of Natural History**, v. 48, p. 699 – 719, 2014.

SILVA, M.L.; SILVA, S.X.B.; SUGAYAMA, R.L.; RANGEL, L.E.P.; RIBEIRO, L.C. Defesa vegetal: conceitos, escopo, e importância estratégica. In: SUGAYAMA, R.L.; SILVA, M.L.; SILVA, S.X.B.; RIBEIRO, L.C.; RANGEL, L.E.P. **Defesa vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas**. 1 ed. Belo Horizonte: SBDA, p. 3 – 15, 2015.

SOUTHWOOD, T.R.E. Introduction to the study of animal. In: **Ecological methods with particular reference to the study of insect populations**. 2 ed., New York, John Wiley and Sons, p. 1 – 6, 1978.

SOUZA, I.V.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; RAMOS, A. L.R.; SANTOS, E.A.; FERRAZ, M.I.F.; OLIVEIRA, A.R. Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and other mites associated with coconut fruits in Una, State of Bahia, northeastern Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 58, n. 3, p. 221 – 233, 2012.

SOUZA, I.V.; GUZZO, E.C.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; Primeiro registro do ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) no estado de Alagoas, Brasil. XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia IX Congresso Latino-Americano de Entomologia, Maceió, Brasília, DF, Embrapa, **Anais...**, p. 624, 2016.

TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations **Annual Review of Entomology**, v. 29, p. 321 – 57, 1984.

TAYLOR, B.; RAHMAN, P.M.; MURPHY, S.T.; SUDHEENDRAKUMAR, V.V. Within season dynamics of red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in south-west India. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 331 – 345, 2012.

TEODORO, A.V.; RODRIGUES, J.C.V.; SILVA, J.F.; NAVIA, D.; SILVA, S.S. **Ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica*: Nova praga de coqueiro no Brasil**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos, n. 10, 19 p., 2016.

VAN LEEUWEN, T.; TIRRY, L.; YAMAMOTO, A.; NAUEN, R.; DERMAUW, W. The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 121, p. 12 – 21, 2015.

VÁSQUEZ, C.; QUIRÓS, M.; APONTE, O.; SANDOVAL, D.M.F. Primer reporte de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en Sur América. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 6, p. 739 – 740, 2008.

VÁSQUEZ, C.; MORAES, G.J. Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in northern Venezuela. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 1, p. 73 – 82, 2012.

VENDRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Org.). **Bioecologia e nutrição de insetos**: Base para o manejo integrado de pragas. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, p. 1055 – 1105, 2009.

VENDRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Plant resistance and insect bioecology and nutrition. In: PANIZZI A.R.; PARRA J.R.P. (Ed.). **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Boca Raton: CRC Press, p. 657 – 685, 2011.

WELBOURN, C. Pest alert: red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). Florida, FDACS FDACS-**Division of Plant Industry**, (DACS-P 01645), Gainesville, 7 p. 2006.

WORNER, S.P.; GEVREY, M. Modelling global insect pest species assemblages to determine risk of invasion. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, p. 858 – 867, 2006.

### 3 PRIMEIRO REGISTRO DO ÁCARO-VERMELHO-DAS-PALMEIRAS *Raoiella indica* HIRST, 1924 (ACARI: TENUIPALPIDAE), E SUA POSTERIOR DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA NO ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL

#### RESUMO

O ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst, 1924 é uma espécie invasora, tendo se tornado praga-chave do coqueiro em diversos países da América. O potencial de distribuição geográfica estimado para *R. indica* na América do Sul mostra que as áreas mais adequadas para o seu estabelecimento no Brasil são justamente aquelas em que há a maior abundância de hospedeiros da praga com importância econômica, a exemplo do litoral do Nordeste brasileiro. A espécie foi detectada pela primeira vez no Brasil em 2009, no estado de Roraima, e posteriormente, em 2011, no Amazonas, permanecendo durante algum tempo restrita à região Norte do Brasil. As recentes detecções da praga no Ceará e Sergipe, aliadas ao fato de que o litoral nordestino apresenta condições extremamente favoráveis ao seu desenvolvimento, motivaram as buscas por *R. indica* em Alagoas. Assim, o presente trabalho teve o objetivo de relatar pela primeira vez a ocorrência do ácaro-vermelho-das-palmeiras *R. indica* e monitorar a sua distribuição no estado de Alagoas. Foram inspecionados inicialmente municípios produtores de coco e, posteriormente, os demais, durante o período de dezembro de 2015 a julho de 2018. Em cada local, as plantas foram inspecionadas, com auxílio de uma lupa de bolso (20×). Foram registradas plantas com pelo menos um indivíduo de *R. indica* e, com auxílio de tesoura de poda, coletados cinco folhas/folíolo (dependendo do hospedeiro) de cada planta amostrada e transportadas para o laboratório. Os ácaros encontrados foram coletados com um pincel fino e armazenando em microtubos com álcool a 70%, para posterior montagem e identificação. A partir do primeiro registro, a Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária de Alagoas (ADEAL) e a Superintendência Federal de Agricultura no Estado de Alagoas (SFA/AL) foram notificadas sobre a presença da praga, para tomarem as medidas pertinentes de contingência. Os dados coletados foram inseridos em um banco de dados georreferenciado e analisados espaço-temporalmente. *Raoiella indica* foi registrado em todos os municípios de Alagoas, pertencentes às três mesorregiões do estado (Leste, Agreste e Sertão Alagoanos), com maiores densidades nas principais regiões produtoras de coco. Assim, como o estado de Alagoas apresenta condições climáticas favoráveis para *R. indica*, a tendência é o aumento da população e expansão da sua área de ocorrência. Os resultados permitiram a inclusão de Alagoas na relação dos estados com a presença de *R. indica* no Brasil, ampliando sua distribuição no país.

**Palavras-chave:** Arecaceae. *Cocos nucifera*. Coqueiro. Praga quarentenária.

### **3 FIRST RECORD OF THE RED PALM MITE *Raoiella indica* HIRST, 1924 (ACARI: TENUIPALPIDAE) AND ITS FOLLOWING GEOGRAFIC DISTRIBUTION IN THE STATE OF ALAGOAS, BRAZIL**

#### **ABSTRACT**

The red palm mite (RPM) *Raoiella indica* Hirst, 1924 is an invasive species that has become a key coconut key in several American countries. The potential geographic distribution estimated for *R. indica* in South America shows that the most suitable areas for its establishment in Brazil are those with abundance of the pest hosts with economic importance, being possible to highlight the entire Brazilian Northeast coast. The species was first detected in Brazil in 2009, in the State of Roraima, and afterwards in 2011, in Amazonas, remaining restricted to Northern Brazil for some time. The recent RPM detections in the States of Ceará and Sergipe, besides the fact that the Brazilian Northeastern coast presents highly favorable environmental conditions to its development, instigated the search for the RPM in Alagoas. Thus, the present work aimed at reporting for the first time the occurrence of *R. indica*, and monitoring its distribution in the State of Alagoas. The coconut-producing municipalities were first inspected, being followed by others, during December/2015 to July/2018. In each site, plants were inspected with a hand magnifier (20×). Plants with at least one individual of *R. indica* were registered and, with a pruning shears, five leaves/leaflets (depending on the host) were collected from each sampled plant and taken to the laboratory. The mites found were collected with a fine brush and stored in microtubes with 70% ethanol for mounting and identification. Following the first record, the Defense and Agricultural Inspection Agency of Alagoas (ADEAL) and the Federal Superintendence of Agriculture in the State of Alagoas (SFA/AL) were notified about RPM presence, in order to adopt the proper contingency measures. Data collected were inserted in a georeferenced data bank and space-temporally analyzed. *Raoiella indica* was registered in all municipalities of Alagoas, belonging to the three State mesoregions of the (East, Agreste and Sertão), with greater densities in the main coconut-producing regions. Thus, as the State of Alagoas presents favorable climatic conditions for *R. indica*, the tendency is to increase the population and expand its area of occurrence. Our results allow the inclusion of Alagoas among the Brazilian States with the presence of *R. indica*, expanding its distribution within the country.

**Keywords:** Arecaceae. *Cocos nucifera*. Coconut palm. Quarantine pest.

### 3.1 Introdução

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Tenuipalpidae) foi descrito em Coimbatore, na Índia, a partir de espécimes coletados em folhas de *Cocos nucifera* L. (HIRST, 1924), e encontrado anos depois no nordeste da África (PRITCHARD; BAKER, 1958), África do Sul (MOUTIA, 1958) e Oriente Médio (GERSON et al., 1983). No entanto, tornou-se uma importante preocupação para as indústrias de coco e banana no Novo Mundo, desde que foi relatado pela primeira vez na Martinica (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004) e, apesar da quarentena e das medidas estabelecidas por alguns países, rapidamente se dispersou para várias ilhas do Caribe (KANE; OCHOA; ERBE, 2005; ETIENNE; FLETCHMANN, 2006), sul da Flórida (WELBOURN, 2006), México (NAPPO, 2009), Venezuela (VÁSQUEZ et al., 2008), Colômbia (CARRILLO et al., 2011) e Brasil (NAVIA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2016; SOUZA; GUZZO; GONDIM JR., 2016; TEODORO et al., 2016; HATA et al., 2017).

Após a descoberta de *R. indica* no estado brasileiro de Roraima, em 2009, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabeleceu medidas de quarentena que restringem o trânsito de plantas hospedeiras e suas partes (frutas e folhas) para outros estados (MAPA, 2010). No entanto, dois anos depois, *R. indica* também foi encontrado infestando plantas jovens de *C. nucifera*, além de *Veitchia merrillii* (Becc.) HE Moore e *Caryota mitis* Lour. no estado de Amazonas (RODRIGUES; ANTONY, 2011). Desde o ano de 2015, o ácaro está se disseminando por outros estados do país, em função de seu alto potencial invasivo, daí a necessidade de estimar a distribuição potencial do ácaro nos locais onde foi detectado (TEODORO et al., 2016; MELO et al., 2018).

Esse ácaro está sendo considerado uma das espécies invasoras de maior capacidade de dispersão, visto que, apenas entre os anos de 2004 a 2010, foi registrado em 13 países das Américas (AMARO; MORAIS, 2013). Nos últimos anos, vem se tornando uma das principais pragas do coqueiro no continente Americano, devido aos danos que causa e à sua capacidade de invasão. Neste continente, verifica-se que o ácaro tem se dispersado cerca de 1.000 km por ano. Um dos motivos para a rápida dispersão pode estar relacionado à sua grande gama de hospedeiros, podendo encontrar facilmente uma planta para ser atacada ao chegar a uma nova área. Nas Américas, são encontradas com frequência, tanto em áreas naturais como cultivadas, inúmeras plantas hospedeiras, como arecáceas, helicônias, musáceas e zingiberáceas (CARRILLO et al., 2011; MORAIS; NAVIA; GONDIM JR., 2011). A maioria dessas plantas hospedeiras é usada para fins ornamentais, sendo comumente transportadas de

um local para outro, seja via comercialização formal ou pelo transporte informal. Por esse motivo, é provável que a dispersão deste ácaro nas Américas tenha ocorrido devido a diversas atividades humanas, principalmente o transporte de mudas infestadas (MORAIS; NAVIA; GONDIM JR., 2011). No Caribe, a dispersão também pode ter ocorrido por meio de transporte de produtos artesanais fabricados com folhas de palmeiras. Entretanto, além da dispersão via transporte de mudas ou partes vegetais atacadas, o ácaro-vermelho-das-palmeiras pode se dispersar também pelo vento (CARRILLO et al., 2011).

O potencial de distribuição geográfica de *R. indica* na América do Sul foi estimado, por meio do modelo de máxima entropia, verificando-se que as áreas mais adequadas para o estabelecimento de *R. indica* no Brasil, em função de suas características geoclimáticas, são o estado de Roraima, o leste do Amazonas, nordeste do Pará, Amapá, e as zonas costeiras, desde o Pará até o Rio de Janeiro, incluindo todo o litoral nordestino. Tais resultados são muito preocupantes, pois as áreas com condições ambientais mais favoráveis são justamente aquelas em que há a maior abundância de hospedeiros da praga com importância econômica, havendo assim a perspectiva de impactos socioeconômicos muito significativos para essas regiões e para o país como um todo (AMARO; MORAIS, 2013).

A recente detecção do ácaro-vermelho-das-palmeiras nos estados do Ceará (SAA, 2016) e de Sergipe (SILVA et al., 2016) levantou a suspeita de que a praga já pudesse também estar presente em Alagoas. Além disso, acredita-se que o monitoramento e acompanhamento da dispersão de *R. indica* em Alagoas, principalmente, a partir da sua possível detecção inicial, seria importante para apoiar políticas públicas e o estabelecimento de medidas que visem facilitar o desenvolvimento de estratégias de manejo, e para conter a disseminação da praga para os estados vizinhos. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo relatar pela primeira vez a ocorrência do ácaro-vermelho-das-palmeiras *R. indica* e monitorar a sua distribuição no estado de Alagoas.

## **3.2 Material e Métodos**

### **3.2.1 Inspeções iniciais de *R. indica***

Os levantamentos foram feitos em coqueiros localizados na orla urbana de Maceió – AL (09°39'48,63"S; 35°42'11,76"O) e no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), em Rio Largo – AL (09°27'58,47"S; 35°49'37,44"O), região metropolitana de Maceió, no dia 22 de dezembro de 2015.

Uma vez que o coqueiro é um hospedeiro preferencial de *R. indica*, e que o estado de Alagoas apresenta extensas áreas de plantações, que também é amplamente utilizado em ornamentação, a amostragem de *R. indica* foi concentrada nesta planta. Nas áreas amostradas, folíolos de coqueiros foram inspecionados com lupa de bolso (20×) e, quando verificadas formas biológicas suspeitas de serem *R. indica*, estes folíolos foram coletados, acondicionados em sacos plásticos e conduzidos ao laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL). Sob microscópio estereoscópico, os ácaros foram então retirados dos folíolos e transferidos para frascos do tipo Eppendorf com etanol a 70%. Posteriormente, exemplares foram montados em lâminas de microscopia com meio de Hoyer e cobertos com lamínulas. Após a secagem do material, as lâminas foram enviadas ao Prof. Dr. Manoel Guedes Correa Gondim Júnior, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife – PE, para a identificação da espécie do ácaro.

### **3.2.2 Inspeções para detecção de *R. indica* no estado de Alagoas**

Foram visitados todos os municípios do estado de Alagoas, durante o período de dezembro de 2015 a julho de 2018. Foram priorizadas as áreas de risco para a vigilância fitossanitária e os locais com maior ocupação e circulação humana, ao longo de rodovias e estradas, parques, praças, lojas e viveiros de mudas, etc. Nos municípios sem destaque na produção de coco, ou na ausência de coqueiros em áreas de risco, outras plantas das famílias dos hospedeiros registrados na literatura também foram vistoriadas. Os municípios onde não eram registrados o ácaro-vermelho-das-palmeiras, foram visitados novamente em intervalos de três meses após as últimas inspeções. As inspeções foram realizadas com o apoio da Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária de Alagoas – ADEAL.

Em cada local, as plantas foram inspecionadas, observando-se o lado inferior e superior das folhas, com auxílio de uma lupa de bolso (20×). Foram registradas plantas com pelo menos um indivíduo de *R. indica* e com auxílio de tesoura de poda, foram coletados cinco folíolos (hospedeiro com folha composta) ou cinco folhas (hospedeiro com folha simples) de cada planta amostrada.

Cada amostra foi colocada individualmente em um saco de polietileno e etiquetada com o nome do hospedeiro, data e local de coleta, e coordenadas geográficas. As amostras foram armazenadas em caixas térmicas e transportados até o laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em Rio Largo - AL, onde foram conservadas em refrigerador (15°C) até serem inspecionadas, por um

período máximo de cinco dias. A inspeção de ácaros foi realizada na superfície abaxial, principalmente próximo à nervura central (maior concentração da colonização) e depois a superfície adaxial, coletando-se com um pincel os ácaros encontrados e armazenando em microtubos com álcool 70%. Posteriormente, foi realizada a montagem de até vinte ácaros (incluindo adultos e imaturos) de cada amostra em lâminas de microscopia com meio de Hoyer (MORAES; FLECHTMANN, 2008) e a identificação sob microscópio estereoscópico, com auxílio de chaves dicotômicas.

### 3.2.3 Análise de dados

Os dados das coletas compreenderam: os atributos de localização (latitude e longitude - no sistema de coordenadas geodésicas - Datum WGS84); o local de referência da coleta; e, sobretudo, a informação sobre a presença ou ausência do ácaro (registrada como 0 ou 1 na planilha). Tal base foi inserida num sistema de informação geográfica (SIG) a partir das coordenadas coletadas e posteriormente sobreposta à base vetorial correspondente à divisão política do estado de Alagoas, disponibilizada pelo IBGE (2017).

As análises espaciais foram realizadas a partir do software ArcGis (versão 10.2). As ocorrências com a informação sobre presença ou ausência do ácaro foram espacializadas em três períodos distintos (2016/2017/2018) para observação da dispersão espacial e temporal do ácaro, assim como o total das ocorrências positivas, foram plotadas em intervalos de classes considerando-se a base municipal do estado.

## 3.3 Resultados e Discussão

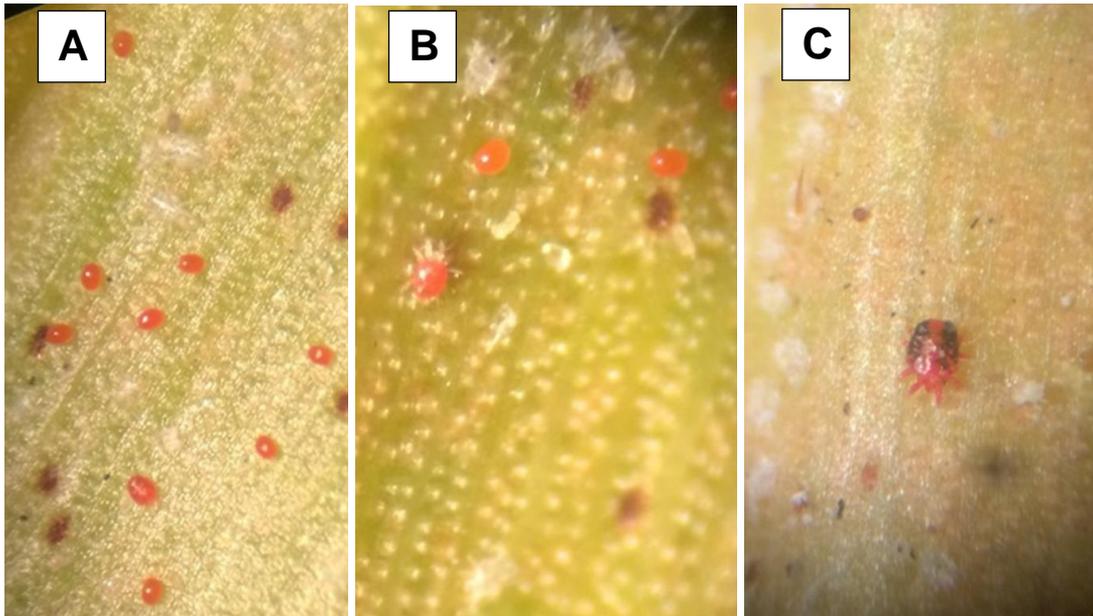
### 3.3.1 Inspeções iniciais de *R. indica*

No município de Rio Largo, não foram observados ácaros suspeitos de serem o ácaro-vermelho-das-palmeiras. No entanto, em Maceió, foram encontradas colônias de ácaros contendo todos os estágios de desenvolvimento semelhantes à descrição de *R. indica* encontrada na literatura (Figura 1), os quais foram identificados como realmente pertencentes à espécie *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae).

Após a identificação, a Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária de Alagoas (ADEAL) e a Superintendência Federal de Agricultura no Estado de Alagoas (SFA/AL) foram notificadas sobre a presença da praga, para tomarem as medidas pertinentes de

contingência. Como exigência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), novas amostras foram coletadas no mesmo local da primeira ocorrência, seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente, e encaminhadas a um laboratório oficial credenciado. Novamente, confirmou-se a identificação da praga *R. indica* (Anexo 1).

**Figura 1** – O ácaro-vermelho-das-palmeiras *R. indica*. A) Ovos; B) Forma jovem; C) Adulto.



Fonte: Autora (2018).

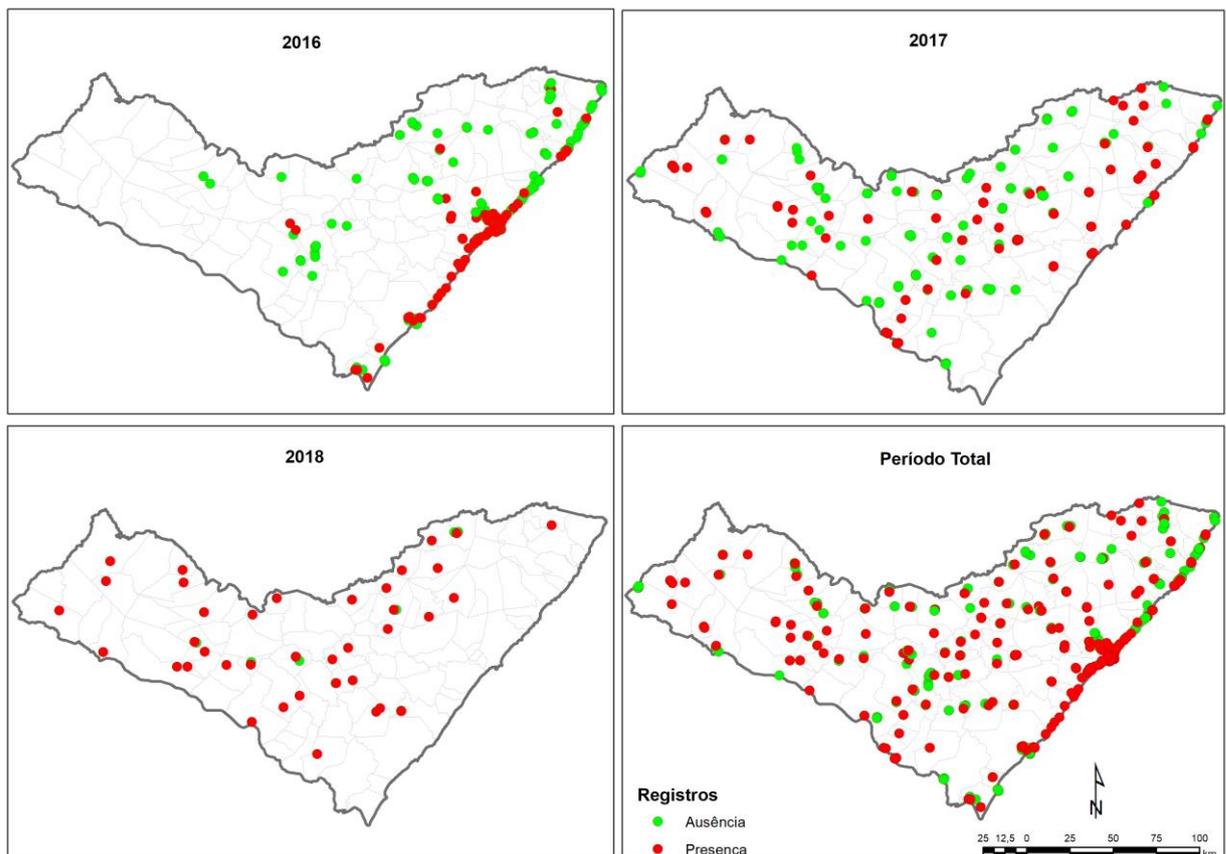
Após a detecção de *R. indica* em Alagoas, o ácaro foi ainda encontrado no Distrito Federal e nos estados da Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, sendo que todas estas ocorrências foram compiladas e publicadas em um único artigo científico (MELO et al., 2018), ampliando a distribuição da praga para todas as regiões do Brasil.

Amaro e Moraes (2013) estimaram o potencial de distribuição geográfica de *R. indica* na América do Sul utilizando o modelo de máxima entropia, e verificaram que as áreas mais adequadas para o estabelecimento da espécie no Brasil, em função de suas características geoclimáticas, são o estado de Roraima, o leste do Amazonas, nordeste do Pará, Amapá, e as zonas costeiras, desde o Pará até o Rio de Janeiro, incluindo todo o litoral do Nordeste brasileiro. Tais resultados despertaram grande preocupação, pois as áreas com condições ambientais mais favoráveis são justamente aquelas em que há a maior abundância de hospedeiros da praga com importância econômica, e havendo assim a perspectiva de impactos socioeconômicos muito significativos para essas regiões e para o país como um todo.

### 3.3.2 Inspeções para detecção de *R. indica* no estado de Alagoas

Foi possível constatar a presença de *R. indica* em todos os municípios de Alagoas (Figuras 2 e 3). A análise da distribuição temporal anual das inspeções mostra que a maioria dos locais de ocorrência no primeiro ano (2016) das inspeções correspondeu aos municípios do litoral de Alagoas, no entorno de Maceió, onde houve o primeiro registro da praga. No ano seguinte (2017), a ocorrência do ácaro se expandiu para os municípios vizinhos à capital, em direção ao interior do estado, bem como aumentou drasticamente no litoral, nas direções norte e sul do estado. No terceiro ano de coleta (2018), houve registros para alguns municípios pertencentes à zona da mata alagoana, agreste e sertão, chegando ao oeste do estado.

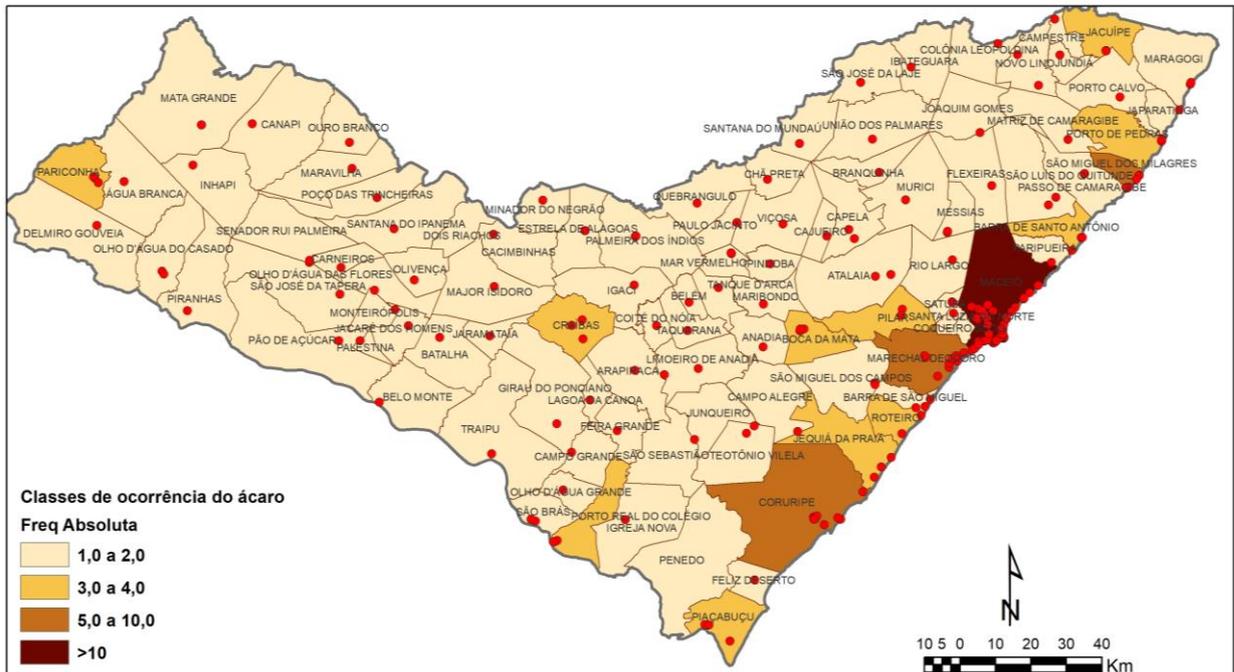
**Figura 2** - Mapas da distribuição anual e acumulada de *R. indica* no estado de Alagoas, com coletas de amostras realizadas entre 2016 e 2018.



Fonte: Autora (2018).

As primeiras inspeções em Alagoas se concentraram nos municípios produtores de coco, os quais corresponderam aos primeiros registros do ácaro-vermelho-das-palmeiras no estado. No entanto, atualmente, o ácaro já está presente em todos os 102 municípios de Alagoas e, portanto, nas três mesorregiões do estado (Leste, Agreste e Sertão alagoanos).

**Figura 3** - Mapa de classes representando os registros de presença de *R. indica* a partir das classes de ocorrência por município no estado de Alagoas.



Fonte: Autora (2018)

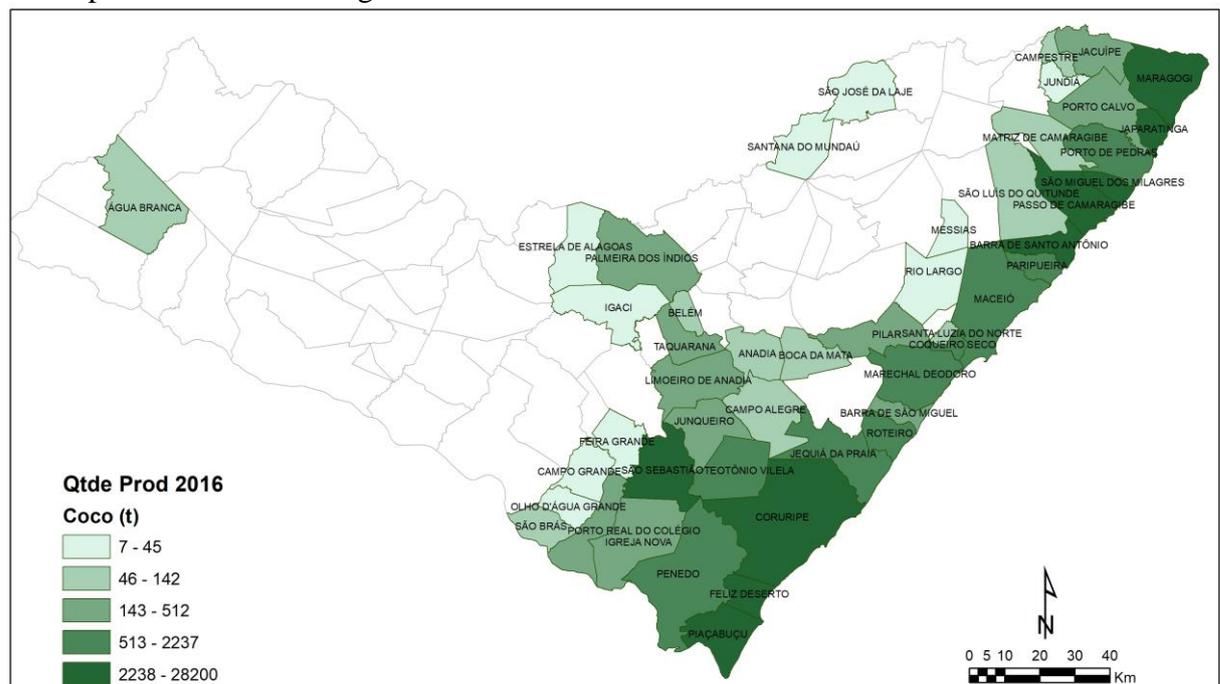
Foi verificado que, desde dezembro de 2015, após o seu primeiro registro na orla urbana de Maceió (MELO et al., 2018), *R. indica* se dispersou para todos os municípios, confirmando seu potencial como praga invasora. Quando uma espécie não nativa apresenta um rápido estabelecimento, com aumento numeroso da população e expande rapidamente a sua área de ocorrência, é considerado uma séria praga invasora (NAVIA, 2015). Dentre as características deste ácaro, como espécie invasora, destacam-se a alta capacidade reprodutiva, a reprodução por partenogênese, a rápida disseminação e a adaptação a novos hospedeiros (NAVIA et al., 2015).

No estado de Alagoas, além de existir extensas áreas de cultivos de coqueiros (Figura 4), são encontradas com frequência, tanto em áreas naturais como cultivadas, inúmeras outras hospedeiras, como palmeiras, musáceas e heliconiáceas. A maioria de suas plantas hospedeiras é usada para fins ornamentais, sendo comumente transportadas de um local para outro. Há que se considerar também a dispersão do ácaro-vermelho-das-palmeiras dentro do estado de Alagoas pelo vento (CARRILLO et al., 2011) e pelas roupas e veículos de pessoas (MORAIS et al., 2016) que se movimentam pelas áreas infestadas, principalmente nos pontos turísticos no estado.

As áreas com maiores densidades de *R. indica* corresponderam justamente às de maior concentração de plantios de hospedeiras, principalmente do coqueiro, em Alagoas (Figura 4).

No entanto, pode-se inferir que o ácaro esteja estabelecido em todos os locais onde foi detectado pois, geralmente, as populações das espécies invasoras apresentam crescimento exponencial, inicialmente aumentando de forma lenta, mas podendo ocorrer explosões populacionais a partir de um determinado momento (LOCKWOOD et al., 2007). Tais explosões populacionais permitem que as espécies não nativas, que permaneciam ocultas, sejam mais facilmente detectadas (NAVIA, 2015). Assim, como o estado de Alagoas apresenta condições climáticas favoráveis para *R. indica*, a tendência é o aumento da população e expansão da sua área de ocorrência.

**Figura 4** - Mapa de classes representando a quantidade (toneladas) de coco produzida por município no Estado de Alagoas.



Fonte: IBGE, modificado por Autora (2018).

Os resultados obtidos neste trabalho, constatando a rápida dispersão e distribuição de *R. indica* em Alagoas, corroboram o estudo realizado por Amaro e Morais (2013), que estimaram que as áreas mais adequadas para o estabelecimento de *R. indica* no Brasil, em função de suas características geoclimáticas, seriam o estado de Roraima, o leste do Amazonas, nordeste do Pará, Amapá, e as zonas costeiras, desde o Pará até o Rio de Janeiro, incluindo todo o litoral do Nordeste brasileiro.

### 3.4 Conclusão

Conclui-se que o ácaro-vermelho-das-palmeiras *R. indica* está presente no estado de Alagoas desde 2015, ocupando as três mesorregiões do estado, com maiores densidades nas principais regiões produtoras de coco. A partir da capital, *R. indica* se dispersou mais pelo litoral, nas direções norte e sul, no primeiro ano; pelos municípios ao redor da capital, em direção ao interior, no segundo ano; e atingindo o extremo oeste do estado no terceiro ano, estando atualmente presente em todos os 102 municípios do estado.

## REFERÊNCIAS

- AMARO, G.; MORAIS, E.G.F. Potential geographical distribution of the red palm mite in South America. **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, n. 3, p. 343 – 355, 2013.
- CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCAN, R.E.; PEÑA, J.E. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 271 – 289, 2012.
- CARRILLO, D.; NAVIA, D.; FERRAGUT, F.; PEÑA, J.E. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 2, p. 370 – 371, 2011.
- ETIENNE, J.; FLECHTMANN, C.H.W. First record of *Raoiella indica* (Hirst, 1924) (Acari: Tenuipalpidae) in Guadeloupe and Saint Martin, West Indies. **International Journal of Acarology**, v. 32, n. 3, p. 331 – 332, 2006.
- FLECHTMANN, C.H.W.; ETIENNE, J. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 9, p. 109 – 110, 2004.
- GERSON, U.; VENEZIAN, A.; BLUMBERG, D. Phytophagous mites on date palms in Israel. **Fruits**, v. 38, p. 133 – 135, 1983.
- HATA, F.T.; SILVA, J.E.P.; VENTURA, U.M.; PASINI, A.; ROGGIA, S. First report of *Raoiella indica* (Hirst) (Acari: Tenuipalpidae) in Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 3, p. 356 – 359, 2017.
- HIRST, S. On some new species of red spider. **Annals and Magazine of Natural History**, v. 14, p. 522 – 527, 1924.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro. Sistema IBGE de recuperação automática, SIDRA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 10 ago. 2018.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. Área destinada à colheita, quantidade produzida e rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. (2014). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla>>. Acesso em: 27 jun. 2017.
- KANE, E.C.; OCHOA, R.; ERBE, E.F. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): an island-hopping mite pest in the Caribbean. In: ESA meeting, Fort Lauderdale, **Abstracts...** 2005.
- KANE, E.C.; OCHOA, R.; MATHURIN, G.; ERBE, E.F.; BEARD, J.J. *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the neotropics. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 215 – 225, 2012.
- LOCKWOOD, J.L.; HOOPES, M.F.; MARCHETTI, M.P. **Invasion ecology**. Cidade: Blackwell Publishing, 304 p., 2007.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Brasília. Instrução Normativa 14. 2010. Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

MELO, J.W.S.; NAVIA, D.; MENDES, J.A.; FILGUEIRAS, R.M.C.; TEODORO, A.V.; FERREIRA, J.M.S.; GUZZO, E.C.; SOUZA, I.V.; MENDONÇA, R.S.; CALVET, E.C.; PAZ NETO, A.A.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAIS, E.G.F.; GODOY, M.S.; SANTOS, J.R.; SILVA, R.I.R.; SILVA, V.B.; NORTE, R.F.; OLIVA, A.B.; SANTOS, R.D.P.; DOMINGOS, C.A. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. **International Journal of Acarology**, v. 44, p. 1 – 4, 2018.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de Acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 308 p., 2008.

MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. **Dez perguntas e respostas sobre o ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae): uma ameaça para palmeiras e bananeiras no Brasil**. Boa Vista, Embrapa Roraima, Documentos, n. 49, 17 p. 2011.

MORAIS, E. G. F., OLIVEIRA, J. M., REIS, A. S., OLIVEIRA, J. S., PEREIRA, R. S. Helicônias hospedeiras do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia IX Congresso Latino-Americano de Entomologia, Brasília, DF, Embrapa, p. 480, **Anais...** 2016.

MOUTIA, L.A. Contribution to study of some phytophagous Acarina and their predators in Mauritius. **Bulletin of Entomological Research**, v. 49, p. 59 –75, 1958.

NAGESHACHANDRA, B.K.; CHANNABASAVANNA, G.P. Plant mites. In: GRIFFITHS, D.A.; BOWMAN, C.E. (Eds.). **Acarology VI**, West Sussex: Ellis Horwood Publishers, v. 2, p. 785 – 790, 1984.

NAPPO. Phytosanitary alert system: detection of the red palm mite (*Raoiella indica*) in Cancun and Isla Mujeres, Quintana Roo, Mexico. North American Plant Protection Organization. (2009). Disponível em: <<http://www.pestalert.org/oprDetail.cfm?oprID=406>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

NAVIA, D. Biologia da Invasão. In: SUGAYAMA, R.L.; SILVA, M.L.; SILVA, S.X.B.; RIBEIRO, L.C.; RANGEL, L.E.P. **Defesa Vegetal**: Fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas. 1 ed. Belo Horizonte: SBDA, p. 27 – 55, 2015.

NAVIA, D.; MARSARO JÚNIOR, A.L.; SILVA, F.R.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAES, G.J. First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 3, p. 409 – 411, 2011.

NAVIA, D.; MORAIS, E.G.F.; MENDONÇA, R.S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Ácaro vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil**: Insetos e ácaros. Piracicaba: FEALQ, p. 418 – 452, 2015.

OLIVEIRA, D.C.; PRADO, E.P.; MORAES, G.J.; MORAIS, E.G.F.; CHAGAS, E.A.; GONDIM JR, M.G.C.; NAVIA, D. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Southeastern Brazil. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 1, p. 123 – 125, 2016.

PRITCHARD, A.E.; BAKER, E.W. The False Spider Mites. **University of California publications in entomology**. Berkeley, v. 14, 274 p., 1958.

RODRIGUES, J.C.V.; OCHOA, R.; KANE, E.C. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) and its damage to coconut palms in Puerto Rico and Culebra Island. **International Journal of Acarology**, v. 33, n. 1, p. 3 – 5, 2007.

RODRIGUES, J.C.V.; ANTONY, L.M.K. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Amazonas state, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 4, p. 1073 – 1074, 2011.

SAA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Governo de São Paulo. Pesquisador do Instituto Biológico orienta técnicos e fiscais sobre o ácaro vermelho no Ceará. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/3727-pesquisador-do-instituto-biologico-orienta-tecnicos-e-fiscais-sobre-o-acaro-vermelho-no-ceara>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

SILVA, S.S.; SANTOS, P.M.; SANTOS, M.C.; VIEIRA, I.G.; SARAIVA, W.V.A.; FARIAS, A.P.; SILVA, E.A.; NETO, M.P.; TEODORO, A.V. Primeiro registro do ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* em Sergipe e seu controle com óleos brutos vegetais. XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia IX Congresso Latino-Americano de Entomologia, Brasília, DF, Embrapa, p. 488. **Anais...**, 2016.

SOUZA, I.V.; GUZZO, E.C.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Primeiro registro do ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) no estado de Alagoas, Brasil. XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia IX Congresso Latino-Americano de Entomologia, Brasília, DF, Embrapa, p. 624, **Anais...** 2016.

TEODORO, A.V.; RODRIGUES, J.C.V.; SILVA, J.F.; NAVIA, D.; SILVA, S.S. **Ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica*: nova praga de coqueiro no Brasil**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 19 p. 2016.

VÁSQUEZ, C.; QUIRÓS, G.M.; APONTE, O.; SANDOVAL, D.M.F. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in South America. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 6, p. 739 – 740, 2008.

WELBOURN, C. Pest alert: red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). Florida, FDACS FDACS-**Division of Plant Industry**, 7 p. (DACS-P 01645), 2006.

## ANEXO 1



SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
 Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios  
 Instituto Biológico  
 Centro Experimental Central do Instituto Biológico  
 ULR em Diagnóstico de Doenças e Pragas de Produtos Vegetais

Página: 1 de 2

**RESULTADO  
 DE DIAGNÓSTICO  
 FITOSSANITÁRIO  
 00054/2016**

## IDENTIFICAÇÃO DO REQUERENTE

Requerente: Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária de Alagoas

Endereço: Av. Comendador Leão, 720

CEP: 57025-000 Cidade: Maceió

Estado: AL

E-mail: gidsv@adeal.al.gov.br; dp@adeal.al.gov.br

## IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA NO LABORATÓRIO DE ACAROLOGIA

Nº de triagem: IBSV 00016-01/01-16

Data da triagem: 15/01/2016

Tipo de material: artrópode

Nº da amostra: LA-002-16

Identificação: ARTROPODE - Suspeita Ácaro Vermelho-Das-Palmeiras

Data da coleta: 11/01/2016

Coletor: Maria José Ruffino Ferreira

Cargo/Função: Chefe N. Vegetal

Quantidade total: 02(dois) eppendorfs iguais

Representatividade: CEIB-0007/2016-15/01/16

Local de coleta: Maceió, AL

Procedência: Maceió, AL

Outro: 02 eppendorfs igual teor

Outro: 02 eppendorfs igual teor

Natureza da amostra: ácaros

## MÉTODOS DE ANÁLISE

Material recebido em cinco frascos tipo eppendorfs de capacidade 3 mL contendo ácaros em solução de álcool etílico 70% foram colocados em placas de Petri, sob microscópio estereoscópio 25x aumento, onde foram quantificados e montados os exemplares dos acarínos em lâminas de microscopia utilizando-se o meio Hoyer para fixação e clarificação dos espécimes. Após a montagem o material foi mantido em estufa na temperatura de 50°C por 7 dias. Após a secagem das lâminas estas foram seladas e identificadas utilizando de chave dicotômica de gêneros da família Tenuipalpidae e comparados com espécie da coleção de ácaros "Geraldo Calcagnolo" do Instituto Biológico. A identificação foi realizada pelo Dr. André Luis Matioli.

## RESULTADO DA ANÁLISE

A amostra IBSV 00016-01-16 apresentou os dois frascos amostrados contendo a espécie *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) havendo todas as fases de desenvolvimento da praga com predominância de formas jovens proto e deutoninfas.

## OBSERVAÇÕES

O material enviado ao laboratório de Acarologia IB em solução de álcool 70% foi coletado pelo interessado e, assim, não nos responsabilizamos pela amostragem e transporte do material.

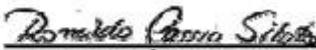


SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios  
Instituto Biológico  
Centro Experimental Central do Instituto Biológico  
ULR em Diagnóstico de Doenças e Pragas de Produtos Vegetais  
Campinas, 27/01/2016

Página: 2 de 2

**RESULTADO  
DE DIAGNÓSTICO  
FITOSSANITÁRIO  
00054/2016**

  
**ANDRÉ LUIS MATTIOLI**  
Pesquisador Científico  
Laboratório de Entomologia Econômica

  
**ROMILDO CÁSSIO SILOTO**  
Diretor Técnico de Serviços  
Unid. Lg. Rec. em Diagnóstico de  
Doenças e Pragas de Produtos Vegetais  
CRBio: 24.838-01 - RG: 17.311.806-3

**NOTAS**

- 1-A identificação da amostra é de exclusiva responsabilidade do remetente.
- 2-A presente análise tem seu valor restrito à amostra entregue no laboratório.
- 3-O laboratório não se responsabiliza pela coleta da amostra.

#### 4 REGISTRO DE HOSPEDEIROS NO ESTADO DE ALAGOAS E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PALMEIRAS NATIVAS DO NORDESTE BRASILEIRO COMO HOSPEDEIRAS DE *Raoiella indica* HIRST (ACARI: TENUIPALPIDAE)

##### RESUMO

O ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Tenuipalpidae) tem sido registrado em diferentes espécies de plantas, especialmente da família Arecaceae, e a sua expansão pode causar impacto negativo às palmeiras nativas. Desde a sua introdução nas Américas, este ácaro expandiu sua gama de plantas hospedeiras, incrementando para mais de 100 espécies, de seis famílias, todas monocotiledôneas. O presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento dos hospedeiros de *R. indica* no estado de Alagoas e avaliar em laboratório, o potencial de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro como hospedeiras de *R. indica*. Foram inspecionados inicialmente os municípios produtores de coco, examinando-se coqueiros e outras plantas nas proximidades e, posteriormente, os demais municípios, durante o período de dezembro/2015 a julho/2018. Em cada local, as plantas foram inspecionadas, com auxílio de uma lupa de bolso (20×). Cinco folhas/folíolos (dependendo do tipo de planta) de cada planta amostrada foram coletados com tesoura de poda, transportados para o laboratório e processados. Os ácaros encontrados nas amostras foram armazenados em microtubos com álcool a 70%, para posterior montagem e identificação. Em laboratório, foram realizados bioensaios de confinamento e com chance de escolha, infestando-se fragmentos de folhas/folíolos das palmeiras nativas *R. indica*. As espécies estudadas foram *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., *Attalea funifera* Mart., *Bactris ferruginea* (Burret), *Desmoncus orthacanthos* Mart., *Desmoncus polyacanthos* Mart., *Polyandrococos caudescens* (Mart.), *Attalea oleifera* Barb. Rodr., *Bactris acanthocarpa* (Mart.), *Bactris hirta* (Mart.), *Bactris pickelii* (Burret), *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glassman, *Bactris glassmanii* Med.-Costa & Noblick ex A.J.Hend., *Acrocomia intumescens* Drude, *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore, todas sendo comparadas com o hospedeiro preferencial, *Cocos nucifera* L. (controle). No bioensaio de confinamento, avaliou-se durante 18 dias o número de adultos vivos, número de ovos e número de indivíduos em estágio pós-embrionário. No bioensaio de livre escolha, o número de indivíduos presentes em cada seção foi avaliado durante oito dias. *Raoiella indica* foi registrado em 28 espécies de plantas consideradas hospedeiras reprodutivas. Algumas das plantas hospedeiras encontradas constituem novos registros para o Brasil e/ou para a América, havendo também novas associações até então não registradas. Diferenças significativas entre a sobrevivência de *R. indica* nas palmeiras nativas e da sua respectiva testemunha no bioensaio de confinamento foram observadas a partir do segundo dia de avaliação. Após o quinto dia, a sobrevivência em quase todas as espécies de palmeiras nativas foi sempre menor que da testemunha *C. nucifera*, com exceção de *C. prunifera*. Nos bioensaios de livre escolha, em todos os dias da avaliação, tanto machos quanto fêmeas de *R. indica* preferiram *C. nucifera* em relação à palmeira nativa avaliada ( $P < 0,01$ ). Potranto, dentre as palmeiras nativas do Nordeste avaliadas no presente trabalho, apenas *C. prunifera* pode ser considerada uma hospedeira de *R. indica*. Todos os resultados, em conjunto, incrementam a quantidade das espécies de plantas hospedeiras de *R. indica* no mundo.

**Palavras-chave:** Arecaceae. Coqueiro. Ácaro-vermelho-das-palmeiras. Gama de hospedeiros.

#### 4 RECORD OF HOST PLANTS IN THE STATE OF ALAGOAS AND EVALUATION OF THE POTENTIAL OF PALMS NATIVE TO BRAZILIAN NORTHEAST AS HOSTS OF *Raoiella indica* HIRST, 1924 (ACARI: TENUIPALPIDAE)

##### ABSTRACT

The red palm mite *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Tenuipalpidae) has been registered on different plant species, especially those belonging to the family Arecaceae, and its expansion in Brazil can cause negative impacts to native palms. Since its introduction into the Americas, this mite expanded its host range, reaching more than 100 species, belonging to six families, all monocotyledoneous. The present study aimed at carrying out a survey on the host plants of *R. indica* in the State of Alagoas, as well as at evaluating, in laboratory, the potential of palms native to the Brazilian Northeast as hosts of *R. indica*. Coconut-producing municipalities were initially inspected, with coconut palms and other surrounding plants being examined. Other municipalities were later inspected, during the period of December/2015 to July/2018. In each site, the plants were examined with a hand magnifier (20×). Five leaves/leaflets (depending on the plant type) were collected from each sampled plant with pruning shears, taken to the laboratory, and processed. The mites found in the samples were collected with a fine brush and stored in microtubes with 70% ethanol, for posterior mounting and identification. In laboratory, confinement, and free choice tests were carried out, in which pieces of palm leaves/leaflets were infested with *R. indica*. Species studied were *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., *Attalea funifera* Mart., *Bactris ferruginea* (Burret), *Desmoncus orthacanthos* Mart., *Desmoncus polyacanthos* Mart., *Polyandrococos caudescens* (Mart.), *Attalea oleifera* Barb. Rodr., *Bactris acanthocarpa* (Mart.), *Bactris hirta* (Mart.), *Bactris pickelii* (Burret), *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glassman, *Bactris glassmanii* Med.-Costa & Noblick ex A.J.Hend., *Acrocomia intumescens* Drude, *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore, all of them compared with the preferential host *Cocos nuncifera* L. (control). In the confinement test, the number of live adults, number of eggs and number of individuals in the post embryonic stage were evaluated during 18 days. In the free choice test, the number of individuals present on each species was evaluated during eight days. *Raoiella indica* was recorded on 28 plant species considered as reproductive hosts. Some of the host plants found here constitute new records for Brazil and/or for America, besides new associations not recorded so far. Significant differences in the survivorship between the native palms and its controls were observed after the second day, in the confinement test. From the fifth day, survivorship on the native palms was almost always significantly smaller than on *C. nuncifera*, excepting for *C. prunifera*. In the free choice tests, both males and females of *R. indica* preferred *C. nuncifera* in relation to the native palms ( $P < 0.01$ ), in all days of evaluation. Thus, among all palms native to the Brazilian Northeast evaluated here, only *C. prunifera* can be considered a host of *R. indica*. All our results taken together increase the number of host species for *R. indica* in the World.

**Keywords:** Arecaceae. Coconut palm. Red palm mite. Host range.

#### 4.1 Introdução

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Tenuipalpidae), foi descrito a partir de espécimes coletados em folhas de coqueiro provenientes de Coimbatore, no sul da Índia (HIRST, 1924), sendo atualmente considerada uma das espécies de ácaros que apresenta as mais altas populações e causa danos significativos a várias espécies vegetais (CARRILLO et al., 2012).

Inicialmente, os hospedeiros relatados para *R. indica* foram limitados às plantas da família Arecaceae, como *Cocos nucifera* L., *Phoenix dactylifera* L., *Dictyosperma album* (Borg.) e *Areca catechu* L., que eram seus principais hospedeiros na África, Ásia e Oriente Médio (NAGESHACHANDRA; CHANNABASAVANNA, 1984; FLECHTMANN; ETIENNE, 2004; NAVIA et al., 2015). Desde a sua introdução nas Américas, este ácaro expandiu sua gama de plantas hospedeiras, incrementando para 96 espécies: Arecaceae (75 espécies), Cannaceae (1), Heliconiaceae (5), Musaceae (6), Pandanaceae (1), Strelitziaceae (2) e Zingiberaceae (6) (COCCO; HOY, 2009; GONDIM JR. et al., 2012). No momento, existem ao redor de uma centena de espécies de plantas hospedeiras de *R. indica*, todas monocotiledôneas, pertencentes às famílias citadas anteriormente. Nas Américas, a maioria é exótica originária do Hemisfério Oriental (CARRILLO et al., 2012; GONDIM JR. et al., 2012; NAVIA et al., 2015; GÓMEZ-MOYA et al., 2017), sendo que 81% pertencem à família Arecaceae.

O ácaro-vermelho-das-palmeiras é também o primeiro ácaro-praga que foi observado alimentando-se por meio de estômatos das suas plantas hospedeiras (OCHOA et al., 2011). As colônias de *R. indica* se desenvolvem na parte ventral das folhas, danificando as células do mesófilo foliar, e causando um amarelecimento gradual das folhas, seguido de bronzeamento e necrose (CARRILLO et al., 2012). Plantas jovens de coqueiros sob altas infestações podem morrer ainda no viveiro ou no campo, sendo que a redução na produtividade do coqueiro pode chegar a até 90% (NAVIA et al., 2015). A bananeira também é seriamente atacada por *R. indica*, e existem ainda os danos estéticos nas áreas turísticas, onde o coqueiro e outras palmeiras são um importante componente da paisagem (NAVIA et al., 2015). A maioria dos estudos e relatórios sobre os efeitos potenciais deste ácaro se concentram em um dos seus hospedeiros economicamente importantes, *C. nucifera* (SARKAR; SOMCHOUDRY, 1989; PEÑA et al., 2009; CARRILLO et al., 2010; MORAIS; NAVIA; GONDIM JR., 2011). Poucos estudos abordaram os efeitos potenciais de *R. indica* sobre outras plantas hospedeiras no Novo Mundo. Entre os estudos abordando os efeitos potenciais de *R. indica* sobre outras

plantas hospedeiras no Novo Mundo, cerca de um quarto dos relatados são plantas nativas, especialmente da América do Sul (CARRILLO et al., 2012). As seguintes espécies nativas da Amazônia brasileira foram relatadas como hospedeiras: *Heliconia bihai* (L.), *Heliconia psittacorum* Sassy, (Heliconiaceae), *Attalea maripa* (Aubl.) Mart., *Bactris gasipaes* Kunth, *Euterpe oleracea* Mart., *Euterpe precatoria* Mart. e *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) (GONDIM JR. et al., 2012). Gómez-Moya et al. (2017) avaliaram treze espécies nativas da Amazônia brasileira e concluíram que quatro pertencentes à família Arecaceae apresentaram potencial como hospedeiros primários de *R. indica*.

O ácaro-vermelho-das-palmeiras *R. indica* pode ser um grande problema para a agricultura comercial no Brasil, pois culturas como coqueiro e bananeira são de elevada importância socioeconômica para diversas regiões do país (MARTINS; JESUS JR., 2011). Além disso, ocorrem no Brasil diversas espécies de palmeiras, muitas delas com grande potencial para exploração, tais como a pupunha, carnaúba, dendê, açaí e buriti. A maioria destas palmeiras é explorada por populações de baixa renda do Norte e Nordeste brasileiro (LORENZI et al., 2010), que poderão ser afetadas pelo ataque do ácaro-vermelho-das-palmeiras (MESA; GALEANO, 2013). Portanto, há necessidade de realização de estudos mais aprofundados de biologia deste ácaro com as palmeiras nativas. Como esta espécie invasora continua expandindo sua distribuição geográfica no Novo Mundo, estudos sobre a gama de plantas hospedeiras de *R. indica* são necessários para opções de manejo para esta praga. As informações relacionadas às palmeiras nativas do Nordeste brasileiro ainda são muito incipientes e nada se tem registrado sobre possíveis hospedeiros no estado de Alagoas. O presente estudo tem como objetivo, avaliar o potencial de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro como hospedeiras de *R. indica* e realizar levantamento dos seus hospedeiros no estado de Alagoas.

## **4.2 Material e Métodos**

### **4.2.1 Inspeções de hospedeiros**

As inspeções ocorreram durante o período de dezembro/2015 a julho/2018. Inicialmente, para o registro dos hospedeiros, foram visitados os municípios produtores de coco, examinando-se coqueiros e outras plantas na sua proximidade. Posteriormente, os demais municípios do estado e/ou áreas sem a presença de coqueiros também foram inspecionados. Foram priorizadas as áreas de risco para a vigilância fitossanitária e os locais

com maior ocupação e circulação humana, ao longo de rodovias e estradas, parques, praças, lojas e viveiros de mudas, onde havia plantas pertencentes às famílias dos hospedeiros registrados na literatura. As inspeções foram realizadas com o apoio da Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária de Alagoas – ADEAL.

Em cada local, as plantas foram inspecionadas, observando-se ambos os lados das folhas, com auxílio de uma lupa de bolso (20×). Em caso de haver colônias de indivíduos suspeitos de sereo ácaro-vermelho-das-palmeiras, com auxílio de tesoura de poda, foram coletados cinco folíolos (quando o hospedeiro tem folha composta) ou cinco folhas (quando o hospedeiro tem folha simples) de cada planta amostrada (CARRILLO et al., 2012). Cada amostra foi colocada individualmente em um saco de polietileno e etiquetada com o nome do hospedeiro, data e local de coleta, e coordenadas geográficas. As amostras foram armazenadas em caixas térmicas e transportadas até o laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em Rio Largo - AL, onde foram conservadas em refrigerador (15°C) até serem inspecionadas, por um período máximo de cinco dias. O exame das folhas/folíolos para constatação de ácaros foi realizado sob microscópio estereoscópico (20×). Primeiramente, observou-se toda a superfície abaxial, principalmente próximo à nervura central (maior concentração da colonização) e depois a superfície adaxial, coletando-se com um pincel fino todos os espécimes de ácaro-vermelho-das-palmeiras encontrados, armazenando-os em microtubos com álcool 70%. Posteriormente, foi realizada a montagem de até vinte ácaros (incluindo adultos e imaturos) de cada amostra em lâminas de microscopia com meio de Hoyer (MORAES; FLECHTMANN, 2008) e a identificação sob microscópio estereoscópico, com auxílio de chaves dicotômicas.

Das plantas com presença de *R. indica*, também foram coletados folhas, flores e frutos, quando disponíveis, os quais foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados e transportadas para o Herbário do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA) para a posterior confecção de exsicatas, identificação das espécies e depósito dos *vouchers*. A identificação das espécies foi realizada pela Dra. Rosângela Pereira de Lyra-Lemos, curadora do museu Herbário MAC do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA/AL) e especialista em taxonomia de Arecaceae.

Devido à possibilidade de que os ácaros possam cair sobre plantas não hospedeiras ou ser dispersados pelo vento, foram consideradas hospedeiras reprodutivas somente as plantas com colônias estabelecidas de *R. indica*, contendo todos os estádios de desenvolvimento (ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto). Plantas com apenas indivíduos adultos de *R. indica* não foram consideradas hospedeiras (CARRILLO et al., 2012).

## 4.2.2 Bioensaios com as palmeiras nativas

Os experimentos foram realizados no laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em Rio Largo - AL.

### 4.2.2.1 Obtenção das palmeiras

Foram obtidas quinze espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro (Tabela 1). O material vegetal (folhas/folículos) das espécies de palmeiras nativas foi coletado em diferentes cidades de Alagoas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Lista de espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro coletadas para realização de bioensaios em laboratório com *R. indica*.

GRUPO	ESPÉCIES	MUNICÍPIOS	COORDENADAS
1	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Rio Largo	9°28'01,13"S, 35°50'00,18"W
	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	Rio Largo	9°28'00,05"S, 35°49'40,45"W
2	<i>Attalea funifera</i> Mart.	Barra de São Miguel	9°47'29,3"S, 35°51'49,86"W
	<i>Bactris ferruginea</i> (Burret)	Barra de São Miguel	9°47'17,65"S, 5°52'38,24"W
	<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	Marechal Deodoro	9°45'44,71"S, 5°50'44,86"W
	<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.	Marechal Deodoro	9°45'44,71"S, 5°50'44,86"W
	<i>Polyandrococos caudescens</i> (Mart.)	São Miguel dos Campos	9°47'7,34"S, 36°7'50,75"W
3	<i>Attalea oleifera</i> Barb. Rodr.	Rio Largo	9°27'51,44"S, 35°50'07,78"W
	<i>Bactris acanthocarpa</i> (Mart.)	Rio Largo	9°27'51,44"S, 35°50'07,78"W
	<i>Bactris hirta</i> (Mart.)	Rio Largo	9°27'51,44"S, 35°50'07,78"W
	<i>Bactris pickelii</i> (Burret)	Rio Largo	9°27'51,44"S, 35°50'07,78"W
4	<i>Syagrus schizophylla</i> (Mart.) Glassman	Maceió	9°38'27,32"S, 35°44'43,27"W
5	<i>Bactris glassmanii</i> Med.-Costa & Noblick ex A.J.Hend.	Marechal Deodoro	9°45'44,8"S, 35°50'45,52"W
6	<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	Maceió	9°40'12,05"S, 35°43'46,34"W
7	<i>Copernicia prunifera</i> (Miller) H.E. Moore	Maceió	9°37'36,48"S, 35°41'51,76"W

Fonte: Autora (2018).

Folhas e/ou folículos das palmeiras foram coletados com auxílio de tesoura de poda, colocados em sacos plásticos, acondicionados em caixas térmicas e transportados até o laboratório para a realização dos bioensaios no mesmo dia. As folhas foram mantidas com suas bases imersas em um recipiente com água por aproximadamente duas horas para reidratação, antes da infestação.

Adicionalmente, inflorescências e frutos das palmeiras também foram coletados, conforme sua disponibilidade, e levados ao herbário do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas para a confecção de exsiccatas e depósito dos *vouchers*. A identificação das espécies foi realizada pela Dra. Rosângela Pereira de Lyra-Lemos, curadora do museu Herbário MAC

do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA/AL) e especialista em taxonomia de Arecaceae.

#### 4.2.2.2 Obtenção dos ácaros

Os espécimes de *R. indica* utilizados nos bioensaios foram coletados em tamareira-de-jardim (*Phoenix roebelenii*) naturalmente infestada, em um jardim residencial na cidade de Maceió - AL (9°38'47,97"S, 35°42'29,52"W). Os folíolos infestados foram coletados conforme descrito no item anterior e transportados até o laboratório para uso imediato.

#### 4.2.2.3 Bioensaio de confinamento

Os folíolos de cada espécie foram seccionados em fragmentos de 5 cm de comprimento e dispostos com a face abaxial para cima, numa unidade experimental composta de uma placa de Petri (140 mm diâmetro), sobre discos de esponja de poliuretano umedecidos para manter a turgidez do vegetal. Secções de folíolos de *C. nucifera* foram utilizadas como controle, por ser um hospedeiro preferencial. Cada secção foi infestada com cinco casais (machos segurando fêmeas recém-emergidas) de *R. indica* e, diariamente, sob microscópio estereoscópico, foram avaliados durante 18 dias ou enquanto houvesse ácaros vivos, os seguintes parâmetros: número de adultos vivos, número de ovos e número de indivíduos em estágio pós-embrionário em cada secção de folíolo. Foram considerados mortos os indivíduos não quiescentes que não se locomoveram quando tocados com um pincel de cerdas macias (STARK et al., 1997). A cada 5 dias, as secções foram substituídas por novas, para manter adequada a condição nutricional do substrato. Para cada espécie nativa, ou grupo de espécies nativas avaliadas simultaneamente (Tabela 1), sempre houve uma testemunha constante de secções de folíolos de coqueiro *C. nucifera*, infestada e mantida em igualdade de condições. As placas com as secções dos folíolos infestados, foram colocados em bandejas plásticas (38 cm de comprimento, 25 cm de largura e 8 cm de altura) e mantidas em B.O.D. regulada a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 16 tratamentos (15 espécies de palmeiras nativas + testemunha) e dez repetições, sendo que cada placa com uma secção de folíolo foi considerada uma repetição. Os valores obtidos nas repetições de todas as testemunhas foram considerados em conjunto, resultando em uma única testemunha, cujos valores médios foram utilizados na análise estatística. As médias foram então submetidas à

análise de variância e comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% significância, utilizando-se o programa SASM – Agri (ALTHAUS; CANTERI; GIGLIOTI, 2001).

#### **4.2.2.4 Bioensaio de preferência com chance de escolha**

A unidade experimental foi composta por uma secção de folíolo (5 cm de comprimento) de uma espécie nativa disposta perpendicularmente à testemunha (secção de folíolo de coqueiro), ambas com a face abaxial voltada para cima, em uma placa de Petri (140 mm diâmetro), sobre disco de esponja de poliuretano umedecido para manter a turgidez do vegetal. Os bioensaios foram separados para machos e fêmeas para não haver interferência pela atração dos sexos. Cada secção foi infestada com cinco adultos de *R. indica* ativos e, diariamente, sob microscópio estereoscópico, foram avaliados durante oito dias ou enquanto houvesse ácaros vivos, o número de indivíduos presentes em cada secção. Foram contabilizados apenas os indivíduos vivos, sendo considerados mortos os não quiescentes que não se locomoveram quando tocados com um pincel de cerdas macias (STARK et al., 1997). Para aferição do método, realizou-se também um bioensaio em branco, composto por duas secções de folíolo de coqueiro, nas mesmas condições descrita anteriormente.

As placas foram colocadas em bandejas plásticas brancas (38 cm de comprimento, 25 cm de largura e 8 cm de altura) e mantidas em B.O.D. regulada a  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quinze tratamentos (espécies de palmeira) e dez repetições para cada combinação de espécie nativa  $\times$  coqueiro. Os dados de escolha foram submetidos à análise de frequência e avaliados pelo teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) a 1% de probabilidade, utilizando o programa computacional GENES (CRUZ, 2013, 2016).

### **4.3 Resultados e Discussão**

#### **4.3.1 Inspeções de hospedeiros**

O ácaro-vermelho-das-palmeiras *R. indica* foi registrado em 30 espécies de plantas no estado de Alagoas (Tabela 2). Vinte e oito dessas espécies encontradas pertencem às famílias registradas na literatura como hospedeiras de *R. indica*, que são Arecaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Strelitziaceae e Zingiberaceae (COCCO; HOY, 2009; GONDIM JR. et al., 2012; NAVIA et al., 2015). As outras duas espécies pertencem às famílias Asparagaceae e

Costaceae, sendo este o primeiro registro do ácaro-vermelho-das-palmeiras nessas plantas no mundo. Por se tratarem de famílias nunca antes registradas na literatura como hospedeiras de *R. indica*, estudos de infestação forçada foram realizados em laboratório para a confirmação do seu status de hospedeiras. Como não houve reprodução e colonização destas plantas, elas não foram consideradas hospedeiras reprodutivas de *R. indica*. Aproximadamente 52% dos hospedeiros encontrados em Alagoas pertencem à família Arecaceae, compreendendo 14 gêneros. Entre eles, *Copernicia* (1 sp.) e *Cyrtostachys* (1 sp.) ainda não tinham sido relatados na literatura como hospedeiros de *R. indica* (CARRILLO et al., 2012; GONDIM JR. et al., 2012; NAVIA et al., 2015; GÓMEZ-MOYA et al., 2017).

As espécies *Copernicia prunifera*, *Cyrtostachys renda* (Arecaceae), *Canna denudata* (Cannaceae), *Heliconia psittacorum* × *H. spathocircinata* (Golden Torch), *Heliconia* × *rauliniana*, *Heliconia sticta* (Heliconiaceae) e *Alpinia sanderae* (Zingiberaceae) ainda não haviam sido relatadas como hospedeiras do ácaro-vermelho-das-palmeiras no mundo. *Phoenix canariensis* e *Wodyetia bifurcata* (Arecaceae) constituem os primeiros registros na América Latina. As espécies *Dypsis decaryi*, *Phoenix dactylifera*, *Ptychosperma elegans*, *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae), *Ravenala madagascariensis* (Strelitziaceae), *Alpinia purpurata*, *Alpinia speciosa* e *Etilingera elatior* (Zingiberaceae) ainda não tinham sido registradas na literatura como hospedeiras de *R. indica* no Brasil. Dentre as espécies sobre as quais *R. indica* havia sido registrado no Brasil, *Caryota urens*, *Dypsis lutescens*, *Elaeis guineenses*, *Euterpe oleracea*, *Phoenix roebelenii*, *Pritchardia pacifica*, *Veitchia merrillii* (Arecaceae), *Heliconia bihai*, e *Heliconia psittacorum* (Heliconiaceae) constituem os primeiros registros como hospedeiras na região Nordeste (RODRIGUES ANTONY, 2011; GONDIM JR. et al., 2012; NAVIA et al., 2015; GÓMEZ-MOYA et al., 2017; MELO et al., 2018).

O conhecimento da gama de hospedeiros reprodutivos de *R. indica* é importante para a identificação de plantas que possam transportar e aumentar as infestações desta espécie exótica em áreas de invasão no Novo Mundo. Os resultados obtidos no presente trabalho incrementam a quantidade de espécies de hospedeiros registrados anteriormente na literatura (CARRILLO et al., 2012; GONDIM JR. et al., 2012; NAVIA et al., 2015; GÓMEZ-MOYA et al., 2017), o que reforça a elevada capacidade de adaptação de *R. indica* a novos ambientes e a novos hospedeiros (CARRILLO et al., 2012).

**Tabela 2** - Espécies de plantas hospedeiras de *R. indica* no estado de Alagoas.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MUNICÍPIO	COORDENADAS*
Arecaceae	<i>Caryota urens</i> L.	Palmeira-rabo-de-peixe	Jequiá da Praia	-9,96933333, -35,98151667
	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro	Maceió	-9,66379444, -35,70400833
	<i>Copernicia prunifera</i> (Miller) H.E. Moore	Carnaúba	Maceió	-9.626800, -35.6977111111
	<i>Cyrtostachys renda</i> Blume	Palmeira-laca-vermelha	Maceió	-9,595833, -35,72388889
	<i>Dypsis decary</i> (Jum.)Beentje & J.Dransf.	Palmeira-triangular	Atalaia	-9,5068611, -36,02180556
	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	Areca-bambu	Jacaré dos Homens	-9,633669, -37,206491
	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq	Dendezeiro	Santana do Ipanema	-9,386132, -37,242653
	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaizeiro	Maceió	-9.64110277778, -35.7452833
	<i>Phoenix canariensis</i> Wildpret	Palmeira-das-canárias	Mata Grande	-9,12038333, -37,731444
	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Tamareira-de-jardim	Branquinha	-9,241525, -36,01238611
	<i>Pritchardia pacifica</i> Seemann & H. Wendl.	Palmeira-leque	Maceió	-9,61277778, -35,69000
	<i>Ptychosperma elegans</i> (R. Brown) Blume	Palmeira solitária	Maceió	-9,54952778, -35,63055556
	<i>Rhapis excelsa</i> (Thunberg) Henry ex. Rehder	Palmeira-ráfia	Maceió	-9,903427, -36,21864
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Mart.) Glass.	Palmeira-jerivá	Maceió	-9,64359167, -36,21056111
	<i>Veitchia merrillii</i> (Becc.) H.E.Moore	Palmeira-de-manila	Arapiraca	-9,74784722, -36,63191111
<i>Wodyetia bifurcata</i> A. K. Irvine	Palmeira rabo-de-raposa	Major Isidoro	-9,533461, -36,98827	
Asparagaceae	<i>Cordyline terminalis</i> var. <i>manners-suttoniae</i> (F. Muell.) Baker	Dracena-vermelha	Maceió	-9.64110277778, -35.7452833
Cannaceae	<i>Canna denudata</i> Roscoe	Cana-da-índia	Maceió	-9.64110277778, -35.745283333
Costaceae	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	Cana-de-macaco	Maceió	-9.64110277778, -35.745283333
Musaceae	<i>Musa</i> sp.	Bananeira	Marechal Deodoro	-9,740000, -35,83444444
Heliconiaceae	<i>Heliconia bihai</i> (L.) L.	Pássaro-de-fogo	Japaratinga	-9,08263889, -35,25138889
	<i>Heliconia psittacorum</i> L.	Helicônia-papagaio	Palmeira dos Índios	-9,4045, -36,62866667
	<i>Heliconia psittacorum</i> × <i>H. spathocircinata</i>	Tocha dourada	Maceió	-9.64110277778, -35.745283333
	<i>Heliconia</i> × <i>rauliniana</i> Barreiros		Maceió	-9.64110277778, -35.745283333
	<i>Heliconia sticta</i> Huber	Banana-do-mato	Maceió	-9.64110277778, -35.745283333
Strelitziaceae	<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.	Árvore-do-viajante	Maceió	-9,823074, -36,745647
Zingiberaceae	<i>Alpinia purpurata</i> K. Schum.	Gengibre-vermelho	São Miguel dos Milagres	-9,28227778, -35,38383333

<i>Alpinia sanderae</i> Sander	Gengibre-variegado	Maceió	-9.64110277778, -35.745283333
<i>Alpinia speciosa</i> (Blume) D. Dietr.	Rosa-de-porcelana	Maceió	-9.64110277778, -35.745283333
<i>Etilingera elatior</i> (Jack) cf.	Bastão-do-imperador	Maceió	-9.64110277778, -35.745283333

---

\*Coordenadas geodésicas.

Fonte: Autora (2018).

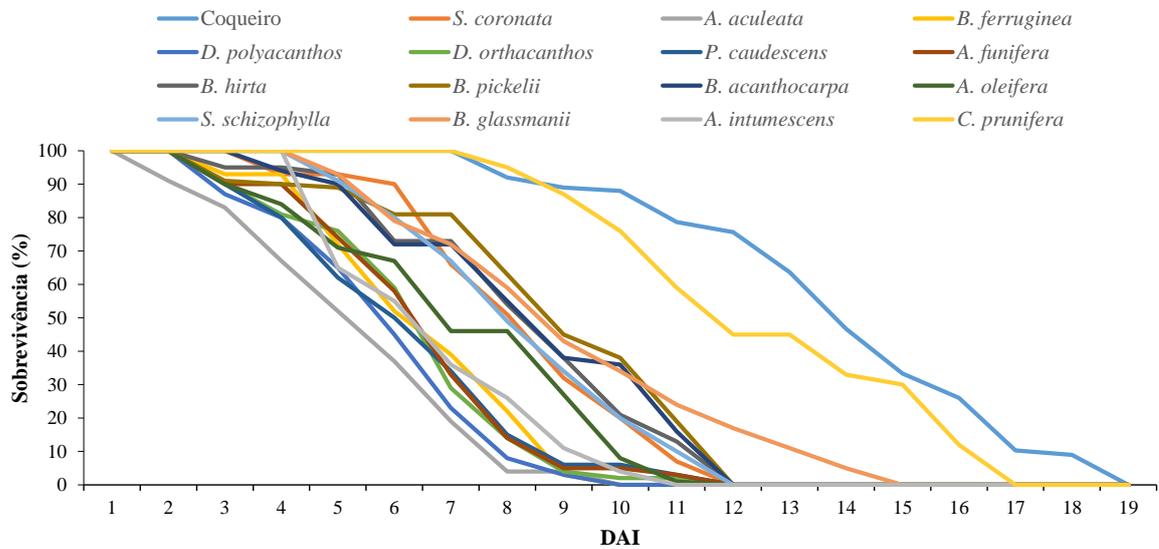
### 4.3.2 Bioensaios com as palmeiras nativas

#### 4.3.2.1 Bioensaio de confinamento

Não houve mortalidade de *R. indica* em nenhuma das palmeiras no primeiro dia após a infestação (Figura 5). Diferenças significativas ( $P = 5\%$ ) entre a sobrevivência nas palmeiras nativas e a testemunha (100%) foram observadas a partir do segundo dia para *A. aculeata* (91%); a partir do terceiro dia para *B. ferruginea* (93%), *D. orthacanthos* (90%), *P. caudescens* (90%), *A. funifera* (90%), *D. polyacanthos* (87%), *B. hirta* (95%), *B. pickelli* (91%) e *A. oleifera* (90%); a partir do quarto dia para *S. coronata* (93%) e *B. acanthocarpa* (94%); a partir do quinto dia para *S. schizophylla* (91%), *B. glassmanii* (93%) e *A. intumescens* (65%); e a partir do décimo dia para *C. prunifera*. A partir do quinto dia, a sobrevivência em quase todas as espécies de palmeiras nativas foi sempre estatisticamente menor que na testemunha *C. nucifera*, com exceção de *C. prunifera*. A mortalidade em *C. nucifera* teve início no quinto dia, com 99,57% de sobrevivência e, em *C. prunifera*, teve início no oitavo dia, com 95% de sobrevivência. Observou-se mortalidade total dos indivíduos (0% de sobrevivência) em *A. aculeata*, *B. ferruginea* e *D. polyacanthos* no décimo dia; em *A. intumescens* no 11<sup>o</sup> dia; em *A. funifera*, *A. oleifera*, *B. acanthocarpa*, *B. hirta*, *B. pickelli*, *D. orthacanthos*, *P. caudescens* e *S. coronata*, no 12<sup>o</sup> dia; em *B. glassmanii* no 15<sup>o</sup> dia; e em *C. prunifera* no 17<sup>o</sup> dia após a infestação, quando não houve mais sobrevivência em nenhuma das palmeiras nativas. No 19<sup>o</sup> dia, também não houve mais sobreviventes na testemunha *C. nucifera*.

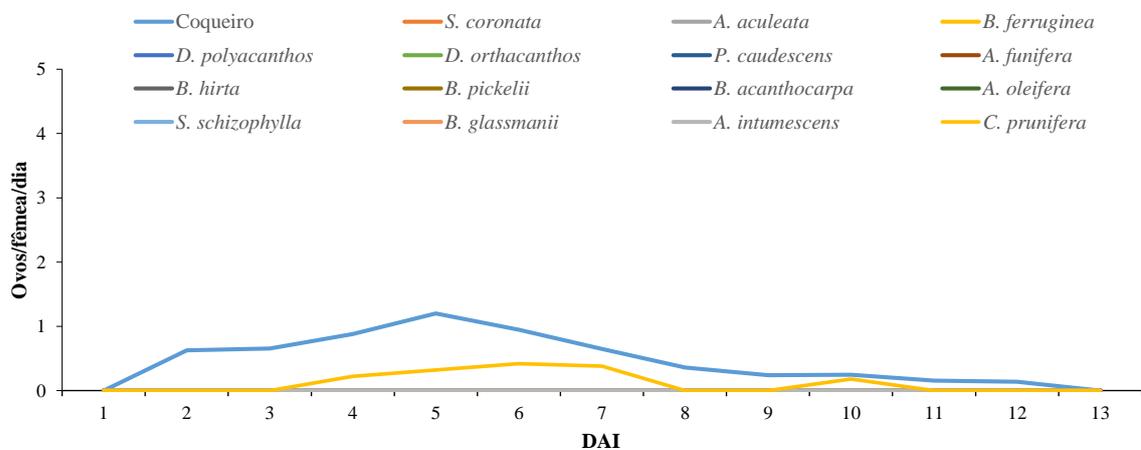
No primeiro dia após a infestação, não houve oviposição de *R. indica* em nenhum dos tratamentos. Durante todo o período de avaliação, a oviposição foi observada apenas em três espécies nativas (*C. prunifera*, *S. coronata* e *S. schizophylla*) e na testemunha, sendo que em *S. coronata* houve dois ovos no segundo dia, e em *S. schizophylla* um ovo no terceiro dia, com 0% de viabilidade em ambas (dados não apresentados). A oviposição de *R. indica* foi consistente em *C. nucifera* a partir do segundo dia, e em *C. prunifera* a partir do quarto dia (Figura 6). Para *C. prunifera*, a oviposição variou de 0,22 a 0,42 ovos/fêmea/dia, com média de 0,13 ovos/fêmea/dia e um total acumulado de 1,52 ovos/fêmea. A variação da oviposição em *C. nucifera* foi de 0,44 a 0,92 ovos/fêmea/dia, com média de 0,64 ovos/fêmea/dia e um total acumulado de 7,65 ovos/fêmea (dados não apresentados).

**Figura 5** - Sobrevivência de indivíduos de *R. indica* em coqueiro e em diferentes espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro.



Fonte: Autora (2018).

**Figura 6** - Oviposição de *R. indica* em diferentes espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro e coqueiro, nos primeiros doze dias após a emergência das fêmeas\*.



\*Todas as fêmeas se desenvolveram sobre o hospedeiro *Phoenix roebelenii*.

Fonte: Autora (2018).

Esses resultados corroboram com observações anteriores realizadas em coqueiro em condições de laboratório, onde a variação foi de 1 a 6 ovos/fêmea e de 2 ovos/fêmea/dia (MENDONÇA; NAVIA; FLECHTMANN, 2005) e de 0,8 ovos/fêmea/dia (VÁSQUEZ; MORAES, 2012) para *R. indica*. No entanto, em condições de casa de vegetação, Gómez-Moya et al. (2017) observaram 15,4 ovos/fêmea em coqueiro, com período de oviposição de 18,6 dias. Nageshachandra e Channabasavanna (1984) registraram 22 ovos/fêmea e um período médio de oviposição de 46,9 dias para fêmeas fertilizadas e 40,07 dias, com reprodução partenogenética.

De acordo com o bioensaio de confinamento, o ácaro-vermelho-das-palmeiras não conseguiu incrementar a população nas palmeiras nativas avaliadas, o que indicaria a sua inaptidão em tais espécies, com exceção de *C. prunifera*. Tais resultados corroboram observações feitas em condições de campo, onde foram encontradas plantas de *C. prunifera* colonizadas pelo ácaro-vermelho-das-palmeiras.

Similarmente, as palmeiras nativas *Sabal palmetto* e *Serenoa repens* não foram hospedeiros adequados para *R. indica* na Flórida (CARRILLO et al., 2012). Estes resultados também corroboram com os apresentados por Cocco e Hoy (2009), com as mesmas nativas mais *Sabal minor* na Flórida, onde as fêmeas de *R. indica* não sobreviveram nos discos de folhas. No Brasil, em estudos realizados em casa de vegetação por Gómez-Moya et al. (2017), com doze espécies de Arecaceae nativas da Amazônia durante 28 dias, quatro destas espécies (*Astrocaryum jauari*, *Bactris simplicifrons*, *Mauritia flexuosa* e *Socratea exorrhiza*), foram consideradas hospedeiras primárias, podendo ser afetadas pela expansão de *R. indica* no Brasil.

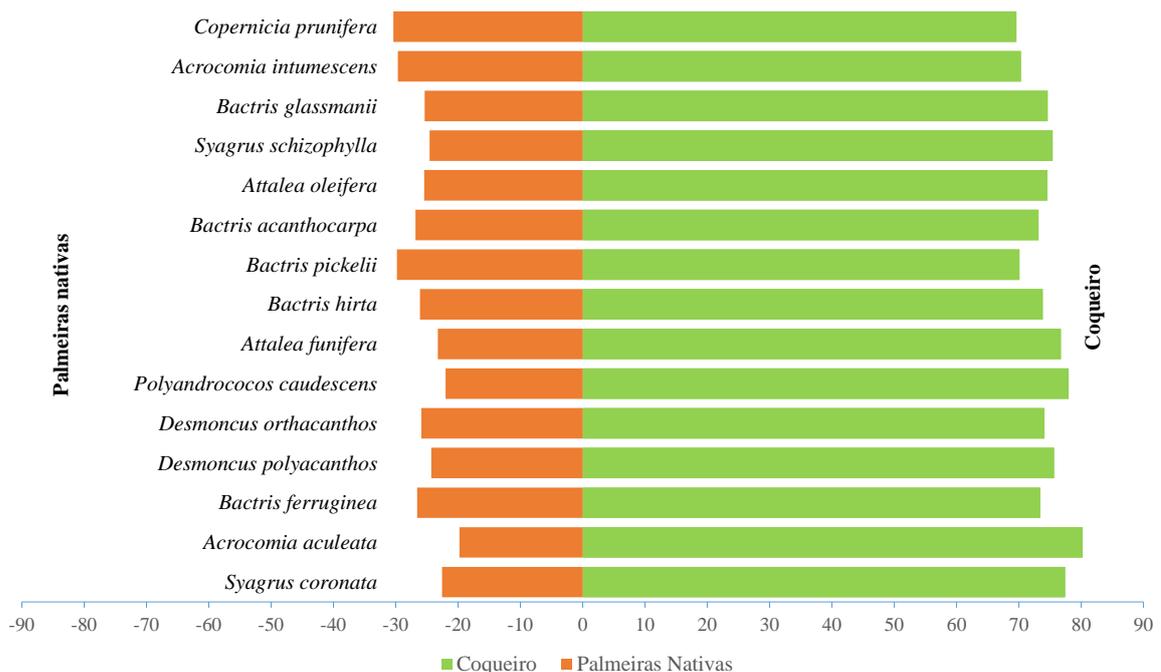
#### 4.3.2.2 Bioensaio de preferência com chance de escolha

Machos e fêmeas de *R. indica* preferiram o coqueiro em relação à palmeira nativa em todos os dias de avaliação (dados não apresentados). O mesmo padrão foi mantido quando se consideraram todos os indivíduos, independente do sexo (Figura 7). A manifestação da preferência pelo coqueiro foi gradativa ao longo dos dias após as infestações, sendo que, na maioria das palmeiras nativas, entre o quarto e quinto dias de avaliação, quase 100% dos espécimes de *R. indica* haviam manifestado sua preferência por *C. nucifera* (dados não apresentados). *Raoiella indica*, apesar já ter sido observado sobre *C. prunifera*, neste bioensaio, preferiu sempre o coqueiro. Algumas espécies de ácaros, mesmo sendo polípagas, têm sua preferência fortemente influenciada pelo hospedeiro no qual se desenvolvem e estes fitófagos já demonstram essa preferência pelo hospedeiro onde se desenvolvem, nos estágios imaturos, fenômeno denominado “condicionamento pré-imaginal”, tratando-se do princípio de Hopkins, conforme discutido por Barron (2001). Essas informações provavelmente explicam os resultados encontrados nesse bioensaio, a preferência de *R. indica* pelo *C. nucifera*, considerado o hospedeiro preferencial.

O fato de o ácaro-vermelho-das-palmeiras não ter conseguido se desenvolver nas espécies de areáceas nativas do Nordeste brasileiro, pode estar associado a fatores de defesa da planta. Essas espécies podem ter algum tipo de barreira morfológica como por exemplo,

engrossamento da cutícula, rigidez da epiderme ou de algum outro tecido da planta, podem produzir alguma substância deterrente de alimentação e/ou oviposição (terpenoides, flavonoides, taninos, alcaloides, etc.). Ainda, pode-se citar como possível fator de interferência a variabilidade da estrutura foliar, que envolve características mecânicas ou fisiológicas distintas, tais como as escamas da face abaxial nas folhas, presença de cera epicuticular, e presença de tricomas em diferentes densidades, dentre outras (WITTSTOCK; GERSHENZON, 2002; VENDRAMIM; GUZZO, 2009, 2011; BEARD et al., 2012). Estes fatores morfológicos, além de influenciar pragas, prejudicando a sua locomoção, acasalamento e seleção hospedeira para alimentação e oviposição, podem ter uma grande influência na fisiologia das mesmas, devido às suas características químicas, afetando a ingestão e digestão dos alimentos, ou tendo por si só uma baixa qualidade nutricional (VENDRAMIM; GUZZO, 2009, 2011). No caso específico de *R. indica*, a morfologia dos estômatos é importante para a determinação dos hospedeiros (Ronald Ochoa, informação pessoal), uma vez que este ácaro insere seus estiletes por estas aberturas para se alimentar. Cortes anatômicos das espécies *A. aculeata* e *S. coronata* evidenciaram cutícula espessa e epiderme unisseriada (OLIVEIRA, 2014), que podem constituir uma barreira para penetração do estilete do ácaro nas células estomáticas.

**Figura 7** - Preferência (%) de *R. indica* por *C. nucifera* e espécies de palmeiras nativas do Nordeste brasileiro, em bioensaio de livre escolha.



\* $\chi^2$  tabelado ( $P = 1\%$ ) = 6,635.

Fonte: Autora (2018).

A mortalidade crônica, associada à baixa reprodução, normalmente são indicativos de má nutrição (VENDRAMIM; GUZZO, 2009, 2011), que pode ter sido provocada pela não alimentação dos ácaros sobre as espécies nativas avaliadas, com exceção de *C. prunifera*. Isto indica a possibilidade de ocorrência de substâncias deterrentes nas palmeiras avaliadas, ao invés de substâncias tóxicas.

Os resultados reforçam a importância de se conhecer as características das plantas hospedeiras e de como as mesmas atuam sobre as pragas a elas associadas. Estas observações sugerem que a evolução da distribuição de *R. indica* no Novo Mundo seja um processo complexo que necessita de mais investigações para determinar as ameaças potenciais que esta espécie exótica poderia causar às espécies de palmeiras nativas e culturas de importância socioeconômica e ecológica.

Com base nos resultados obtidos até o momento, com exceção de *C. prunifera*, não há indícios de que as palmeiras nativas do Nordeste brasileiro avaliadas no presente estudo, tenham potencial para servirem de hospedeiros ao ácaro-vermelho-das-palmeiras, não estando ameaçadas pela expansão da distribuição geográfica de *R. indica* no Brasil. No entanto, assim como os insetos, os ácaros apresentam uma notável plasticidade fisiológica e comportamental (UENO; FUJIYAMA; KATAKURA, 1997), sendo possível que *R. indica* venha a se adaptar a esses e a outros novos hospedeiros.

#### 4.4 Conclusão

Foram registradas 28 espécies de plantas hospedeiras reprodutivas de *R. indica* no estado de Alagoas. Desse total, nove constituem novos registros para o mundo, duas para a América Latina, sete para o Brasil e nove para a região nordeste brasileira.

As palmeiras nativas testadas do Nordeste brasileiro *Acrocomia aculeata*, *A. intumescens*, *Attalea funifera*, *A. oleifera*, *Bactris acanthocarpa*, *B. ferruginea*, *B. glassmanii*, *B. hirta*, *B. pickelli*, *Desmoncus orthacanthos*, *D. polyacanthos*, *Polyandrococos caudescens*, *Syagrus coronata* e *S. schizophylla*, em condições de laboratório, não têm potencial para serem hospedeiras do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *R. indica*.

A palmeira *C. prunifera*, também nativa do Nordeste brasileiro, pode ser considerada uma hospedeira de *R. indica*, podendo estar ameaçada pelo avanço da dispersão desta praga.

## REFERÊNCIAS

- ALTHAUS, R.A.; CANTERI, M.G.; GIGLIOTI, E.A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. **Anais do X Encontro Anual de Iniciação Científica**, Ponta Grossa, p. 280 – 281, 2001.
- BARRON, A.B. The life and death of Hopkins' host selection principle. **Journal of Insect Behavior**, v. 14, p. 725 – 737, 2001.
- BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BAUCHAN, G.R.; WELBOURN, W.C.; POOLEY, C.; DOWLING, A.P.G. External mouthpart morphology in the Tenuipalpidae (Tetranychoida) *Raoiella* a case study. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3, p. 227 – 255, 2012.
- CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCAN, R.E.; PEÑA, J.E. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 271 – 289, 2012.
- CARRILLO, D.; PEÑA, J.E.; HOY, M.A.; FRANK, J.H. Development and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on pollen, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), and other microarthropods inhabiting coconuts in Florida, USA. **Experimental and Applied Acarology**, v. 52, n. 2, p. 119 – 129, 2010.
- CLEMENT, C.R.; LLERAS, E.P.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociências**, v. 9, p. 67 – 71, 2005.
- COCCO, A.; HOY, M.A. Feeding, reproduction, and development of the red palm mite (Acari: Tenuipalpidae) on selected palms and banana cultivars in quarantine. **Florida Entomologist**, v. 92, n. 2, p. 276 – 291, 2009.
- CRUZ, C.D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. **Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271 – 276, 2013.
- CRUZ, C.D. Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*. **Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 547 – 552, 2016.
- FLECHTMANN, C.H.W.; ETIENNE, J. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 9, p. 109 – 110, 2004.
- FLECHTMANN, C.H.W.; NORONHA, A.C.S. A new red spider mite from the African oil palm from Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, v. 16, n. 1, p. 67 – 72, 2011.
- GÓMEZ-MOYA, C.A.; LIMA, T.P.S.; MORAIS, E.G.F.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAES, G.J. Hosts of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) native to the Brazilian Amazon. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 4, p. 86 – 94, 2017.
- GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; CASTRO, T.M.M.G.; MARSARO A.L.; NAVIA, D.; MELO, J.W.S.; DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? **Systematics and Biodiversity**, v. 10, n. 4, p. 527 – 535, 2012.

GOULDING, M.; SMITH, N. Palmeiras: sentinelas para a conservação a Amazônia. Lima: **Amazon Conservation Association**, 358 p., 2007.

HIRST, S. On some new species of red spider. **Annals and magazine of natural history**, v. 14, p. 522 – 527, 1924.

HOY, M.A. Overview of a classical biological control project directed against the red palm mite in Florida. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 4, p. 381 – 393, 2012.

LEITMAN, P.; SOARES, K.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R.C. Arecaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15665>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; FERREIRA, E.; CERQUEIRA, L.S.C.; MEDEIROS-COSTA, J.T. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 432 p., 2004.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 382 p., 2010.

LYRA-LEMONS, R.P. **Estudos taxonômicos sobre a família Arecaceae Schultz no estado de Alagoas** - Brasil. 1987. Dissertação de Mestrado. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 198 p., 1987.

MARTINS, C.R.; JESUS JÚNIOR, L.A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos, n. 164, 28 p., 2011.

MELO, J.W.S.; NAVIA, D.; MENDES, J.A.; FILGUEIRAS, R.M.C.; TEODORO, A.V.; FERREIRA, J.M.S.; GUZZO, E.C.; SOUZA, I.V.; MENDONÇA, R.S.; CALVET, E.C.; PAZ NETO, A.A.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAIS, E.G.F.; GODOY, M.S.; SANTOS, J.R.; SILVA, R.I.R.; SILVA, V.B.; NORTE, R.F.; OLIVA, A.B.; SANTOS, R.D.P.; DOMINGOS, C.A. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. **International Journal of Acarology**, v. 44, p. 1 – 4, 2018.

MENDONÇA, R.S.; NAVIA, D.; FLECHTMANN, C.H.W. ***Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), ácaro-vermelho-das-palmeiras - uma ameaça para as Américas**. Brasília, DF, Embrapa Recursos Genéticos Biotecnologia, Documentos, n. 146, 37 p., 2005.

MESA, L.; GALEANO, G. Usos de las palmas en la Amazonia colombiana. **Caldasia**, v. 35, p. 351 – 369, 2013.

MESA, N.C.; OCHOA, R.; WELBOURN, W.C.; EVANS, G.A.; MORAES, G.J. A catalog of the Tenuipalpidae (Acari) of the World with a key to genera. **Zootaxa**, v. 2098, p. 1 – 185, 2009.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de Acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 308 p., 2008.

MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. **Dez perguntas e respostas sobre o ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae): uma ameaça para palmeiras e bananeiras no Brasil**. Boa Vista, Embrapa Roraima, Documentos, n. 49, 17 p., 2011.

NAGESHACHANDRA, B.K.; CHANNABASAVANNA, G.P. Plant mites, In GRIFFITHS, D.A.; BOWMAN, C.E. (Eds.), West Sussex, Ellis Horwood, **Acarology**, v. 2, p. 785-790, 1984.

NAGESHACHANDRA, B.K.; CHANNABASAVANNA, G.P. Plant mites. In GRIFFITHS, D.A.; BOWMAN, C.E. (Eds.), West Sussex, Ellis Horwood, **Acarology**, v. 2, p.785 – 790, 1984.

NAVIA, D.; MARSARO JÚNIOR, A.L.; SILVA, F.R.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAES, G.J. First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 3, p. 409 – 411, 2011.

NAVIA, D.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; ARATCHIGE, N.S.; MORAES, G.J. A review of the status of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a major tropical mite pest. **Experimental and Applied Acarology**, v. 59, n. 1-2, p. 67 – 94, 2013.

NAVIA, D.; MORAIS, E.G.F.; MENDONÇA, R.S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A. (ed.), **Pragas introduzidas no Brasil**: Insetos e ácaros. Piracicaba: FEALQ, p. 418 – 452, 2015.

OCHOA, R.; BEARD, J.J.; BAUCHAN, G.R.; KANE, E.C.; DOWLING, A.P.G.; ERBE, E.F. Herbivore exploits chink in armour of host. **American Entomologist**, v. 57, p. 26 – 29, 2011.

OLIVEIRA, D.A.S. **Respostas ecofisiológicas e morfoanatômicas de licuri e macaúba sob condições de campo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 54 p. 2014.

PEÑA, J.E.; RODRIGUES, J.C.V.; RODA, A.; CARRILLO, D.; OSBORNE, L.S. Predator-prey dynamics and strategies for control of the red palm mite (*Raoiella indica*) (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion in the Neotropics. In: **Proceedings of the 2 nd meeting of work group integrated control of plant feeding mites**. Florence, Italy, p. 69 – 79, 2009.

REIS, R.C.C. Palmeiras (Arecaceae) das restingas do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 20, p. 501 – 512, 2006.

RODA, A.; DOWLING, A.; WELBOURN, C.; PEÑA, J.E.; RODRIGUES, J.C.V.; HOY, M.A.; OCHOA, R.; DUNCAN, R.A.; DE CHI, W. Red palm mite situation in the Caribbean and Florida. **Proceedings of the Caribbean Food Crops Society**, v. 44, n. 1, p. 80 – 87, 2008.

- RODRIGUES, J.C.V.; ANTONY, L.M.K. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Amazonas State, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 4, p. 1073 – 1074, 2011.
- SANTANA, D.L.Q.; FLECHTMANN, C.H.W. Mite (Arthropoda, acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil: Present status and new records. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 4, p. 959 – 963, 1998.
- SARKAR, P.K.; SOMCHOUDHURY, A.K. Influence of major abiotic factors on the seasonal incidence of *Raoiella indica* and *Tetranychus fijiensis* on coconut. In: CHANNABASAVANNA, G.P.; VIRAKTAMATH, C.A. (Ed.). **Progress in acarology**, v. 2. New Delhi: Oxford and IBH, p. 60 – 65, 1989.
- SOUSA, J.M.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; LOFEGO, A.C. Biologia de *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em três espécies de Annonaceae. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 3, p. 319 – 323, 2010.
- SOUZA, I.V.; GUZZO, E.C.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Primeiro registro do ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) no estado de Alagoas, Brasil. XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia IX Congresso Latino-Americano de Entomologia, Brasília, DF, Embrapa, p. 624, **Anais...** 2016.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 704 p., 2008.
- STARK, J.D.; TANIGOSHI, L.; BOUNFOUR, M.; ANTONELLI, A. Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 37, n. 3, p. 273 – 279, 1997.
- TEODORO, A.V.; RODRIGUES, J.C.V.; SILVA, J.F.; NAVIA, D.; SILVA, S.S. **Ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica*: nova praga de coqueiro no Brasil**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos, n. 10, 19 p., 2016.
- UENO, H.; FUJIYAMA, N.; KATAKURA, H.; Genetic basis for different host use in *Epilachna pustulosa*, a herbivorous ladybird beetle. **Heredity**, v. 78, p. 227 – 283, 1997.
- VÁSQUEZ, C.; MORAES, G.J. Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in Northern Venezuela. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 1, p. 73 – 82, 2012.
- VENDRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Org.). **Bioecologia e nutrição de insetos**: Base para o manejo integrado de pragas. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, p. 1055 – 1105, 2009.
- VENDRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Plant resistance and insect bioecology and nutrition. In: PANIZZI A.R.; PARRA J.R.P. (Ed.). **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Boca Raton: CRC Press, p. 657 – 685, 2011.

WITTSTOCK, U.; GERSHENZON, J. Constitutive plant toxins and their role in defense against herbivores and pathogens. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, p. 1 – 8, 2002.

## 5 FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Raoiella indica* HIRST, 1924 (ACARI: TENUIPALPIDAE) E ÁCAROS PREDADORES (PHYTOSEIIDAE) ASSOCIADOS EM *Cocos nucifera* L.

### RESUMO

O coqueiro, *Cocos nucifera* L., é a palmeira de maior importância econômica no mundo. A cultura do coqueiro pode sofrer com a ação de pragas que limitam sua produção, ao exemplo do ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica*. O objetivo do presente estudo foi avaliar a flutuação populacional de *R. indica* e de ácaros predadores (Phytoseiidae) associados em coqueiros híbridos do município de Aracaju - SE. Foram realizadas coletas quinzenais, de amostras dos folíolos de oito coqueiros no período de maio/2016 a maio/2018. Em cada amostragem, foram coletados dois folíolos de cada planta, acondicionados individualmente em um saco de polietileno e etiquetados e transportadas ao laboratório, para processamento. O número de ovos, larvas, ninfas (ativas e quiescentes) e adultos presentes em áreas demarcadas nos folíolos foi contado. Os ácaros predadores encontrados nas amostras foram coletados e armazenados para posterior montagem e identificação. Realizou-se análise de correlação entre a quantidade de ácaros (*R. indica* e predadores) e as variáveis climáticas. *Raoiella indica* esteve presente durante todo o período estudado, sendo que o número médio de ácaros ativos/cm<sup>2</sup> variou de 0,78 a 7,84. Não foram observados, padrões bem definidos da distribuição de *R. indica* no decorrer dos meses avaliados. Aparentemente, o padrão do primeiro ano se repetiu no segundo ano, porém em níveis populacionais menores. A temperatura média foi positivamente correlacionada com as populações de *R. indica* enquanto o ponto de orvalho correlacionou-se negativamente. Porém, não houve correlação com a umidade relativa do ar e precipitação acumulada. As causas que provocaram as variações da população desse ácaro não puderam ser claramente determinadas.

**Palavras-chave:** Coqueiro. Fatores climáticos. Ácaro-vermelho-das-palmeiras.

**5 POPULATION FLUCTUATION OF *Raoiella indica* HIRST, 1924 (ACARI: TENUIPALPIDAE) AND ASSOCIATED PREDATOR MITES (PHYTOSEIIDAE) IN *Cocos nucifera* L.**

**ABSTRACT**

The coconut, *Cocos nucifera* L., is the most economically important palm in the world. Coconut crop can suffer with the attack of pests that limit its production, among which we can highlight the red palm mite *Raoiella indica*. The objective of the present study was to evaluate the population fluctuation of *R. indica* and associated predator mites (Phytoseiidae) in hybrid coconut palms in Aracaju-SE. Coconut leaflet samples were collected every 15 days in eight plants during the period of May/2016 to May/2018. In each sampling, two leaflets were collected from each plant, individualized in plastic bags, labeled and taken to the laboratory for processing. The number of eggs, larvae, nymphs (active and quiescent) and adults was counted on demarcated areas in the leaflets. Predator mites found in the samples were also collected and stored for further mounting and identification. A correlation analysis between the number of mites (*R. indica* and predators) and its corresponding climate variables in the experimental area was performed. *Raoiella indica* was present throughout the studied period and the main number of active mites/cm<sup>2</sup> ranged from 0.78 to 7.84. Well defined *R. indica* distribution patterns were not observed in the evaluated months. Apparently, the pattern of the first year was repeated in the second year, but at lower population levels. The factors that caused a direct effect on mean levels of *R. indica* were the mean temperature (positive) and the dew point (negative). However, there was no correlation with relative humidity and accumulated precipitation. The causes responsible for the variation of the population of this mite could not be clearly determined.

**Keywords:** Occurrence pattern. Climate factors. Red palm mite.

## 5.1 Introdução

O coqueiro, *Cocos nucifera* L., é a palmeira de maior importância econômica no mundo, tendo como maiores produtores mundiais a Indonésia, as Filipinas e a Índia. No entanto, a cultura do coqueiro pode sofrer com a ação de pragas que limitam a produção, a exemplo do ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Tenuipalpidae). Desde o primeiro registro da praga no Caribe, em 2004 (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004), apesar de ter sido encontrado em uma ampla gama de hospedeiros, pertencentes a várias famílias de monocotiledôneas, incluindo Arecaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Pandanaceae, Strelitziaceae e Zingiberaceae, o coqueiro tem sido o hospedeiro mais afetado (RODRIGUES; OCHOA; KANE, 2007; COCCO; HOY, 2009; CARRILLO et al., 2011; MORAIS; NAVIA; GONDIM JR., 2011; GONDIM JR. et al., 2012). As populações de *R. indica* podem atingir níveis muito elevados, reduzindo a produção de coco e afetando também a estética da planta, comprometendo o seu valor ornamental e paisagístico (RODRIGUES; OCHOA; KANE, 2007).

No coqueiro, o ácaro-vermelho-das-palmeiras é encontrado principalmente na face inferior dos folíolos, formando colônias numerosas. Esse ácaro, para se alimentar, insere seu estilete nos estômatos, através do ostíolo, presentes nos folíolos das folhas do coqueiro, causando amarelecimento, manchas escuras e dessecamento das folhas (OCHOA et al., 2011; BEARD et al., 2012).

Os danos parecem ser maiores em plantas jovens, principalmente durante as estações mais quentes do ano e, sobretudo, em plantas submetidas a estresse hídrico e nutricional (MOUTIA, 1958; SATHIAMMA, 1996; RODA et al., 2008). Tais danos podem ser intensos nos locais onde a praga foi introduzida, quando observadas altas populações, podendo surgir restrições às exportações, impostas por outros países (RODA et al., 2008; HOY, 2012; NAVIA et al., 2015). Provavelmente, danos significativos causados por *R. indica* em coqueiro possam ocorrer no Nordeste do Brasil, devido à semelhança climática dessa região com lugares onde o ácaro é uma praga de importância econômica (MORAIS; NAVIA; GONDIM JR. et al., 2011, 2012; AMARO; MORAIS, 2013).

O ácaro-vermelho-das-palmeiras pode estar presente em toda a folha do coqueiro, no entanto, as maiores densidades populacionais foram observadas nas folhas medianas da planta, sendo menor nas folhas apicais e basais. Em inspeções nos folíolos de uma mesma folha, independentemente de sua localização, este ácaro fica mais concentrado nas partes mediana e basal (RODA et al., 2012).

Vários ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae tem sido estudados em áreas onde *R. indica* foi introduzido (PEÑA et al., 2009; CARRILLO et al., 2010, 2012; CARRILLO; PEÑA, 2012; HOY, 2012). O fitoseídeo *Amblyseius largoensis* (Muma) é o predador mais amplamente estudado para o controle de *R. indica*, dada a alta frequência com a qual é encontrado em coqueiros em regiões tropicais ao redor do mundo (RODRIGUES; OCHOA; KANE, 2007; LAWSON-BALAGBO et al., 2008; RODA et al., 2008; CARRILLO et al., 2010, 2011, 2014; HASTIE; BENEGAS; RODRIGUEZ, 2010; CARRILLO; PEÑA, 2012; GONDIM JR. et al., 2012; MORAES et al., 2012; DOMINGOS et al., 2013; SILVA et al., 2014).

Outro aspecto de vital interesse para o desenvolvimento de estratégias de controle efetivo desse ácaro é a determinação das condições climáticas que influenciam seu crescimento populacional, sendo ainda poucas as informações referentes à influência desses fatores. Estudos realizados sobre Arecaceae têm demonstrado que a população de *R. indica* é favorecida por fatores climáticos como alta temperatura, baixa umidade relativa do ar, baixa pluviosidade e fotoperíodos longos (MOUTIA, 1958; NAGESHACHANDRA; CHANNABASAVANNA, 1984; GONDIM JR. et al., 2012; TAYLOR et al., 2012; PRABHEENA; RAMANI, 2014).

Embora o estudo da flutuação populacional de espécies-praga, através da determinação do período de maior infestação, possa favorecer a realização de práticas eficientes de manejo com menor impacto ambiental (GOUVEA et al., 2006; DAUD; FERES, 2007), apenas um estudo foi conduzido no Brasil para se avaliar a densidade populacional do ácaro-vermelho-das-palmeiras em diferentes estações do ano, realizado durante doze meses em uma plantação comercial de coco no município de Mucajaí, no estado de Roraima (GONDIM JR. et al., 2012). Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a flutuação populacional de *R. indica*, em coqueiros híbridos, no município de Aracaju - SE.

## **5.2 Material e Métodos**

### **5.2.1 Amostragem**

As amostragens foram realizadas quinzenalmente, durante 24 meses, no período de maio de 2016 a maio de 2018, em plantas de coqueiros híbridos com histórico de ataque por *R. indica*, localizadas na Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Aracaju - SE (10°57'01,46" S e 37°03'09,68" W). Os coqueiros estão plantados aleatoriamente, com três a quatro anos de

idade e têm entre 2 e 3 m de altura. As copas das plantas não foram tratadas com inseticidas/acaricidas, para evitar interferência nas avaliações. Oito plantas foram selecionadas de forma aleatória, especificamente para essas amostragens de folíolos, independentemente da posição no campo ou da presença de danos aparentes provocados por *R. indica*. Considerando-se que as maiores populações do ácaro normalmente ocorrem nas folhas medianas (folha nº 14) da planta (RODA et al., 2012), os folíolos dessa região foram considerados para amostragem. Com o auxílio de uma tesoura de poda, em cada amostragem, foram coletados dois folíolos de cada planta selecionada.

Cada amostra de dois folíolos foi acondicionada individualmente em um saco de polietileno. As amostras foram transportadas ao laboratório de Entomologia da Embrapa em no máximo uma hora, onde foram imediatamente processadas.

### 5.2.2 Processamento das amostras

Em cada folíolo, foram selecionadas duas áreas com distância de 30 cm entre si, uma próxima à ponta do folíolo ( $A_1$ ) e a outra próxima à base ( $A_2$ ). As áreas selecionadas foram marcadas com o auxílio de um molde de 2 cm de diâmetro (Figura 8). Nessas áreas marcadas nos folíolos, realizou-se a contagem do número de ovos, larvas, ninfas, quiescentes (protocrisalida, deutocrisalida e teliocrisalida) e adultos (macho e fêmea) de *R. indica*.

**Figura 8** - Marcação do folíolo de coqueiro para contagem das formas ativas e não-ativas de *R. indica*.



Fonte: Autora (2018).

Adicionalmente, observou-se toda a superfície abaxial e adaxial do folíolo, coletando-se com um pincel fino os ácaros predadores presentes, sendo os mesmos colocados em frascos plásticos (8 × 2,5 cm de altura e diâmetro, respectivamente) com álcool a 70%, para posterior montagem em lâminas com meio de Hoyer e identificação.

O número de indivíduos de *R. indica*/cm<sup>2</sup> foi calculado pela seguinte fórmula: n<sup>o</sup> de ácaros encontrados/área da circunferência. Considerando-se que o raio do molde utilizado para marcar a área no folíolo é de um centímetro, calculou-se a área de circunferência:  $\pi \times 1^2 = 3,14 \text{ cm}^2$ . Como foram utilizadas duas áreas, esse valor foi 6,28. Assim, a quantidade de ácaros por centímetro quadrado foi determinada pelo n<sup>o</sup> de ácaros encontrados/6,28. Para os predadores, foi utilizado o número total de indivíduos encontrados no folíolo.

Os dados meteorológicos da área experimental foram obtidos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com base em dados da superfície automática de Aracaju (A409: latitude -10,952413°; longitude -37,054330°; altitude 4,0 metros), localizada a uma distância de aproximadamente 300 m da área experimental.

### 5.2.3 Análise de dados

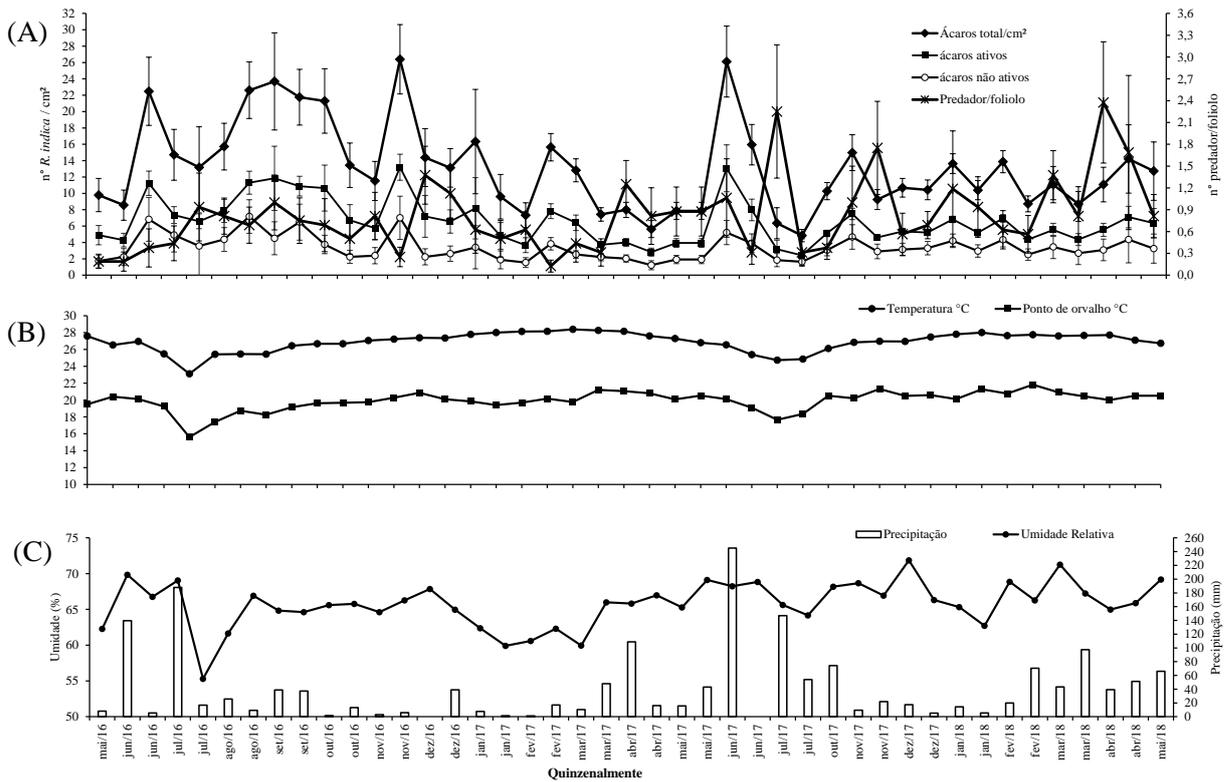
O número médio de indivíduos de *R. indica*/cm<sup>2</sup> e a quantidade de predadores presentes nos folíolos em cada avaliação foram submetidos à análise de correlação de Pearson com todos os parâmetros climáticos de cada quinzena disponíveis na estação meteorológica: temperatura (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar (média, máxima e mínima), ponto de orvalho, velocidade do vento e precipitação acumulada quinzenalmente. A partir das estimativas de correlações de Pearson entre as variáveis, foi realizada a análise de trilha entre a flutuação do ácaro e as variáveis climáticas, fixando a flutuação como variável principal e as demais como explicativas. As análises foram realizadas com o programa computacional GENES (CRUZ, 2013; 2016).

### 5.3 Resultados e Discussão

O período com maior número de ácaros/cm<sup>2</sup> foi de junho a novembro de 2016 e junho/2017. O número médio de ácaros ativos/cm<sup>2</sup> variou de 0,78 a 7,84, na segunda quinzena de julho e primeira quinzena de junho de 2017, respectivamente (Figura 9A). Desde a primeira avaliação, ocorreu pouca variação no incremento da população de ácaros ativos, aumentando na primeira quinzena de outubro e segunda quinzena de novembro/2016. Os maiores picos de ácaros ativos no primeiro ano de avaliação ocorreram nesses dois meses. O número médio de ácaros ativos foi reduzindo e, a partir de fevereiro/2017, manteve-se relativamente estável até maio/2017 (Figura 9A). Aparentemente, o padrão do período no ano de 2016 se repetiu em 2017. No entanto, as médias de ácaros ativos foram menores no

segundo ano, apesar de o maior número médio de ácaros ter sido registrado na primeira quinzena de junho/2017.

**Figura 9** - Flutuação populacional (média  $\pm$  erro padrão) de *R. indica* (ativos, não-ativos e total) e de ácaros predadores (A), temperatura média e ponto de orvalho (B), umidade relativa do ar e precipitação acumulada (C) quinzenal no município de Aracaju - SE, no período de maio de 2016 a maio de 2018.



Fonte: Autora (2018).

Em relação às formas não-ativas (ovos e quiescentes), o número médio de ácaros variou de 1,21 na segunda quinzena de abril/2017 a 7,18 na primeira quinzena de agosto/2016 (Figura 9A). Os maiores valores médios foram obtidos nas avaliações de agosto, setembro e novembro/2016 (Figura 9A). Nas avaliações subsequentes, foi reduzindo e manteve-se relativamente estável até maio/2017. Com exceção da avaliação de junho/2017, comparado com o primeiro ano, o padrão de distribuição de ácaros se repetiu, porém com menor número médio de ácaros não-ativos. Observou-se que, para ambas as formas do ácaro (ativa e não-ativa), os meses de fevereiro a maio, tanto de 2017 quanto de 2018, corresponderam ao período de menores médias de ácaros.

A maior densidade de *R. indica* encontrada no presente estudo (7,84) foi maior que a encontrada em coqueiros no município de Mucajaí, Roraima (2,0 ácaros/cm<sup>2</sup>) (GONDIM JR. et al., 2012), em Porto Rico (1,0 ácaro/cm<sup>2</sup>) e Trindade e Tobago (2,0 ácaros/cm<sup>2</sup>) (RODA et

al., 2012) e em Kerala (0,15 ácaro/cm<sup>2</sup>), Sudoeste da Índia (TAYLOR et al., 2012). Outros estudos registraram densidades maiores, de 23,7 ácaros/cm<sup>2</sup> em coqueiros no estado de Falcón, na Venezuela (VÁSQUEZ, 2012) e de 21,5 ácaros/cm<sup>2</sup> em bananeira na cidade de Santiago de Cuba, em Cuba (LIMA et al., 2011).

Todos os ácaros predadores encontrados associados a *R. indica* no presente estudo pertencem à família Phytoseiidae. O número médio de ácaros predadores por folíolo variou de 0,13 em fevereiro/2017 a 2,38 em abril/2018 (Figura 9A). As maiores médias desses predadores ocorreram nas avaliações do segundo ano. Estudo anterior realizado em Roraima, registrou 2,0 predadores por folíolo (GONDIM JR. et al., 2012). Aparentemente, o padrão dos predadores do primeiro ano se repetiu no segundo ano, porém em níveis populacionais maiores. Houve correlações significativas ( $P = 0,029$ ) entre densidades médias de predadores e as formas não-ativas de *R. indica*.

Os padrões bem definidos da flutuação de *R. indica* não foram observados ao longo do tempo. Esses resultados foram similares a outros estudos realizados anteriormente, (GONDIM JR. et al., 2012; RODA et al., 2012; TAYLOR et al., 2012). Estudos realizados no norte de Kerala (Índia), avaliando o padrão de distribuição de *R. indica* em *Areca catechu* L., revelaram uma sazonalidade na população do ácaro, iniciando o aumento durante o período de março a abril, com posterior queda desde maio até agosto (PRABHEENA; RAMANI, 2014).

A caracterização climática do período no campo experimental é apresentada na Figura 9B-C. Não houve correlação significativa entre os valores médios de *R. indica* e as variáveis climáticas temperatura ( $r = 0,1005108$ ), ponto de orvalho ( $r = 0,2920577$ ), umidade relativa do ar ( $r = 0,1310943$ ) e precipitação acumulada ( $r = 0,1517715$ ), a 5% de probabilidade. Portanto, foi necessária, para melhores avaliações das correlações dos fatores climáticos e dos efeitos direto e indireto, a realização de análise de trilha. Com a análise de trilha, foi possível indicar, entre as variáveis climáticas, aquelas que possuem maiores efeitos diretos sobre a variável básica (nº de indivíduos de *R. indica* e de predadores), no sentido desejado.

De acordo com a análise de trilha, os fatores que causaram um efeito direto nos níveis médios de *R. indica* (ativos e não-ativos) foram a temperatura média ( $r = 0,5115881$ ) e ponto de orvalho ( $r = 0,7838146$ ). Em relação à umidade relativa do ar ( $r = 0,2658125$ ) e precipitação acumulada ( $r = 0,2443132$ ), não houve efeitos para o aumento ou diminuição do número médio de ácaros. A temperatura média causou influência positiva e constante na flutuação de *R. indica*, indicando que, quanto maior for a temperatura, haverá um acréscimo no tamanho populacional do ácaro. O ponto de orvalho indicou um efeito direto negativo para a flutuação de *R. indica*, porém, sendo mais pronunciado para as formas não ativas. O coeficiente de

determinação ( $R^2$ ) foi considerado baixo (0,33). Contudo, apesar desses resultados, as análises mostraram que a temperatura média e o ponto de orvalho são as variáveis que estão mais influenciando na flutuação populacional desse ácaro. Outro indício verificado nas análises é que o ponto de orvalho está indiretamente interferindo na temperatura, que não se mostrou significativa na correlação simples devido ao seu efeito sobre essa variável.

A velocidade do vento, apesar de ter sido considerada a partir de julho/2017, não causou efeito direto na variável principal (número médio de ácaros), mas, quando presente nas análises, o coeficiente de determinação foi mais alto, indicando que este fator pode interferir nas outras variáveis climáticas. Provavelmente, a variável precipitação, pode ter sofrido interferência de outros fatores, como a temperatura, por exemplo, que se manteve constante durante todo o período avaliado, e pode ter contribuído para os níveis populacionais do ácaro não terem diminuído, ou a quantidade de chuva não foi suficiente para remover os ácaros das folhas e causar tal efeito.

Apesar de ter sido encontrada nesse estudo uma relação entre os níveis populacionais de *R. indica* e a temperatura e ponto de orvalho, as causas que provocaram as variações da população desse ácaro não puderam ser claramente determinadas. Embora altas temperaturas e baixo ponto de orvalho possam influenciar positivamente as populações de *R. indica*, os valores desses parâmetros climáticos observados no período não explicam completamente a evolução da densidade populacional do ácaro.

Esses resultados foram diferentes dos obtidos na Venezuela, estado de Falcón, em coqueiro (VÁSQUEZ; MORAES, 2012), e na Índia, no norte de Kerala em *A. catechu* (PRABHEENA; RAMANI, 2014), onde os níveis populacionais de *R. indica* foram negativamente correlacionados com a precipitação. Estudos realizados na Ásia sobre Areaceae têm demonstrado que a população de *R. indica* é reduzida em condições de baixa temperatura, alta umidade relativa do ar, e nas estações de alta precipitação (MOUTIA, 1958; NAGESHACHANDRA; CHANNABASAVANNA, 1984; TAYLOR et al., 2012). Contudo, em ambiente de baixa umidade e de alta temperatura, são registradas altas densidades populacionais (LIMA et al., 2011; GONDIM JR. et al., 2012; TAYLOR et al., 2012), sendo que os resultados obtidos no presente estudo foram similares aos anteriormente citados, quanto à variável temperatura.

Para os ácaros predadores, a análise de trilha mostrou que os fatores que causaram um efeito direto nos níveis médios desses ácaros foram os mesmos que influenciaram *R. indica*, a temperatura média ( $r= 0,5806226$ ) e ponto de orvalho ( $r= 0,6128145$ ). As análises mostraram que não houve efeito direto da umidade relativa ( $r= 0,0873904$ ) e precipitação acumulada ( $r=$

0,1683380), indicando que tais variáveis não influenciam o acréscimo ou diminuição do número médio de predadores.

Esses resultados foram diferentes dos estudos conduzidos por Gondim Jr. et al. (2012) em Roraima, e por Taylor et al. (2012) no Sudoeste da Índia, que observaram uma diminuição na população de ácaros predadores da família Phytoseiidae em coqueiro nos períodos de alta precipitação pluviométrica.

#### **5.4 Conclusão**

Não foram observados padrões bem definidos da flutuação de *R. indica* ao longo do tempo. A flutuação populacional do primeiro ano foi repetida no segundo ano nas condições ambientais da área avaliada. A densidade populacional do ácaro-vermelho-das-palmeiras sofre efeito direto positivo das altas temperaturas e baixo ponto de orvalho.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura Brasileira**. São Paulo, FNP, 22<sup>a</sup> ed., p. 254–261, 2017.
- AMARO, G.; MORAIS, E.G.F. Potential geographical distribution of the red palm mite in South America. **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, n. 3, p. 343 – 355, 2013.
- BARRETO, L.G.; ARAGÃO, W.M.; LOIOLA, C.M.; MOURA, C.R.F. Estratégias para uso e desenvolvimento dos produtos e co-produtos do coco seco com ênfase na pequena produção. In: CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju, Embrapa tabuleiros Costeiros, p. 26 – 36, 2009.
- BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BAUCHAN, G.R.; WELBOURN, W.C.; POOLEY, C.; DOWLING, A.P.G. External mouthpart morphology in the Tenuipalpidae (Tetranychoida) *Raoiella* a case study. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3, p. 227 – 255, 2012.
- CARRILLO, D.; FRANK, J.H.; RODRIGUES, J.C.V.; PEÑA, J.E. A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 347 – 360, 2012.
- CARRILLO, D.; PEÑA, J.E. Prey-stage preferences and functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 361 – 372, 2012.
- CARRILLO, D.; PEÑA, J.E.; HOY, M.A.; FRANK, J.H. Development and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on pollen, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), and other microarthropods inhabiting coconuts in Florida, USA. **Experimental and Applied Acarology**, v. 52, n. 2, p. 119 – 129, 2010.
- CARRILLO, D.; NAVIA, D.; FERRAGUT, F.; PEÑA, J.E. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 2, p. 370 – 371, 2011.
- CARRILLO, D.; HOY, M. A.; PEÑA, J.E. Effect of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) on *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) by predator exclusion and predator release techniques. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 1, p. 256 – 261, 2014.
- COCCO, A.; HOY, M.A. Feeding, reproduction, and development of the red palm mite (Acari: Tenuipalpidae) on selected palms and banana cultivars in quarantine. **Florida Entomologist**, v. 92, n. 2, p. 276 – 29, 2009.
- CRUZ, C.D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271 – 276, 2013.
- CRUZ, C.D. Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 547 – 552, 2016.

- DAUD, R.D.; FERES, R.J.F. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari, Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no Sul do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 3, p. 377 – 381, 2007.
- DOMINGOS, C.; LEANDRO, A.; OLIVEIRA, O.; MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; MORAES, G.J.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Comparison of two populations of the pantropical predator *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, n. 1, p. 83 – 93, 2013.
- FLECHTMANN, C.H.W.; ETIENNE, J. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 9, p. 109 – 110, 2004.
- GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; CASTRO, T.M.M.G.; MARSARO JÚNIOR, A.L.; NAVIA, D.; MELO, J.W.S.; DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? **Systematics and Biodiversity**, v. 10, n. 4, p. 527 – 535, 2012.
- GOUVEA, A.; BOARETTO, L.C.; ZANELLA, C.F.; ALVES, L.F.A. Dinâmica populacional de ácaros (Acari) em plantas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.: Aquifoliaceae). **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 1, p. 101 – 111, 2006.
- HASTIE, E.; BENEGAS, A.; RODRÍGUEZ, H. Inventario de ácaros de predadores asociados a fitoácaros em plantas de las familias Arecaceae y Musaceae. **Revista de Protección Vegetal**, v. 25, n. 1, p. 17 – 25, 2010.
- HOY, M.A. Overview of a classical biological control project directed against the red palm mite in Florida. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 4, p. 381 – 393, 2012.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em 20 jul. 2017.
- LAWSON-BALAGBO, L.M.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MORAES, G.J.; HANNA, R.; SCHAUSBERGER, P. Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. **Bulletin of Entomological Research**, v. 98, n. 1, p. 83 – 96, 2008.
- LIMA, M.R.; RODRÍGUEZ, H.; GONZÁLEZ, A.; GONZÁLEZ, M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Cuba. **Zoosymposia**, v. 6, p. 152 – 159, 2011.
- MORAES, G.J.; CASTRO, T.M.M.G.; KREITER, S.; QUILICI, S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in La Reunion Island. (Indian Ocean). **Acarologia**, v. 52, n. 2, p. 129 – 134, 2012.
- MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. **Dez perguntas e respostas sobre o ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae): uma ameaça para palmeiras e bananeiras no Brasil**. Boa Vista, Embrapa Roraima, Documentos, n. 49, 17 p., 2011.

MOUTIA, L.A. Contribution to study of some phytophagous Acarina and their predators in Mauritius. **Bulletin of Entomological Research**, v. 49, p. 59 – 75, 1958.

NAGESHACHANDRA, B.K.; CHANNABASAVANNA, G.P. Plant mites. In: GRIFFITHS, D.A.; BOWMAN, C.E. (Eds.), **Acarology VI**, West Sussex, Ellis Horwood, v. 2, p. 785 – 790, 1984.

NAVIA, D.; MORAIS, E.G.F.; MENDONÇA, R.S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A. (ed.), **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, p. 418 – 452, 2015.

OCHOA, R.; BEARD, J.J.; BAUCHAN, G.R.; KANE, E.C.; DOWLING, A.P.G.; ERBE, E.F. Herbivore exploits chink in armour of host. **American Entomologist**, v. 57, p. 26 – 29, 2011.

PEÑA, J.E.; RODRIGUES, J.C.V.; RODA, A.; CARRILLO, D.; OSBORNE, L.S. Predator-prey dynamics and strategies for control of the red palm mite (*Raoiella indica*) (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion in the Neotropics. In: **Second Meeting of Work Group “Integrated Control of Plant-Feeding Mites. Proceedings...** Florence, Italy, p. 69 – 79, 2009.

PRABHEENA, P.; RAMANI, N. Distribution pattern and injurious status of *Raoiella indica* (Hirst) (Acari: Tenuipalpidae) on arecanut palms. **International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 4, n. 5, p. 1 – 5, 2014.

RODA, A.; DOWLING, A.; WELBOURN, C.; PEÑA, J.E.; RODRIGUES, J.C.V.; HOY, M.A.; OCHOA, R.; DUNCAN, R.A.; DE CHI, W. Red palm mite situation in the Caribbean and Florida. **Proceedings of the Caribbean Food Crops Society**, v. 44, n. 1, p. 80–87, 2008.

RODA, A., NACHMAN, G.; HOSEIN, F.; RODRIGUES, J.C.V.; PEÑA, J.E. Spatial distributions of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) on coconut and their implications for development of efficient sampling plans. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 291 – 308, 2012.

RODRIGUES, J.C.V.; OCHOA, R.; KANE, E.C. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) and its damage to coconut palms in Puerto Rico and Culebra Island. **International Journal of Acarology**, v. 33, n. 1, p. 3–5, 2007.

SATHIAMMA, B. Observations on the mite fauna associated with the coconut palm in Kerala, India. **Journal of the International Association for the Plant Protection**, v. 24, p. 92 – 96, 1996.

SILVA, R.V.; NARITA, J.P.Z.; VICHITBANDHA, P.; CHANDRAPATYA, A.; KONVIPASRUANG, P.; KONGCHUENSIN, M.; MORAES, G.J. Prospection for predaceous mites to control coconut pest mites in Thailand, with taxonomic descriptions of collected Mesostigmata (Acari). **Journal of Natural History**, v. 48, p. 699 – 719, 2014.

TAYLOR, B.; RAHMAN, P.M.; MURPHY, S.T.; SUDHEENDRAKUMAR, V.V. Within season dynamics of red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host

palm species in south-west India. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 331 – 345, 2012.

VÁSQUEZ, C. **Bioecologia do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), na Venezuela**. 2012. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 88 p. 2012.

VÁSQUEZ, C.; MORAES, G.J. Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in Northern Venezuela. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 1, p. 73–82, 2012.