**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Bioecologia e manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica*
Hirst (Acari: Tenuipalpidae), no centro-sul do Brasil**

Geovanny Soares Pauferro Barroso

Tese apresentada para obtenção do título
de Doutor em Ciências. Área de
concentração: Entomologia

**Piracicaba
2019**

Geovanny Soares Pauferro Barroso
Engenheiro Agrônomo

**Bioecologia e manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari:
Tenuipalpidae), no centro-sul do Brasil**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr **GILBERTO JOSÉ DE MORAES**

Tese apresentada para obtenção do título
de Doutor em Ciências. Área de
concentração em Entomologia

Piracicaba
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Barroso, Geovanny Soares Pauferro

Bioecologia e manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), no centro-sul do Brasil / Geovanny Soares Pauferro Barroso. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2019.

94 p.

Tese (Doutorado) - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Coqueiro 2. Ácaro-vermelho-das-palmeiras 3. Dinâmica populacional 4. Controle biológico I. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Napoleão Barroso e Mônica Soares Pauferro Barroso.

Aos meus irmãos Monique Kelly Pauferro Barroso e Napoleão Barroso Júnior

Toda ação humana, quer se torne posiva ou negativa, precisa depender de motivação.
Dalai Lama.

AGRADECIMENTOS

Em minhas orações pedi a Deus que durante este capítulo da minha jornada me enviasse força, coragem e motivação. Em resposta ele me enviou pessoas que influenciaram positivamente (diretamente e indiretamente) e a quem venho agradecer:

Ao meu Orientador Prof. Dr. Gilberto José de Moraes, pela oportunidade de orientação, paciência, amizade e aprendizado contínuo.

Ao Prof. Dr. Carlos W. Flechtmann pela excelente amizade, aprendizado e fornecimento contínuo de material de bibliográfico de alta relevância para escrita da tese.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia o qual tive maior contato e troca de experiência: Fernando Luis Consoli, João Spoti Lopes, José Roberto Postali Parra, Maurício Simões Bento e Pedro Takao Yamamoto.

Aos colegas e amigos que fiz no departamento de Entomologia e Acarologia durante o curso de doutorado: Alexandre de Sene Pinto, Anderson Bolsan, Aline Rocha, Carina Aparecida de Souza, Cleane Souza, Cristina Jansen, Cynthia Jacob, Denise Alves, Fernanda Canassa, Fernanda Polastre, Flávio Montes, João Ângelo Cerignoni, Inana Schutze, Jaci Vieira, José Bruno Malaquias, Karen Komada, Karla Kudlawiec, Laura Pantoja, Leandro Delalibera Geremias, Lucas da Silva Barros, Luiz Ricardo Sesso, Mariana Bossi, Mariana Durigan, Mariana Leite, Matheus Toneli, Mayara Araújo, Neide Graciano Zério, Roberto Gaioski Júnior, Taciana de Azevedo Kun, Tamara Moraes e Thaís Fagundes Matioli..

Ao senhor Henrique dos Santos por ceder gentilmente sua área de produção de coco para realização dos estudos feitos em Marília, SP.

Ao senhor Cezarino Parolina Filho por ceder gentilmente sua área de produção de coco para realização dos estudos feitos em Piracicaba, SP. SR. HENRIQUE, DE MARILIA??

Aos funcionários do Departamento de Zoologia da ESALQ/USP que tive maior contato e convivência: Joaquim José de Souza Dias, José Luiz Franceschi Piedade, Rosangela Aparecida Silva, Simone Colina de Souza e Sônia Regina Antedomênico.

Aos técnicos do Laboratório de Acarologia Lásaro Fernandes e Josenilton Mantro pela grande ajuda durante as coletas e pulverizações nas áreas experimentais.

Aos amigos que passaram pelo Laboratório de Acarologia os quais tive maior convívio e troca de experiência: Adriane Duarte, Aldo Hanel, Anat Palevsky, Camila Ferreira, Carlos Alberto Ortega-Ojeda, Daniela Santos, Diana Marcela Rueda, Elsa Liliana Melo-Molina, Eric Palevsky, Fernanda Esteca, Fernanda Oliveira, Jandir Cruz Santos, Lina Marcela Gonzales Cano, João Boa Vida da Cruz, João Pedro Martim, Luis Rodolfo Rodrigues, Luis Guilherme de Queiroz, Magdalena Vázquez González, Marcela Massaro, Matheus Rovere de Moraes, Mariana Yamada, Marielle de Moraes Berto, Marina Barbosa, Murilo Prudente Ferreira, Nazer Famah Sourassou, Paula Lopes, Peterson Demite, Reham Abo-Shnaf, Saeid Paktinat-Saeij, Sofia Jiménez Jorge, Thiago Casaroto, Vinícius Borges e Wilton Cruz.

Aos meus amigos e família que construí em Piracicaba durante o curso de doutorado: Ana Paula Maria da Silva, Arthur Belarmino, Aurélio Amorim, Clissia Barbosa da Silva, Felipe Hermínio, Guilherme Torrezan, Gustavo Popim, João Cardoso, Laecio Sampaio, Leticia Bet, Lúgia Bróglia Micheletti, Lucas Ferreira, Luiz Pedro Bet, Marcela Barbosa, Maria Nogueira, Maria Regina Gmach, Paulo Juliano Pavanello, Thais Silvestre, Thiago Linhares, Thiago Viana, Valentin Antoine Jean Joseph Rubio e Wellingson Araújo.

À Koppert Biological Systems Brasil, pelo fornecimento de material biológico para os testes em laboratório.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fornecimento de bolsa de estudos para realização do curso de doutorado.

Ao Dr. Samuel Roggia da EMBRAPA Soja pela parceria nas coletas acampo.

Aos colaboradores da Universidade Estadual de Londrina pela parceria nas coletas em campo: Amarildo Pasini, Fernando Teruhiko Hata, José Eduardo Poloni da Silva e Maurício Ursi Ventura.

Aos colaboradores do Instituto Federal do Espírito Santo pela parceria nas coletas realizadas no Espírito Santo: Anderson Mathias Holtz, Claudiane Martins da Rocha e Grazielle Furtado Moreira.

Ao Dr. John Lowell Capinera (editor do periódico Florida Entomologist) pela autorização da publicação das informações do segundo capítulo desta tese, aceito para publicação no respectivo periódico.

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE TABELAS.....	13
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
1.1 Objetivos.....	16
1.2 Revisão de literatura.....	16
Referências.....	21
2. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE <i>Raoiella indica</i> NO CENTRO-SUL DO BRASIL E ÁCAROS ASSOCIADOS.....	27
Resumo.....	27
Abstract.....	27
2.1 Introdução.....	27
2.2 Material e métodos.....	29
2.3 Resultados.....	29
2.4 Discussão.....	38
Referências.....	39
3. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE <i>Raoiella indica</i> NO ESTADO DE SÃO PAULO.....	45
Resumo.....	45
Abstract.....	45
3.1 Introdução.....	46
3.2 Material e métodos.....	46
3.3 Resultados.....	48
3.4 Discussão.....	52
Referências.....	55
4. SOBREVIVÊNCIA DE <i>Raoiella indica</i> (ACARI: TENUIPALPIDAE) NA AUSÊNCIA DE ALIMENTO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE RELATIVA.....	59
Resumo.....	59
Abstract.....	59
4.1 Introdução.....	59

4.2	Material e métodos.....	60
4.3	Resultados.....	62
4.4	Discussão.....	64
	Referências.....	66
5.	POTENCIAL BIÓTICO DE ÁCAROS FITOSEÍDEOS QUANDO ALIMENTADOS COM <i>Raoiella indica</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE, TENUIPALPIDAE).....	69
	Resumo.....	69
	Abstract.....	69
5.1	Introdução.....	70
5.3	Material e métodos.....	71
5.3	Resultados.....	73
5.4	Discussão.....	75
	Referências.....	79
6.	EFEITO DE PRODUTOS QUÍMICOS SOBRE <i>Raoiella indica</i> E FITOSEÍDEOS ASSOCIADOS (ACARI: TENUIPALPIDAE, PHYTOSEIIDAE).....	83
	Resumo.....	83
	Abstract.....	83
6.1	Introdução.....	84
6.2	Material e métodos.....	84
6.3	Resultados.....	87
6.4	Discussão.....	90
	Referências.....	91
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93

RESUMO

Bioecologia e manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), no centro-sul do Brasil

Raoiella indica é uma severa praga de coqueiro, bananeira e plantas de importância paisagística. Os danos causados nas plantas hospedeiras iniciam-se pelo amarelecimento das folhas basais, seguida por necrose dos tecidos e secamento das folhas. Os objetivos desse trabalho foram: determinar a distribuição de *R. indica* e ácaros associados no centro-sul do Brasil; determinar os níveis populacionais de *R. indica* no estado de São Paulo; avaliar a sobrevivência de *R. indica* na ausência de alimento e diferentes níveis de umidade relativa; avaliar o potencial de ácaros fitoseídeos sobre *R. indica*; e avaliar o efeito de produtos químicos sobre esta praga. *Raoiella indica* foi encontrado no Distrito Federal e em 49 municípios de 9 estados, das quais, o mais meridional foi Iporã, estado do Paraná. Dos ácaros Mesostigmata associados a praga, *Euseius citrifolius* Denmark & Muma foi a espécie mais amplamente distribuída, sendo coletado em quase todos os estados. Os níveis populacionais de *R. indica* variaram de entre 0,2 a 2,5 ácaros/cm² (46 a 599 ácaros por folíolo) em Marília e de 0,3 a 1,4 ácaros/cm² (88,2 a 418 ácaros por folíolo) em Piracicaba. *Euseius citrifolius* foi o predador mais abundante em Marília, enquanto *Amblyseius tamatavensis* Blommers foi o predador mais abundante em Piracicaba. O tempo de sobrevivência de *R. indica* e *T. urticae* na ausência de alimento em diferentes níveis de umidade foi maior na fase adulta. Umidades abaixo de 47% diminuíram drasticamente o tempo de sobrevivência de todos os estágios. Das espécies de Phytoseiidae, *A. tamatavensis* mostrou melhor desempenho de predação e oviposição quando alimentados com ovos e ninfas de *R. indica*, como também se desenvolveu e reproduziu alimentando-se exclusivamente desta praga. Dos produtos testados, o fenpiroximato causou mortalidade de 100% em *R. indica*. Dos produtos utilizados sobre os predadores, o fenpiroximato foi o mais tóxico para os fitoseídeos, sobretudo em *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma. Os resultados desse estudo sugerem que o estabelecimento de *R. indica* além do sul do Paraná é possível em microclimas favoráveis ao seu desenvolvimento. Além disso, os estudos indicaram que em São Paulo os altos níveis de precipitação no verão e as baixas temperaturas durante o inverno afetam negativamente os níveis de *R. indica*. A possibilidade de uso de *A. tamatevensis* como agente de controle de *R. indica* precisa ser melhor estudada em condições de campo.

Palavras-chave: Coqueiro; Limite de distribuição; Níveis populacionais; Controle biológico

ABSTRACT

Bioecology and management of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in mid-southern of Brazil

Raoiella indica is a severe pest of coconut, banana trees, and floristic plants. The damage caused to the host plants begins by basal leaves yellowing, followed by tissue necrosis and drying of the leaves. The objectives of this study were: to determine the distribution of *R. indica* and associated mites in the south-central Brazil; determine population levels of *R. indica* in São Paulo state; assess the survival of *R. indica* in the absence of food and different levels of relative humidity; assess the potential of phytoseiids mites on *R. indica*; and to evaluate the effect of chemicals on the pest. *Raoiella indica* has been found in the Federal District and in 49 municipalities in 9 States, of which the southernmost was Iporã, Paraná state. Among the mesostigmatid mites associated with this pest, *Euseius citrifolius* Denmark & Muma was the most widely distributed species occurring in almost all states considered in this study. In São Paulo, levels of *R. indica* varied of between 0.2 to 2.5 dust mites/cm² (46 to 599 mites per leaflet) in Marília and 0.3 to 1.4 mites/cm² (88.2 to 418 mites per leaflet) in Piracicaba. *Euseius citrifolius* was the most abundant predator in Marília. In Piracicaba, *Amblyseius tamatavensis* Blommers was more abundant. The survival time of *R. indica* and *T. urticae* in the absence of food in different levels of moisture was greater in the adult stage. Humidities below 47% decreased drastically the time of survival of all stages. *Amblyseius tamatavensis* showed better performance of oviposition and predation when fed with eggs and nymphs of *R. indica*, and developed and reproduced feeding exclusively on this pest. Of the products tested, fenpiroximate caused 100% mortality in *R. indica*. All products had efficiency above 80%. Fenpiroximate was most toxic for phytoseiids, especially of *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma. The results of this study suggest that the establishment of *R. indica* beyond southern Paraná is possible in microclimates favorable to its development. In addition, the studies confirm that in São Paulo the high levels of precipitation in summer and low temperatures during winter negatively affect the levels of *R. indica*. The possibility of using *A. tamatavensis* as a biological control agent of *R. indica* requires further evaluation

Keywords: Coconut; Limit of distribution; Levels of populations; Biological control

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Novos relatos de <i>Raoiella indica</i> do sul do Brasil em meados de 2015 e 2018 e registros anteriores em todo o país.....	33
Figura 2. Níveis de <i>R. indica</i> (superior, linha cheia) e níveis de Phytoseiidae (superior, linha pontilhada) em coqueiro anão no município de Marília, SP.....	49
Figura 3. Níveis de <i>R. indica</i> (superior, linha cheia) e níveis de Phytoseiidae (superior, linha pontilhada) em coqueiro anão no município de Piracicaba.....	50
Figura 4. Viabilidade de ovos (%) e sobrevivência média (dias) de outros estágios de <i>Raoiella indica</i> e <i>Tetranychus urticae</i> na ausência de alimento sob diferentes níveis de umidade.....	63
Figura 5. Fecundidade média e sobrevivência de <i>Amblyseius tamatavensis</i> alimentado <i>Raoiella indica</i> , a 28 ± 2 °C, $75 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase.....	75
Figura 6. Sobrevivência de <i>Raoiella indica</i> ($\pm$ erro padrão) 2, 12, 24 e 48 horas após aplicação dos produtos em laboratório, $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.....	87
Figura 7. Sobrevivência média de fêmeas de <i>Raoiella indica</i> ($\pm$ erro padrão) após a aplicação dos produtos em laboratório, $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.....	88
Figura 8. Mortalidade corrigida dos produtos aplicados sobre <i>Raoiella indica</i> em laboratório ($\pm$ erro padrão), $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Locais de amostragem onde <i>Raoiella indica</i> estava presente ou ausente* e espécie de plantas hospedeiras em pesquisas realizadas na região centro-sul do Brasil entre novembro de 2015 e outubro de 2018.....	30
Tabela 2. Ácaros Mesostigmata associados com <i>Raoiella indica</i> e espécie de plantas hospedeiras em pesquisas realizadas na região centro-sul do Brasil entre novembro de 2015 e outubro de 2018 no centro-sul do Brasil.....	34
Tabela 3. Ácaros fitófagos (Prostigmata) e de outros hábitos alimentares associados com <i>Raoiella indica</i> e espécie de plantas hospedeiras em pesquisas realizadas na região centro-sul do Brasil entre novembro de 2015 e outubro de 2018 no centro-sul do Brasil.....	36
Tabela 4. Insetos e ácaros associados a <i>Raoiella indica</i> em dois campos experimentais no estado de São Paulo.....	51
Tabela 5. Umidade relativa e quantidade de silica gel, água e número de placas de Petri utilizadas para obtenção das diferentes umidades relativas.....	61
Tabela 6. Níveis de predação e oviposição média diária ($\pm$ erro padrão) de cinco espécies de fitoseídeos alimentados com ovos e ninfas de <i>Raoiella indica</i> ; e oviposição média de fitoseídeos alimentados com pólen de <i>Ricinus communis</i> ($\pm$ erro padrão); $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.....	74
Tabela 7. Duração média em dias ($\pm$ erro padrão) e sobrevivência (%) dos estágios de desenvolvimento de <i>Amblyseius tamatavensis</i> alimentado com <i>Raoiella indica</i> , a $28 \pm 2^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase.....	75
Tabela 8. Parâmetros médios ($\pm$ erro padrão) do ciclo de vida de <i>Amblyseius tamatavensis</i> alimentado com <i>Raoiella indica</i> , a $28 \pm 2^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase.....	75
Tabela 9. Efeito de quatro produtos fitossanitários sobre <i>Amblyseius tamatavensis</i> (At.), <i>Euseius citrifolius</i> (Ic.) e <i>Iphiseiodes zuluagai</i> (Ip.) em laboratório. $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.....	89

1 INTRODUÇÃO GERAL

O ácaro-vermelho-das-palmeiras é uma das pragas mais importantes da cultura do coqueiro e outras espécies de palmeiras, sendo também uma importante praga da bananeira em diferentes partes do mundo (CARRILLO; PEÑA et al., 2012). Apresenta uma alta capacidade de dispersão e ataca diversos hospedeiros (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; CARRILLO et al., 2011a).

Raoiella indica (Hirst, 1924) (Acari: Tenuipalpidae) foi relatado pela primeira vez na Índia (HIRST, 1924) e posteriormente no nordeste e sul da África (PRITCHARD; BAKER, 1958; MOUTIA, 1958) e Oriente Médio (GERSON et al., 1983). Na região neotropical, *R. indica* foi relatado em 2004, em Martinica (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004) e rapidamente se espalhou a várias ilhas do Caribe (KANE; OCHOA, 2005; ETIENNE; FLECHTMANN, 2006), sul da Flórida (FDACS, 2007), México (NAPPO, 2009), Venezuela (VÁSQUEZ et al., 2008), Colômbia (CARRILLO et al., 2011b), e norte do Brasil (NAVIA et al., 2011; RODRIGUES; ANTONY, 2011).

No Brasil, foi inicialmente relatado em Roraima e no Amazonas (NAVIA et al., 2011; RODRIGUES; ANTONY, 2011), tendo sido relatado no estado de São Paulo em 2015 (OLIVEIRA et al., 2016). Posteriormente, *R. indica* foi reportada no Paraná (HATA et al., 2017), Alagoas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe (MELO et al., 2018) estados com alta relevância na produção de coco no Brasil.

Este ácaro tem sido relatado em plantas monocotiledôneas das famílias Arecaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Pandanaceae, Strelitziaceae e Zingiberaceae (COCCO; HOY, 2009; LIMA et al., 2011; CARRILLO et al., 2011a). No entanto, como principais hospedeiros tem sido citados o coqueiro e a bananeira.

Entre os danos causados por altas infestações de *R. indica* a seus hospedeiros, destacam-se o amarelecimento severo das folhas, seguido de necrose dos tecidos (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004; PEÑA et al., 2006; WELBOURN, 2009). Quando as infestações são associadas ao estresse hídrico e nutricional, as plantas são mais seriamente afetadas (NAVIA et al., 2015).

Dentre as medidas de controle utilizadas para *R. indica*, o controle quarentenário no Brasil é feito com base em Instruções Normativas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, principalmente pela utilização de barreiras fitossanitárias e outras medidas que evitem a dispersão dos ácaros para outras áreas ainda não

invadidas. O controle químico é encorajado como medida emergencial em viveiros de mudas. No entanto, em coqueiros cultivados em todo mundo, a maioria das variedades tem porte acima dos 10 metros de altura, o que dificulta seu controle químico (NAVIA et al., 2015). Além disso, a crescente preocupação com os impactos dos inseticidas a organismos não alvo tem levado à busca de métodos alternativos para seu controle. Um destes se refere ao controle biológico, principalmente com o uso de ácaros predadores nativos ou exóticos.

Dentre os agentes de controle biológico de ácaros pragas, os ácaros da família Phytoseiidae têm sido considerados os mais importantes (McMURTRY et al., 2013). Predadores fitoseídeos encontrados em coqueiro no estado de São Paulo foram relatados por Oliveira et al. (2012). Naquela publicação, os únicos fitoseídeos relatados foram *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, espécies que não tem sido citadas como relevantes no controle de *R. indica* (CARRILLO et al., 2011c; GONDIM JR et al., 2012; CRUZ et al., 2015).

Dada a rápida dispersão de *R. indica* no Brasil desde a sua introdução, podemos hipotetizar que esta praga atingirá altos níveis populacionais no estado de São Paulo sendo afetada negativamente pelos níveis de precipitação e baixa temperatura, independente da utilização agentes de controle biológicos.

1.1 Objetivos

- Determinar a distribuição de *R. indica* e identificar os ácaros Mesostigmata associados a essa praga a partir do sudeste do Brasil;
- Determinar os níveis populacionais alcançados por *R. indica* no estado de São Paulo e sua relação com os fatores ambientais;
- Avaliar o efeito da umidade relativa do ar sobre a sobrevivência de *R. indica*;
- Avaliar o potencial biológico dos principais predadores fitoseídeos encontrados associados a *R. indica* em São Paulo;
- Avaliar o efeito de produtos fitossanitários comerciais sobre *R. indica* e três espécies de fitoseídeos.

1.2 Revisão de literatura

A introdução de espécies exóticas é uma das maiores ameaças à perda da biodiversidade. Em tais casos, as espécies invasoras podem causar alterações graves para as

comunidades de plantas e animais, resultando em perdas econômicas elevadas. *Raoiella indica* é um dos exemplos mais recentes de espécie exótica que foi introduzida no Hemisfério Ocidental.

1.2.1 Distribuição Geográfica

O primeiro relato de *R. indica* foi em 1954, na Índia, em *Cocos nucifera* L., posteriormente este ácaro foi encontrado em outros países da Ásia (CHAUDHRI, 1974; CABI, 2015), no nordeste e sul da África (PRITCHARD; BAKER, 1958; MOUTIA, 1958), Oriente Médio (GERSON et al., 1983) e África (SAYED, 1942; MOUTIA, 1958; QUILICI et al., 1997; ZANNOU et al., 2010).

Nas Américas, a primeira ocorrência de *R. indica* ocorreu na ilha de Martinica em 2004 (FLECHTMANN; ETIENE, 2004), espalhando-se posteriormente para demais ilhas caribenhas (KANE; OCHOA, 2005; ETIENE; FLECHTMANN, 2006). Em 2007, este ácaro foi reportado no sul da Flórida (WELBOURN, 2006), Venezuela (VASQUEZ, 2008), México em 2009 e Colômbia em 2010 (CARRILLO et al., 2011).

No Brasil, *R. indica* foi detectado em áreas urbanas de Boa Vista em 2009, espalhando-se posteriormente por todo o estado de Roraima (NAVIA et al., 2011; GONDIM JR et al., 2012;). Em 2011, foi detectado em Manaus, estado do Amazonas, infestando palmeiras ornamentais e coqueiros (RODRIGUES; ANTONY, 2011). Em 2015, foi detectado em Dracena, estado de São Paulo, atacando uma espécie de palmeira ornamental e coqueiros em áreas urbanas (OLIVEIRA et al., 2016). A partir de então novos registros de *R. indica* foram feitos no nordeste (MELO et al., 2018) e sul do Brasil (HATA et al., 2017).

1.2.2 Plantas hospedeiras

Nos continentes africano e asiático a gama de hospedeiros de *R. indica* limitava-se a plantas da família Arecaceae, principalmente o coqueiro (SAYED, 1942; MOUTIA, 1958; KAPUR, 1961). No entanto, desde sua chegada ao Caribe e no sul da Flórida, *R. indica* tem sido relatado em um número cada vez maior de espécies de palmeiras em ampla gama de gêneros, incluindo *Chamaedorea*, *Cocos*, *Phoenix* e *Veitchia* (Arecaceae), além de outras monocotiledôneas de famílias diferentes como Cycadaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Pandanaceae, Strelitziaceae e Zingiberaceae (RODRIGUES et al., 2007; WELBOURN, 2008; COCCO; HOY, 2009; LIMA et al., 2011; CARRILLO et al., 2011a; NAVIA et al., 2015).

1.2.3 Aspectos biológicos

Raoiella indica é um ácaro que passa por cinco estágios de desenvolvimento. Após a fase de ovo, o ácaro passa pelas fases de larva, protoninfa e deutoninfa até chegar a fase adulta. Entre os estágios pós-embrionários de desenvolvimento, os ácaros ficam quiescentes (NAVIA et al., 2015). O ovo tem coloração avermelhada, oblongo e brilhante, com um pedicelo em uma das suas extremidades (KANE et al., 2012; NAVIA et al., 2013). Em todas as fases de desenvolvimento pós-embrionário do ácaro, as extremidades das setas dorsais contêm gotículas que podem ter função defensiva sobre os predadores (KANE et al., 2012).

O tipo de reprodução de *R. indica* pode ser sexuada ou assexuada. Neste caso, a reprodução assexuada é arrenótoca, e ocorre quando ovos não fecundados produzem apenas machos. Seu ciclo de vida é em média de 45 dias com período de oviposição de 2 a 17 dias e fecundidade média de 22 ovos/fêmea (NAVIA et al., 2013; NAVIA et al., 2015).

1.2.4 Injúrias e danos

Os danos diretos causados por *R. indica* a seus hospedeiros estão ligados a seu hábito alimentar, que ao contrário de outras espécies de ácaros, este se alimenta do conteúdo celular presente nas células do mesófilo, inserindo seu estilete através da abertura dos estômatos (OCHOA et al., 2011; BEARD et al., 2012). Em plantas adultas, os danos causados são mais evidentes em folhas mais velhas, que ficam de coloração amarelada e podem se tornar completamente secas reduzindo a fotossíntese e causando o abortamento de flores (SATHIAMMA et al., 1996). As plantas mais jovens são mais susceptíveis ao ataque, podendo levar à morte mudas presentes em viveiros ou no campo (SARKAR; SOMCHOUDHURY, 1988; SATHIAMMA, 1996). O alto índice de necrosamento de folhas basais em coqueiro pode refletir na menor produção de frutos (NAVIA et al., 2015). Além disso, tem sido observado impacto estético em coqueiros em paisagens importantes para indústria de turismo (HOY, 2011; NAVIA et al., 2015).

Raoiella indica se estabeleceu em diversas regiões do Brasil de acordo com as previsões relatadas por Amaro e Moraes (2013). Na região nordeste, que concentra a maior produção de coco do Brasil, *R. indica* foi relatado em diversos estados (MELO et al., 2018). De acordo com Navia et al. (2015), *R. indica* torna-se uma ameaça também para produtores de açaí, banana e flores tropicais.

1.2.5 Medidas de controle

1.2.5.1 Medidas quarentenárias

As medidas quarentenárias estão relacionadas ao impedimento da comercialização de produtos vegetais provenientes de certas regiões onde o ácaro esteja presente, ou estabelecimento de regras específicas para tal, diminuindo a possibilidade de introdução de pragas associadas a estes produtos (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Com a introdução de *R. indica* no Brasil, foi estabelecida a Instrução Normativa Nº 14, de 6 de abril de 2010, que impôs regras para a produção, transporte e comercialização de mudas de plantas que são hospedeiras deste ácaro.

1.2.5.2 Controle químico

O método químico é extremamente útil para o controle emergencial da praga, redução de focos de infestação, e procedimentos quarentenários. Na Índia e Oriente Médio, alguns produtos para o controle de *R. indica* já foram avaliados. Os produtos monocrotophos, phosphamidon, dicofol, dimetoato, quinalphos, ethion, phosalone e endosulfan mostraram resultados satisfatórios (SARKAR; SOMCHOUDHURY, 1988; JALALUDDIN; MOHANASUNDARAM, 1990; JAYARAJ; NATARAJAN; RAMASUBRAMANIAN, 1991).

No Brasil, ensaios laboratoriais visando avaliação de eficiência de alguns acaricidas já foram realizados, dentre esses milbemectina, abamectina e fenpiroximate foram os que apresentaram as menores médias de Concentração Letal (CL50) para a praga (ASSIS et al., 2013). Entretanto, no momento, não há registro de acaricidas para o controle de *R. indica* no Brasil. O acaricida espiromesifeno foi permitido para uso em caráter emergencial no controle de *R. indica* em palmáceas e musáceas de setembro de 2009 a setembro de 2010. Esse registro já venceu e não houve prorrogação. De qualquer modo, as avaliações de eficiência de acaricidas realizadas em laboratório mostraram que esse não seria o produto mais indicado para o controle desse ácaro no país, pois foi um dos acaricidas testados que apresentou menor toxicidade para adultos de *R. indica* (ASSIS et al., 2013)

Em experimentos conduzidos em mudas de bananeira e coqueiro em casa de vegetação em Porto Rico, os acaricidas bilbemectina, etoxazole, bifenazato, acequinocil, dicofol e espiromesifeno resultaram em populações de *R. indica* mais baixas do que o controle durante um período de 21 dias. Na Flórida (EUA), em coqueiros adultos, o enxofre molhável,

etoxazole, abamectina misturado com óleo, e piridabeno foram satisfatórios durante 42 dias de avaliação (RODRIGUES; PEÑA, 2010).

1.2.5.3 Controle biológico

O controle biológico constitui o método ideal para o controle de *R. indica* de médio a longo prazo nas Américas, tendo sido uma das linhas de pesquisa mais estudada para o controle desse ácaro (NAVIA et al., 2015).

Em uma revisão feita por Carrillo et al. (2012) foram relatadas 28 espécies de insetos e ácaros predadores associados com *R. indica* no mundo, além de três espécies de fungos entomopatogênicos infectando *R. indica* em Porto Rico.

Amblyseius largoensis (Muma) (Acari: Phytoseiidae) tem sido o inimigo natural mais frequentemente encontrado em associação com *R. indica* no mundo (NAVIA et al., 2015). Investigações sobre o potencial de inimigos naturais de *R. indica* também foram realizados, particularmente com *A. largoensis* (PEÑA et al. 2009; CARRILLO et al. 2010, CARRILLO et al., 2012; CARRILLO; PEÑA, 2012).

Considerações sobre a eficiência dos agentes de controle biológico desta praga no Brasil foram publicadas por Gondim Jr. et al. (2012) e Cruz et al. (2015). O controle biológico clássico com a busca de inimigos naturais na região de origem desta praga foi citado por Moraes et al. (2012). Estudos realizados por Domingos et al. (2013) indicaram que uma população de *A. largoensis* coletada na ilha de La Reunion teve melhor potencial de predação e oviposição comparadas com uma população coletada no estado de Roraima, no Brasil.

Referências

- AMARO, G.; MORAIS, E. G. F. Potential geographical distribution of the red palm mite in South America. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 60, p. 343–355, 2013.
- ASSIS, C. P. O.; MORAES, E. G. F.; GONDIM JR, M. G. C. Toxicity of acaricides to *Raoiella indica* and their selectivity for its predator, *Amblyseius largoensis* (Acari: Tenuipalpidae: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 60, n. 3, p. 357–365, 2013.
- BEARD, J. J.; OCHOA, R.; BAUCHN, G. R.; WELBOURN, W. C.; POOLY, C. DOWLING, A. P. G. External mouthpart morphology in the Tenuipalpidae (Tetranychoida): *Raoiella* a case study. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, p. 227–255, 2011.

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**, Gainesville, v. 92, n. 2, p. 276–91, 2009.

CABI. **Invasive species compendium. *Raoiella indica***, 2015. Disponível em: <www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=46792&loadmodule=datasheet&page=481&site=144#>. Acesso em: 11 de agosto de 2015.

CHAUDRI, W. M. **Taxonomic studies of the mites belonging to the families Tenuipalpidae, Tetranychidae, Tuckerellidae, Caligonellidae, Stigmaeidae and Phytoseiidae**. Lyallpur: University of Agriculture, 1974. 50p. (PL-480 Project on Mites).

CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCANR. E.; PEÑA, J. E. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3–4, p. 271–289, 2011a.

CARRILLO, D.; FRANK, J. H.; RODRIGUES, J. C.; PEÑA, J. E. A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3–4, p. 3473–60, 2011b.

CARRILLO, D.; NAVIA, D.; FERRAGUT, F.; PEÑA, J. E. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 94, n. 2, p. 370–711, 2011c.

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**, Amsterdam, v. 57, 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**, Amsterdam, v. 52, n. 2, p. 119–129, 2010.

CRUZ, W. P.; KRUG, C.; VASCONCELOS, G. J. N.; MORAES, G. J. Diversity of mites associated with *Raoiella indica* (Acari: Prostigmata) on coconut palms in the central region of the Brazilian Amazonia, with emphasis on the predaceous Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata). **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 20, p. 875–886, 2015.

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**, Oak Park, v. 32, n. 3, p. 331–332, 2006.

FDACS. **Red palm mite infestation identified in palm gardens**. Florida Department of Agriculture and Consumer Services. Disponível em: http://www.doacs.state.fl.us/press/2007/12052007_2.html>. Acesso em: 20 de julho de 2015.

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

GERSON, U.; VENEZIAN, A.; BLUMBERG, D. Phytophagous mites on date palms in Israel. **Fruits**, Bengal v. 38: 133–135, 1983.

GONDIM JR, M. G. C.; CASTRO, T. M. M. G.; MARSARO JR, 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**, London, v. 10, n. 4, p. 527–535, 2012.

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

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

HOY, M. A. **Agricultural Acarology, Introduction to Integrated Mite Management**. USA: CRS Press, 2011.

JALALUDDIN, S. M.; MOHANASUNDARAM, M. Control of the coconut red mite *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae: Acari) in the nursery. **Indian Coconut Journal**, Cochin. v. 21, p. 7–8, 1990.

JAYARAJ, J.; NATARAJAN, K.; RAMASUBRAMANIAN, G. V. Control of *Raoiella indica* Hirst. (Tenuipalpidae: Acari) on coconut with pesticides. **Indian Coconut Journal**, Cochin. v. 22, p. 7–9, 1991.

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 Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57: p. 215–225, 2012.

KANE, E. C.; OCHOA, R.; MATHURIN, G.; ERBE, E. F. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): An island-hopping mite pest in the Caribbean. In: **Entomological Society of America**, Annual Meeting, 2005.

KAPUR A. P. A new species of *Stethorus* Weise S. Keralicus (Coleoptera-Coccinellidae), feeding on arecanut palm mites *Raoiella indica* Hirst in Kerala, southern India. **Entomophaga**, London, v. 6, n. 1, p. 35–38, 1961.

LIMA, M.R., RODRÍGUEZ, H., GONZÁLEZ, A.I.; GONZÁLEZ, M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Cuba. In: MORAES, G. J.; PROCTOR, H. (Ed). **Acarology XIII: Proceedings of the International Congress**. **Zoosymposia**, v. 6, p. 152–159, 2011.

McMURTRY, J. A.; MORAES, G. J.; SOURASSOU, N. F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 18, n. 4, p. 297–320, 2013.

MELO, J.W.S.; NAVIA, D.; MENDES, J.A.; FILGUEIRAS, R.M.C.; TEODORO, A.V.; FERREIRA, J.M.S.; GUZZO, E.C.; DE SOUZA, I.V.; MENDONÇA, R.S.; CALVET, E.C.; PAZ NETO, A.A.; GONDIM JR, M.G.C.; DE MORAIS, E.G.F.; GODOY, M.S.; DOS SANTOS, J.R.; SILVA, R.I.R.; DA SILVA, V.B.; NORTE, R.F.; OLIVA, A.B.; DOS SANTOS, R.B.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**, Oak Park, v.44, p.146–149, 2018.

MORAES, G. J.; CASTRO, T. M. M. G.; KREITER, S.; QUILICI, S.; GONDIM JR, M. G. C.; de SÁ, L. A. N. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hist in Réunion Island (Indian Ocean). **Acarologia**, Paris, v. 52, n. 2, p. 129–134, 2012.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia, Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Holos Editora, Ribeirão Preto, 2008. 288 p.

MOUTIA, L. A. Contribution to the study of some phytophagous acarina and their predators in Mauritius. **Bulletin of entomological Research**, Farnham Royal, v. 49, n. 1, p. 59–75, 1958.

NAPPO – North American Plant Protection Organization. **Phytosanitary alert system: detection of the red palm mite (*Raoiella indica*) in Cancun and Isla Mujeres**. Quintana Roo, México, 2009. Disponível em: <www.pestalert.org/oprDetail.cfm?oprID=406>. Acesso em: 12 de agosto de 2015.

NAVIA, D.; MARSARO JR., A. L.; GONDIM, JR, M.G.C.; MENDONÇA, R.S.; PEREIRA, P.R.V.S. Recent Mite Invasions in South America. In: PEÑA, J. (ed.). **Recent mite invasions in South America**. Boston: CAB International. p. 251–287.

NAVIA, D.; MARSARO JR., A. L.; SILVA, F. R.; GONDIM JR., M. G. C.; MORAES, G. J. First Report of the Red Palm Mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, p. 409–411, 2011.

NAVIA, D.; MORAES, E. G. F.; MENDONÇA, R. S.; GONDIM JR, M. G. C. Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hist. In: VILELA, E.; ZUCCHI, R. A. **Pragas introduzidas no Brasil - Insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015.

OCHOA R.; BEARD J. J.; BAUCHA, G. R.; KANE E. C.; DOWLING A. P. G; ERBE E. F. Herbivore exploits chink in armor of Host. **American Entomologist**, New York v. 57, n. 1, p. 26–29, 2011.

OLIVEIRA, D. C.; MORAES, G. J.; DIAS, C. T. S. Status of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) as a pest of coconut in the state of Sao Paulo, southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 41, p. 315–323, 2012.

OLIVEIRA, D.C.; PRADO, E.P.; DE MORAES, G.J.; DE 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**, Gainesville, v. 99, n.1, p. 123–125, 2016.

PEÑA, J. E., CARRILLO, D., RODRIGUES, J. C. V.; RODA, A. El ácaro rojo de las palmas, *Raoiella indica* (Acarí: Tenuipalpidae), uma plaga potencial para América Latina. In: SÁNCHEZ GÁLVEZ, M. C., SANDOVAL-ISLAS, J. S.; ESTRADA-VENEGAS, E.G.E. (eds) **Primer Simposio Internacional de Acarología em México – Memorias**. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Mexico, pp. 48–57, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/PC/Downloads/RaoiellaMexico-Pe%C3%B1a.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2015.

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, 2006. Disponível em: <http://ufdc.ufl.edu/IR00002847/00001>. Acesso em: 15 de agosto de 2015.

PEÑA, J. E.; RODRIGUES, J. C. V.; RODA, A.; CARRILLO, D.; OSBORN, L. S. Predator-prey dynamics and strategies for control of the red palm mite (*Raoiella indica*) (Acarí: Tenuipalpidae) in areas of invasion in the Neotropics. In: **2nd MEETING OF IOBC/WPRS**. Proceedings... Florence: Work Group Integrated Control of Plant Feeding Mites, 2009.

PEÑA, J.E.; MANNION, C.M.; HOWARD, F.W.; HOY, M.A. *Raoiella indica* (**Prostigmata: Tenuipalpidae**): the red palm mite: a potencial invasive pest of palms and bananas and outhter tropical crops in Florida. University of Florida IFAS Extension: 2006. Disponível em: edis.ifas.ufl.edu/IN681 (acesso em 14 de julho de 2015).

PRITCHARD, A. E.; BAKER, W. **The false spider mite (Acarina: Tenuipalpidae)**. University of California Publications in Entomology, v. 14, p. 175–274, 1958.

QUILICI, S.; KREITER, S.; UEKEMANN, E. A.; VICENOT, D. Predatory mites from various crops on Réunion Island. **International Journal of Acarology**. Oak Park, v. 23, p. 283–91, 1997.

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

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

SARKAR, P. K.; SOMCHOUDHURY, A. K. Evaluation of some pesticides against *Raoiella indica* Hirst on coconut palm in West Bengal. **Pesticides**, Bombay, v. 22, n. 10, p. 21–22, 1988.

SATHIAMMA, B. Observations on the mite fauna associated with the coconut palm in Kerala, India. **Journal of Plantation Crop**, Kerala, v. 24, p. 92–96, 1996.

SAYED, T. Contribution to the knowledge of the Acarina of Egypt: the genus *Raoiella* Hirst (Pseudotetranychinae: Tetranychidae). **Bulletin de la Société Fouad 1er d'Entomologie**, Le Caire, v. 26, p. 81–84, 1942.

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

WELBOURN, C. **Pest Alert:** Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). 2009. Disponível em: < <http://www.freshfromflorida.com/Divisions-Offices/Plant-Industry/Plant-Industry-Publications/Pest-Alerts/Pest-Alerts-Red-Palm-Mite>>. Acesso em 12 de agosto de 2015.

ZANNOU, I. D.; NEGLOH, K.; HANNA, R.; HOUADAKPODE; SABELIS, M. W. 2010. Mite diversity in coconut habitat in west and east Africa, in: XIII Abstract book of the XIII **International Congress of Acarology**, Recife, Brazil 23-27 August 2010. pp 295.

2. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE *Raoiella indica* NO CENTRO-SUL DO BRASIL E ÁCAROS ASSOCIADOS

Resumo

Raoiella indica tem sido considerada uma das pragas mais ameaçadoras de coco, banana e outras plantas ornamentais. Atualmente é relatado em vários estados brasileiros, mas pouco se sabe sobre sua distribuição atual na metade sul do Brasil. O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição de *R. indica* e os ácaros predadores associados no centro-sul do Brasil, discutindo o possível limite sul de sua distribuição no país. Nas amostragens realizadas, *R. indica* foi encontrado no Distrito Federal e em 49 municípios de 9 estados, das quais o mais meridional foi Iporã, estado do Paraná (24°00'26"S 53°41'54"W). A maioria dos pontos pesquisados ao sul de Iporã tem maior altitude do que este município e pontos pesquisados imediatamente ao norte. Assim, pontos ao Sul Iporã parecem ecologicamente inadequadas para *R. indica*, muito provavelmente por causa da baixa temperatura no inverno. Dezoito espécies de ácaros predadores foram encontrados em associação com a *R. indica*, todos os quais pertencentes à ordem Mesostigmata e 14 pertencem a família Phytoseiidae. No entanto, eles não são inimigos naturais específicos de *R. indica*, pois, a maioria foi relatada em coqueiro (e outras plantas) no Brasil e em outros lugares, independentemente da ocorrência de *R. indica*.

Palavras-chave: Ácaro-vermelho-das-palmeiras; Ácaros fitoseídeos; Inimigos naturais; Coqueiro

Abstract

The palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), has been considered one of the most threatening pests of coconut, banana, and other monocotyledonous plants. It has now been reported from several Brazilian states, but little is known about its current distribution in the southern half of Brazil. The objective of this study was to evaluate the distribution of *R. indica* and the associated predatory mites in mid-southern Brazil, discussing the possible southern limit to its distribution in the country. In the sampling, *R. indica* was found in the Federal District and in 49 municipalities of 9 states, of which the southernmost was Iporã, Paraná state (24°00'26"S 53°41'54"W). The majority of the surveyed sites south of Iporã had higher altitude than this municipality and surveyed sites immediately north of it. Thus, sites south of Iporã seem ecologically unsuitable to *R. indica*, most probably because of the low temperature in the winter. Eighteen species of predatory mites were found in association with *R. indica*, all of which belonging to the order Mesostigmata, and 14 of which belong are in the family Phytoseiidae. However, they are not *R. indica*-specific, as most have been reported from coconut (and other plants) in Brazil and elsewhere regardless of the occurrence of *R. indica*.

Keywords: Red palm mite; Phytoseiid mites; Natural enemies; Coconut

2.1 Introdução

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), é considerada uma das pragas mais ameaçadoras de coqueiro, bananeira e outras plantas

floríferas e ornamentais no continente americano e na região do Caribe (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; CARRILLO et al., 2011a; NAVIA et al., 2015). Folhas infestadas geralmente tornam-se amareladas, com a secagem da área atacada quando os níveis populacionais são altos (FLECHTMANN; ETIENNE 2004; PEÑA et al., 2006; WELBOURN, 2009). Plantas são mais seriamente afetadas quando infestações estão associadas a estresse hídrico e balanço nutricional inadequado (NAVIA et al., 2015).

Raoiella indica foi primeiramente relatada do hemisfério ocidental em meados anos 2000 (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004), e espalhou-se desde então para extensas áreas nas regiões tropicais e subtropicais do continente americano e do Caribe (WELBOURN 2006; RODRIGUES et al. 2007; VÁSQUEZ et al, 2008; CARRILLO et al 2011a; KANE et al. 2012). Desde o seu primeiro relato no Brasil em 2009, no estado de Roraima (NAVIA et al., 2011), novos registros foram publicados desde os Estados do Amazonas (RODRIGUES; ANTONY, 2011), São Paulo (OLIVEIRA et al., 2016) Paraná (Hata 2017), Alagoas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, e Sergipe (MELO et al., 2018). O conhecimento sobre a distribuição deste ácaro sul do território brasileiro é ainda limitado (OLIVEIRA et al., 2016; HATA et al. 2017).

O coqueiro, *Cocos nucifera* L. (Arecaceae), é considerado o principal hospedeiro de *R. indica* (CARRILLO et al 2011b; NAVIA et al., 2015; OTERO-COLINA et al., 2016; GÓMEZ-MOYA et al., 2017; POLANCO-ARJONA et al., 2017). O centro-sul do Brasil têm grande expressão para a produção de coco, sendo esta planta comumente encontrada no sul do Brasil e outras partes do país como plantações em quintal ou como ornamental (IBGE, 2017). Por outro lado, a bananeira (*Musa* spp.; Musaceae), também hospedeira de *R. indica* (CARRILLO et al., 2011b), é uma cultura importante no centro-sul do Brasil, especialmente nos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. De fato, danos graves às variedades de banana Prata (grupo AAB) e Cavendish (grupo AAA) foi observado em 2016 em Missão Velha, estado do Ceará, nordeste do Brasil (Rita de Cássia Rodrigues, comunicação pessoal). Níveis elevados de *R. indica* também foram relatados em cultivo de banana no Caribe (COCCO; HOY 2009; KANE et al., 2012; RODRIGUES; IRISH, 2012).

O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição de *R. indica* e dos ácaros predadores associados no centro-sul do Brasil, em coqueiro, banana e algumas outras espécies de plantas em que foi encontrado este ácaro, discutindo o limite sul do possível para sua distribuição no país.

2.2 Material e métodos

O estudo foi iniciado logo após a primeira detecção do ácaro no Brasil ao sul do Rio Amazonas (OLIVEIRA et al., 2016). Plantas sintomáticas de coco (principalmente), bem como plantas ornamentais, data e banana encontraram ao longo das estradas, parques urbanos, e viveiros foram examinados no Distrito Federal e nos Estados do Espírito Santo (ES), Goiás (GO), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Minas Gerais (MG), Paraná (PR), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande Sul (RS), Santa Catarina (SC) e São Paulo (SP). Quando os ácaros assemelhando-se a *R. indica* foram detectados com o uso de lupas de bolso, folhetos ou pedaços de folha foram transferidos para frascos parcialmente preenchido com 70% de etanol e transportadas para o laboratório, onde os ácaros foram coletados e montados no meio do Hoyer. Eles foram logo identificados para espécies, comparando sua morfologia com as informações fornecidas nas descrições originais e redescrições na literatura disponível.

2.3 Resultados

Raoiella indica foi encontrado no Distrito Federal e em 49 municípios dos nove estados visitados no estudo (Tabela 1), do qual foi a mais meridional ao sul de Iporã, Estado do Paraná, 24°00'26"S 53°41'54"W. Não foi encontrado em 26 outros municípios da região Sul (Tabela 1, Fig. 1), ou seja: estado do Paraná: Campo Largo, Candoi, Cascavel, Corbélia, Coronel Vivida, Cruzeiro do Oeste, Curitiba, Guaraniaçú, Guarapuava, Imbaú, Irati, Ivaiporã, Laranjeiras do Sul, Mandaguari, Morretes, Palmeira, Palotina, Paranagá, Ponta Grossa, Pontal do Paraná, Terra Roxa e Toledo; Estado do Rio Grande do Sul: Boa Vista das Missões, Carazinho e Frederico Westphalen; Estado de Santa Catarina: Campo Erê.

Tabela 1 - Locais de amostragem onde *Raoiella indica* estava presente ou ausente* e espécie de plantas hospedeiras em pesquisas realizadas na região centro-sul do Brasil entre novembro de 2015 e outubro de 2018.

Planta hospedeira	Família	Estado	Município
PRESENTE			
<i>Adonidia merrillii</i> (Becc.)	Arecaceae	Espírito Santo	Colatina e Marilândia
<i>Archontophoenix</i> sp.	Arecaceae	Paraná	Umuarama
		São Paulo	Cerquillo
<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Espírito Santo	Colatina, Domingos Martins e Venda Nova do Imigrante
		Goiás	Pirenópolis
		Mato Grosso	Sinop
		Mato Grosso do Sul	Bataguassu, Brasilândia, Santa Rita do Pardo e Três Lagoas
		Paraná	Cafetal do Sul, Cianorte, Iporã, Iguaraçu, Iporã, Jussara, Londrina, Maringá, Tamboara e Umuarama
		Rio de Janeiro	Rio de Janeiro
		São Paulo	Avaí, Castilho, Dracena, Itapura, Jaboticabal, Jafa, Lençóis Paulistas, Marabá Paulista, Marília, Monte Aprazível, Nova Independência, Osvaldo Cruz, Pacaembu, Paulicéia,

			Piracicaba, Piratininga, Santópolis do Aguapeí, Vera Cruz e Ubatuba
<i>Euterpe edulis</i> Martius	Arecaceae	Paraná	Cruzeiro do Oeste
<i>Musa</i> sp.	Musaceae	São Paulo	Jafa e Piracicaba
<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Arecaceae	Distrito Federal	Brasília
		Espírito Santo	Linhares
		Mato Grosso	Sinop
		Rio de Janeiro	Petrópolis e Volta Redonda
		São Paulo	Jaguariúna
<i>Pritchardia hillebrandii</i> (Kuntze) Becc.	Arecaceae	São Paulo	Campinas
<i>Rhapis excelsa</i> (Thunb.) A. Henry	Arecaceae	Espírito Santo	Colatina
<i>Wodyetia bifurcata</i> AK Irvine	Arecaceae	Espírito Santo	Fundão e Nova Venécia
AUSENTE*			
<i>A. merrillii</i>	Arecaceae	Paraná	Palmeira e Ponta Grossa
<i>Archontophoenix</i> sp.	Arecaceae	Rio Grande do Sul	Boa Vista das Missões
<i>Butia eriospatha</i> (Mart. ex Drude)	Arecaceae	Rio Grande do Sul	Carazinho
<i>C. nucifera</i>	Arecaceae	Paraná	Campo Largo, Corbélia, Laranjeiras do Sul, Morretes, Palotina, Paranaguá, Ponta Grossa, Pontal do Paraná, Terra Roxa e Toledo
<i>E. edulis</i>	Arecaceae	Paraná	Cascavel e Irati
<i>Heliconia</i> sp.	Heliconiaceae	Paraná	Campo Largo

		Paraná	Laranjeiras do Sul e Paranaguá
<i>P. roebelenii</i>	Arecaceae	Rio Grande do Sul	Frederico Westphalen
		Santa Catarina	Campo Erê
<i>R. excelsa</i>	Arecaceae	Paraná	Cascavel, Laranjeiras do Sul, Morretes, Paranaguá e Ponta Grossa
<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.)	Arecaceae	Paraná	Cascavel e Guaraniaçu,
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.)	Arecaceae	Paraná	Coronel Vivida, Curitiba, Guarapuava e Ivaiporã

*Locais mais meridional ao sul em que *R. indica* não foi encontrado.

Figura 1 - Novos relatos de *Raoiella indica* do sul do Brasil em meados de 2015 e 2018 e registros anteriores em todo o país. A) mapa brasileiro mostrando os locais onde a presença do ácaro foi avaliada nesta pesquisa e em pesquisas anteriores; B) Ampliação da posição dos locais nos estados do Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC).

Dezoito espécies de ácaros predadores, encontrados em associação com *R. indica*, encontram-se na ordem Mesostigmata (Tabela 2). Quatorze destes foram da família Phytoseiidae, 1 em Blattisociidae e 3 Melicharidae. De longe, o fitoseídeo *Euseius citrifolius* Denmark & Muma foi o mais numeroso (45 amostras; encontrado em 5 Estados), seguido por *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma e (Muma), e o fitoseídeo *Amblyseius largoensis* (Muma) em números semelhantes (17 e 14 amostras no estado 1 e 3, respectivamente).

Tabela 2 - Ácaros Mesostigmata associados com *Raoiella indica* e espécie de plantas hospedeiras em pesquisas realizadas na região centro-sul do Brasil entre novembro de 2015 e outubro de 2018 no centro-sul do Brasil.

Táxon	Número de espécimes	Estado	Planta hospedeira
Phytoseiidae			
<i>Amblyseius acalyphus</i> Denmark & Muma	5	São Paulo	<i>Cocos nucifera</i> L.
<i>Amblyseius aerialis</i> (Muma, 1955)	1	Rio de Janeiro	<i>C. nucifera</i>
<i>Amblyseius chiapensis</i> De Leon	6	Espírito Santo e Paraná	<i>Archontophoenix</i> sp.
<i>Amblyseius compositus</i> Denmark & Muma	2	Paraná	<i>C. nucifera</i>
<i>Amblyseius herbicolus</i> (Chant)	2	Paraná	<i>C. nucifera</i>
<i>Amblyseius largoensis</i> (Muma)	14	Espírito Santo	<i>Adonidia merrillii</i> (Becc.)
<i>Amblyseius tamatavensis</i> Blommers	8	Espírito Santo e São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Amblyseius</i> sp.	1	Espírito Santo	<i>C. nucifera</i>
<i>Euseius alatus</i> De Leon	2	Paraná	<i>Archontophoenix</i> sp.
<i>Euseius citrifolius</i> Denmark & Muma	45	Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo	<i>Archontophoenix</i> sp., <i>C. nucifera</i> , <i>Euterpe edulis</i> Martius, <i>Musa</i> sp., <i>Phoenix roebelenii</i>

			O'Brien e P. <i>hillebrandii</i>
<i>Euseius concordis</i> (Chant)	5	Espírito Santo, Paraná e São Paulo	<i>A. merrillii</i> , <i>C.</i> <i>nucifera</i> e <i>E. edulis</i>
<i>Iphiseiodes zuluagai</i> Denmark & Muma	17	Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Neoseiulus anonymus</i> (Chant & Baker)	1	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Proprioseiopsis ovatus</i> (Garman)	2	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Typhlodromus</i> (<i>Anthoseius</i>)	2	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>transvaalensis</i> (Nesbitt)			
Imaturos	23		
Machos	3		
Blattisociidae			
<i>Blattisocius dentriticus</i> (Berlese, 1918)	5	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
Melicharidae			
<i>Proctolaelaps bickleyi</i> (Bram)	2	Mato Grosso do Sul e São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i> (J. Müller)	1	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Proctolaelaps bulbosus</i> Moraes, Reis & Gondim Jr	4	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
Imaturos	5		
Machos	5		

Dos ácaros fitófagos mais abundantes encontrados nesse estudo foram pertencentes a superfamília Eriophyoidae, seguido *Tenuipalpus coyacus* De Leon, e *Eutetranychus* sp.

(Tabela 3). Neste caso, das últimas espécies relatadas não se conhece danos ocasionados nos hospedeiros os quais foram encontrados.

Tabela 3 - Ácaros fitófagos (Prostigmata) e de outros hábitos alimentares associados com *Raoiella indica* e espécie de plantas hospedeiras em pesquisas realizadas na região centro-sul do Brasil entre novembro de 2015 e outubro de 2018 no centro-sul do Brasil.

Ácaros fitófagos	Número de espécimes	Estado	Planta hospedeira
Eriophyoidae	89	Paraná	<i>C. nucifera</i>
Tenuipalpidae			
<i>Brevipalpus incognitus</i>	7	Rio de Janeiro	<i>P. roebelenii</i>
Ferragut & Navia			
<i>Brevipalpus</i> n. sp.1	2	Paraná	<i>C. nucifera</i>
<i>Brevipalpus</i> n. sp.2	1	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Tenuipalpus coyacus</i> De Leon	25	Paraná e São Paulo	<i>C. nucifera</i>
Imaturos	3		
Tetranychidae			
<i>Oligonychus</i> sp.	1	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Tetranychus</i> spp.	9	Mato Grosso, Paraná e São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Eutetranychus</i> sp1	17	Paraná	<i>Archontophoenix</i> sp.
<i>Eutetranychus</i> sp2	1	Mato Grosso	<i>P. roebelenii</i>
Imaturos	50		
Machos	11		
Predadores (Prostigmata)			
Stigmaeidae			
<i>Agistemus</i> sp.	1	Paraná	<i>C. nucifera</i>
Bdellidae			
<i>Bdella</i> sp	2	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Tetrabdella</i> sp	2	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
Cheyletidae		São Paulo	

<i>Cheletogenes</i> sp	5	São Paulo	<i>C. nucifera</i> e <i>P. hillebrandii</i>
Cunaxidae	1	Paraná	
Outros hábitos alimentares			
Acaridae	35		
<i>Neotropacarus mumai</i> (Cunliffe)	1	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Schrank)	5	Goiás, São Paulo e Rio de Janeiro	<i>C. nucifera</i> e <i>P. roebelenii</i>
Iolinidae			
<i>Pronematus</i> ssp	21	Paraná e São Paulo	<i>C. nucifera</i>
Oribatida	4	Paraná e São Paulo	<i>C. nucifera</i>
Tarsonemidae	3	Paraná	<i>C. nucifera</i>
Tydeidae			
<i>Lorryia</i> sp.	2	São Paulo	<i>C. nucifera</i>
<i>Tydeus</i> sp	6	Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo	<i>C. nucifera</i>
Winterschmidtidae			
<i>Oulenziella bakeri</i> (Hughes)	25	Paraná e São Paulo	<i>C. nucifera</i>

2.4 Discussão

Os resultados deste estudo ampliam a distribuição conhecida de *R. indica* no Brasil para incluir áreas onde o coqueiro não é uma cultura importante. A ausência de *R. indica* em alguns pontos de amostragem pode ter sido devido a inadequação de algumas das plantas examinadas. Entretanto isto não parece ter sido o caso, como na maioria dos lugares, as plantas examinadas eram hospedeiros conhecidos de *R. indica*, com exceção de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) (em Coronel Vivida, Curitiba e Ivaiporã), onde coco não foi encontrado.

Embora a falha em encontrar *R. indica* em algumas áreas de amostragem pode ter sido por acaso, sua ausência em áreas do Sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e parte do Estado do Paraná) poderia refletir a inadequação ecológica desses lugares. Esses resultados se encaixam bem no que foi previsto pelo modelo desenvolvido por Amaro e Moraes (2013), com base em 20 variáveis ambientais. Os autores concluíram que as variáveis que mais influenciaram sua previsão estavam relacionadas com a temperatura. A altitude dos locais onde indica *R. indica* não foi encontrado em toda a região central do estado do Paraná é pelo menos cerca de 500 metros, exceto Morretes, Palotina, Pontal do Paraná e Terra Roxa (333; 374; 11 m e 285 metros, respectivamente). Por outro lado, a altitude dos locais onde ele foi encontrado na parte norte do estado é no máximo 500 metros, exceto Londrina (543 metros), sendo o ponto mais alto e mais frio ao sul do Paraná. Um exame dos registros históricos (<https://pt.climate-data.org/>) mostrou que a temperatura mínima mensal nos lugares em que *R. indica* foi encontrado no norte do Paraná são pelo menos 9° C, exceto Maringá (7,2 °C), enquanto que, em lugares onde não foi encontrado as temperaturas são no máximo 9 °C, exceto Morretes, Palotina, Pontal do Paraná e Terra Roxa (12,3, 9,6, 13,7 e 9,8 °C). No entanto, de acordo com o estudo de Amaro e Moraes (2013), ainda é possível que o ácaro possa ser encontrado mais ao sul, ao longo do litoral do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, áreas não pesquisadas neste trabalho. Também de acordo com esse estudo, é esperado que *R. indica* seja capaz de chegar ao sul da latitude máxima que foi detectada durante o estudo atual (Iporã), no vizinho Paraguai e Argentina, ao longo das terras baixas da bacia do Rio Paraguai.

A maior frequência de *R. indica* em coqueiro neste estudo é certamente devido ao esforço concentrado para procurá-lo em plantas sintomáticas, dada sua preferência conhecida para esta planta hospedeira. A propagação de *R. indica* é facilitada pelo fato de que novas plantações de coqueiro são geralmente estabelecidas com mudas adquiridas comercialmente,

que podem abrigar o ácaro em níveis de baixa população, permitindo seu transporte imperceptível para longas distâncias. A dispersão pode ser facilitada pelo transporte de outras plantas infestadas, principalmente plantas ornamentais. A permanente disponibilidade de plantas hospedeiras e a capacidade aparentemente limitada de inimigos naturais para manter a praga em níveis baixos também explica sua capacidade de dispersar (NAVIA et al., 2013). Deste modo, a ocorrência de *R. indica* ao sul de Iporã, no Brasil, parece possível, em microhabitats protegidos e/ou restritos, especialmente em plantas ornamentais em cultivo protegido (geralmente microhabitats com clima ameno) de produção de banana.

Embora a diversidade de ácaros predadores associados *R. indica* neste estudo não possa ser considerada baixa, não pode-se dizer muito sobre o tipo de relação que estes têm com a presa, como basicamente a maioria dessas espécies encontradas neste trabalho tem sido relatada de coqueiro no Brasil e em outros lugares, independentemente da presença de *R. indica* (LAWSON-BALAGBO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2012). *Amblyseius largoensis* foi o terceiro fitoseídeo mais numeroso em associação com a *R. indica* no presente estudo, muitas vezes este ácaro tem sido relatado em associação com a *R. indica* na região Neotropical, geralmente em áreas costeiras (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; RODRIGUES et al., 2007; RODA et al., 2008; CARRILLO et al., 2010; HASTIE et al., 2010; CARRILLO et al., 2011c; GONDIM JR. et al. 2012; MORAES et al. 2012; FLORES-GALLANO et al., 2017). Este predador tem recebido maior atenção como um possível candidato para uso prático como agente de controle biológico da praga (CARRILLO et al., 2010; CARRILLO et al., 2011c; DOMINGOS et al., 2012; CARRILLO et al., 2012; CARRILLO et al., 2014; MORAIS et al., 2016; MENDES et al., 2018).

Desde o seu primeiro relato no Brasil, *R. indica* até agora foi encontrado em 18 estados do país, em locais que variam de 2°N a 23°S de latitude. Estudos complementares, especialmente no litoral sul do Brasil podem demonstrar que ele pode estar presente.

Referências

- AMARO, G.; MORAIS, E.G.F. Potential geographical distribution of the red palm mite in South America. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 60, p. 342–355, 2013.
- CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCAN, R.; PEÑA, J.E.; Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, p. 271–289, 2011b.

CARRILLO D.; COSS, M.E.; HOY, M.A.; PEÑA, J.E. Variability in response of four populations of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) and *Tetranychus gloveri* (Acari: Tetranychidae) eggs and larvae. **Biological Control**, Valbonne, v. 60, p. 39–45, 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**, Amsterdam, v. 57, p. 347–360, 2011c.

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**, Gainesville, v. 97, p. 256–261, 2014.

CARRILLO, D.; NAVIA, D.; FERRAGUT, F.; PEÑA, J.E.; First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 94, p. 370–711, 2011a.

CARRILLO, D.; PEÑA, J.E.; HOY, M.A.; FRANK, J.W. 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**, Amsterdam, v. 52, p. 119–12, 2010.

CONTINENTE SUM. 2018. **Climate-data.org**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/> (acesso em 30 de outubro de 2018).

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**, Gainesville, v. 92, p. 276–91, 2009.

DOMINGOS, C.A.; OLIVEIRA, L.O.; DE MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; DE MORAES, G.J.; GONDIM JR, 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**, Amsterdam, v. 60, p. 83–93, 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**, Oak Park, 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 & Applied Acarology**, London, v. 9, p. 109–110, 2004.

FLORES-GALANO, G.F.; RODRÍGUEZ-MORELL, H.; HERNÁNDEZ-TURCAS, R.; MIRANDA-CABRERA, I.; MONTOYA-RAMOS, A. Dinámica poblacional de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Guantánamo, Cuba. **Revista de Protección Vegetal**, La Habana, v. 32, n. 1, p. 23–32, 2017.

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

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

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

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

HIRST, S. On some new species of red spiders. **Annals and Magazine of Natural History**, London, v. 9, p. 522–527. 1924.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras no ano civil**. Rio de Janeiro, v. 30, n. 11, p. 1–83. <<https://www.poder360.com.br/wp-content/uploads/2018/01/lspa-nov2017.pdf>>. (last accessed 16 abr. 2018).

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 Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57: p. 215–225, 2012.

LAWSON-BALAGBO, L.M.; GONDIM JR, 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**, Brisbane, v. 98: p. 83–96, 2008.

MELO, J.W.S.; NAVIA, D.; MENDES, J.A.; FILGUEIRAS, R.M.C.; TEODORO, A.V.; FERREIRA, J.M.S.; GUZZO, E.C.; DE SOUZA, I.V.; MENDONÇA, R.S.; CALVET, E.C.; PAZ NETO, A.A.; GONDIM JR, M.G.C.; DE MORAIS, E.G.F.; GODOY, M.S.; DOS SANTOS, J.R.; SILVA, R.I.R.; DA SILVA, V.B.; NORTE, R.F.; OLIVA, A.B.; DOS SANTOS, R.B.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**, Oak Park, v. 44, p. 146–149, 2018.

MENDES, J.A.; LIMA, D.B.; SOUSA NETO, E.P.; GONDIM JR, M.G.C.; MELO, J.W.S. Functional response of *Amblyseius largoensis* to *Raoiella indica* eggs is mediated by previous feeding experience. **Systematic & Applied Acarology**, London, v. 23, n. 10, p. 1907–1914, 2018.

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

MORAIS, E.G.F.; OLIVEIRA, J.S.; GONDIM JR, M.G.C.; DE MORAES, G.J. *Amblyseius largoensis* in controlling red palm mite under semi-field conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 671–675, 2016.

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

NAVIA, D.; MARSARO JR, A.L.; GONDIM JR, M.G.C.; MENDONÇA, R.S.; PEREIRA, P.R.V.S. Recent mite invasions in South America. In Peña J (Ed.). **Potential invasive pests of agricultural crops**. Boston: CAB International, pp. 251–287, 2013.

NAVIA, D.; MORAIS, E.G.F.; MENDOÇA, R.S.; GONDIM JR, M.G.C. Ácaro vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst. In Vilela EF & Zucchi RA (Eds.). **Pragas introduzidas no Brasil: Insetos e ácaros**. Piracicaba, ESALQ/USP, pp. 418–452. 2015.

OLIVEIRA, D.C.; DE MORAES, G.J.; DIAS, C.T.S. Status of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) as a pest of coconut in the state of Sao Paulo, southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 41, p. 315–323, 2012.

OLIVEIRA, D.C.; PRADO, E.P.; DE MORAES, G.J.; DE 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**, Gainesville, v. 99, n. 1, p. 123–125. 2016.

OTERO-COLINA, G.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, R.; MARTÍNEZ-BOLAÑOS, L.; OTERO-PREVOST, L.G.; LÓPEZ-BUENFIL, J.A. Escobedo-Graciamedrano RM. Infestation of *Raoiella indica* Hirst (Trombidiformes: Tenuipalpidae) on Host Plants of High Socio-Economic Importance for Tropical America. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 45, p. 300–309, 2016.

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. 2006. Disponível em: <http://ufdc.ufl.edu/IR00002847/00001> (acesso em 04 de agosto de 2015).

POLANCO-ARJONA, C.A.; OSORIO-OSORIO, R.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, L.U.; MÁRQUEZ-QUIROZ, C.; DE LA CRUZ-LÁZARO, E.; SALINAS-HERNÁNDEZ, R.M.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, V. Colonization, Abundance, and Damage of *Raoiella indica* Hirst on Cultivars of *Musa* spp. at Tabasco, México. **Southwestern Entomologist**, v. 42, p. 363–374, 2017.

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, 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**, Gainesville, v. 94, 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**, Amsterdam, v. 57, p. 309–316, 2012.

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

VÁSQUEZ, C.; QUIRÓS DE, G.M.; APONTE, O.; SANDOVAL, D.M.F. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in South America. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 376, p. 739–740, 2008.

WELBOURN, C. **Pest alert. Red palm mite *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae).** 2006. Disponível em: http://www.freshfromflorida.com/content/download/66454/1601562/Pest_Alert__Raoiella_indica,_Red_palm_mite.pdf. (acesso em 24 outubro de 2018).

WELBOURN, C. 2009. **Pest alert: red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae).** Florida. Disponível em: < <http://www.freshfromflorida.com/Divisions-Offices/Plant-Industry/Plant-Industry-Publications/Pest-Alerts/Pest-Alerts-Red-Palm-Mite>>. (acesso em 12 de agosto de 2018).

3. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Raoiella indica* NO ESTADO DE SÃO PAULO

Resumo

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* foi relatado causando danos em coqueiro nas Américas e na região do Caribe. Desde sua introdução no Brasil pouco se sabe sobre a dinâmica populacional deste ácaro a campo, com excessão da região amazônica. Dada a introdução de *R. indica* no estado de São Paulo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os níveis populacionais de *R. indica* e dos predadores fitoseídeos associados esta praga em coqueiro. O estudo foi iniciado em dois campos experimentais localizados nos municípios de Marília e Piracicaba. Em cada campo, cinco folíolos de cada uma de cinco plantas foram coletados mensalmente. Os ácaros encontrados foram contabilizados e identificados de acordo com a literatura taxonômica disponível. Os dados de temperatura e precipitação mensais foram obtidos com auxílio de um DataLogger® e um pluviômetro instalados em cada campo experimental. Os níveis de *R. indica* variaram entre 0,2 a 2,5 ácaros/cm² (46 a 599 ácaros por folíolo) em Marília e de 0,3 a 1,4 ácaros/cm² (88,2 a 418 ácaros por folíolo) em Piracicaba. A maioria dos ácaros associados a *R. indica* encontrados foram da família Phytoseiidae, destacando-se as espécies *Amblyseius tamatavensis* e *Euseius citrifolius* como os mais abundantes em Piracicaba e Marília, respectivamente. Dos ácaros fitófagos encontrados associados a *R. indica*, espécies de *Brevipalpus* se destacam entre os mais encontrados em ambos campos experimentais. Os resultados desse estudo sugerem que os níveis de *R. indica* são drasticamente afetados com os níveis de precipitação acima de 150 mm mensais durante a estação chuvosa, e que os altos níveis populacionais ocorrem em função das altas temperaturas e baixa precipitação.

Palavras-chave: Ácaro-vermelho-das-palmeiras; Dinâmica populacional; coqueiro

Abstract

The red palm mite, *Raoiella indica* was reported causing damage to coconut in the Americas and Caribbean region. Since its introduction to Brazil little is known about its behavior in fields of this country, except for the Amazon region. Given the introduction of *R. indica* in São Paulo State, the objective of this study was to evaluate population levels of *R. indica* and phytoseiids mites associated with this pest on coconut. The study was conducted in two fields located in Marília and Piracicaba, São Paulo state. In each field, 5 leaflets of each of five sampled plants were monthly collected for two years. The mites found were counted and identified according to the taxonomic literature available. The monthly temperature and rainfall data were obtained with the aid of a Datalogger® and a rain gauge installed in each field. *Raoiella indica* levels ranged from 0.20 to 2.55 mites/cm² (46 to 599 mites per leaflet) in Marília and 0.30 to 1.44 mites/cm² (88.2 to 418 mites per leaflet) in Piracicaba. Most mites associated with *R. indica* were of the family Phytoseiidae. *Amblyseius tamatavensis* Blommers and *Euseius citrifolius* Denmark were the most abundant species in Piracicaba and Marília, respectively. Of phytophagous mites found associated with *R. indica*, *Brevipalpus* species were the most common in both experimental fields. The results of this study suggested that levels of *R. indica* are affected drastically with rainfall levels above 150 mm monthly, and that the high population levels occur as a function of the high temperatures and low rainfall.

Keywords: Red palm mite; Population dynamics; Coconut

3.1 Introdução

Raoiella indica Hirst (Tenuipalpidae) é uma praga de origem asiática e introduzida no Brasil em meados de 2009, sendo inicialmente encontrada no estado de Roraima (NAVIA et al., 2011), e posteriormente constatada no estado do Amazonas (RODRIGUES; ANTONY, 2011), São Paulo (OLIVEIRA et al., 2016), Paraná (HATA et al. 2017), Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Rio Grande do Norte e Sergipe (MELO et al., 2018), Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro (BARROSO et al., 2019, no prelo).

Os danos causados em coqueiro iniciam-se pelo amarelecimento dos folíolos das folhas basais e medianas e posteriormente necrose dos tecidos (NAVIA et al., 2015; NAVIA et al., 2013). Estudos realizados no norte do Brasil apontaram que os índices mais altos de *R. indica* em coqueiro foram aproximadamente de 1,5 e 0,35 ácaros/cm², em meados da estação seca, na qual as altas densidades são beneficiadas pela baixa precipitação e altas temperaturas (GONDIM JR et al., 2012). Estudos realizados por Cruz et al. (2015) em Manaus apontaram baixas densidades de *R. indica* em coqueiro, no entanto, uma grande diversidade de ácaros predadores foi relatada associada a esta praga naquele estudo.

Uma lista com 28 espécies de inimigos naturais (insetos e ácaros) associados a *R. indica* no mundo foi publicada por Carrillo et al. (2012). Naquele trabalho a espécie *Amblyseius largoensis* (Muma) foi relatada como o predador mais frequentemente encontrado. Estudos realizados em campo sobre a possível ação de predadores (PEÑA et al., 2009; RODA et al.; 2012) e dos fatores abióticos (TAYLOR et al., 2012) também foram realizados.

Investigações acerca das densidades de *R. indica* em diversos cenários brasileiros onde o coqueiro tem importância comercial são necessários para conhecer o comportamento da praga a campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os níveis populacionais de *R. indica* e predadores fitoseídeos no estado de São Paulo.

3.2 Materiais e métodos

3.2.1 Procedimentos experimentais

Para este estudo foram selecionados dois plantios comerciais de coqueiro anão reconhecidamente infestados por *R. indica* e não tratados com produtos fitossanitários. Os

plantios localizam-se nos municípios de Marília (22°9'28.98"S 50°1'48.71"W) e Piracicaba (22°48'41.74"S 47°43'28.22"W), ambos no estado de São Paulo. O plantio localizado em Marília continha cerca de 63 plantas com aproximadamente 3 m de altura e 5 anos de idade, mantido em sequeiro com plantas espontâneas mantidas sob controle manual, capinadas mensalmente. O plantio de Marília localizava-se nas proximidades da rodovia, com poucas plantas de exploração agrícola e florestal cultivadas ao redor. O outro plantio continha cerca de 450 plantas com 14 anos de idade e com aproximadamente 6 m de altura, irrigado diariamente por gotejamento com plantas espontâneas mantidas entre os coqueiros. O plantio de Piracicaba localizava-se em uma fazenda, com grande diversidade de pequenos cultivos de olerícolas e frutíferas exploradas pelo proprietário, além disso, a propriedade localizava-se também ao redor de canais de exploração comercial. De acordo com dados históricos registrados em base de dados (climagedata.com) o município de Marília tem temperatura média anual em torno de 19,9 °C, com pluviosidade média anual de 1291 mm. A temperatura máxima anual é de 26,3 °C e a mínima anual de 13,6 °C. Piracicaba tem temperatura média anual de 20,8 °C, com pluviosidade média anual de 1255 mm. A temperatura máxima anual é de 26,7 °C e mínima anual de 14,9 °C.

De cada plantio foram tomadas mensalmente, durante um período de 2 anos, amostras de cinco plantas determinadas ao acaso, que correspondia a cinco folíolos do terço médio das folhas medianas.

Os folíolos de cada amostra foram postos em uma garrafa pet com cerca de 300 mL de etanol 70%. Os folíolos e os ácaros retidos nas garrafas foram processados e triados até um mês após as coletas. No laboratório, o etanol a 70% de cada garrafa foi passado sobre uma peneira (500 mesh). Os folíolos contidos nas garrafas também lavados manualmente com jatos de água destilada direcionados aos ácaros e insetos que ficaram aderidos. Os ácaros retidos na peneira foram retirados com uma solução de etanol 70% e armazenados em tubos para posterior contagem, montagem e identificação. A identificação dos ácaros foi feita mediante literatura taxonômica disponível para cada grupo, dando ênfase a identificação ao nível máximo para ácaros Mesostigmata (Gamasina).

Os dados de temperatura, umidade e precipitação foram obtidos com o uso de um termo-higrômetro (DataLogger®) e um pluviômetro instalados em cada campo.

3.2.2 Análise dos dados

Os dados de flutuação populacional de cada campo foram relacionados com os fatores abióticos (temperatura e precipitação) e bióticos (níveis populacionais de ácaros fitoseídeos) e analisados conforme a normalidade dos pelo teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, os dados foram analisados mediante correlação de Pearson e de Spearman, para os dados coletados nos campos de Piracicaba e Marília, respectivamente.

3.3 Resultados

Em Marília, as densidades de *R. indica* variaram de 2,6 ácaros/cm² (599,2 ácaros por folíolo) em novembro de 2015 a 0,2 ácaros/cm² (46 ácaros por folíolo) em fevereiro de 2017, sendo esses valores a maior e a menor densidade da praga durante os dois anos de estudos (Figura 2). A segunda maior densidade correspondeu à amostragem realizada em maio de 2016 (2,0 ácaros/cm²) e a segunda menor densidade ocorreu em dezembro de 2016 (0,3 ácaros/cm²). Densidades abaixo de 1,0 ácaros/cm² foram observadas durante os meses de dezembro de 2015 a janeiro de 2016, julho outubro de 2016 e dezembro de 2016 a agosto de 2017. Demais níveis de aumento de *R. indica* foram observados com a elevação da temperatura e a concomitante redução do índice de precipitação.

Em Piracicaba, as densidades de *R. indica* variaram entre 1,4 ácaros/cm² (418 ácaros por folíolo) em abril de 2016 a 0,30 ácaros/cm² (88,2 ácaros por folíolo) em fevereiro de 2018 (Figura 3). A segunda maior densidade correspondeu à amostragem realizada em outubro de 2017 (1,4 ácaros/cm²) e a segunda menor densidade correspondeu à amostragem realizada em janeiro de 2016 (0,4 ácaros/cm²). Posteriormente aos níveis de precipitação acima de 150 mm que diminuíram as densidades de *R. indica* a diminuição da temperatura média no inverno nos meses de junho a setembro de 2016 e junho a agosto de 2017 retardaram o crescimento populacional de *R. indica*.

Dos insetos fitófagos encontrados, destaca-se a presença de sugadores da subordem Sternorrhyncha (cochonilhas, mosca-branca e pulgão verde) e insetos da ordem Thysanoptera (tripes). Dos ácaros fitófagos encontrados em associação com *R. indica*, *Brevipalpus* spp. ocorreram com maior frequência, seguidos de eriofídeos e duas espécies de *Tetranychus*.

As espécies de ácaros fitoseídeos encontrados nesse estudo variam de acordo com a área experimental. Em Marília foi encontrado um total de 1810 ácaros. Neste campo, *Euseius citrifolius* Denmark & Muma foi a espécie mais encontrada, seguida de *Iphiseiodes zuluagai*

Dennmark & Muma e *Euseius concordis* (Chant) (Tabela 4). Em Piracicaba o total de fitoseídeos corresponde 1513 ácaros, sendo as espécies mais abundantes *Amblyseius tamatavensis*, *I. zuluagai* e *Proprioseiops ovatus*.

Figura 2 - Níveis de *Raoiella indica* (superior, linha cheia) e níveis de Phytoseiidae (superior, linha pontilhada) em coqueiro anão no município de Marília, SP; barras indicam o Erro

Padrão da Média. Níveis de temperatura (linha) e precipitação (barra) no mesmo município (inferior).

Figura 3 - Níveis de *R. indica* (superior, linha cheia) e níveis de Phytoseiidae (superior, linha pontilhada) em coqueiro anão no município de Piracicaba, SP; barras indicam o Erro Padrão da Média. Níveis de temperatura (linha) e precipitação (barra) no mesmo município (inferior).

Predadores Prostigmata de ocorrência comum em coqueiro também foram encontrados nesse estudo, sobretudo *Bdella* sp. e *Tetrabdella* sp. (Bdellidae).

Outros grupos de ácaros com hábitos alimentares variados também são relatados em associação com *R. indica*. Iolinidae e Tydeidae foram os mais abundantes. Estes ácaros tem alimentação variada podendo se alimentar de ovos de ácaros como, pólen e fungos (HERNANDES et al., 2015). O grupo Astigmatina neste caso podem se alimentar de fungos, restos da muda de ácaros e insetos, como também de excrementos liberados por insetos e ácaros.

Tabela 4 - Insetos e ácaros associados a *Raoiella indica* em dois campos experimentais no estado de São Paulo.

Insetos fitófagos	Campo experimental	
	Marília, SP	Piracicaba, SP
Mosca-branca	177	42
Pulgão	35	14
Cochonilha	69	85
Tripes	12	4
Ácaros fitófagos (Prostigmata)		
Eriophyoidae	72	34
Tenuipalpidae		
<i>Raoiella indica</i> Hirst	30239	29578
<i>Brevipalpus</i> spp.	186	113
<i>Tenuipalpus coyacus</i> De Leon	8	27
Imaturos	70	45
Tetranychidae		
<i>Oligonychus</i> sp.	2	0
<i>Tetranychus</i> sp1.	41	60
<i>Tetranychus</i> sp2	16	29
Imaturos	48	72
Machos	5	14
Ácaros predadores (Mesostigmata)		
Melicharidae		
<i>Proctolaelaps bickleyi</i> (Bram)	4	-
Imaturos	1	-
Phytoseiidae		
<i>Amblyseius chiapensis</i> De Leon	-	21
<i>Amblyseius compositus</i> Denmark & Muma	-	7
<i>Amblyseius tamatavensis</i> Blommers	-	678
<i>Amblyseius neochiapensis</i> Lofego, Moraes & McMurtry	-	2
<i>Euseius alatus</i> De Leon	2	-

<i>Euseius citrifolius</i> Denmark & Muma	786	8
<i>Euseius concordis</i> (Chant)	43	69
<i>Iphiseiodes zuluagai</i> Denmark & Muma	238	272
<i>Neoseiulus</i> sp.	1	-
<i>Proprioseiopsis ovatus</i> (Garman)	-	106
<i>Typhlodromus</i> (<i>Anthoseius</i>) <i>transvaalensis</i> Nesbitt	-	3
<i>Typhlodromips</i> sp		1
Imaturos	319	468
Machos	124	176
Ácaros predadores (Prostigmata)		
Stigmaeidae	2	-
Bdellidae	3	26
Cheyletidae	1	3
Cunaxidae	-	1
Iolinidae	63	105
Tydeidae	95	142
Outros hábitos alimentares		
Tarsonemidae	8	13
Astigmatina	24	64
Oribatida	-	6

Em Marília, correlações significativas foram observadas entre as densidades de *R. indica* e a fitoseídeos ($R= 0,42$; $P= 0,04$). A correlação entre as densidades de *R. indica* e precipitação ($R= 0,08$; $P= 0,71$) e densidades de *R. indica* e a temperatura ($R= -0,38$; $P= 0,03$) não apresentaram significância para ser considerado para uma regressão múltipla. O coeficiente de interceptação obtido para os níveis de fitoseídeos e a precipitação na regressão múltipla para explicar os níveis de *R. indica* foram 10,01 e -0,001, respectivamente. Em Piracicaba, as densidades de *R. indica* foram melhor explicadas quando considerada com os níveis de precipitação, os quais não apresentaram correlação negativa significativa ($R= -0,43$; $P=0,03$). Os dados referentes aos níveis de fitoseídeos apresentaram valores significativos para considerar na equação ($R = 0,37$; $P>0,05$). Valores negativos foram encontradas nas correlações entre os níveis de *R. indica* e a precipitação em Marília ($R = -0,38$, $P= 0,69$). Em Piracicaba, a correlação entre os níveis de *R. indica* e a temperatura não foram significativos ($R= 0,34$; $P= 0,10$).

3.4 Discussão

Considerando os fatores climáticos, os níveis elevados de *R. indica* em Marília e Piracicaba ocorreram quando a precipitação foi inferior a 150 mm e a temperatura média a

partir de 25 °C. O efeito físico da precipitação ocorre principalmente sobre estágios pós-embrionários quando as chuvas são intensas, afetando diretamente os níveis populacionais de *R. indica* independente da temperatura, que por ventura pode favorecer o crescimento das populações do ácaro na estação quente.

Investigações sobre dados biológicos de *R. indica* são essenciais para entender suas densidades em diversos cenários. Vários estudos relataram a dinâmica populacional de *R. indica* e sua relação com os fatores bióticos e abióticos. Sakar e Somchoudhry (1982) em estudos realizados na Índia observaram que as densidades de *R. indica* foi de 0,28 ácaros/folíolo quando a temperatura média foi de 19,37 °C. No sudoeste da Índia, Taylor et al. (2012) relataram que os níveis de *R. indica* encontrados na estação seca foram de 0,15 a 0,4 ácaros/cm², no entanto, essas densidades são baixas quando comparadas às densidades encontradas nos campos deste estudo. Roda et al. (2012) observaram que as densidades de *R. indica* variaram de 0 a 1,0 ácaro/cm² em Porto Rico e 0,5 a 2,0 ácaros/cm² em Trinidad; estas densidades são semelhantes as encontradas em Piracicaba e Marília, repectivamente. Em Cuba, estudos realizados por Lima et al. (2011) constataram que as densidades de *R. indica* em banana atinge uma média máxima de 215 ácaros/10 cm² variando entre 100 e 150 ácaros/10 cm² com queda do nível da população após coincidir com a precipitação relativamente alta. Em contrapartida, estudos realizados em coqueiro por Flores-Galano et al. (2017) observaram que as densidades de *R. indica* encontradas em coqueiro, em Cuba, variaram 3,8 a 123,5 ácaros por folíolo. Além disso, os autores indicam que durante os três anos de amostragem, altas densidades de *R. indica* foram favorecidas pela escasses de chuvas no primeiro e no terceiro ano. Estudos realizados por Gondim Jr et al. (2012) na Região Amazônica do Brasil, as densidades de *R. indica* variaram de 0,0 a 1,5 ácaros/cm² de folíolo do coqueiro, as densidades encontradas neste estudo, para a área experimental de Piracicaba, as densidades não ultrapassam 1,4 ácaros/cm² de folíolo de coqueiro. Em estudos realizados por Cruz et al. (2012) em Manaus e municípios vizinhos, *R. indica* foi encontrada em baixíssimos níveis populacionais quando comparados aos demais trabalhos realizados no Brasil.

Nos estudos realizados em Marília e Piracicaba, foram encontrados 12 espécies de fitoseídeos, no entanto, das espécies encontradas nada se sabe sobre sua relação com a praga. *Amblyseius tamatavensis* e *E. citrifolius* são espécies pouco conhecidas em levantamentos de ácaros associadas a *R. indica*, exceto por estudos realizados por Gondim Jr et al. (2012), em que *E. citrifolius* não foi uma das mais abundantes. Nenhuma das espécies de fitoseídeo encontrada em associação com *R. indica* foi indicada como promissora em estudos anteriores

(CARRILLO et al., 2012; GONDIM JR et al., 2012; MORAES et al., 2012; CRUZ et al., 2015), no entanto, isso não quer dizer que estas espécies não tenham algum potencial sobre a praga. Em estudos sobre dinâmica populacional de *R. indica* realizados mundo, *A. largoensis* é frequentemente citada como uma das mais citadas (RODA et al., 2008; CARRILLO et al., 2010; CARRILLO et al., 2012; MORAES et al., 2012; SILVA et al., 2014; GONDIM JR et al., 2012), exceto pelo estudo realizado por Cruz et al. (2015) e no presente estudo.

O segundo predador mais abundante em ambos os campos experimentais foi *I. zuluagai*. Esta espécie também foi relatada por Gondim Jr et al. (2012) e Cruz et al. (2015) como uma das espécies mais abundantes associadas a *R. indica* na Região Amazônica.

O número de espécies de fitoseídeos encontrados nesse estudo é menor que os relatos de Gondim Jr et al. (2012) (26 espécies) e Cruz et al. (2015) (20 espécies). Neste caso, a composição de fauna de predadores encontrada neste estudo pode ser proporcional às condições ambientais (clima) e fatores bióticos relacionados ao comportamento alimentar dos predadores encontrados.

Com relação aos predadores Prostigmata, poucos foram encontrados. A família Bdellidae foi a mais numerosa deste grupo, o entanto, a possibilidade do uso prático de espécies dentro desta família como agente de controle biológico é muito baixa devido ao alto índice de canibalismo (HERNANDES et al., 2015). Em uma revisão sobre inimigos naturais associados a *R. indica* no mundo, Carrillo et al. (2012) relataram *Bdella distincta* Baker e Ballock alimentando-se de ovos de *A. largoensis*. Peña et al. (2009) relataram *Bdella* sp. e *B. distincta* associados a *R. indica* na Flórida e em Trinidad, respectivamente. No Brasil, estudos conduzidos por Gondim Jr et al. (2012) e Cruz et al. (2015) o número de ácaros da família Bdellidae encontrados foram maiores do que encontrados no presente estudo

Algumas espécies de ácaros fitófagos encontradas nesse estudo são semelhantes às encontradas por Gondim Jr et al. (2012). Estes autores relataram que *Brevipalpus* spp. foi mais abundante, no entanto, estudos conduzidos por Lawson-Balagbo et al. 2008 e Cruz et al (2015) os fitófagos mais presentes nas folhas de coqueiro foram ácaros eriofídeos, relatados em baixos níveis em estudos anteriores conduzidos em coqueiro no estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 2012).. No nordeste do Brasil, *Aceria guerreronis* Keifer (Eriophyidae) tem sido relatado causando danos a frutos de coqueiro (NAVIA et al., 2013).

Em conclusão, os índices de *R. indica* encontrados no estado de São Paulo são semelhantes estudos realizados em Porto Rico (RODA et al., 2012) e Roraima (GONDIM JR et al., 2012) possivelmente pela semelhança das condições climáticas dessas regiões. Os índices de pluviosidade e a temperatura interferiram significativamente nas densidades. No

entanto, é possível que no nordeste do Brasil esses níveis sejam mais elevados devido a pouca influência de chuvas na dinâmica populacional da praga, principalmente nas regiões mais áridas.

Referências

BARROSO, G.; DA ROCHA, C. M.; MOREIRA, G.F.; HATA, F.T.; ROGGIA, S.; VENTURA, M.R.; PASINI, A.; DA SILVA, J.E.P.; HOLTZ, A.M.; DE MORAES, G.J. What is the southern limit of the distribution of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in agricultural lands in Brazil? **Florida Entomologist**, Oak Park (NO PRELO).

CARRILLO, D.; FRANK, J. H.; RODRIGUES, J. C.; PEÑA, J. E. A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3-4, p. 3473–60, 2012.

CONTINENTE SUM. 2018. Climate-data.org. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/> (acesso em: 30 de outubro de 2018).

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**, Gainesville, v. 92, n. 2 p. 276–91, 2009.

CRUZ, W. P.; KRUG, C.; VASCONCELOS, G. J. N.; MORAES, G. J. Diversity of mites associated with *Raoiella indica* (Acari: Prostigmata) on coconut palms in the central region of the Brazilian Amazonia, with emphasis on the predaceous Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata). **Systematic and Applied Acarology**, v. 40, p. 875–886, London, 2015.

FLORES-GALANO, G.F.; RODRÍGUEZ-MORELL, H.; HERNÁNDEZ-TURCAS, R.; MIRANDA-CABRERA, I.; MONTOYA-RAMOS, A. Dinámica poblacional de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Guantánamo, Cuba. **Revista de Protección Vegetal**, La Habana, v. 32, n.1, p: 23–32, 2017.

GONDIM JR, M. G. C.; CASTRO, T. M. M. G.; MARSARO JR, 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**, London, v. 10, n. 4, p. 527–535, 2012.

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

HERNANDES, F.A.; CASTRO, T.M.M.G.; Venancio, R. Prostigmata (Acari: Trombidiformes) as biological control agents. In: CARRILLO, D., MORAES, G. J. & PEÑA, J. E. (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Berlin, Springer., pp. 328, 2015.

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

- LIMA, M.R., RODRÍGUEZ, H., GONZÁLEZ, A.I. & GONZÁLEZ, M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Cuba. In: MORAES, G. J.; PROCTOR, H. (Ed). **Acarology XIII**: Proceedings of the International Congress. *Zoosymposia* v. 6, p. 152–159, 2011.
- MELO, J.W.S.; NAVIA, D.; MENDES, J.A.; FILGUEIRAS, R.M.C.; TEODORO, A.V.; FERREIRA, J.M.S.; GUZZO, E.C.; DE SOUZA, I.V.; MENDONÇA, R.S.; CALVET, E.C.; PAZ NETO, A.A.; GONDIM JR, M.G.C.; DE MORAIS, E.G.F.; GODOY, M.S.; DOS SANTOS, J.R.; SILVA, R.I.R.; DA SILVA, V.B.; NORTE, R.F.; OLIVA, A.B.; DOS SANTOS, R.B.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**, Oak Park, v. 44, p. 146–149, 2018.
- MORAES, G. J.; CASTRO, T. M. M. G.; KREITER, S.; QUILICI, S.; GONDIM JR, M. G. C.; de SÁ, L. A. N. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hist in Réunion Island (Indian Ocean). **Acarologia**, Paris, v. 52, n. 2, p. 129–134, 2012.
- NAVIA, D.; MARSARO JR, A.L.; GONDIM JR, M.G.C.; MENDONÇA, R.S.; PEREIRA, P.R.V.S. Recent mite invasions in South America. In: PEÑA, J. (Ed.). **Potential invasive pests of agricultural crops**. Boston: CAB International, pp. 251–287, 2013.
- NAVIA, D.; MARSARO JR., A. L.; SILVA, F. R.; GONDIM JR., M. G. C.; MORAES, G. J. First Report of the Red Palm Mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, p. 409–411, 2011.
- NAVIA, D.; MORAES, E. G. F.; MENDONÇA, R. S.; GONDIM JR, M. G. C. Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hist. In: VILELA, E.; ZUCCHI, R. A. **Pragas introduzidas no Brasil - Insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015.
- OLIVEIRA, D. C.; MORAES, G. J.; DIAS, C. T. S. Status of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) as a pest of coconut in the state of Sao Paulo, southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 41, p. 315–323, 2012.
- OLIVEIRA, D.C.; PRADO, E.P.; DE MORAES, G.J.; DE 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**, Gainesville, v. 99, n.1, p. 123–125, 2016.
- PEÑA, J. E.; RODRIGUES, J. C. V.; RODA, A.; CARRILLO, D.; OSBORN, 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: **2nd MEETING OF IOBC/WPRS**. Proceedings... Florence: Work Group Integrated Control of Plant Feeding Mites, 2009.
- 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, 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 plants. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, 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**, Gainesville, v. 94, p. 1073–1074, 2011.

SARKAR, P.K.; SOMCHOUDHURY, A.K. Influence of major abiotic factors on the season incidence of *Raoiella indica* and *Tetranychus fijiensis* on coconut. In: ChannaBasavanna, G.P.; Viraktamata, C.A. (Eds) **Progress in acarology**, vol 2. Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi, pp 59–65, 1989.

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**, Amsterdam, v. 57, p. 331–345, 2012.

4. SOBREVIVÊNCIA DE *Raoiella indica* (ACARI: TENUIPALPIDAE) NA AUSÊNCIA DE ALIMENTO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE RELATIVA

Resumo

O ácaro-vermelho-das-palmeiras é uma praga de grande importância por causar danos ao coqueiro e à bananeira. Este ácaro possui uma alta capacidade de dispersão, provavelmente pelo menos em parte devido ao transporte de mudas infestadas destas culturas, para o plantio. É possível, no entanto, que parte desta habilidade de dispersão se deva à tolerância da praga à falta de alimento adequado. O objetivo deste trabalho foi avaliar o tempo de sobrevivência de *Raoiella indica* sem alimentação submetidos a diferentes níveis de umidade relativa. Foram avaliados ovos e estágios pós-embrionários (larva, deutoninfa e adulto) de *R. indica* e *Tetranychus urticae* (controle) com até 24 horas de idade, submetidos a sete umidades relativas (24, 32, 47, 61, 73, 78 e 94%) a 25 °C. Tanto para *R. indica* assim como para *T. urticae* o tempo médio de sobrevivência foi maior na fase adulta com umidade relativa de 78%. Umidades abaixo de 47% diminuíram drasticamente o tempo de sobrevivência para todos os estágios. Não houve diferença significativa para viabilidade de ovos de ambas as espécies em todas as umidades avaliadas. Também não houve diferença significativa entre as espécies em todos os estágios. Ambas as espécies são igualmente afetadas quando as umidades são extremamente baixas.

Palavras-chave: Ácaro-vermelho-das-palmeiras; Dispersão; Tolerância

Abstract

The red palm mite is a pest of great importance for causing damage to coconut and banana. This mite has a high dispersion capacity, probably, at least in part, because of the transport of infested plantlets to establish new coconut fields. However, it is also possible that its high dispersal ability be due to its high capacity to survive in the absence of food. The objective of this study was to evaluate the survival time of *Raoiella indica* power subjected to different levels of relative humidity. Eggs and post-embryonic stages (larvae, deutonymph, and adult) *R. indica* and *Tetranychus urticae* (control) of up to 24 h of age were evaluated, at seven levels of relative humidity (24, 32, 47, 61, 73, 78 and 94%) at 25° C. *Raoiella indica* and *T. urticae* were able to survive longer as adults and at 78% relative humidity. Humidities below 47% decreased drastically the time of survival for all stages. There was no significant differences for the viability of eggs of both species at all evaluated humidities. Also, there was no significant differences between species at all stages. Both species are equally affected at extremely low humidities.

Keywords: Red palm mite; Dispersion; Tolerance

4.1 Introdução

Raoiella indica Hirst (Acari: Tenuipalpidae) é um ácaro com uma alta capacidade de dispersão, sendo atualmente encontrada na maior parte da região neotropical (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; CARRILLO et al., 2011; NAVIA et al., 2015; RODRIGUES;

ANTONY, 2011; OLIVEIRA et al., 2016; HATA et al., 2017; MELO et al., 2018; BARROSO et al., 2019).

A alta capacidade de dispersão de *R. indica* pode ser relacionada a alta capacidade reprodutiva, além da reprodução por partenogênese arrenótoca, no caso de ovos não fertilizados (NAVIA et al., 2013). Além disso, as correntes de vento são instrumentais na disseminação deste ácaro para longas distâncias. Sua rápida dispersão pode estar relacionada com o fato de que novos plantios de coqueiro que geralmente são estabelecidos com mudas infestadas adquiridas comercialmente (NAVIA et al., 2013; NAVIA et al., 2015).

Porém a alta capacidade de dispersão pode estar ligada à sua grande tolerância em sobreviver na ausência de alimento. A combinação de umidade relativa e a falta de alimentos são essenciais para estimar o tempo de sobrevivência de algumas pragas, quando eles podem estar em processo de dispersão e/ou estabelecimento.

O objetivo deste trabalho foi determinar o tempo de sobrevivência e a viabilidade dos estágios de *R. indica* e *Tetranychus urticae* (Koch) (controle) na ausência de alimento sob diferentes umidades relativas.

4.1 Material e métodos

4.1.1 Obtenção dos diferentes estágios dos ácaros

Para obtenção de ovos de *R. indica* com até 24 horas de idade, cada grupo de 500 fêmeas fecundadas foram transferidos para uma unidade de criação semelhante à descrita por McMutry e Scriven (1965) usando recortes retangulares de folhas de *Heliconia* sp. como substrato para alimentação. Para obtenção de ovos de *T. urticae* método semelhante foi utilizado, exceto pelo uso de feijão de porco como um substrato para este ácaro. Cada um dos estágios móveis de *R. indica* e *T. urticae* (larva, deutoninfa e adulto) com até 24 horas de idade foram obtidos separando-se grupos de ovos com cinco a sete dias de idade e grupos de protoninfas e deutoninfas quiescentes. Cada um dos estágios (ovos, protoninfas e deutofinas quiescentes) foram mantidos separadamente sob 25 °C, 75 ± 10% UR e 12 horas de fotofase.

4.1.2 Procedimentos experimentais

No presente estudo foi avaliado o tempo médio de sobrevivência de *R. indica* na ausência de alimentos mantidos em diferentes níveis de umidade relativa. Para comparação, o

mesmo estudo foi conduzido com *T. urticae*, por ser uma espécie de ácaro praga mais estudada do mundo. Foram utilizados ácaros que atingiram recentemente (no máximo 24 horas) cada uma das fases de desenvolvimento (ovo, larva, deutoninfa e adulto). Cada grupo de 30 ácaros foi transferido com auxílio de um pincel de cerdas finas, para cada unidade experimental sem alimento. As unidades experimentais foram confeccionadas por uma placa de Petri (2.7 x 1.5 cm) com tampa selada com tecido poliéster (120 fios) e a superfície externa da borda da tampa coberta com uma camada de vaselina sólida para evitar a fuga dos ácaros. Para cada estágio foram realizadas cinco repetições.

Os diferentes níveis de umidade relativa utilizados foram obtidos com base nas propriedades de evaporação e adsorção de sólidos e líquidos, pela adaptação do método de Langmuir (LANGMUIR, 1917; BRUNAUER et al., 1940; PENMAN, 1948), que consiste no estado de equilíbrio de um sistema fechado com taxas iguais de evaporação e adsorção. Diferentes níveis de umidade relativa foram obtidos usando combinações específicas de água e sílica gel desidratada (4-8 mm) em dessecadores com capacidade de 9L. Placas de Petri com dimensões iguais (6,3 x 1,0 cm) foram utilizadas para colocar água e sílica gel separadamente, como indicado na Tabela 5. As combinações foram estabelecidas empiricamente por tentativa e erro. Um termo-hidrômetro digital (DataLogger®) foi colocado em cada dessecador, juntamente com cada combinação para registrar previamente os níveis de umidade relativa a cada 5 minutos durante 24 horas. Este procedimento foi repetido três vezes, obtendo-se as seguintes umidades: 24, 32, 47, 61, 73, 78 e 94%.

Tabela 5- Umidade relativa e quantidade de sílica gel (g), água e número de placas de Petri utilizados para obtenção das diferentes umidades relativas.

	Umidade relativa (%)						
	24	32	47	61	73	78	94
Quantidade de sílica gel (g)	25	15	10	18	10		
Quantidade de água (mL)				10	10	30	500
Número de placas de Petri				1	1	3	

Cada dessecador foi aberto a cada 24 horas para realização das avaliações e substituição da água e da sílica. Os dessecadores foram colocados em uma câmara climatizada a 25 °C, 75 ± 10% UR e 12 horas de fotofase.

As avaliações foram realizadas diariamente contabilizando o número de indivíduos mortos até a morte do último indivíduo. As observações foram feitas sob microscópio estereoscópico com aumento de 40x. Foi determinado como morto os ácaros que não

expressaram nenhuma reação após serem tocados com um pincel de cerdas finas. A viabilidade de ovos foi observada pela contagem diária de larvas que eclodiram. Ovos não viáveis foram determinados quando apresentaram murchamento excessivo ou não eclosão das larvas até 20 dias após o início do experimento.

4.2.3 Análise de dados

O tempo médio de sobrevivência dos estágios e a viabilidade dos ovos de *R. indica* e *T. urticae* foram submetidos à análise de normalidade de dados (Shapiro-wilk test) e as médias comparadas pelo teste t de Student pareado. Para cada estágio, o tempo médio de sobrevivência foi adaptado um modelo de regressão linear em resposta aos diferentes níveis de umidade. Todas as análises foram feitas com auxílio do software R 3.5.1.

4.3 Resultados

Para todos os estágios avaliados, o tempo médio de sobrevivência de *R. indica* e *T. urticae* foram altamente influenciados pelos níveis de umidade relativa. Os níveis de umidade relativa que mais afetaram negativamente o tempo de sobrevivência de *R. indica* e *T. urticae* foram 24, 32 e 47% (Figura 4).

Não houve diferenças significativas na sobrevivência de *R. indica* e *T. urticae* nos estágios de larva, deutoninfa e adulto ($df = 6$; $p\text{-value} < 0,05$) em todas as umidades relativas estudadas. Para a viabilidade de ovos de *R. indica* e *T. urticae* também não houve diferença significativa ($df = 6$; $p\text{-value} = 0,05$).

A viabilidade dos ovos das duas espécies de ácaros avaliadas nos níveis mais baixos de umidade. O tempo médio de sobrevivência para larva teve um aumento progressivo com aumento da umidade relativa, estabilizando-se também a partir de 61%. A sobrevivência média para deutoninfa e adultos teve estabilização a partir de 47% de umidade relativa.

A **B** **C** **D**

Figura 4 – Viabilidade de ovos (%) e sobrevivência média (dias) de outros estágios de *Raoiella indica* e *Tetranychus urticae* na ausência de alimento sob diferentes níveis de umidade. **A** - Ovos; **B** – Larva; **C** – Deutoninfa; **D** – Adulto. Valores para y1 (*R. indica*; linha fechada); valores para y1 (*R. indica*) linha cheia; valores para y2 (*T. urticae*) linha pontilhada).

4.4 Discussão

Raoiella indica e *T. urticae* possuem mecanismos fisiológicos semelhantes para equilibrar a perda de água corporal. Ambas espécies mostraram mínima diferença entre o tempo de sobrevivência em todos os estágios, assim como a viabilidade dos ovos. Embora em alguns casos, umidades relativas baixa sejam favoráveis para ácaros que são exclusivamente fitófagos (JEPPSON et al., 1975), *R. indica* e *T. urticae* apresentaram sobrevivência média baixíssima, em umidades extremamente baixas, no entanto, como os ácaros estavam sem alimento a perda excessiva de água desencadeou a rápida mortalidade desses ácaros. Para os ácaros tetraniquídeos mantidos em alimentação contínua, quanto menor a umidade relativa maior será o benefício para o ácaro (JEPPSON et al., 1975), pois, como a sua alimentação é bastante diluída a perda de água favorecida por baixas umidades mantém seu alimento concentrado. Quando a alimentação desses ácaros está diluída em meio líquido, estes apresentam mecanismos eficazes para eliminação do excesso de água (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Na prática, as umidades extremamente baixas podem ser prejudiciais, assim como umidades extremamente altas, pois, ocorre a diminuir da taxa de alimentação dos ácaros pela diminuição da perda de água corporal.

A água constitui cerca de 2/3 da massa corporal dos ácaros (YODER, 1998), todavia, o teor de água nesses organismos pode variar em função da espécie, fase de desenvolvimento, da idade, temperatura e umidade relativa do ambiente. Para manter sua integridade fisiológica, o nível de água nos ácaros deve estar dentro dos limites toleráveis (HADLEY, 1994). Assim como ocorre com os insetos a pressão osmótica é responsável pelo controle espiracular e mudanças nos padrões de umidade relativa do ambiente causam danos na respiração, mudanças no gradiente de concentração de íons e na hidratação da cutícula, além da diminuição das taxas metabólicas em função da perda ou o excesso de água.

A sobrevivência na ausência de alimento é comum em espécies com capacidade de limitar a perda de água corporal através da diminuição do seu metabolismo, podendo entrar em quiescência e/ou diapausa (JEPPSON et al., 1975). Esses processos podem ocorrer com espécies de ácaros praga que passam por invernos rigorosos e secos e com escassez de alimento. Ácaros com essas adaptações fisiológicas possuem maiores chances de tolerância a baixas umidades. Boudreaux (1958) sugeriu que fêmeas de tetraniquídeos durante a diapausa consigam sobreviver em baixas umidades e na ausência de alimento. Jeppson et al. (1975) sugeriram que ácaros eriofídeos possuem outros mecanismos de ajustes epidérmicos e corporais para suportar a estivação e hibernação. Espécies de ácaros com abundância de

lipídios também apresentam maior resistência a perda de água (HADLEY, 1994; KOREOS; BROUFAS, 2001) devido às reservas acumuladas.

Umidades abaixo de 47% causaram deformações em 100% dos ovos e larvas de ambas espécies de, talvez pela perda excessiva e rápida de água. Muito embora esse percentual não tenha sido contabilizado, notou-se que fêmeas adultas de *R. indica* e *T. urticae* apresentaram menor mobilidade quando a umidade relativa foi acima de 73%.

O equilíbrio osmótico em *T. urticae* é realizado por uma estrutura cuticular denominada de lóbulo estrial (JEPPSON et al., 1975). Esses autores mencionam que fêmeas de *T. urticae* em diapausa essa estrutura não é encontrada sobre a cutícula, possivelmente para evitar a perda de água durante este processo. Em *R. indica*, as gotículas que geralmente estão presentes no pedicelo do ovo e nas setas dorsais dos estágios móveis não foram observadas na maioria dos ácaros que foram submetidos a umidades de 24, 32, 47%. Embora esta proporção não tenha sido contabilizada, as observações sugerem que nas umidades abaixo de 61% o efeito sobre a perda de água contida na superfície cuticular deste ácaro seja mais evidente. A presença dessas gotículas em *R. indica* são relatadas por Zanoto e Rodrigues (2010) com função de repelência para inimigos naturais. Todavia, essas gotículas também podem ter relação com o equilíbrio osmótico deste ácaro.

Da mesma forma que existem mecanismos eficazes para eliminar o excesso de água no corpo dos ácaros fitófagos, existem mecanismos para regular a perda de água em excesso. Ácaros expostos a considerável perda de água absorvem a umidade relativa do ambiente por meio de glândulas coxais, glândulas salivares, papilas genitais e órgãos de Claparède (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

A viabilidade dos ovos de *R. indica* e *T. urticae* foi extremamente baixa quando a umidade relativa foi de 24, 32 e 47%. Em condições naturais, ovos de algumas espécies de ácaros fitófagos podem suportar baixas umidades através da evapotranspiração foliar gerada pelas plantas hospedeiras, criando um microclima favorável para o desenvolvimento embrionário (HAZAN et al., 1975). As umidades extremamente altas também podem reduzir a viabilidade dos ovos.

Estudos realizados por Das e Das (1986), com espécies de ácaros tetraniquídeos mostraram que ovos de *Oligonychus coffeae* Nietner submetidos a umidade relativa de 17% a 25 °C não foram viáveis. Por outro lado, este mesmo estudo mostrou que umidades relativas entre 90 e 94% proporcionaram viabilidade acima de 90%, pois é possível que nessas condições o desenvolvimento embrionário em ovos de *O. coffeae* seja favorecido por umidades elevadas. Ovos de *T. urticae*, *Panonychus citri* McGregor e *Oligonychus* sp.

apresentaram baixa viabilidade em condições de altas umidades. Neste caso, com os níveis de umidade relativa extremamente altas ocorreu a submersão de partículas de vapor de água que impediram a respiração dos ovos afetando a incubação e o desenvolvimento embrionário (UBARA; OSAKABE, 2015).

As relações entre a ausência de alimento com os diferentes níveis de umidade relativa não foram suficientes para mostrar diferenças no tempo de sobrevivência entre *R. indica* e *T. urticae*, talvez porque ambas espécies tem trajetórias de dispersões conhecidas e similares, com alta capacidade suportar muitos dias sem se alimentar em condições de umidade relativas adequadas. Comparações com outras espécies de tetraniquídeos com baixa ou restrita capacidade de dispersão podem apresentar menor tempo de sobrevivência na ausência de alimento, em diferentes níveis de umidade relativa.

Referências

- BARROSO, G.; DA ROCHA, C. M.; MOREIRA, G.F.; HATA, F.T.; ROGGIA, S.; VENTURA, M.R.; PASINI, A.; DA SILVA, J.E.P.; HOLTZ, A.M.; DE MORAES, G.J. What is the southern limit of the distribution of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in agricultural lands in Brazil? **Florida Entomologist**, Gainesville (NO PRELO).
- BROUFAS, G.; KOVEOS, D.S. Rapid cold hardening in the predatory mite *Euseius (Amblyseius) finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Insect Physiology**, Portici, v. 47, p. 699–708, 2001.
- BOUDREAUX, H.B. The effect of relative humidity on egg-laying, hatching, and survival in various spider mites. **Journal of Insect Physiology**, Portici, v. 2, p. 65–72, 1958.
- BRUNAUER, S.; DEMING, L.S.; DEMING, W.E. Teller E. On a theory of the van der waals adsorption of gases. **Journal of the American Chemical Society**, Washington, v. 62, p. 1723–1732, 1940.
- CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCANR. E.; PEÑA, J. E. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3–4, p. 271–289, 2011.
- 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**, Gainesville, v. 92, n. 2, p. 276–91, 2009.
- DAS, G.M.; DAS, S.C. Effect of temperature and humidity on the development of tea red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Nietner). **Bulletin of Entomological Research**, Brisbane, v. 57, n. 3, p. 433–436, 1967.
- HADLEY, N. F. **Water relations of terrestrial arthropods**. Academic, New York, 1994.

- HATA, F.T.; SILVA, J.E.P.; VENTURA, M.U.; PASINI, A. ROGGIA, S. First report of *Raoiella indica* (Hirst) (Acari: Tenuipalpidae) in southern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 46 p. 356–359. 2017.
- HAZAN, A.; GERSON, U.; TAHORI, A.S. Spider mite webbing II. The effect of webbing on egg hatchability. **Acarologia**, Paris, v. 27, p. 270–273, 1975.
- JEPPSON, L.R., BAKER, E.W.; KEIFER, H.H. **Mites Injurious to Economic Plants**. University of California Press, Berkely, 1975, pp. 614.
- LANGMUIR, I. The constitution and fundamental properties of solids and liquids. II. Liquids. **Journal of the American Chemical Society**, Washington, v. 39, p.1848–1906, 1917.
- LIMA, M.R., RODRÍGUEZ, H., GONZÁLEZ, A.I. & GONZÁLEZ, M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Cuba. In: MORAES, G. J.; PROCTOR, H. (Ed). **Acarology XIII**: Proceedings of the International Congress. *Zoosymposia* v. 6, p. 152–159, 2011.
- McMURTRY, J. A.; SCRIVEN, G. T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, p. 282–284, 1965.
- MELO, J.W.S.; NAVIA, D.; MENDES, J.A.; FILGUEIRAS, R.M.C.; TEODORO, A.V.; FERREIRA, J.M.S.; GUZZO, E.C.; DE SOUZA, I.V.; MENDONÇA, R.S.; CALVET, E.C.; PAZ NETO, A.A.; GONDIM JR, M.G.C.; DE MORAIS, E.G.F.; GODOY, M.S.; DOS SANTOS, J.R.; SILVA, R.I.R.; DA SILVA, V.B.; NORTE, R.F.; OLIVA, A.B.; DOS SANTOS, R.B.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**, Oak Park, v. 44, p. 146–149, 2018.
- NAVIA, D.; MARSARO JR., A. L.; SILVA, F. R.; GONDIM JR., M. G. C.; MORAES, G. J. First Report of the Red Palm Mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, p. 409–411, 2011.
- OLIVEIRA, D.C.; PRADO, E.P.; DE MORAES, G.J.; DE 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**, Gainesville, v. 99, n.,1 p. 123–125, 2016.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceedings of the Royal Society of London**. v. 193, p. 120–145, 1948.
- UBARA, M.; OSAKABE, M. Suspension of Egg Hatching Caused by High Humidity and Submergence in Spider Mites. **Environmental Entomology**, Annapolis, v. 44, n. 4, p. 1210–1219, 2015.
- YODER, J.A. A comparison of the water balance characteristics of *Typhlodromus occidentalis* and *Amblyseius finlandicus* mites (Acari: Phytoseiidae) and evidence for the site of water vapour uptake. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 22, p. 279–286, 1998.

5. POTENCIAL BIÓTICO DE ÁCAROS FITOSEÍDEOS QUANDO ALIMENTADOS COM *Raoiella indica* (ACARI: PHYTOSEIIDAE, TENUIPALPIDAE)

Resumo

Raoiella indica é uma praga que ataca uma ampla gama de plantas monocotiledôneas. Foi relatado no Caribe e no Brasil causando danos em coqueiro e bananeira. Desde sua introdução no hemisfério ocidental a principal forma de controle dessa praga tem sido com uso de produtos químicos. No entanto, ácaros predadores da família Phytoseiidae tem sido utilizado como potenciais agentes de controle dessa praga. O objetivo desse estudo foi avaliar o potencial biótico de diferentes espécies de ácaros fitoseídeos encontrados associados a *R. indica* no estado de São Paulo. Foram avaliadas cinco espécies de fitoseídeos, quatro destas encontradas alimentando-se de *R. indica* e outra espécie de uso comercial. Das espécies avaliadas, *Amblyseius tamatavensis* mostrou o melhor desempenho de predação e oviposição quando alimentados com ovos e ninfas de *R. indica*. *Euseius citrifolius* mostrou desempenho similar a *A. tamatavensis* na predação de ovos de *R. indica*, mas os índices de predação de ninfas foram significativamente menores. *Iphizeiodes zuluagai*, *Neoseiulus californicus* e *Proprioseiops ovatus* mostraram oviposição abaixo do esperado quando comparados com *A. tamatavensis*. Os resultados da tabela de vida de *A. tamatavensis* alimentados com todos os estágios de *R. indica* sugerem esta espécie como candidato a agente de controle biológico desta praga, sendo necessário estudos complementares em condições de campo.

Palavras-chave: Controle biológico; Ácaros fitoseídeos; *Amblyseius tamatavensis*

Abstract

Raoiella indica is a pest that attacks a high range of plants flowering plants. It was reported in the Caribbean and in Brazil causing damage to coconut palm and banana trees. Since your introduction in the Western hemisphere, the main form of control of this pest has been using chemicals. However, predatory mites of the family Phytoseiidae has been States as potential agents for control of this pest. The aim of this study was to assess the biotic potential of different species of mites phytoseiids found associated with *R. indica* in São Paulo State. Five species of mites were tested, four of these found feeding of *R. indica* and other species of commercial use. *Amblyseius tamatavensis* species evaluated showed better performance of predation and oviposition when fed with eggs and nymphs of *R. indica*. *Euseius citrifolius* showed similar performance with *A. tamatavensis* on predation on eggs of *R. indica*, but predation rates of nymphs were significantly lower. *Iphizeiodes zuluagai*, *Neoseiulus californicus* and *Proprioseiops ovatus* showed oviposition underwhelming when compared to *A. tamatavensis*. The results of the life table of *A. tamatavensis* feeding all stages of *R. indica* suggests that this species as a biological control agent of this pest, being necessary complementary studies under field conditions.

Keywords: Biological control; Phytoseiid mites; *Amblyseius tamatavensis*

5.1 Introdução

Diferentes ácaros fitófagos incluindo podem ser naturalmente controlados por ácaros predadores (McMurtry et al., 2015). Os ácaros predadores desempenham neste caso um importante papel, pois, na prática são utilizados não só apenas para controlar ácaros fitófagos, mas também pequenos insetos como tripes e mosca-branca (McMurty et al., 2013).

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* é uma praga de grande importância para coqueiro e bananeira no Brasil. Atualmente encontra-se distribuída em muitos estados no Brasil (MELO et al., 2018; BARROSO et al., 2019), com potencial de causar danos em plantas da família Arecaeae com exploração ascendentes, tais como açaí, dendê e pupunha e outras de importância para o mercado de flores tropicais (NAVIA et al., 2015).

Dos métodos de controle de *R. indica*, a aplicação de produtos químicos tem sido a mais comum. Porém, não há atualmente, no Brasil, produtos registrados para seu controle. O controle biológico tem sido incentivado com a possibilidade de uso de inimigos naturais nativos (controle biológico conservativo ou aumentativo), ou introduzidos a partir de áreas que a praga pode ser encontrada em níveis aceitáveis (Acari: Phytoseiidae) (NAVIA et al., 2013).

Em uma recente revisão Carrillo et al (2011) listaram 28 espécies de inimigos naturais associados a *R. indica* no mundo, incluindo insetos das ordens Coleoptera, Díptera, Neuroptera e Thysanoptera, e ácaros Prostigmata (Bdellidae, Cheyletidae, Cunaxidae e Xenocaligonellidae) e Mesostigmata (Ascidae e Phytoseiidae). Neste mesmo trabalho, os autores sugeriram que as espécies de fitoseídeos *Amblyseius caudatus* Berlese, *Amblyseius channabasavanni* Gupta e *Amblyseius largoensis* (Muma) como importantes inimigos naturais de *R. indica*.

No Brasil, ácaros predadores da família Phytoseiidae, em associação com *R. indica* são pouco conhecidos, exceto pelos trabalhos realizados por Gondim Jr et al. (2012) e Cruz et al. (2015) os quais mencionam algumas outras espécies com potencial biótico ainda não conhecido sobre *R. indica*. Estudos realizados por Oliveira et al. (2012) apontaram *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma como espécies comumente encontradas em coqueiros no estado de São Paulo, porém, essas espécies não são mencionadas como importantes agentes de controle de *R. indica*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar em laboratório, o potencial biológico de cinco espécies de fitoseídeos encontradas no estado de São Paulo sobre *R. indica*.

5.2 Material e métodos

5.2.1 Criação e manutenção dos ácaros

Os ácaros predadores foram coletados coqueiros nos campos experimentais de Maília e Piracicaba, São Paulo. As colônias de cada espécie de ácaro foram estabelecidas com pelo menos 30 ácaros coletados em uma unidade de criação. Quatro dessas espécies foram coletadas em campo, a saber: *Amblyseius tamatavensis* Blommers, *E. citrifolius*, *I. zuluagai*. e *Proprioseiopsis ovatus* (Garman, 1958). Foi utilizada também uma população comercial de *Neoseiulus californicus* (McGregor). As unidades utilizadas para criação dos ácaros predadores foram semelhantes às descritas por McMurtry e Scriven (1965). Para criação da maioria das espécies, as unidades foram confeccionadas com uma placa de piso vinílico tipo Paviflex® sobre uma espuma de polipropileno encharcada com água destilada. Entre a espuma e a borda da placa de acrílico foi colocada uma camada de algodão embebido com água para manter o algodão umedecido e evitar a fuga dos ácaros. Posteriormente, a espuma foi colocada dentro de um recipiente retangular plástico com água. Para criação de *E. citrifolius* as unidades utilizadas foram semelhantes as descritas neste mesmo item, exceto pelo uso de folha de feijão de porco como substrato preferencial para desenvolvimento desta espécie, para complementação da sua dieta através de exudados retirados da planta. Os ácaros foram alimentados com uma mistura de todos os estágios de *R. indica*, uma mistura de todos os estágios de *Thyreophagus cracentiseta* Barbosa, O'Connor & Moraes e pólen de *Typha domingensis* (Pers.) (Typhaceae). *E. citrifolius* foi alimentado apenas com uma mistura de todos os estágios de *R. indica* e pólen de *T. domingensis*. Não foi oferecido Astigmatina para a espécie *E. citrifolius* devido a menor preferência deste ácaro por se alimentar deste grupo.

5.2.2 Predação e oviposição

Cada unidade experimental constou de um disco de folíolo de coqueiro (2,5 cm de diâmetro) com a face abaxial voltada para cima sobre uma camada de caragenina (5g/500 mL de água destilada) colocada dentro de uma placa de acrílico (2,7 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura). A borda superior das unidades experimentais foram vedadas com papel filme (Magipack®) para evitar a fuga dos ácaros.

Trinta ninfas (protoninfas e deutoninfas) de *R. indica* obtidas a partir de coqueiros naturalmente infestados foram confinadas em cada uma de 40 unidades experimentais.

Posteriormente, para cada espécie de predador, uma fêmea adulta foi transferida da sua respectiva colônia de manutenção para cada unidade experimental. Foram contabilizados diariamente o número de presas consumidas e o número de ovos depositados pelo ácaro predador, repondo o número de presas diariamente e retirando os ovos depositados. As observações foram realizadas durante 11 dias, descartando-se o primeiro dia de avaliação para evitar a influência da alimentação anterior dos predadores mantidos nas colônias de manutenção. Para avaliar a predação de ovos de *R. indica* e a oviposição dos predadores foi utilizada a mesma metodologia descrita neste mesmo item, neste caso, uma secção de folíolo de coqueiro com 30 ovos de *R. indica* foi transferida para cada uma das 40 unidades experimentais.

5.2.3 Tabela de vida e de fertilidade

A espécie *A. tamatavensis* foi incluída neste estudo por apresentarmelhores índices de predação e oviposição sobre *R. indica* no ensaio precedente. As unidades experimentais utilizadas foram semelhantes às do item 5.2.2 deste trabalho. Para cada unidade experimental foi transferida uma fêmea do predador da colônia de manutenção para cada uma dessas unidades experimentais. Após oito horas, a fêmea do predador foi removida deixando-se apenas um ovo em cada unidade experimental (n= 62). Os predadores oriundos desses ovos foram observados a cada oito horas até atingirem a fase adulta, para a determinação da duração de cada estágio e da sobrevivência de cada um desses. As fêmeas que atingiram a fase adulta foram confinadas com machos oriundos da mesma colônia. A partir de 24 horas do início do confinamento, foram contabilizados diariamente a oviposição e a longevidade das fêmeas.

Todos os estágios de desenvolvimento foram alimentados continuamente por uma mistura de todos os estágios de *R. indica*, oferecidas em uma secção de folíolo de coqueiro. As presas consumidas em cada unidade foram substituídas uma vez por dia.

5.2.4 Análise dos dados

Os dados de predação e oviposição foram avaliados pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Posteriormente, esses dados foram submetidos ao teste de médias de Kruskal-Wallis. Os parâmetros da tabela de vida foram calculados pelo programa TWOSEX MSChart Chi e Lu (1985), usando o método Bootstrap.

5.3 Resultados

5.3.1 Predação e oviposição

Os níveis de predação e oviposição das espécies de fitoseídeos testadas foram significativos considerando que *A. tamatavensis* teve melhor potencial quando comparada outras espécies, em todos os alimentos oferecidos (Tabela 7). Níveis de predação e oviposição baixíssimos foram obtidos quando foram oferecidas ninfas de *R. indica* para *N. californicus*. Todavia, quando oferecido ovos de *R. indica* ou pólen de *R. communis* os níveis de oviposição para esta espécie são maiores.

Euseius citrifolius teve maior preferência por ovos. Quando foi oferecido apenas ninfas para este predador, os níveis de predação foram significativamente mais baixos.

Tabela 6 – Níveis de predação e oviposição média diária ($\pm$ erro padrão) de cinco espécies de fitoseídeos alimentados com ovos e ninfas de *Raoiella indica*; e oviposição média de fitoseídeos alimentados com pólen de *Ricinus communis* ($\pm$ erro padrão); $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.

	Ovos de <i>Raoiella indica</i>		Ninfas de <i>Raoiella indica</i>		Pólen de <i>R. communis</i>
	Predação	Oviposição	Predação	Oviposição	Oviposição
<i>A. tamatavensis</i>	16,1 $\pm$ 1,8a	1,0 $\pm$ 0,2a	8,0 $\pm$ 1,0a	1,3 $\pm$ 0,2a	1,4 $\pm$ 0,2a
<i>E. citrifolius</i>	14,4 $\pm$ 1,3a	0,8 $\pm$ 0,1a	4,1 $\pm$ 0,4b	0,7 $\pm$ 0,1b	1,0 $\pm$ 0,5a
<i>N. californicus</i>	7,2 $\pm$ 1,1b	0,1 $\pm$ 0,0c	0,8 $\pm$ 0,0c	0,2 $\pm$ 0,0c	1,1 $\pm$ 0,5a
<i>I. zuluagai</i>	7,0 $\pm$ 0,1b	0,5 $\pm$ 0,0b	4,0 $\pm$ 1,0b	0,5 $\pm$ 0,2b	0,7 $\pm$ 0,1b
<i>P. ovatus</i>	5,3 $\pm$ 0,5c	0,5 $\pm$ 0,0b	3,4 $\pm$ 0,2b	0,1 $\pm$ 0,0c	0,7 $\pm$ 0,1b

Para cada predador, as médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem um do outro (Kruskal-Wallis ANOVA; Teste U de Mann-Whitney)

As demais espécies testadas obtiveram melhor desempenho de predação de ovos que por ninfas de *R. indica*. Os maiores níveis de oviposição foram observados quando pólen de *R. communis* foi oferecido como alimento.

5.3.2 Tabela de vida de fertilidade

Amblyseius tamatavensis foi capaz de se desenvolver alimentando-se continuamente de todos os estágios de *R. indica* (Tabela 7), atingindo a fase adulta em aproximadamente

cinco dias com 95% de sobrevivência da fase imatura. Fêmeas adultas acasaladas tiveram oviposição média diária de 1,0 ovo/fêmea/dia com fecundidade de 26,0 ovos por fêmea e longevidade média de 14,1 dias (Tabela 8).

Tabela 7 - Duração média em dias ($\pm$ erro padrão) e sobrevivência (%) dos estágios de desenvolvimento de *Amblyseius tamatavensis* alimentado com *Raoiella indica*, a 28 ± 2 °C, $80 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase.

Estágios	Parâmetros avaliados	
	Duração	Sobrevivência
Ovo	1,4 $\pm$ 0,2	98
Larva	0,9 $\pm$ 0,1	97
Protoninfa	1,0 $\pm$ 0,1	100
Deutoninfa	1,4 $\pm$ 0,2	91
Ovo-adulto	4,6 $\pm$ 0,6	95

Tabela 8 - Parâmetros médios ($\pm$ erro padrão) do ciclo de vida de *Amblyseius tamatavensis* alimentado com *Raoiella indica*, a 28 ± 2 °C, $80 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase.

Parâmetros biológicos	Média
Pré-oviposição	1,2 $\pm$ 0,4
Oviposição	10,8 $\pm$ 1,4
Pós-oviposição	2,3 $\pm$ 0,4
Longevidade (♀)	14,1 $\pm$ 1,4
Fecundidade	26,0 $\pm$ 1,0
Ovos/fêmeas/dia	1,0 $\pm$ 0,1
Razão sexual (% fêmeas)	0,73

Para *A. tamatavensis* a taxa líquida de reprodução (R_0) calculada indica que cada fêmea produz 20,7 fêmeas a cada geração ($T = 12,04$ dias), crescimento populacional diário (λ) de 1,29% para uma produção de 0,25 fêmea/fêmea/dia ($rm = 0,25$).

Observa-se na Figura 5 um aumento rápido da oviposição média diária, que atingiu o valor máximo cerca de seis dias após a emergência das fêmeas adultas, reduzindo progressivamente a partir de então. Pela mesma figura, observa-se que a sobrevivência de

100% dos ácaros até um dia após atingir o valor máximo de oviposição, reduzindo-se de forma uniforme em seguida.

Figura 5 - Fecundidade média e sobrevivência de *Amblyseius tamatavensis* alimentado *R. indica*, a $28 \pm 2^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase.

5.4 Discussão

5.4.1 Predação e oviposição

Os resultados mostraram que *A. tamatavensis* teve melhor desempenho sobre *R. indica*, sendo um possível candidato para controle desta praga. *Amblyseius tamatavensis* apresentou maiores níveis de predação quando oferecido ovos e ninfas de *R. indica* quando comparada as demais espécies encontradas naturalmente associadas a praga nesse estudo, e também com a espécie *Neoseiulus californicus*, comercializada no Brasil para controle de Tetraniquídeos.

Levantamentos realizados em hospedeiros de *R. indica* em Roraima apontaram *A. tamatavensis* como a segunda espécie mais abundante associada a praga (GONDIM JR et al., 2012). Estudos conduzidos por Cruz et al. (2015) no estado do Amazonas, *A. tamatavensis* não foi relatado associado a *R. indica*, porém, esses autores relatam que as espécies *Amblyseius aerialis* (Muma) e *Euseius alatus* De Leon são encontradas em abundância. Em coqueiro, *A. tamatavensis* também foi relatada em levantamentos realizados por Lawson-

Balagbo et al. (2008) quando *R. indica* ainda não estava presente. Demite et al. (2018) lista uma ampla distribuição deste ácaro em ambientes naturais e agrícola na tropical e subtropical.

Em estudos realizados por Cavalcante et al. (2015) apontam *A. tamatavensis* como uma das espécies com melhor desempenho sobre ovos de *Bemisia tabaci*, com níveis médios predação e oviposição cerca de 8,0 e 1,4, respectivamente. Em estudos realizados por Cavalcante et al. (2016) o mesmo predador foi capaz reduzir cerca de 80% as densidades de *B. tabaci* em plantas de pimentão em condições de semi-campo.

Níveis de predação de ovos e ninfas de *R. indica* foram próximos aos relatados por Carrillo e Peña (2011) para *A. largoensis*. Estudo realizados por Domingos et al (2013) utilizando duas populações de *A. largoensis* (uma coletada em no estado de Roraima, Brasil e outra coletada na ilha de La Reunion), mostrou o potencial de predação média diária de 6,2 e 9,5 ninfas/fêmea/dia e oviposição de 1,4 e 1,7 respectivamente. Quando alimentado com *R. indica* e pólen de carvalho, *Quercus virginiana* Mill. Carrillo et al. (2010) relataram oviposição média diária de 1,6 e 0,5 ovos/fêmea/dia para este predador, respectivamente. Os ensaios apresentados por esses autores indicaram uma alta capacidade de *A. largoensis* em controlar *R. indica* em condições de laboratório.

Ensaio realizados sobre o potencial de oviposição de *Amblyseius aerialis* e *Amblyseius chiapensis* alimentados com fêmeas de *R. indica* foram realizados por Amaral et al. (2018). Os mesmos autores indicam que a oviposição média diária foi 0,31 e 0,75 para *A. chiapensis* e *A. aerialis*, respectivamente, sendo considerada baixa, quando comparada as médias diárias obtidas com *A. tamatavensis* no presente estudo.

Euseius citrifolius também mostrou desempenho razoável para predação de ovos de *R. indica* quando comparado aos demais predadores estudados. No entanto, sua capacidade de predação de ninfas de *R. indica* foi baixa. Além disso, um dos fatores que podem limitar a capacidade de predação de ninfas de *R. indica* seria a produção de compostos repelentes presentes nas gotículas localizada nas extremidades das setas dorsais (ZANOTO; RODRIGUES, 2010). Fatores físicos ligados a agregação de partículas sólidas nas gotículas das setas de *R. indica* podem também limitar a capacidade de predação e até a preferência de alguns predadores sobre ninfas e adultos da praga. Em estudos realizados por Bellini et al. (2010) sobre o ciclo de vida de *P. ovatus* com diferentes fontes de alimento mostrou uma oviposição similar aos resultados encontrados nesse estudo quando este predador foi alimentado com *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), *T. urticae* e pólen de *Typha angustifolia* (0,2, 0,4 e 0,6 ovo/fêmea/dia, respectivamente).

Testes preliminares foram conduzidos por Peña et al. (2012) com espécies comercialmente produzidas na Europa e em alguns países da América Latina. Das espécies testadas, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot apresentou melhor desempenho, com níveis de predação 7,06 ovos e 3,25 ninfas. Nesse mesmo estudo, as demais espécies incluindo *N. californicus*, os resultados sobre o potencial desta espécie não foram conclusivos.

5.4.2 Tabela de vida de fertilidade

Os parâmetros da tabela de vida de *A. tamatavensis*, nas condições estudadas, sugerem que este ácaro desempenhe bom potencial biótico na presença de *R. indica*. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Domingos et al. (2013) com duas populações de *A. largoensis* alimentando-se da mesma presa. Além disso, a razão sexual de *A. tamatavensis* foi semelhante ao que tem sido relatado para outros fitoseídeos (SABELIS, 1985). Estudos conduzidos por Cavalcante et al. (2016) oferecendo ovos de *B. tabaci* para uma população de *A. tamatavensis* mostraram uma razão sexual um pouco maior do que a obtida nesse estudo.

Em estudos relatados por Cavalcante et al. (2016), larvas de *A. tamatavensis* não se alimentaram de ovos de *Bemisia tabaci* (Gennadius). No presente estudo, oferecendo-se *R. indica*, também foi observado que as larvas de *A. tamatavensis* não se alimentaram de nenhum dos estágios da praga.

O período de desenvolvimento total da fase imatura foi semelhante ao obtido por Cavalcante et al. (2016) para *A. tamatavensis*, porém, os resultados obtidos por Domingos et al. (2013) com duas populações de *A. largoensis* foi um pouco maior (4,7 e 5,9 dias, respectivamente). Em Carrillo et al. (2010) o desenvolvimento do imaturo de *A. largoensis* também foi maior para uma população coletada na Flórida. O período de desenvolvimento (ovo-adulto) de *A. largoensis* obtidos por Galvão et al. (2007) foi semelhante aos obtidos nesse estudo (4,2 e 4,0 dias) quando alimentados com *Aceria guerreronis* Keifer, pólen e mel ou somente *A. guerreronis*, respectivamente.

A taxa de oviposição para *A. tamatavensis* nesse estudo coincidem com os resultados obtidos nos testes de predação e oviposição quando oferecidos apenas ovos ou apenas ninfas de *R. indica* (1,0 e 1,3 ovos/fêmea/dia, respectivamente). Resultados similares foram constatados por Cavalcante et al. (2016) para *A. tamatavensis*. Em ensaios conduzidos com duas populações de *A. largoensis* a oviposição diária para a população de Roraima foi semelhante aos achados nesse estudo (1,4 ovos/fêmea/dia). No entanto, naquele mesmo estudo a população de La Reunion obteve maior oviposição diária (1,7 ovos/fêmea/dia). Em

estudos conduzidos por Carrillo et al. (2010) *A. largoensis* apresentou oviposição diária maior que a população de *A. tamatavensis* avaliada neste estudo (1,63 ovos/fêmea/dia).

A taxa intrínseca de reprodução obtida com a população de *A. tamatavensis* nesse estudo foi semelhante aos resultados encontrados por Cavalcante et al. (2016) para *A. tamatavensis* e Domingos et al. (2013) para *A. largoensis* de Roraima e La Reunion (0,21; 0,19 e 0,20 fêmea/fêmea/dia, respectivamente). Nos estudos conduzidos por Carrillo et al. (2010) com *A. largoensis* alimentados com *R. indica*, *Tetranychus gloveri* e pólen essas taxas foram significativamente menores do que os achados nesses estudos (0,13, 0,10 e 0,05 fêmea/fêmea/dia, respectivamente). Os valores determinados nesse estudo estão de acordo com os relatados por Sabelis et al. (1985) para algumas espécies de fitoseídeos alimentados com ácaros da família Tetranychidae (0,16-0,37 fêmea/fêmea/dia).

De acordo com a classificação do estilo de vida de ácaros fitoseídeos (McMurtry et al., 2013), *A. tamatavensis* e *A. largoensis* são espécies que se enquadram na categoria tipo III, ou seja, são predadores generalistas que se alimentam de uma ampla variedade de presas, incluindo ácaros Astigmatina, Prostigmata e pequenos insetos. Estudos conduzidos por Massaro et al. (2016) sugerem a possibilidade de uso da combinação de algumas presas que foram oferecidas em seus estudos para *A. tamatavensis* visando a criação massal deste ácaro para o controle biológico aumentativo. Poucos estudos falam a respeito do potencial biótico de *A. largoensis* utilizando alimentado com presas alternativas. Todavia, a utilização do uso prático desses predadores pode variar por questões de logística com relação a distribuição de cada espécie, pois, a maioria dos estudos sobre ácaros fitoseídeos em coqueiro apontam *A. largoensis* como predador em maior abundância, quando somente poucos estudos que foram realizados no Brasil apontaram *A. tamatavensis* associado a *R. indica* em coqueiro. Estudos complementares sobre a possibilidade de uso de *A. tamatavensis* por meio de liberações inundativas em campo precisam ser conduzidos para saber seu real potencial sobre as densidades de *R. indica*.

Referências

AMARAL, F.S.R.; LOFEGO, A.C.; CAVALCANTE, A.C.C. Oviposition rates of *Amblyseius aerialis* (Muma) and *Amblyseius chiapensis* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) under seven foods: different patterns for the same genus. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 23, n. 5, p. 795–798, 2018.

BARROSO, G.; DA ROCHA, C. M.; MOREIRA, G.F.; HATA, F.T.; ROGGIA, S.; VENTURA, M.R.; PASINI, A.; DA SILVA, J.E.P.; HOLTZ, A.M.; DE MORAES, G.J. What

is the southern limit of the distribution of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in agricultural lands in Brazil? **Florida Entomologist**, Gainesville (NO PRELO).

BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BAUCHAN, G.R.; WELBOURN, W.C.; POOLEY, C.; DOWNLING, A.P.G. External mouthpart morphology in the Teunipalpidae (Tetranychoidae): *Raoiella* a case study. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3–4, p. 227–255, 2012.

BELLINI, M.R.; DE ARAÚJO, F.V.; SILVA, E.S.; DE MORAES, G.J.; BERTI FILHO, E. Ciclo de vida de *Proprioseiopsis cannaensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) com diferentes tipos de alimentos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 360–364, 2010.

CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCANR. E.; PEÑA, J. E. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3–4, p. 271–289, 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**, Amsterdam, v.57, 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**, Amsterdam, v. 52, p. 119–129, 2010.

CAVALCANTE, A.C.C.; DOS SANTOS, V.L.; ROSSI, L.C.; DE MORAES, G.J. Potential of Five Brazilian Populations of Phytoseiidae (Acari) for the Biological Control of *Bemisia tabaci* (Insecta: Hemiptera). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 108, p. 29–33, 2015.

CAVALCANTE, A.C.C.; MANTRO, M.E.A.; PAES, E.R.; DE MORAES, G.J. *Amblyseius tamatavensis* Blommers (Acari: Phytoseiidae) a candidate for biological control of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 43, p. 10–15, 2017.

CHI, H.; LIU, H. (1985). Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute of Zoology**, Academia Sinica, v. 24, n. 2, p. 225–240, 1985.

CRUZ, W. P.; KRUG, C.; VASCONCELOS, G. J. N.; MORAES, G. J. Diversity of mites associated with *Raoiella indica* (Acari: Prostigmata) on coconut palms in the central region of the Brazilian Amazonia, with emphasis on the predaceous Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata). **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 20, p. 875–886, 2015.

DEMITE, P.R., MORAES, G.J. DE, MCMURTRY, J.A., DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C. (2018) **Phytoseiidae Database**. Disponível em: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae (acesso em 02/01/2019).

DOMINGOS, C.A.; OLIVEIRA, L.O.; DE MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; DE MORAES, G.J.; GONDIM JR, 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**, Amsterdam, v. 60, p. 83–93, 2013.

GONDIM JR, M. G. C.; CASTRO, T. M. M. G.; MARSARO JR, 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**, London, v. 10, n. 4, p. 527–535, 2012.

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

LAWSON-BALAGBO, L.M, GONDIM JR, M.G.C, MORAES, G.J. DE, 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**, Brisbane, v. 98, p. 83–96, 2008.

LIMA, M.R., RODRÍGUEZ, H., GONZÁLEZ, A.I. & GONZÁLEZ, M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Cuba. In: MORAES, G. J.; PROCTOR, H. (Ed). **Acarology XIII: Proceedings of the International Congress. Zoosymposia** v. 6, p. 152–159, 2011.

MASSARO, M.; MARTIN, J.P.I.; DE MORAES, G.J. Factitious food for mass production of predaceous phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) commonly found in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 70, n. 4, p. 411–420, 2016.

MCMURTRY, J.A.; MORAES, G.J.; SOURASSOU, N.F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 18; p. 297–32, 2013.

MCMURTRY, J. A.; SOURASSOU, N. F.; DEMITE, P. R. The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as Biological Control Agents. In: CARRILLO, D.; DE MORAES, G. J.; PEÑA, J.E. **Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms**. Springer, pp. 113–149, 2015.

McMURTRY, J. A.; SCRIVEN, G. T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, p. 282–284, 1965.

MELO, J.W.S.; NAVIA, D.; MENDES, J.A.; FILGUEIRAS, R.M.C.; TEODORO, A.V.; FERREIRA, J.M.S.; GUZZO, E.C.; DE SOUZA, I.V.; MENDONÇA, R.S.; CALVET, E.C.; PAZ NETO, A.A.; GONDIM JR, M.G.C.; DE MORAIS, E.G.F.; GODOY, M.S.; DOS SANTOS, J.R.; SILVA, R.I.R.; DA SILVA, V.B.; NORTE, R.F.; OLIVA, A.B.; DOS SANTOS, R.B.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**, Oak Park, v. 44, p. 146–149, 2018.

NAVIA, D.; MARSARO JR., A. L.; SILVA, F. R.; GONDIM JR., M. G. C.; MORAES, G. J. First Report of the Red Palm Mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, p. 409–411, 2011.

NAVIA, D.; MORAES, E. G. F.; MENDONÇA, R. S.; GONDIM JR, M. G. C. Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hist. In: VILELA, E.; ZUCCHI, R. A. **Pragas introduzidas no Brasil - Insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015

OLIVEIRA, D. C.; MORAES, G. J.; DIAS, C. T. S. Status of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) as a pest of coconut in the state of Sao Paulo, southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 41, p. 315–323, 2012.

OLIVEIRA, D.C.; PRADO, E.P.; DE MORAES, G.J.; DE 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**, Gainesville, v. 99, n.1, p. 123–125, 2016.

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. Integrated Control of Plant-Feeding Mites In: **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 50, p. 69–79, 2009.

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

ZANOTTO, S.P.; RODRIGUES, J.C.V. Chemical composition of flat mite glandular exudates. In: **Abstract book of the 58th Annual Meeting of the Entomological Society of America**, San Diego, California, U.S.A., p. 12–15, 2010, 56 pp.

6. EFEITO DE PRODUTOS QUÍMICOS SOBRE *Raoiella indica* E FITOSEÍDEOS ASSOCIADOS (ACARI: TENUIPALPIDAE, PHYTOSEIIDAE)

Resumo

Raoiella indica é relatado no Brasil causando danos principalmente em coqueiro. O ataque desta praga nas plantas hospedeiras causa o amarelecimento nas folhas basais e medianas seguido pela seca generalizadas. Para manejo dessa praga tem sido explorados agentes de controle biológico em estudos realizados em laboratório, pois até o momento, não existem produtos químicos para uso emergencial ou de uso convencional disponível no mercado brasileiro. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de quatro produtos fitossanitários sobre *R. indica* e sobre três espécies de fitoseídeos associados a esta praga no estado de São Paulo. O estudo foi conduzido em laboratório utilizando os seguintes produtos (para cada litro de água): 2 mL de fenpiroximato, 50 g de uma formulação comercial de *Beauveria bassiana*, 50 mL de uma formulação comercial de *Cordyceps fumosorosea*, 50 mL de óleo vegetal de algodão e água destilada (controle). Todos os produtos foram testados diretamente sobre fêmeas adultas de *R. indica*. Também foi avaliado o efeito residual na mortalidade e reprodução de *Amblyseius tamatavensis* Blommers, *Euseius citrifolius* Denemark & Muma e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma. Fenpiroximato apresentou maior efeito deletério na sobrevivência de *R. indica*. Todos os produtos apresentaram mortalidade média corrigida acima de 80% sobre *R. indica*. Dos produtos utilizados sobre os predadores, fenpiroximato foi o mais nocivo, sobretudo para *I. zuluagai*.

Palavras-chave: Toxicidade; Eficiência; Ácaros predadores

Abstract

Raoiella indica is reported in Brazil causing damage mainly in the coconut tree. The attack of this pest in general cause the yellowing in the basal leaves and medians followed by widespread drought. For management of this pest has not been explored with the use of biological control agents in laboratory studies, because so far, there is no chemicals for emergency use or conventional usage available in the Brazilian market. The objective of this study was to evaluate the effect of four pesticides on *R. indica* and three species of phytoseiids associated with this pest in the State of São Paulo in Brazil. The study was conducted in the laboratory using the following products (for each liter of water): 2 mL of fenpiroximate, 50 g of a commercial formulation of *B. bassiana*, 50 mL of a commercial formulation of *C. fumosorosea*, 50 mL of cotton vegetable oil and distilled water (control). All products have been tested directly on adult females of *R. indica*. It was also rated the residual effect on mortality and reproduction of *A. tamatavensis*, *E. citrifolius*, and *I. zuluagai*. The fenpiroximate was a more deleterious effect on survival of *R. indica*. All products submitted corrected average mortality above 80% of *R. indica*. The products used on the predators, fenpiroximate was the most harmful, especially in *I. zuluagai*.

Keywords: Toxicity; Efficiency; Predatory mites

6.1 Introdução

Raoiella indica foi descrito na Índia por Hist (1924). Posteriormente foi relatado atacando poucas plantas da família Arecaceae no oriente médio, Sul da África e diversas localidades da Ásia. Em 2004 foi reportado pela primeira vez hemisferio ocidental na ilha de Martinica (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004), as nas demais regiões tropicais e subtropicais (KANE et al., 2005; ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; FDACS, 2007; NAPPO, 2009; VÁSQUEZ et al., 2008; CARRILLO et al., 2011). No Brasil foi reportado pela primeira vez em meados de 2009 (NAVIA et al., 2011).

O coqueiro é o principal hospedeiro de *R. indica* nas Américas. Em Trinidad e Tobago foi relatado queda de cerca de 70% na produção de coco devido a danos causados por *R. indica* (Informação não publicada de Philippe Agostine, Presidente da Associação de Produtores de Trinidad e Tobago relatado por RODA et al., 2012) Os danos causados em coqueiro iniciam-se nos folíolos basais e medianos com pequenos pontos cloróticos no decorrer da nervura principal. Posteriormente, esses pontos se tornam necroses que vão se espalhando causando seca prematura e generalizada das folhas basais (NAVIA et al., 2015).

No Brasil, até o momento não há produtos registrados para o controle de *R. indica*. Exceto pelo estudos realizados por Assis et al. (2012), os efeitos e eficácia de produtos fitossanitários sobre *R. indica* e os inimigos naturais associados a essa praga ainda são pouco conhecidos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de quatro produtos fitossanitários (sintéticos e biológicos) de diferentes grupos sobre *R. indica* três espécies de predadores fitoseídeos, em laboratório.

6.2 Material e métodos

6.2.1 Criação e manutenção dos predadores

Para a realização destes ensaios, os predadores mais abundantes encontrados em associação com *R. indica* nos campos experimentais de Marília e Piracicaba (*Amblyseius tamatavensis* Blommers, *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma) foram mantidos em colônias de criação e manutenção semelhantes as descritas por McMurtry e Scriven (1965). Os predadores foram alimentados com uma mistura

de todos os estágios de *R. indica*, *Thyreophagus cracentiseta* Barbosa, O'Connor & Moraes (exceto para *E. citrifolius*) e pólen de *Typha domingensis* (Pers.).

6.2.2 Efeito de produtos sobre *Raoiella indica*

Quatro produtos foram escolhidos com base na plataforma Agrofit (www.agrofit.com.br), seguindo indicações de produtos registrados para controle de outros ácaros pragas em coqueiro e por recomendações dos resultados obtidos em trabalhos realizados em Omã para controle dos níveis populacionais de *R. indica* em campo (Carlos Alberto Perez, informação pessoal). Cinco tratamentos foram testados sobre *R. indica*, a saber: 50 g de BOVERIL® (*Beauveria bassiana* Balsamo; $8,1 \times 10^7$ / 90% de esporos viáveis) + 5,0 mL de óleo vegetal/L de água; 50 mL de Challenger® (*Cordyceps fumosorosea* Wise; $6,7 \times 10^9$ / 95% de esporos viáveis) + 5,0 mL de óleo vegetal/L de água 50,0 mL de óleo de algodão + 1 mL de detergente neutro/L de água; 2,0 mL de fenpiroximato (Ortus 50®)/L de água; e água destilada (tratamento controle).

As aplicações foram feitas sobre discos de folíolos de coqueiro (2,5 cm de diâmetro) com 50 fêmeas adultas de *R. indica*, usando-se uma torre de Potter, sob uma pressão constante de 15 lb/pol². Cada disco foi pulverizado com 1.5-2.0 mg de solução/cm², de acordo com as recomendações da "International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants"(OILB) (HASSAN et al. 1994, VAN de VEIRE et al., 1996).

Após a pulverização, os discos contendo os ácaros foram observados sob microscópio estereoscópico deixando-se apenas 30 ácaros por unidade experimental, descartando os espécimes em excesso. A borda superior das unidades experimentais foi coberta com papel filme (Magipack®) para evitar a fuga dos ácaros. Os experimentos foram mantidos em câmara climatizada (BOD) a $25 \pm 2^\circ \text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase. Cada tratamento foi repetido 30 vezes.

Os números de ácaros vivos e mortos foram avaliados 2, 12, 24 e 48 h após a pulverização dos tratamentos, exceto para os tratamentos que foram utilizados fungos entomopatogênicos, que foram avaliados por 10 dias consecutivos. Os ácaros foram considerados mortos quando não exibiam reação ao serem tocados com um pincel de cerdas finas. Os dados de mortalidade causados pelos diferentes produtos no laboratório foram corrigidos segundo a fórmula de Abbott (1925). Posteriormente esses dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Bartlett) e as médias

dos tratamentos adaptadas a um modelo de regressão PROBIT (p-value <0.05). Todas as análises foram realizadas com auxílio do software R 3.5.1.

6.2.2 Impacto sobre fitoseídeos

Os mesmos produtos testados sobre *R. indica* foram avaliados sobre ácaros *A. tamatavensis*, *E. citrifolius* e *I. zuluagai*. O estudo foi realizado com fêmeas adultas com até 24h após emergência. Para obter estas fêmeas, ovos de cada predador foram tomados da colônia estoque e mantidos isoladamente em unidades semelhantes às unidades experimentais deste estudo, subsequentemente descritas, sendo estes ácaros mantidos até as fêmeas atingirem cinco dias de idade juntamente com cinco machos da colônia estoque, quando então grupos de cinco fêmeas foram transferidos para cada unidade experimental. Cada unidade experimental foi composta de um disco de folíolo de coqueiro sobre uma camada de caragenina (1 parte de caragenina/50 mL de água) em uma placa plástica de Petri (2,6 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura).

Os ácaros vivos e mortos e o número de ovos postos pelas fêmeas foram avaliados diariamente por cinco dias consecutivos, exceto para os tratamentos no qual foram utilizados fungos entomopatogênicos (dez dias de avaliação). Os ácaros foram considerados mortos quando não se moveram o equivalente a uma distância igual ao comprimento do seu corpo depois de ser tocado com um pincel de cerdas finas. Ovos postos pelas fêmeas foram mantidos nas unidades experimentais separadas por seis dias, para determinação da viabilidade. Os experimentos foram mantidos em câmara climatizada (BOD) a $25 \pm 2^\circ \text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase. Os dados de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925), realizando-se posteriormente os testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Bartlett test), sendo as médias dos tratamentos adaptadas a um modelo de regressão PROBIT p-value <0.05. Todas as análises foram realizadas no software R 3.5.2.

O efeito na reprodução (E_r) foi calculado dividindo a produção média de ovos no tratamento ($R_{\text{trat.}}$) pela produção média de ovos na testemunha ($R_{\text{test.}}$), ou seja, ($E_r = R_{\text{trat.}}/R_{\text{test.}}$). A produção média de ovos por fêmea (R) foi obtida através da relação: $R = \text{número total de ovos viáveis/número total de fêmeas vivas}$ (BAKKER et al., 1992). Foram considerados os testes em que a mortalidade na testemunha não foi superior foi a 20% (BAKKER et al., 1992). O efeito total ($E\%$) do produto foi calculado por meio da mortalidade das fêmeas no tratamento, corrigida em função da mortalidade na testemunha, e o efeito na

reprodução, através da fórmula: $E\% = 100\% - (100\% - Mc) \times Er$, no qual Mc = mortalidade corrigida e Er = efeito na reprodução (HASSAN et al., 1985; OVERMEER, 1988; BAKKER et al., 1992). A avaliação da viabilidade dos ovos postos no intervalo de tempo compreendido entre a aplicação e último dia de avaliação estendeu-se por sete dias, tempo suficiente para a eclosão das larvas nas condições em que os experimentos foram conduzidos. Para a determinação do efeito dos produtos sobre os predadores, considerou-se a mortalidade total nos tratamentos. Os pesticidas foram classificados de acordo padrões estabelecidos pelo IOBC / WPRS para estudos estendidos de laboratório sobre inimigos naturais: classe 1 = inócuo (< 30%); classe 2 = levemente nocivo (30-79%); classe 3 = moderadamente nocivo (80-99%); classe 4 = nocivo (> 99%). (BAKKER et al., 1992; HASSAN et al., 1994).

6.3 Resultados

6.3.1 Efeito sobre *Raoiella indica*

O produto mais eficiente na concentração utilizada nesse estudo foi o fenpiroximato, o qual causou mortalidade total de 90% dos indivíduos (Figura 6). Os fungos entomopatogênicos apresentaram eficiência de 80% sobre fêmeas adultas de *R. indica*. A sobrevivência das fêmeas de *R. indica* após duas horas de aplicação de fenpiroximato foi extremamente baixa, chegando a zero indivíduos em 48 horas após a aplicação dos produtos (Figura 6). Por outro lado, os efeitos do óleo de algodão sobre os ácaros reduziram de 30 para 13 fêmeas de *R. indica* em 48 horas.

Figura 6 - Sobrevivência de *Raoiella indica* ($\pm$ erro padrão) 2, 12, 24 e 48 horas após aplicação dos produtos em laboratório, $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.

Os níveis de sobrevivência de *R. indica* após a aplicação dos fungos entomopatogênicos foram reduzindo gradativamente. Ambos os fungos utilizados neste estudo causaram mortalidade confirmada para *R. indica* a partir do quinto dia da aplicação (Figura 7).

Figura 7 - Sobrevivência média de fêmeas de *Raoiella indica* ($\pm$ erro padrão) após a aplicação dos produtos em laboratório, $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.

Os produtos aplicados não mostram diferenças significativas entre si. As taxas de mortalidade de *R. indica* em todos os produtos avaliados foram superiores a 80%, após corrigidas pela fórmula de Abbott (1925) (Figura 8).

Figura 8- Mortalidade corrigida dos produtos aplicados sobre *Raoiella indica* em laboratório ($\pm$ erro padrão), $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.

6.3.2 Efeito sobre ácaros predadores

Dos produtos testados sobre os predadores, o fenpiroximato causou maior toxicidade residual para as três espécies avaliadas nesse estudo (Tabela 9). A mortalidade média observada foi maior para *I. zuluagai* quando foram aplicados óleo de algodão, fenpiroximato e *B. bassiana*. Para *A. tamatavensis*, a mortalidade foi abaixo de 50% quando aplicados óleo de algodão, *B. bassiana* e *I. fumeorosea*. *Beauveria bassiana* e *I. fumeorosea* causaram mortalidade igual ou inferior a 50% nas três espécies avaliadas.

Tabela 9 – Efeito de quatro produtos fitossanitários sobre *Amblyseius tamatavensis* (At.), *Euseius citrifolius* (Ec.) e *Iphiseiodes zuluagai* (Ip.) em laboratório. $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase.

Produto	M _c ¹			E _r ²			E% ³			Classe		
	At.	Ec.	Iz.	At.	Ec.	Iz.	At.	Ec.	Iz.	At.	Ec.	Iz.
Óleo	27	47	65	0,5	1,1	0,3	61	40	90	2	2	3
Ortus	65	78	82	0,6	0,2	0,0	79	95	100	3	3	4
Beauv.	35	43	44	0,9	1,3	0,2	41	28	90	2	1	3
Cordyceps	42	50	37	0,8	1,4	0,3	51	30	81	2	1	3

1. Mortalidade corrigida. 2. Efeito sobre a reprodução. 3. Efeito total. 4. Classificação IOBC/WPRS: classe 1 = inócuo (< 30%); classe 2 = levemente nocivo (30-79%); classe 3 = moderadamente nocivo (80-99%); classe 4 = nocivo (> 99%).

Os efeitos na reprodução dos predadores foram mais significativos para *I. zuluagai*. Neste caso, *E. citrifolius* apresentou melhores taxas de fecundidade comparada aos demais predadores, independente do produto aplicado. Com relação ao efeito total observado, tanto o fenpiroximato quanto o óleo de algodão foram mais nocivos *I. zuluagai* do que para os demais ácaros testados nesse estudo.

Com relação à classificação toxicológica de acordo com as observações feitas, todos os produtos testados foram classificados como moderadamente nocivo a extremamente nocivo (classes 3 a 4, respectivamente) sobre a espécie *I. zuluagai*. Ambos os fungos entomopatogênicos testados se enquadraram como levemente nocivo e inócuo para as espécies *E. citrifolius* e *A. tamatavensis*, respectivamente.

Discussão

Os resultados obtidos confirmam maior rapidez e eficiência na mortalidade de *R. indica* quando foi utilizado fenpiroximato. No entanto, todos os produtos apresentaram média de mortalidade corrigida acima de 80%. A sobrevivência média de *R. indica* observada nos tratamentos aplicados foi gradativamente correspondente ao modo de ação de cada produto. Neste caso, a penetração do fenpiroximato ocorre tanto pela cutícula do ácaro como por ingestão e age como inibidor do transporte de elétrons no complexo I (no sítio da redutase NADH-CoQ), matando os ácaros rapidamente por exaustão causada pela excitação do sistema nervoso central. A ação dos fungos entomopatogênicos sobre *R. indica* foi mais lenta devido o modo de infecção ser mais lento, no entanto, ambos os fungos causaram mortalidade entre o quinto e o décimo dia de avaliação. Supostamente, o óleo de algodão aplicado sobre *R. indica* adere-se à cutícula e orifícios respiratórios dos ácaros, matando os ácaros por asfixia. Além disso, o óleo vegetal aplicado pode interferir no caminhar e na forma de alimentação deste ácaro, uma vez que suas partículas também se aderem à camada superficial do folíolo cobrindo as aberturas estômatais.

Em estudos conduzidos por Assis et al. (2013), abamectina, fenpiroximato, milbemectina e espiroclorfenol foram os produtos mais tóxicos para adultos de *R. indica*. No presente trabalho, o fenpiroximato apresenta resultados similares aos relatos por Assis et al. (2013). No entanto, a eficiência dos outros produtos sobre a praga foi entre 80 e 90% tornando-se necessários estudos complementares em condições de campo para verificar a compatibilidade dos resultados obtidos em laboratório neste trabalho.

O efeito de produtos químicos em campo sobre densidades de *R. indica* foi avaliado por Sarkar et al. (1988) na Índia e por Jallaluddin e Mohanasundara (1990) no Oriente Médio, com melhores resultados obtidos com dicofol, dimetoato, endossulfano, etion, monocrotofos, fosfamidona, quinalfos e fosalone. Todavia, vários desses acaricidas foram banidos do Brasil pelo Ministério da Agricultura e Pecuária pela sua alta toxicidade para outros organismos. Estudos realizados por Rodrigues e Peña (2012) em Porto Rico e na Flórida (Estados Unidos) mostraram melhores resultados sobre as densidades de *R. indica* em campo com os acaricidas cequinocil, dicofol e spiromesifen.

Os resultados obtidos sobre o efeito residual dos produtos aplicados sobre os predadores apresentaram classificações toxicológicas distintas de acordo com os parâmetros avaliados para cada espécie. Para a maioria dos predadores o fenpiroximato foi o produto classificado como moderadamente nocivo a extremamente nocivo. *Iphiseiodes zuluagai* apresentou maior sensibilidade a todos os produtos testados.

Referências

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, p. 265–266, 1925.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários** – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil. Disponível em: www.agrofit.com.br (acesso em 6 de julho de 2015).

ASSIS, C. P. O.; MORAES, E. G. F.; GONDIM JR, M. G. C. Toxicity of acaricides to *Raoiella indica* and their selectivity for its predator, *Amblyseius largoensis* (Acari: Tenuipalpidae: Phytoseiidae). **Experimental and applied Acarology**, Amsterdam, v. 60, n. 3, p. 357–365, 2013.

BAKKER, F. M.; GROVE, A.; BLÜMEL, S.; CALIS, J.; OOMEN, P. Side-effect test for phytoseiids and their rearing methods. **IOBC/WPRS Bull**, v. 15, p. 61–81, 1992.

CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCAN, E.; PEÑA, J. E. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3–4, p. 271–289, 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**, Oak Park, v. 32, n. 3, p. 331–332, 2006.

FDACS. **Red palm mite infestation identified in palm gardens**. Florida Department of Agriculture and Consumer Services. Disponível em: http://www.doacs.state.fl.us/press/2007/12052007_2.html. Acesso em: 20 de julho de 2015.

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

HASSAN, S.A.; BIGLE, F.; BLAISINGER, P.; BOGENSHUTZ, H.; BRUN, J.; CHIVERTON, P.; DICKLER, E.; EASTERBROOK, M.A.; EDWARDS, P.J.; ENGLERT, W.D.; FIRTH, S.I.; HUANG, P.; INGLESFIELD, D.; KLINGAUF, F.; KUHN, C.; OVERMEER, W.P.J.; PLEVOETS, P.; REBOULET, J.N.; RIECKMANN, W.; SAMSOE-PETERSEN, L.; SHIRES, S.W.; STAUBLI, A.; STEVENSON, J.; TUSET, J.J.; VANWETSWINKEL, G.; VANZON, Q. Standard method to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS – working group “Pesticides and Beneficial Organisms”. **EPPO Bulletin**, Oxford, v. 15, p. 214–255, 1985.

HASSAN, S. A.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H.; BOLLER, E.; BRUN, J.; CALIS, J. N. M.; CORESMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HELYER, N.; HOKKANER, H.; LEWIS, G. B.; MANSOUR, F.; MORETH, L.; POLGAR, L.; SAMSOE-PETERSEN, L.; SAUPHANOR, B.; STAUBLI, A.; STERK, G.; VAINIO, A.; VAN DE VEIRE, M.; VIGGIANI, G.; VOGT, H. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS. **Entomophaga**, Paris, v. 39, n. 1, p. 107–119, 1994.

- HIRST, S. On some new species of red spider. **The Annals and Magazine of Natural History**, London, v. 14, n. 14, p. 522–527, 1924.
- JALALUDDIN, S. M.; MOHANASUNDARAM, M. Control of the coconut red mite *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae: Acari) in the nursery. **Indian Coconut Journal**, Cochín. v. 21, p. 7–8, 1990.
- KANE, E. C.; OCHOA, R.; MATHURIN, G.; ERBE, E. F. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): An island-hopping mite peste in the Caribbean. In: **Entomological Society of America**, Annual Meeting, 2005.
- McMURTRY, J. A.; SCRIVEN, G. T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, p. 282–284, 1965.
- NAPPO – North American Plant Protection Organization. **Phytosanitary alert system:** detection of the red palm mite (*Raoiella indica*) in Cancun and Isla Mujeres. Quintana Roo, México, 2009. Disponível em: <www.pestalert.org/oprDetail.cfm?oprID=406>. Acesso em: 12 de agosto de 2015.
- NAVIA, D.; MARSARO JR., A. L.; SILVA, F. R.; GONDIM JR., M. G. C.; MORAES, G. J. First Report of the Red Palm Mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, p. 409–411, 2011.
- OVERMEER, W.P.J. Laboratory method for testing side-effects of pesticides on the predaceous mite *Typhlodromalus pyri* and *Amblyseius potentillae* (Acari: Phytoseiidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfovet, v. 11, n. 4, p. 65–69, 1988.
- 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 plants. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam v. 57, p. 291–308, 2012.
- RODRIGUES, J. C. V.; OCHOA, R.; KANE, E. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) and its damage to coconut palms in Puerto Rico and Culebra Islands. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 33, p. 3–5, 2007.
- SARKAR, P. K.; SOMCHOUDHURY, A. K. Evaluation of some pesticides against *Raoiella indica* Hirst on coconut palm in West Bengal. **Pesticides**, Bombay, v. 22, n. 10, p. 21–22, 1988.
- VAN DE VEIRE, M.; SMAGGHE, G.; DEGHEELE, D. Laboratory test method to evaluate the effect of 31 pesticides on the predatory bug, *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthrenidae). **Entomophaga**, Paris, v. 41, n. 2, p. 235–243, 1996.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde sua detecção no estado de São Paulo, houve rápida ocorrência de novos registros de *Raoiella indica* Hirst em muitos estados brasileiros. A possível dispersão de *R. indica* para demais regiões muito provavelmente ocorreu por meio do transporte de material vegetal infestado com a praga principalmente por meio mudas de coqueiro, bananeira e plantas ornamentais hospedeiras. No entanto, no presente estudo o limite de distribuição de certa forma limita-se até o sul do estado do Paraná, onde não foram encontradas plantas hospedeiras infestadas com a praga nos anos em que foram realizadas as amostragens. Discute-se, portanto, que esse limite seja influenciado pela altitude da região, sendo mais fria durante o inverno do que as demais regiões em que a praga foi encontrada.

As densidades de *R. indica* encontradas no estado de São Paulo foram drasticamente afetadas pelas chuvas, concentradas no período de outubro e março. As baixas temperaturas que ocorrem durante os meses de maio a agosto reterdaram o crescimento populacional de *R. indica* e os picos populacionais dessa praga ocorreram brevemente quando a precipitação mensal foi menor que 150 mm e a temperatura igual ou maior que 25°C.

A sobrevivência de adultos de *R. indica* a ausência de alimento durante um período médio entre 8 e 12 dias em condições de umidade relativa de 60-95% UR e temperatura 25 °C foi considerado suficiente para o favorecimento da dispersão da praga. Em muitas situações podemos notar que números consideráveis de estágios móveis de *R. indica* podem cair sobre outros hospedeiros não reprodutivos por ação do vento ou da chuva, e nessas condições, a capacidade da praga em sobreviver até encontrar hospedeiros reprodutivos é indispensável para o sucesso do seu estabelecimento.

Com relação ao efeito de ácaros predadores sobre *R. indica*, foi possível observar que uma das espécies teve melhor desempenho quando alimentada com ovos e ninfas de *R. indica*. *Amblyseius tamatavensis* foi capaz de completar seu ciclo e se desenvolver alimentado exclusivamente de *R. indica*. Com os resultados obtidos *A. tamatavensis* pode ser considerado com um candidato a agente de controle biológico de *R. indica*, mas é necessário comprovação da sua eficiência sobre a praga em condições de campo.

A eficiência de alguns produtos fitossanitários sobre *R. indica* foi satisfatória. Quando aplicado fenpiroximato sobre adultos da praga, observou-se rápida mortalidade dos ácaros. Quando aplicados os fungos *Beauveria bassiana* e *Cordyceps fumeorosea*, o efeito foi mais lento, porém a eficiência foi acima de 80% enquanto que com óleo de algodão essa eficiência também foi equivalente. Todavia, quando utilizando os mesmos produtos sobre três espécies

de predadores fitoseídeos foram observados maior mortalidade e efeito na reprodução com o uso de fenpiroximato. Dos predadores avaliados, *Iphiseiodes zuluagai* foi o que apresentou maior sensibilidade aos produtos utilizados.