



Seleção de populações de *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) para o controle biológico de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) em coqueiro

Elias Soares de Figueiredo

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar
e Ambiental no Agronegócio

Área de concentração: Segurança Alimentar
e Sanidade no Agroecossistema

São Paulo

2022

Secretaria de Agricultura e abastecimento do Estado de São Paulo
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto Biológico
Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no
Agronegócio

Elias Soares de Figueiredo

Seleção de populações de *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) para o controle biológico de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) em coqueiro

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema

Orientador: Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Coorientador: Prof. Dr. Gilberto José de Moraes

São Paulo

2022

Eu **Elias Soares de Figueiredo**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: _____ Data ___/___/___

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação – IB

Figueiredo, Elias Soares de.

Seleção de populações de *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) para o controle biológico de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) em coqueiro. / Elias Soares de Figueiredo. - São Paulo, 2022.

88 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2022T.EF002

Tese (Doutorado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Manejo integrado de pragas e doenças em ambientes rurais e urbanos.

Orientador: Mário Eidi Sato.

Versão do título para o inglês: Selection of populations of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) for the biological control of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in coconut.

1. Ácaros predadores 2. Seleção artificial 3. Capacidade de predação 4. Taxa de reprodução I. Figueiredo, Elias Soares de II. Sato, Mário Eidi III. Moraes, Gilberto José de IV. Instituto Biológico (São Paulo) V. Título.

IB/Bibl./2022/002

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Elias Soares de Figueiredo

Título: Seleção de populações de *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) para o controle biológico de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) em coqueiro

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovado em: 30 / 06 / 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: Aprovado

Assinatura: 

Prof. Dr. Miguel Francisco Souza Filho

Instituição: Instituto Biológico


Julgamento: Aprovado

Assinatura: 

Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade

Instituição: UNESP/Jaboticabal

Julgamento: Aprovado

Assinatura: 

Prof. Dra. Márcia Daniela dos Santos

Instituição: UNEMAT/ Alta Floresta

Julgamento: Aprovado

Assinatura: Márcia Daniela dos Santos

Prof. Dr. Jandir Cruz Santos

Instituição: Centre for Biodiversity Genomics –
University of Guelph/ Canadá

Julgamento: Aprovado

Assinatura: Jandir Cruz Santos

AGRADECIMENTOS

Ao criador do universo, obrigado pela força.

Aos meus pais Raimundo Foro de Figueiredo e Mirian Soares de Figueiredo pelo incentivo e por sempre acreditarem em mim.

Aos meus anjinhos Lyan e Ângelo que me fortaleceram diariamente e não me deixaram desistir quando tudo desabou. Amo vocês meus filhos.

Ao Prof. Dr. Mário Eidi Sato pela convivio no período da Pós-Graduação. Agradeço sua disponibilidade em orientar-me durante o doutorado. Sou grato pela forma como sua orientação foi conduzida, compartilhando conhecimento, ensinamento, possibilitando êxito na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Gilberto José de Moraes pelo coorientação, pela disponibilidade em compartilhar conhecimento e pelo tempo de convivência deste o período de mestrado.

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

À Prof^a. Ester Amaral de Azevedo, da Universidade Estadual do Maranhão por todo o suporte dado a mim durante o período de realização de coleta em São Luís / MA. Agradeço imensamente sua amizade.

Às amizades que fiz durante o período do doutorado e que se tornaram pessoas importantes nesta etapa de muito aprendizado, Carlos Albuquerque, Eliza Mysiato, Jéssica Fernanda Marçal.

Aos meus amigos, minha segunda família que fiz em Piracicaba, André Machi, Fernanda de Cassia Esteca, Mariana Yamada, Marcia Daniela Santos, Jandir Cruz Santos, Carlos Alberto Ortega-Ojeda, Elsa Liliana Melo-Molina pelo grande incentivo durante esta importante etapa de minha formação.

À minha esposa Nancy da Silva Monteiro por todo apoio e compreensão.

À equipe do Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, pela amizade e ajuda em durante as atividades Sirley Marques, Rafaelly Chagas, em especial ao pesquisadores Dr.

André Luiz Matioli e Dr. Jerfeson Luiz de Carvalho Mineiro pela ajuda em campo nas coletas de material.

À equipe do Laboratório de Acarologia da ESALQ/USP, por todo o suporte e infraestrutura fornecida tornando possível a realização das atividades.

À Dra. Cristiane Krug, da Embrapa Amazônia Ocidental, pela ajuda e suporte na realização das coletas em Manaus. Grato por sua amizade, pelo conselhos nos momentos difíceis, pela preocupação e pelo grande incentivo em minha carreira profissional desde a graduação.

À Dra. Flávia Batista Gomes, da Embrapa Amazônia Ocidental, pela amizade, pelo incentivo e por toda a atenção que me foi dada em todos os momentos que a procurei.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa durante o doutorado.

À equipe da Biblioteca do Instituto Biológico por todos os serviços prestados.

Ao Instituto Biológico, ao Programa de Pós graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio, sob a coordenação do Prof. Dr. Marcelo Eiras, por todo o apoio necessário durante o período do doutorado.

Ao Dr. Bruno Malaquias pela imensa ajuda nas análises estatística dos dados dos experimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos que, de alguma forma, contribuíram no desenvolvimento desta tese.

Muito obrigado!

RESUMO

FIGUEIREDO, Elias Soares. **Seleção de populações de *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) para o controle biológico de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) em coqueiro.** 2022. 83f. Tese (Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio). Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

Cocos nucifera L. assume grande importância na agricultura brasileira. A cultura enfrenta vários problemas fitossanitários, destacando-se, entre estes, aqueles causados por ácaros fitófagos. *Raoiella indica* Hirst causa danos significativos em coqueiro, devido à dificuldade de controle com uso de acaricidas químicos. Neste sentido, o uso de inimigos naturais tem se mostrado uma estratégia mais favorável para o manejo de *R. indica*. Objetivou-se com este trabalho, avaliar o potencial de uso de diferentes populações de *Amblyseius largoensis* (Muma) no controle de *R. indica* e selecionar uma linhagem do ácaro predador para uso em programas de controle biológico do ácaro-praga. Foram avaliadas nove populações de *A. largoensis*, procedentes dos estados do Amazonas, Ceará, Pará, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Sergipe, Rio Grande do Norte e Rio de Janeiro. A população que apresentou as maiores taxas de predação e oviposição foi coletada no estado de Sergipe. A população do estado do Pará foi a que apresentou o pior desempenho, em termos de predação e oviposição. Com os resultados obtidos para as distintas populações de *A. largoensis*, foram selecionadas as quatro populações (SE, MA, MT, RJ) de melhor desempenho para o processo subsequente de seleção. Neste processo, consideraram-se os parâmetros de predação e oviposição. Foram realizados sete ciclos de seleção, com intensidade de seleção de aproximadamente 50%. A linhagem selecionada de *A. largoensis* apresentou as maiores taxas de predação de ovos (50,4%), de imaturos (larvas e ninfas) (37,8%) e de adultos (104%) de *R. indica*, quando comparado à média das populações de campo não selecionadas, procedentes das diferentes regiões brasileiras. O processo de seleção não se mostrou efetivo para o aumento da taxa de oviposição de *A. largoensis*. Foram conduzidos, também, estudos em condições de semi-campo, para avaliar o desempenho da linhagem selecionada e duas populações (procedentes de Sergipe e Pará) de *A. largoensis* no controle de *R. indica* em plantas de coqueiro. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, verificando-se as maiores infestações de *R. indica* sobre as plantas sem liberação de ácaros predadores (controle) e nas plantas que receberam a liberação de ácaros predadores da população procedente do estado do Pará. Os ácaros predadores da linhagem selecionada de *A. largoensis* e da população procedente do estado de Sergipe causaram reduções significativas nas densidades populacionais de *R. indica* quando liberados em plantas de coqueiro, podendo ser úteis em programas de controle biológico do ácaro-praga.

Palavras-chave: ácaros predadores, seleção artificial, capacidade de predação, taxa de reprodução.

ABSTRACT

FIGUEIREDO, Elias Soares. **Selection of populations of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) for the biological control of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in coconut.** 2022. 83f. Thesis (Doctorate in Plant and Animal Health, Food and Environmental Safety in the Agribusiness) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

Cocos nucifera L. assumes great importance in Brazilian agriculture. The crop faces several phytosanitary problems, especially those caused by phytophagous mites. *Raoiella indica* Hirst causes significant damage to coconut trees, due to the difficulty of control with the use of chemical acaricides. In this sense, the use of natural enemies has been shown to be a more favorable strategy for the management of *R. indica*. The objective of this work was to evaluate the potential use of different populations of *Amblyseius largoensis* (Muma) to control *R. indica* and to select a strain of the predatory mite for use in biological control programs for the pest mite. Nine populations of *A. largoensis* from the states of Amazonas, Ceará, Pará, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Sergipe, Rio Grande do Norte and Rio de Janeiro were evaluated. The population that showed the highest rates of predation and oviposition was collected in the state of Sergipe. The population from the state of Pará presented the worst performance, in terms of predation and oviposition. With the results obtained for the different populations of *A. largoensis*, the four populations (SE, MA, MT, RJ) with the best performance were selected for the subsequent selection process. In this process, predation and oviposition parameters were considered. Seven selection cycles were carried out, with a selection intensity of approximately 50%. The selected strain of *A. largoensis* showed higher predation rates of eggs (50.4%), immature (larvae and nymphs) (37.8%) and adults (104%) of *R. indica*, when compared to mean of unselected field populations from different Brazilian regions. The selection process was not effective in increasing the oviposition rate of *A. largoensis*. Studies were also carried out under semi-field conditions to evaluate the performance of the selected strain and two populations (from Sergipe and Pará) of *A. largoensis* in the control of *R. indica* on coconut plants. Significant differences were observed between treatments, with the highest infestations of *R. indica* on plants without release of predatory mites (control) and on plants that received release of predatory mites from the population from the state of Pará. The predatory mites of the selected strain of *A. largoensis* and the population from the state of Sergipe caused significant reductions in the population densities of *R. indica* when released on coconut plants, which may be useful in biological control programs for the pest mite.

Keywords: predatory mites, artificial selection, predation capacity, reproduction rate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estados brasileiros onde as populações de <i>Amblyseius largoensis</i> foram coletadas em plantas de coqueiros.....	32
Figura 2. Dendrograma de similaridade entre as populações de <i>Amblyseius largoensis</i> sobre as taxas de predação sobre diferentes estágios de vida de <i>Raoiella indica</i> e de oviposição do ácaro predador.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comprimentos médios (em micrômetros \pm erro padrão da média) de estruturas taxonomicamente relevantes de populações de <i>Amblyseius largoensis</i> coletadas em diferentes estados brasileiros entre outubro de 2019 e outubro de 2020.....	36
Tabela 2. Predação (%) dos estágios de ovo, larva e adulto de <i>Raoiella indica</i> pelo ácaro <i>Amblyseius largoensis</i> proveniente de diferentes estados do Brasil.....	38
Tabela 3. Número de ovos do ácaro predador <i>Amblyseius largoensis</i> proveniente de populações provenientes de diferentes estados do Brasil utilizando como presa estágios de <i>Raoiella indica</i>	39
Tabela 4. Predação em percentual (quantidade de ácaros consumidos por fêmea por dia) ao longo do tempo (seleções) e nos estágios de ovo, larva e adulto de <i>Raoiella indica</i> pelo ácaro <i>Amblyseius largoensis</i>	54
Tabela 5. Predação em percentual (quantidade de ácaros consumidos por fêmea por dia) dos estágios de ovo, larva e adulto de <i>Raoiella indica</i> pelo ácaro <i>Amblyseius largoensis</i>	54
Tabela 6. Número de ovos depositados por fêmea de <i>Amblyseius largoensis</i> por dia ao longo do tempo (seleções), utilizando-se como presa os estágios de ovo, larva e adulto de <i>Raoiella indica</i>	56
Tabela 7. Número de ovos do ácaro predador <i>Amblyseius largoensis</i> utilizando como presa estágios de ovo, larva e adulto de <i>Raoiella indica</i>	56
Tabela 8. Número de ácaros (média por folíolo \pm EP) <i>Raoiella indica</i> (Acari: Tenuipalpidae) em plantas de coqueiro, ao longo do tempo (avaliações), para as diferentes populações/linhagens do ácaro predador <i>Amblyseius largoensis</i> (Acari: Phytoseiidae) mantidas sobre as plantas.....	67
Tabela 9. Número de ácaros (média por folíolo \pm EP) <i>Raoiella indica</i> (Acari: Tenuipalpidae), em plantas de coqueiro, de acordo com a população/linhagem do ácaro predador <i>Amblyseius largoensis</i> (Acari: Phytoseiidae) colocada sobre as plantas.....	68
Tabela 10. Número de espécimes (média por folíolo \pm EP) de <i>Amblyseius largoensis</i> (Acari: Phytoseiidae) provenientes de diferentes populações/linhagem ao longo do tempo e utilizando como presa <i>Raoiella indica</i> (Acari: Tenuipalpidae) ao longo do tempo (avaliação).....	69

Tabela 11. Número de espécimes (média por folíolo \pm EP) de <i>Amblyseius largoensis</i> (Acari: Phytoseiidae) provenientes de diferentes populações ao longo do tempo e utilizando como presa <i>Raoiella indica</i> (Acari: Tenuipalpidae) ao longo do tempo (avaliação).....	70
--	----

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
CAPÍTULO 1	09
1.1 INTRODUÇÃO	09
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Geral	12
1.2.2 Específicos	12
1.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
1.3.1 Cooicultura brasileira	13
1.3.2 Ácaro-vermelho-das-palmeiras <i>Raoiella indica</i>	15
1.3.3 Controle químico	16
1.3.4 Controle biológico	17
1.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE PREDACÃO E OVIPOSIÇÃO DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE <i>Amblyseius largoensis</i> QUANDO ALIMENTADO COM ÁCAROS <i>Raoiella indica</i>.....	29
RESUMO	29
2.1 INTRODUÇÃO	30
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
2.2.1 Coletas das populações de <i>Amblyseius largoensis</i> em diferentes regiões brasileiras	31
2.2.2 Estabelecimento das populações de <i>Amblyseius largoensis</i> em condições de laboratório	33
2.2.3 Confirmação da espécie dos ácaros predadores	34
2.2.4 Avaliação do potencial de predação de <i>Amblyseius largoensis</i> sobre <i>Raoiella indica</i>	34
2.2.5 Análise estatística	35
2.3 RESULTADOS	36
2.3.1 Caracterização morfológica das populações de <i>Amblyseius largoensis</i>	36
2.3.2 Avaliação do potencial de predação de <i>Amblyseius largoensis</i> sobre	

<i>Raoiella indica</i>	38
2.4 DISCUSSÃO	42
2.5 CONCLUSÕES	44
2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
CAPÍTULO 3 - SELEÇÃO ARTIFICIAL DO ÁCARO PREDADOR <i>Amblyseius</i>	
<i>largoensis</i> EM RELAÇÃO ÀS TAXA DE PREDACÃO E OVIPOSIÇÃO	
QUANDO ALIMENTADO COM <i>Raoiella indica</i>	49
RESUMO	49
3.1 INTRODUÇÃO	50
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	52
3.2.1 Seleção das populações de <i>Amblyseius largoensis</i> coletadas em diferentes	
regiões brasileiras	52
3.2.2 Análise estatística	53
3.3 RESULTADOS	53
3.3.1 Potencial de predação da linhagem selecionada	53
3.3.2 Oviposição da linhagem selecionada	55
3.4 DISCUSSÃO	57
3.5 CONCLUSÃO	58
3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CAPÍTULO 4 - DESEMPENHO DE POPULAÇÕES DE <i>Amblyseius largoensis</i>	
(ACARI: PHYTOSEIIDAE) NO CONTROLE DE <i>Raoiella indica</i> EM	
CONDIÇÕES DE SEMI CAMPO	61
RESUMO	61
4.1 INTRODUÇÃO	62
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	63
4.2.1 Liberação de <i>Amblyseius largoensis</i> nas plantas	64
4.2.2 Avaliação da densidade dos ácaros	65
4.2.3 Análise estatística	65
4.3 RESULTADOS	66
4.3.1 Densidade populacional e distribuição de <i>Raoiella indica</i>	66
4.3.2 Densidade populacional e distribuição de <i>Amblyseius largoensis</i>	68
4.4 DISCUSSÃO	70
4.5 CONCLUSÃO	72
4.6 REFERÊNCIAS	73

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 82

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

O coqueiro, *Cocos nucifera* L., é uma cultura com ampla distribuição Pantropical (CHAN; ELEVITCH, 2006). Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2019), sua exploração comercial se estende por mais de 90 países, abrangendo uma área de cerca 14 milhões de hectares. No cenário mundial, o Brasil ocupa a quinta colocação entre os maiores produtores de coco, com uma fatia de 3,9% da produção total, com 2,33 milhões de toneladas produzidas, atrás apenas de Indonésia, Filipinas, Índia e Sri Lanka (FAO, 2019). Entretanto, quando comparado com estes países, nosso país possui a mais elevada produtividade comparada aos países produtores, rendendo mais de oito mil frutos por hectares (IBGE, 2019; FONTES et al., 2020).

Em âmbito nacional, o Nordeste é o grande destaque na produção, com 1,13 bilhão de frutos colhidos do total de 1,55 bilhão de todo o país. O Sudeste e o Norte ocupam o segundo e terceiro lugares, respectivamente, com 216 milhões e 185 milhões de frutos colhidos (IBGE, 2019).

No que diz respeito à produtividade, o Sudeste está à frente, com 15 mil frutos por hectare, seguido pelo Centro-Oeste, com 11,8 mil e Norte, com 9,9 mil. Os Estados que mais se destacaram na produção em 2019 foram: Bahia, com 333,7 milhões de frutos colhidos, Ceará, com 302,7 milhões, Pará, com 175,2 milhões, Sergipe, com 152,8 milhões, Espírito Santo, com 146 milhões e Pernambuco, com 143,5 milhões (IBGE, 2019; FONTES et al., 2020).

A expansão da área plantada nas diversas regiões do país, assim como, a movimentação de mudas de uma região para outra, trouxe ganhos, no entanto, passou-se a observar o agravamento e a ocorrência de problemas fitossanitários na cultura do coco (NAVIA, 2008).

Nos últimos cinco anos observou-se uma redução na área cultivada e na produção brasileira. Esta redução está atrelada a diversos fatores nos cenários nacional e global, tais como, clima, aumento da concorrência internacional, entre outros. A cocoicultura brasileira gerou perto de R\$ 1 bilhão em valor da produção em 2019, com 188 mil hectares de área plantada (FONTES et al., 2020).

Um dos grandes entraves para a cocoicultura tem sido o ataque de pragas, incluindo ácaros fitófagos. Diversas espécies podem causar sintomas severos às plantas, fazendo-se necessária a aplicação de medidas de controle para redução de danos. Os ácaros podem atacar frutos em fase de desenvolvimento, comprometendo a produção (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Podem também atacar as folhas, comprometendo o desenvolvimento da planta (MARIAU; BIGGINS, 2001).

Dentre os ácaros fitófagos, *Raoiella indica* Hirst tem causado preocupação para os produtores de coco no Brasil. Este ácaro-praga foi registrado pela primeira vez no país em 2009. Desde então, vem chamando atenção pelo potencial de danos que apresenta em diversas regiões onde ocorre (NAVIA et al., 2011; CARRILLO et al., 2012a). Este ácaro tem no coqueiro seu principal hospedeiro, podendo atingir densidades populacionais muito altas e causar danos significativos nas plantas (PEÑA et al., 2009; BARROS et al., 2020). Infestações encontradas em outras plantas hospedeiras são menores, mas igualmente problemáticas, devido à sua importância como espécies nativas e/ou ornamentais (CARRILLO et al., 2012a; GODIM et al., 2013).

A dinâmica populacional de *R. indica* é influenciada por fatores climáticos (TAYLOR et al., 2012). Sua população aumenta em períodos de altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar (ZAHER et al., 1969; NAGESHA-CHANDRA; CHANNABASAVANNA, 1983; GERSON et al., 1983; HOLTZER et al., 1988; SARKAR; SOMCHOUDHURY, 1989; MENDONÇA et al., 2005). Precipitação pluviométrica elevada e alta umidade relativa afetam negativamente este ácaro (MOUTIA, 1958; YADAVBABU; MANJUNATHA, 2007).

Os sintomas do ataque de *R. indica* em coqueiro são semelhantes aos causados por outros ácaros da família Tenuipalpidae. As infestações ocorrem tipicamente na superfície abaxial das folhas causando o aparecimento de pontuações amareladas que logo evoluem para pontuações necróticas (JEPSON et al., 1975; ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; RODRIGUES et al., 2007). Com o aumento da densidade populacional do ácaro, as folhas verdes brilhantes ficam verdes pálidas, depois amarelas e, finalmente, castanho-cobre, reduzindo a capacidade fotossintética destas (COCCO; HOY, 2009; BEARD et al., 2012).

Em infestações severas, a morte de plantas jovens pode ocorrer, assim como queda de flores e frutos no período de frutificação, causando redução da produção (PEÑA et al., 2006; WELBOURN, 2007). Estas perdas podem ser de 70% a 80% na produção de frutos, causando prejuízos econômicos ao produtor (MARIAU; BIGGINS, 2001; NAVIA, 2008; RODA et al., 2008; CARDI, 2010).

O uso de diferentes acaricidas tem sido a principal forma de combate a *R. indica* em coqueiros. No entanto, o uso de pesticidas para o manejo desta praga torna-se difícil e dispendioso devido à diversidade de plantas hospedeiras e a dispersão de *R. indica* em áreas naturais, agrícolas, recreativas e residenciais (SENAPATI; BISWAS, 1990; PEÑA et al., 2007; RODRIGUES; PEÑA, 2012). Soma-se a isto o alto potencial reprodutivo do ácaro, assim como o alto porte das plantas com maior idade, que dificulta o acesso às copas das palmeiras para aplicação dos produtos químicos (MENDONÇA et al., 2005; PEÑA et al., 2007).

Pesquisadores e órgãos governamentais dos países onde *R. indica* tem sido registrado reúnem esforços para implementar alternativas ao manejo desta praga. Dentre os métodos de controle, o uso de inimigos naturais tem se mostrado promissor no manejo de *R. indica*. Neste sentido, o controle biológico tem sido visto como uma alternativa possível considerando-se que há inúmeros inimigos naturais associados a esta praga (KAPUR, 1961; DANIEL, 1976; SOMCHOUDHURY; SARKAR, 1987; YADAVBABU; MANJUNATHA, 2007; RODRÍGUEZ et al., 2010; MORAES et al., 2012; DOMINGOS et al., 2013; CARRILLO et al., 2014; FIGUEIREDO et al., 2022).

Várias espécies de ácaros predadores, principalmente da família Phytoseiidae têm sido estudadas e demonstram ser potencialmente úteis na supressão de *R. indica* em coqueiro. Dentre as espécies estudadas, as do gênero *Amblyseius* são associadas a *R. indica* e frequentemente citadas como predadores importantes deste ácaro-praga (MOUTIA, 1958; DANIEL, 1981; GALLEGO et al., 2003; UECKERMANN, 2004; HOY et al., 2006; PEÑA et al., 2009; RODRÍGUEZ et al., 2010; RAMOS et al., 2010; CARRILLO et al., 2012; DOMINGOS et al., 2013; MENDES et al., 2018; LIRA et al., 2021).

Embora se conheça o potencial destas espécies para o controle biológico, estas permanecem pouco exploradas como agentes de controle biológico de *R. indica*. Estudos mais aprofundados sobre estas espécies relatadas em associação com *R. indica* são necessários, pois podem representar uma ferramenta importante no manejo dessa espécie invasora nos Neotrópicos e em outras regiões do mundo (CARRILLO et al., 2012b).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Avaliar o potencial de uso de diferentes populações de *Amblyseius largoensis* no controle de *Raoiella indica* e selecionar uma linhagem do ácaro predador para uso em programas de controle biológico do ácaro-praga.

1.2.1 Específicos

Comparar diversas populações de *A. largoensis* coletadas em diferentes regiões brasileiras, em relação ao potencial de predação e oviposição, quando alimentados com ovos, larvas e adultos de *R. indica*;

Avaliar em condições de semi campo a população de *A. largoensis* que apresentar o maior potencial de predação sobre *R. indica* em condições de laboratório;

Selecionar em laboratório uma linhagem de *A. largoensis* com maior potencial de predação de *R. indica* e oviposição;

Avaliar a eficácia da linhagem selecionada no controle de *R. indica* em condições de semi campo.

1.3 REVISÃO DE LITERATURA

1.3.1 Cocoicultura brasileira

A cocoicultura brasileira tem grande importância, pois gera emprego e renda ao longo de todo o processo de produção. Em termos de empregos gerados, estudos na área estimam que cada hectare de coco proporciona, em média, emprego direto a três pessoas e que cada emprego direto gera quatro empregos indiretos. Considerando toda a área colhida no Brasil, são mais de 560 mil empregos diretos e mais de 2,25 milhões de empregos indiretos gerados ao longo da cadeia produtiva do coco (IBGE, 2019).

O setor é influenciado por mudanças institucionais e tecnológicas que respondem pelos diferenciais de desempenho entre os estados brasileiros. Alguns fatores analisados incluem o comportamento do comércio de subprodutos do coco, em resposta às políticas de comércio internacional, e o avanço na tecnologia de produção, que possibilitou o aumento no rendimento médio da produção agrícola (EMBRAPA, 2016; GONÇALVES et al., 2017).

A cultura é voltada a dois principais segmentos: produção de frutos verdes e produção de frutos maduros. A produção de frutos verdes é destinada ao consumo de “água de coco”. Enquanto os frutos maduros se destinam principalmente à fabricação de alimentos como leite-de-coco e coco-ralado (CORTEZ et al., 2009; ABF, 2018).

As estações climáticas definem a intensidade do consumo de água de coco, sendo de 56% no verão; 19% no outono, 19% na primavera e apenas 6% no inverno. A oferta e a demanda são maiores no período de maior afluência de turismo no litoral brasileiro e de férias escolares. Neste último, o aumento do consumo parece estar associado à substituição do refrigerante e de isotônicos pela água de coco (ABF, 2018).

O mercado do coco verde no Brasil tem crescido nos últimos anos. Este crescimento dá-se tanto pelo aumento das áreas plantadas com coqueiro-anão verde destinado à produção da água de coco, quanto pelo incremento do consumo. Ambos impulsionados principalmente pela inclusão de hábitos saudáveis no comportamento da população brasileira (ARAGÃO, 2002; ABF, 2018). A evolução do mercado também é evidenciada pelo setor industrial, focado em disponibilizar o produto nas prateleiras dos supermercados em diferentes embalagens (ROCHA et al., 2015). A utilização do coqueiro-anão, dado seu alto potencial produtivo, foi de fundamental importância para o aumento da produção e da produtividade, o que gerou inúmeras oportunidades de negócios no aproveitamento desse novo nicho de

mercado, colocando o Brasil em posição de destaque na produção de coco (HOLANDA et al., 2007, ABF, 2018).

A exploração do coco-seco no Brasil apresenta grande importância socioeconômica, uma vez que é explorada, predominantemente, por pequenos produtores. Dos frutos maduros se obtém o albúmen sólido, utilizado no consumo *in natura* ou pela indústria na produção de coco-ralado e leite-de-coco, na fabricação de bebidas, margarinas, ração animal, óleos, ácido graxo, glicerina, solventes, além de outros produtos (CARRIJO et al., 2002; BITENCOURT, 2008, EMBRAPA, 2016). O mesocarpo (parte fibrosa da casca-do-coco) é também um importante produto, utilizado na produção de fibras que podem ser utilizadas como matéria-prima na agricultura, no controle de erosão, além de substratos orgânicos para uso em floricultura e hortifruticultura, bem como na fabricação de colchões, bancos de veículos, tapetes, cordas, entre outros (FERREIRA et al., 1998; EMBRAPA, 2016; ABF, 2018).

Apesar de o cultivo do coqueiro estar sendo estimulado e introduzido em várias regiões do país, as maiores plantações e produções se concentram no Nordeste, localizadas predominantemente em área de baixada litorânea e tabuleiros costeiros. Favorecida pelas condições de tropicalidade climática, a região detém aproximadamente 70% da produção de coco brasileiro (JESUS et al., 2015; IBGE, 2019).

Um dos grandes entraves para a cocoicultura tem sido o ataque de pragas, incluindo ácaros fitófagos. Dentre estes, destacam-se *Aceria guerreronis* Keifer, que ataca os frutos jovens, bem como flores ou brotos das mudas recém-transplantadas (MORAES; FLECHTMANN, 2008); *Retractus johnstoni* Keifer, que ataca a superfície inferior dos folíolos, causando pequenas manchas cloróticas, visíveis de ambos os lados dos folíolos das folhas novas (GONDIM; MORAES, 2003); *Amrineus cocofolius* Flechtmann, que causa o aparecimento de pequenos pontos escuros nos frutos jovens que, com o crescimento dos frutos, essas manchas evoluem para estrias de cor marrom até necrose da epiderme, com o aparecimento de rachaduras longitudinais (FLECHTMANN, 1997); *Raioella indica* Hirst que ataca as folhas, comprometendo o desenvolvimento das plantas (MARIAU; BIGGINS, 2001; RODRIGUES et al., 2007; BEARD et al., 2012). Estas espécies assumem grande importância na cultura, uma vez que atacam plantas de diferentes idades, frutos jovens e maduros, comprometendo a produção e trazendo perdas aos produtores.

1.3.2 Ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica*

A presença do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *R. indica*, na cocoicultura brasileira tem causado preocupação desde que foi detectada pela primeira vez no país.

No Brasil a espécie foi detectado inicialmente no Estado de Roraima, em 2009 (NAVIA et al., 2011) e dois anos mais tarde, no Amazonas (RODRIGUES; ANTONY, 2011), permanecendo restrito à região Norte do país durante algum tempo. Relatos têm demonstrado que a espécie-praga tem expandido sua área de ocorrência para outras regiões, sendo detectado nas regiões Nordeste (MELO et al., 2018), Sudeste (OLIVEIRA et al., 2016) e Sul (HATA et al., 2017; BARROSO et al., 2019) do Brasil, inclusive em locais inicialmente considerados ecologicamente inviáveis para o estabelecimento da praga (BARROSO et al., 2019).

Esta espécie tem se disseminado com rapidez, ampliado sua gama de hospedeiros e causado elevados prejuízos nas Américas (NAVIA et al., 2015; POLANCO-ARJONA et al., 2017; ALCÍVAR et al., 2020).

Anteriormente à sua introdução nas Américas, *R. indica* tinha como hospedeiros principais *Cocos nucifera* L. e *Phoenix dactylifera* L.. Hoje, sabe-se que mais de 90 espécies botânicas têm sido listadas como hospedeiras do ácaro-praga. Esta gama de plantas hospedeiras é das mais variadas famílias botânicas, sendo predominantemente aquelas pertencentes à família Arecaceae (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004; ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; RODRIGUES et al., 2007; WELBOURN, 2009; De LA TORRE et al., 2010; MARSARO JR. et al., 2009; CARRILLO et al., 2011; RODRIGUES; ANTONY, 2011; NAVIA et al., 2015).

A espécie foi descrita em 1924 a partir de ácaros coletados na Índia, em plantas de coqueiro (HIRST, 1924). Nos últimos anos foram relatadas como sinónimas as espécies: *Raoiella cocosae* (Rimando) (MESA et al., 2009); *Raoiella camur* Chaudhri & Akbar; *Raoiella empedos* Chaudhri & Akbar; *Raoiella neotericus* Chaudhri & Akbar; *Raoiella obelias* Hasan & Akbar; *Raoiella phoenica* Meyer; e *Raoiella rahii* Akbar & Chaudhri (BEARD et al., 2018).

O ácaro-vermelho-das-palmeiras é facilmente dispersado por correntes de vento e material vegetal infestado de viveiros (HOY et al., 2006; KANE; OCHOA, 2006; WELBOURN, 2007). Outra maneira de propagação tem sido através da atividade humana em

áreas turísticas. Nestas, as pessoas ficam em contato direto com palmeiras ornamentais, que hospedam a praga e são facilmente levadas a outras regiões (MENDONÇA et al., 2005).

O ácaro-praga apresenta um alto potencial reprodutivo com um ciclo de desenvolvimento curto, reprodução sexuada e partenogênese, mantendo altos níveis populacionais em períodos mais seco do ano (JEPSON et al., 1975; MOUTIA, 1958; NAGESHA-CHANDRA; CHANNABASAVANNA, 1983; GONDIM et al., 2012). Após a eclosão, a larva, de coloração avermelhada, passa respectivamente pelos estádios de protoninfa, deutoninfa e adulto, havendo uma fase quiescente antes de cada ecdise (JEPPSON et al., 1975). Fêmeas adultas, de coloração avermelhada, são maiores que os machos e menos ativas que estes (ZAHER et al., 1969; ECHEGOYÉN, 2008). O ciclo de desenvolvimento de ovo-adulto de *R. indica* dura em média 33 dias (MENDONÇA et al., 2005).

Os danos causados por *R. indica* devem-se ao fato do ácaro se alimentar dos fluidos celulares das plantas, através dos estiletos que são inseridos principalmente nos estômatos das folhas (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; RODRIGUES et al., 2007). Ao se alimentar, o ácaro causa sintomas característicos como o amarelecimento e a necrose das folhas e, até a morte das plantas jovens (MORAIS; NAVIA; GONDIM JR., 2011, NAVIA et al., 2015).

1.3.3 Controle químico

Desde a detecção de *R. indica* na América do sul o foco dos estudos neste continente tem sido em encontrar medidas de contenção para esta espécie (NAVIA et al., 2015). Alguns métodos de controle estão sendo estudados, visando minimizar os impactos potenciais da praga. Dentre estes, o mais utilizado é o controle químico (RODRIGUES; PEÑA, 2012; ASSIS et al., 2013; REZENDE et al., 2016).

Embora amplamente utilizado, o controle químico de *R. indica* apresenta limitações ou dificuldades para uso em áreas de produtivas de coqueiro. Dentre estas limitações ou dificuldades têm-se: o porte elevado da cultura (na maioria das áreas produtoras há o predomínio das variedades gigantes, cuja altura dificulta ou inviabiliza a pulverização de acaricidas); o elevado custo da prática (os produtores de coco são, em sua maioria, pequenos produtores com campos com baixa produtividade, não dispendo de recursos para custear aplicações frequentes de acaricidas) (SENAPATI; BISWAS, 1990; PEÑA et al., 2007; RODRIGUES; PEÑA, 2012; NAVIA et al., 2015).

A dependência de pesticidas torna o manejo desta praga difícil e dispendioso, dada a variedade de plantas hospedeiras e a dispersão de *R. indica* em áreas naturais, agrícolas,

recreativas e residenciais. Soma-se a isto o alto potencial reprodutivo do ácaro, assim como o alto porte das plantas mais velhas, o que dificulta o acesso às copas das palmeiras para aplicação do produto (MENDONÇA et al., 2005; PEÑA et al., 2007).

Entre 2009 e 2010, período da introdução de *R. indica* no Brasil, o acaricida espiromesifeno foi liberado para uso em carácter emergencial em areáceas e musáceas, não havendo prorrogação após o vencimento. Avaliações toxicológicas de acaricidas em laboratório mostraram que esse não seria o produto mais indicado para o controle do ácaro no país (ASSIS et al., 2013).

Atualmente não há acaricidas registrados junto ao MAPA para o controle deste ácaro-praga, não só para a cultura do coqueiro, mas para todas as demais culturas afetadas.

1.3.4 Controle biológico

O controle biológico tem sido bastante evidenciado como um método adequado de combate à praga a médio e longo prazo; e este tem sido o foco de inúmeros estudos em várias regiões onde *R. indica* ocorre (PEÑA et al., 2009; CARRILLO et al., 2011; DOMINGOS et al., 2013; MENDES et al., 2018; LIRA et al., 2021).

Em uma revisão publicada por Carrillo et al. (2012c), são listadas 28 espécies de artrópodes, incluindo insetos e ácaros, associados com *R. indica* e com potencial de serem utilizados como agentes de controle biológico. Dentre os artrópodes relacionados, o ácaro predador *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) tem sido relatado como o inimigo natural mais frequentemente encontrado em associação com *R. indica* em todo o mundo (GALLEGO et al., 2003; ETIENNE; FLECHTMANN 2006; HOY et al., 2006; PEÑA et al., 2009; MORAES et al., 2012; TAYLOR et al., 2012; LIRA et al., 2021).

Populações de *A. largoensis* coletadas em diferentes regiões tropicais vêm sendo avaliadas para esta finalidade. Estudos de dinâmica populacional têm demonstrado uma associação entre a flutuação populacional de *A. largoensis* e *R. indica* sugerindo que o ácaro predador segue um padrão semelhante àquele observado para o ácaro-praga (GONDIM et al., 2012).

Os ácaros predadores da família Phytoseiidae têm vantagens comparativas sobre outros predadores que os tornam muito atrativos para incorporação no manejo biológico de pragas, por apresentarem alta capacidade de busca, alta voracidade, facilidade no manuseio e manutenção das criações, assim como, elevada capacidade de sobrevivência através do

consumo de diferentes fontes de alimento, quando a incidência da praga é baixa (MORAES; MESA, 1988).

Dada a ampla dispersão de *R. indica* no Brasil e o difícil manejo através do controle químico, pesquisas voltadas ao controle biológico têm sido cada vez mais requeridas. A avaliação das espécies nativas de ácaros predadores, em especial aquelas pertencentes à família Phytoseiidae é considerada importante no estabelecimento de estratégias a serem usadas no controle de *R. indica* em nosso país (GONDIM Jr. et al., 2012; CRUZ et al., 2015). Estudos utilizando ácaros predadores nativos do Brasil para o controle desta praga vêm sendo conduzidos em vários estados brasileiros, confirmando o interesse crescente nas pesquisas sobre o controle biológico da praga. Estudos dessa natureza são importantes, pois servem avaliar a viabilidade de uso dos predadores nativos para o controle da praga, não necessitando da introdução de outros predadores na fauna brasileira.

1.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÍVAR, J.; MESA, N.C.; VÁSQUEZ C. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Province of Manabí, Ecuador. **International Journal of Acarology**, v.46, p.120-122, 2020.

Anuário Brasileiro da Fruticultura - ABF. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Gazeta Santa Cruz: Santa Cruz do Sul, Brasil. p, 136, 2013.

ARAGÃO, W.M. **Coco: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2002.

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

BARROS, M.E.N.; LIMA, D.B.; MENDES, J.A.; GONDIM, M.G.C.; MANOEL G.C.; MELO, W.S. The establishment of an invasive pest mite, *Raoiella indica*, affects mite abundance and diversity on coconut plants. **Systematic and Applied Acarology**, v.25, n.5, p.881-894, 2020.

BARROSO, G.; ROCHA, C.M.; MOREIRA, G.F.; HATA., F.T.; ROGGIA, S. VENTURA, M.U., PASIN, A. SILVA, J.E.P.; HOLTZ, A.M.; MORAES, G.J. What is the southern limit of the distribution of red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), agricultural lands in Brazil? **Florida Entomology**, v.102, n.3, p. 581-585, 2019.

BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BAUCHAN, G.R.; WELBOURN, W.C.; POOLEY, C.; DOWLING, A.P.G. External mouthpart morphology in the Tenuipalpidae (Tetranychoida): *Raoiella* a case study. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p. 227-255, 2012.

BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BAUCHAN, G.R.; POOLEY, C.; DOWLING, A.P.G. *Raoiella of the world* (Trombidiformes: Tetranychoida: Tenuipalpidae). **Zootaxa** v. 4501, n.1, p.1-301, 2018.

BITENCOURT, D.V. **Potencialidades e estratégias sustentáveis para o aproveitamento de rejeitos do coco (*Cocos nucifera* L.)**. São Cristóvão, Sergipe, 2008. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Sergipe, 2008.

CARDI. **Caribbean Agricultural Research and Development Institute. Natural resource management, invasive species.** Disponível em: <http://www.cardi.org/default.asp?id=46>, 2010. Acesso em: 04 Jun. 2021.

CARRIJO, O.A; LIZ, R.S; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, p. 533-535, 2002.

CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCAN, R.E.; PEÑA, J.E. Host plant range of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the new world. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p. 271-289, 2012a.

CARRILLO, D.; de 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**, v.60, n.1, p.39-45, 2012b.

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

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

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

Chan, E.; Elevitch, C.E. *Cocos nucifera* (coconut) Arecaceae (palm family). April 2006 ver. 2.1.

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

CORTEZ, L.A.B.; PEREZ, J.M.M.; ROCHA, J. Processamento de casca e fibra de coco verde por carbonização para agregação de valor. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v.3, p.21-30, 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**, London, 2015.

DANIEL, M. Biology and predatory habits of the lady bird beetle *Stethorus keralicus* Kapur (Coleoptera: Coccinellidae), predatory on the palm mite. **Journal of Plantation Crops**, v.4, n.1, p.7-9, 1976.

DANIEL, M. Bionomics of the predaceous mite *Amblyseius channabasavanni* (Acari: Phytoseiidae) predaceous on the palm mite. In: Channabasavanna GP (ed) Contributions to Acarology in India. **Anubhava Printers, Bangalore**, p.167-172, 1981.

De LA TORRE, P.; SUÁREZ, A.; GONZÁLEZ, A. Presencia del ácaro *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en Cuba. **Protección Vegetale.**, v.25, n.1, p.1-4, 2010.

DOMINGOS, C.A.; OLIVEIRA, L.O.; DE MORAIS, E.G.; NAVIA, D.; DE MORAES, G.J.; GONDIM, M.G.C. JR. Comparison of two populations of the pantropical predator *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of *Raoiella indica* (Acari:Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.60, p.83-93, 2013.

ECHEGOYÉN, R.P. Posibles riesgos de introducción de *Raoiella indica* Hirst a los países de la región del OIRSA donde aún no se ha reportado. **Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria**. San Salvador, El Salvador. p.12, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Importância da cocoicultura no Brazil. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>acesso em 23 de fevereiro de 2021. 2ª edição. ISSN 1678-197X, 2016.

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

FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.N.R.; SIQUEIRA, L.A. **A Cultura do Coqueiro no Brasil**, Brasília: Embrapa, 1998.

FLECHTMANN, C.H.W. Mite (Arthropoda: Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil. II. Redescription of *Amrineus cocofolius* Flechtmann, 1994 (Acari: Eriophyidae). **International Journal of Acarology**, 23(3), p. 195-197, 1997.

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

FIGUEIREDO, E.S.; SATO, M.E.; MORAES, G.J. Efficiency of *Stethorus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) in the control of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **International Journal of Biological and Natural Sciences**. v.2, p. 1-9, 2022.

FONTES, H.R.; MUCIO W. Situação atual e perspectivas para a cultura do coqueiro no Brasil. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2006.

FONTES, H.R.; RIBEIRO, F.E.; FERNANDES, M.F. Coco, produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, p.106, 2003.

GALLEGO, C.E.; ATERRADO, E.D.; BATOMALAUQUE, C.G. Biology of the false spider mite, *Rarosiella cocosae* Rimando, infesting coconut palms in Camiguin, northern Mindanao (Philippines). **Philipp Entomology**, v.17, n.2, p.187, 2003.

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

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

GONDIM, M.G.C.; MORAES, G.J. Life cycle of *Retracrus johnstoni* Keifer (Acari: Phytoptidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, p. 197-201, 2003.

GONÇALVES, K.P.A.; PAULILLO, L.F.O.; LAGES, A.M.G. Restructuring and expansion of cocoiculture in Brazil: analysis of production dynamics between 1990 and 2015. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia rural**, Santa Maria, 2017.

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** 46, p. 356-359, 2017.

HIRST, S. On some new species of red spider. **Annals and Magazine of Natural History, Series**, v.9, n.14, p. 522-527, 1924.

HOLANDA, J.S.; NETO, M.F.; SILVA, R.A.; CHAGAS, M.C.M.; SOBRAL, L.F.; GHEYI, H. R. Tecnologias para produção intensiva de coco anão verde. **Boletim de Pesquisa, EMPARN**, 34 p. 40, 2007.

HOLTZER, T.O.; NORMAN, J.M.; PERRING, T.M.; BERRY, J.S.; HEINTZ, J.C. Effects of microenvironment on the dynamics of spider mite populations. **Experimental and Applied Acarology**, v.4, p. 247-264, 1988.

HOY, M. A.; PEÑA, J.; NGUYEN, R. Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae). **Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS)** University of Florida, Florida, p.6, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2015. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatística/agropecuaria/ispa/>. Acesso em: 10 Fev. 2021.

JEPPSON, L.R., KEIFER, H.; BAKER, E.W. **Mites injurious to economic plants**. University of California Press, Berkeley p.614, 1975.

JESUS JR., L.A.; SANTOS, J.A.B.; MARTINS, C.R.; TOMMASI, A.C. Análise da produção da cultura do coco no Brasil, nordeste e Sergipe. **Proceeding of ISTI**, v.3, n.1, p. 317-324, 2015.

KANE, E.C.; OCHOA, R. Detection and Identification of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). 2006. Disponível em: http://entnemdept.ufl.edu/pestaalert/Raoiella_indica_Guide.pdf. Acesso em: 10 Dez. 2020.

KAPUR, A.P. A new species of *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae), feeding on Arecanut palm mites in Kerala, Southern India. **Entomophaga**, v.6, p.35-38, 1961.

LIRA, V.A.; JUMBO, L.O.V.; FREITAS, G.S.; RÊGO, A.S.; GALVÃO, A.S.; TEODORO, A.V. Efficacy of *Amblyseius largoensis* (Muma) as a biocontrol agent of the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Phytoparasitica**, v.49, p. 103-111, 2021.

MARIAU, D.; BIGGINS, P. The fauna of oil palm and coconut. Insect and mite pests and their natural enemies. Montpellier: **CIRAD**, p. 264, 2001.

MARSARO JR., A.L.; NAVIA, D.; GONDIM, J.R. M.G.; SILVA, F.R.; MORAES, G.J. Chegou ao Brasil - o ácaro vermelho das palmeiras *Raoiella indica*. **Cultivar, Hortaliças e Frutas**, v.57, n.31, 2009.

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

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**, v. 23, n. 10, p. 1907–1914, 2018.

MELO, J.W.S; NAVIA, D.; MENDES J.A; et. al. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened área, the Northeast Region. **International Journal of Acarology**, v.44, n.4-5, p.146-149, 2018.

MENDONÇA, R.S.; NAVIA, D.; FLETCHMANN, C.H.W. *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), o ácaro vermelho das palmeiras - uma ameaça para as Américas. Embrapa. **Recursos Genéticos e Biotecnologia** 146, 2005.

MORAES, G.J.; CASTRO, T.M.M. G.; KREITER, S.; QUILICI, S.; GONDIM JR., M.G.; SA, L.A.N. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in La Reunion (Indian Ocean). **Acarologia**, v.52, p.129-134, 2012.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no brasil. Ribeirão Preto: **Holos Ed.** p.176-177, 2008.

MORAES, G.J.; MESA, N.C. Mites of the family Phytoseiidae (Acari) in Colombia, with descriptions of three new species. **International Journal of Acarology**, v.14, n.2, p.71-88, 1988.

MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; GONDIM JR, M.G.C. Dez perguntas e respostas sobre o ácaro-verelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae): Uma ameaça para Palmeiras e bananeiras no Brasil. **Embrapa Roraima** (documento 49), 2011.

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

NAGESHA-CHANDRA B.K., CHANNABASAVANNA G.P. Studies on seasonal fluctuation of the population of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) on coconut with reference to weather parameters. **Indian Journal Acarology**, v.8, p.104-111, 1983.

NAVIA, D. Riesgo del “ácaro rojo de la palma”, *Raoiella indica* Hirst, para Brasil. In: SEMINARIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE SANIDAD VEGETAL, 6. **Acta**. La Habana, Cuba. p.22-26, 2008.

NAVIA, D; MARSARO JUNIOR, 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**, v.40, n.3, p. 409-411, 2011.

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

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

PENA, 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, EENY-376 (IN680), ENY-837 p.1-8, 2006.

PEÑA, J.E.; MANNION, C.M.; OSBORNE, L. S. Chemical control of red palm mite, *Raoiella indica*, on Ornamentals. In: **Guide to management of Red Palm Mite (RPM)** University of Florida. p.2, 2007.

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. Proceedings of the 2nd Meeting of IOBC/WPRS, **Work Group Integrated Control of Plant Feeding Mites** p. 69-79, 2009.

POLANCO-ARJONA, C.A.; OSORIO-OSORIO, R.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, L.U.; MÁRQUEZ-QUIROZ C.; CRUZ-LÁZARO, L.A., 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.

QUEIROZ, D.L.; FERREIRA, J.M.S.; TEODORO, A.V., NAVIA, D. Ácaros em palmeiras. **Embrapa Florestas** - Capítulo em livro científico (ALICE), 2021.

RAMOS, M.; GONZALES, A.I.; GONZALES, M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst in Cuba, based on biology, host plants, seasonal occurrence and use of acaricide. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ACAROLGY, 13, Recife, Brazil, **Abstract book**, p. 218-219, 2010.

REZENDE, D.; MELO, J.W.S.; OLIVEIRA, J.E.M.; GONDIM, M.G.C. Estimated crop lost to coconut mite and financial analysis of controlling the pest using acaricide abamectin. **Experimental and Applied Acarology**, v.69, n.3, p.1-17. 2016.

ROCHA, A.M; SILVA, M.S.; FERNANDES, F.B.; SOARES, P.M.; KONISH, F. Aproveitamento de fibra de coco para fins energéticos: revisão e perspectivas. In: **Congresso sobre geração distribuída e energia no meio rural**, 10. São Paulo, 2015.

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

RODRIGUES, J.C.; ANTONY, L.M.K. First report of *Raoiella indica* (acari: tenuipalpidae) in amazonas state, Brazil. **Florida Entomologist**, v.94, p.1072-1074, 2011.

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 Island. **International Journal Acarology**, v.33, p. 3-5, 2007.

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

RODRÍGUEZ, H.; MONTOYA, A.; FLORES-GALANO, G. Conducta alimentaria de *Amblyseius largoensis* (Muma) sobre *Raoiella indica* Hirst. **Revista de Protección Vegetal**, v.25, n.1, p.26-30, 2010.

SARKAR, P.K.; SOMCHOUDHURY, A.K. Influence of major abiotic factors on the seasonal incidence of *Raoiella indica* and *Tetranychus fijiensis* on coconut. In: CHANNABASAVANNA, G.P.; VIRAKTAMATH, C.A. (eds) **Progress in Acarology**, vol.2. Oxford and IBH Co. Pvt. Ltd. New Delhi, p.60-65, 1989.

SENAPATI, S.K.; BISWAS, A.K. Efficacy of some pesticides against *Raoiella indica* Hirst. (Tenuipalpidae) on arecanut seedlings in Terai region of West Bengal. **Journal Environment and Ecology**, v.8, n.2, p.763-765, 1990.

SOMCHOUDHURY, A.K.; SARKAR, P.K. Observations on natural enemies found in association with coconut mite, *Raoiella indica* Hirst. **Bulletin of Entomology**, v.28, p.104-107, 1987.

TAYLOR, B.; RAHMAN, P.M.; MURPHY, S.T.; SUDHEENDRAKUMAR, V.V. Population dynamics of the red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in southwest India. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p.331-345, 2012.

UECKERMANN, E.A. Taxonomic research in acarology. Proc. Workshop Biodiv. **Dynamics on La Reunion Island**. p. 12-13, 2004.

WELBOURN, C. Pest Alert: Red palm mite *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). **Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry**, 2007.

WELBOURN, C. Red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). Pest Alert. DPI-FDACS, p 4. 2009. Disponível em: <http://www.doacs.state.fl.us/pi/enpp/ento/r.indica.html>. Acesso em: 18 Nov. 2020.

YADAVBABU, R.K.; MANJUNATHA, M. Seasonal Incidence of Mite Population in Arecanut. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, v.20, n.2, p.401-402, 2007.

ZAHER, M. Biological studies on *Raoiella indica* Hirst and *Phyllotranychus aegyptiacus* Sayed infesting date palm trees in the UAR (Acarina: Tenuipalpidae). **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v.63, n.3, p.406-411, 1969.

CAPITULO 2 - AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE PREDACÃO E OVIPOSIÇÃO DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE *Amblyseius largoensis* QUANDO ALIMENTADO COM ÁCAROS *Raoiella indica*

RESUMO

Raoiella indica Hirst (Acari: Tenuipalpidae) tem-se destacado como praga em toda a região neotropical, devido à intensidade de ataque principalmente a plantas da família Arecaeae. A disponibilidade e ampla distribuição de plantas hospedeiras, principalmente as palmeiras de importância econômica e diversas plantas ornamentais utilizadas em parques, praças e jardins, contribuem significativamente para a rápida dispersão da praga. Dentre os métodos de controle, o biológico tem se mostrado potencialmente útil na tentativa de minimizar os danos causados pela praga. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de predação e reprodução de diferentes populações brasileiras de *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae), oferecendo-se *R. indica* como alimento. Foram realizadas coletas de populações de *A. largoensis* em nove estados brasileiros no período de outubro de 2019 a outubro de 2020. A população de *A. largoensis* que apresentou as maiores taxas de predação e de oviposição, levando-se em consideração todos os estágios de vida (ovos, larvas, adultos) do ácaro-praga oferecidos como alimento ao predador, foi encontrada no estado de Sergipe. A população com as menores taxas de predação e oviposição foi coletada no estado do Pará. Este estudo contribuiu para o avanço no conhecimento sobre o ácaro predador *A. largoensis* no Brasil e para o estabelecimento de programas de controle biológico de *R. indica* na cultura do coqueiro, nas diferentes regiões onde a praga está presente.

2.1 INTRODUÇÃO

O coqueiro, *Cocos nucifera* L., apresenta ampla distribuição mundial. Sua exploração comercial concentra-se em mais de 90 países com, aproximadamente, 13 milhões de hectares de área plantada (FAO, 2019). O Brasil ocupa o quinto lugar em produção mundial, com uma produção aproximada de 2,4 milhões de toneladas (FAO, 2019). A produção brasileira está concentrada principalmente nas regiões Norte e Nordeste, que concentram cerca de 80% da produção nacional (MARTINS; JESUS JR., 2011; IBGE, 2019). As condições edafoclimáticas favoráveis, utilização de variedades mais produtivas, e o nível da tecnificação propiciam uma produtividade que ultrapassa os 40.000 frutos por hectare na região Nordeste (FONTES et al., 2003).

A produtividade do coqueiro, independente da variedade, pode ser comprometida devido a diversos fatores. Dentre eles estão os ácaros-pragas, que constituem um dos fatores mais limitantes (OLIVEIRA et al., 2012; NAVIA et al., 2011). Estas pragas apresentam grande importância, pois atacam a cultura em todas as fases de desenvolvimento, comprometendo a produção (MORAES; FLECHTMANN, 2008; NAVIA, 2008).

Raoiella indica Hirst (Acari: Tenuipalpidae), ácaro-vermelho-das-palmeiras, representa uma praga de grande importância para essa cultura. Além do coqueiro, este ácaro é relatado como praga em culturas de importância econômica como banana, palmito e espécies ornamentais (RODRIGUES; PEÑA, 2012).

Desde a detecção de *R. indica* no Brasil, o foco dos estudos tem sido encontrar medidas de controle para esta espécie. O controle químico é o método mais utilizado no combate a esta praga, nas diversas regiões infestadas (MENDONÇA et al., 2005; RODRIGUES; PEÑA, 2012). É utilizado como método de controle emergencial em viveiros de plantas hospedeiras, em países onde o ácaro se encontra presente e se disseminando, e ainda, como medida regulatória no trânsito de material vegetal (NAVIA et al., 2012). Apesar de ser o método mais utilizado, existem alguns entraves para o uso do controle químico. Além da falta de produtos registrados, as dificuldades em realizar uma aplicação eficiente, devido ao elevado porte dos coqueiros e outras palmeiras, e os altos custos que desta prática acabam por inviabilizar sua utilização para os pequenos produtores (FERREIRA, 2009; NAVIA et al., 2012).

Pesquisadores e órgãos governamentais dos países onde *R. indica* tem sido registrado reúnem esforços para implementar alternativas mais sustentáveis para o manejo desta praga.

Dentre os métodos de controle, o uso de inimigos naturais tem se mostrado promissor no manejo de *R. indica*.

O controle biológico natural e aplicado constituem importantes elementos para contraporem o uso inadequado de agrotóxicos. Caracteriza-se como um dos componentes mais importantes dentro do manejo integrado deste ácaro, constituindo-se como o método ideal para o controle de *R. indica* (NAVIA et al., 2012).

Aproximadamente 28 espécies de artrópodes predadores têm sido relatadas em associação com *R. indica*. Dentre estes predadores, os ácaros da família Phytoseiidae são os mais frequentes (CARRILLO et al., 2012b).

Amblyseius largoensis Muma (Acari: Phytoseiidae) tem sido considerado o predador de maior eficiência no combate a *R. indica*, apresentando excelente desempenho quando alimentado com este tenuipalpídeo (GALLEGO et al., 2003; PEÑA et al., 2009; BOWMAN; 2010; TAYLOR et al., 2011, DOMINGOS et al., 2013). Em levantamentos realizados na região neotropical, verificou-se que *A. largoensis* é o principal predador associado ao ácaro *R. indica* nas Américas (CARRILLO et al., 2010; CARRILLO, PEÑA, 2011; GONDIM Jr. et al., 2012). Estudos em laboratório, oferecendo-se exclusivamente *R. indica* como alimento para *A. largoensis* indicaram que seu desenvolvimento foi melhor com esta presa em relação a outras fontes de alimento (CARRILLO et al., 2010; CARRILLO; PEÑA, 2011).

A presente pesquisa foi conduzida visando avaliar a capacidade de predação e a taxa de oviposição de populações de *A. largoensis* procedentes de diferentes regiões brasileiras, oferecendo-se *R. indica* como alimento. Caso sejam detectadas diferenças entre as populações deste predador, a liberação de populações de *A. largoensis* com alta capacidade de predação, oriundas de diferentes regiões do país, poderia otimizar o controle de *R. indica* em várias regiões brasileiras onde a praga se encontra.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Coletas das populações de *Amblyseius largoensis* em diferentes regiões brasileiras

As coletas ocorreram em diferentes estados do Brasil entre outubro de 2019 e outubro de 2020. Durante o planejamento foram escolhidos doze estados onde as coletas seriam realizadas, porém, devido as dificuldades de locomoção em consequência da pandemia causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2), foi possível a realização das atividades em dez dos doze selecionados inicialmente (Figura 1).

A escolha dos estados se deu em virtude de informações de trabalhos anteriores relatando a presença de *A. largoensis* nestes locais. Dos dez estados avaliados, apenas em São Paulo (assinalado em vermelho) não foi encontrado o ácaro predador.

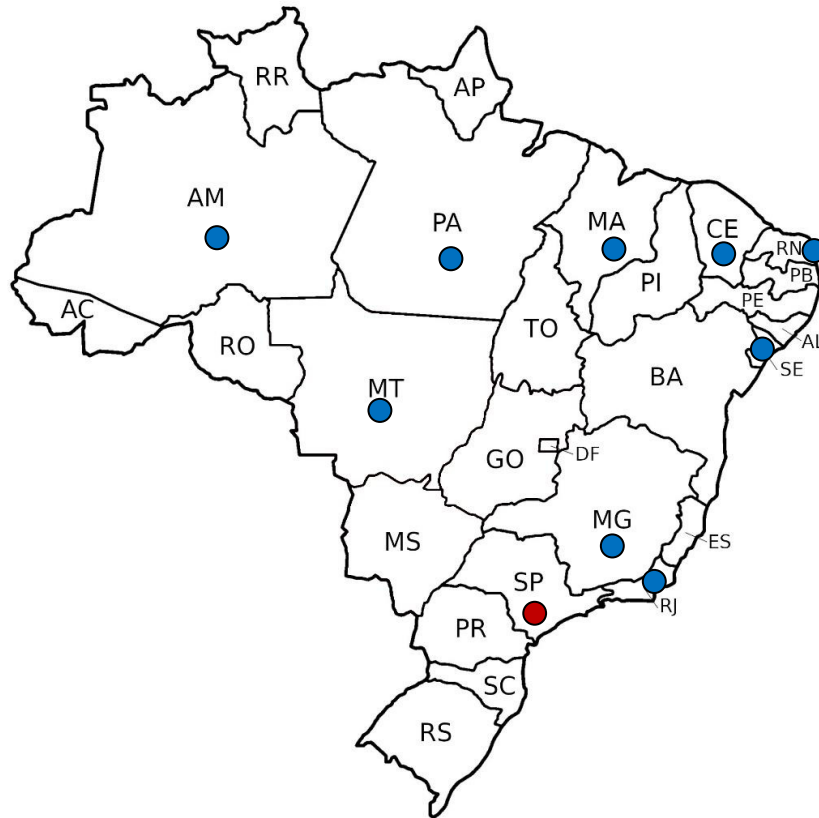


Figura 1. Estados brasileiros onde populações de *Amblyseius largoensis* foram coletadas em plantas de coqueiros.

As coletas foram realizadas em diferentes municípios de dez estados brasileiros (assinalados em azul e vermelho), abrangendo quatro regiões do País (Figura 1). A população de *A. largoensis* proveniente do estado do Ceará foi coletada no município de Fortaleza em outubro de 2019, em plantio comercial de coco. No estado do Pará, as coletas foram realizadas nas cidades de Colares, Vigia, Castanhal e Santa Isabel (em coqueiros de áreas rural e urbana), e Santo Antônio do Tauá (em plantio comercial), em janeiro de 2020. No Estado do Maranhão, as coletas foram realizadas na área urbana do município de São Luís, e em um plantio comercial do município de Paço do Lumiar, em fevereiro de 2020. As coletas do predador em Minas Gerais foram realizadas no mês de maio de 2020, em coqueiros comerciais do perímetro urbano do município de Bueno Brandão. No estado do Rio de Janeiro, as coletas foram realizadas na região da barra de Guaratiba em coqueiros na orla da praia e em coqueiros de fundo de quintal, em

junho 2020. Em Natal, Rio grande do norte, as coletas aconteceram no mês de julho de 2020 em plantas de coqueiro em área urbana e em plantas de fundo de quintal. As coletas dos predadores no estado do Mato Grosso ocorreram em coqueiros da área urbana do município de Alta Floresta, no mês de agosto de 2020. No estado do Amazonas, os predadores foram coletados no município de Manaus, em setembro de 2020, em plantio de coco em duas pequenas propriedades, assim como na área urbana. Em Sergipe, as coletas ocorreram em um plantio comercial e em plantas no perímetro urbano no município de Brejo Grande, em outubro de 2020.

As coletas foram realizadas em plantas adultas utilizando uma tesoura de poda, que permitia alcançar as folhas basais e medianas das plantas. Em cada área foram escolhidas dez plantas e de cada planta foram retirados aleatoriamente dez folíolos. Os folíolos de cada planta foram separados em sacos de papel, devidamente identificados, acondicionados em caixa térmica contendo Gelox® e transportados ao laboratório onde o material foi triado.

As amostras coletadas foram avaliadas sob estereomicroscópio, transferindo-se os predadores com ajuda de um pincel de cerdas finas para as unidades de criação.

2.2.2 Estabelecimento das populações de *Amblyseius largoensis* em condições de laboratório

Após a triagem do material coletado, algumas lâminas foram montadas com meio de Hoyer para identificação da espécie alvo. A manutenção das colônias e os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). Os ácaros foram mantidos em unidades de criação semelhante à utilizada por McMurtry e Scriven (1965) (cerca de 80cm²), mas cujo substrato foi constituído de folhas de *Canavalia ensiformis* (L.) DC (feijão-de-porco). Os predadores foram alimentados com ovos e imaturos de *R. indica* e com pólen de taboa (*Typha domingensis* Pers.) adicionado sobre uma lamínula e substituído a cada três dias. As presas oferecidas aos predadores foram retiradas de plantas infestadas, mantidas em casa-de-vegetação. O pólen de taboa foi coletado no campus da Universidade em janeiro de 2020 e armazenado em freezer (-20°C), por um período de um ano.

As colônias foram mantidas em câmara climatizada, a $25,0 \pm 1$ °C, $70,0 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase. Os testes foram iniciados após as colônias apresentarem um número suficiente de ácaros para a condução dos trabalhos, cerca de quatro meses após cada coleta.

2.2.3 Confirmação da identidade dos ácaros predadores

Cerca de um mês após o início da colônia, a identificação preliminar dos ácaros de cada colônia em nível de espécie foi confirmada no laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP. Para tanto, foram tomadas aleatoriamente 15 fêmeas de cada colônia, sendo estas montadas em lâminas de microscopia, em meio de Hoyer, com auxílio de um estereomicroscópio Zeiss. Em seguida, as lâminas foram secadas em estufa a 45°C por uma semana.

Em seguida, foram selecionadas as 10 melhores preparações de cada colônia para realizar as medições visando à identificação. De acordo com Tixier (2012), para se ter uma medição mais precisa, são necessárias medições de pelo menos 10 amostras de fitoseídeos. As medições e as observações morfológicas complementares foram feitas sob microscópio óptico com constrate de fase (Leica, DMLB) e microscópio de contraste de interferência (Nikon, Eclipse 80i).

Mediram-se o comprimento e a maior largura dos escudos dorsal e ventrianal, o comprimento das setas do dorso do idiosoma (*j1, j3, j4, j5, J2, J5, z2, z4, z5, Z1, Z4, Z5, s4, S2, S4, S5, r3, R1*), do ventre do idiossoma (*St1, St2, St3, St4, St5, Jv1, Jv2, Jv4, Jv5, Zv1, Zv2, Zv3*) e das macrosetas do genu, tibia e tarso da perna IV; mediram-se também as distâncias entre as bases de *St1- St3, St2-St2, St5- St5*, assim como o comprimento do cálice da espermateca.

2.2.4 Avaliação do potencial de predação de *Amblyseius largoensis* sobre *Raoiella indica*

Para a condução desta etapa do experimento foram individualizadas 30 fêmeas recém-emergidas de *A. largoensis*. Cada unidade experimental consistiu de uma pequena placa de Petri (2 cm de altura x 3 cm de diâmetro) cuja base era coberta com uma camada de caragenina, sobreposta por um disco de folha de feijão-de-porco (2 cm de diâmetro). A camada de caragenina foi preparada dissolvendo cerca de 10,0 g de caragenina em 70 ml de água destilada (a 80-90°C), aquecida por 30 segundos em forno de microondas. Esta quantidade era suficiente para preparar 25 unidades experimentais.

Vinte e quatro horas após, os ovos foram separados em outra arena para serem acompanhados até a fase adulta. Em seguida, as fêmeas recém-emergidas foram individualizadas nas arenas onde os testes ocorreram.

A capacidade de predação dos predadores de cada colônia foi avaliada fornecendo-se ácaros *R. indica* nas fases de ovo (tratamento 1), larva (tratamento 2) ou adulto (tratamento 3).

Os testes foram iniciados com 60 presas disponibilizadas em cada unidade experimental, cada uma contendo uma fêmea adulta de *A. largoensis* recém-emergida. No total, foram avaliados 25 ácaros predadores de cada colônia em cada tratamento.

As unidades experimentais foram seladas com filme plástico (Magipack[®]) para impedir que os ácaros escapassem. Foram mantidas em uma câmara climatizada, a $25,0 \pm 1$ °C, $70,0 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase. O estudo foi conduzido por sete dias consecutivos, com uma avaliação a cada 24 h realizada sob estereomicroscópio. No final de cada avaliação diária, foi feita a reposição da presa consumida (ovos, larvas ou adultos).

As variáveis avaliadas foram a oviposição diária do predador e o número de presas consumidas por fêmea por dia. Os resultados do primeiro dia foram descartados, para reduzir a interferência da alimentação anterior. Os ovos do predador também foram retirados das arenas diariamente.

Os procedimentos descritos acima foram realizados em períodos distintos para as distintas populações do predador, tendo em vista as distintas datas de coleta dos ácaros de cada colônia.

2.2.5 Análise estatística

Os dados de predação foram submetidos a um modelo linear generalizado misto com distribuição do tipo binomial. Enquanto os dados de oviposição média foram analisados com um modelo linear generalizado misto com distribuição do tipo Poisson. Ambos os modelos foram programados com o uso da função `glmer` do pacote `lme4` (BATES et al., 2015) do R (R CORE TEAM, 2020), o fator população foi considerado como efeito aleatório, enquanto o estágio do ácaro foi considerado como efeito fixo no modelo. O ajuste do modelo aos dados foi confirmado por meio de um envelope simulado meio normal do R (R CORE TEAM, 2020). Os dados previstos pelo modelo foram obtidos por meio de um bootstrap baseado em modelos mistos com a função `bootMer` do pacote `lme4` (BATES et al., 2015) do R (R CORE TEAM, 2020).

O grau de similaridade dos estágios dentro de cada uma das populações foi verificado com base na matriz dos dados de predação e oviposição. O método permitiu comparar as condições (estágios dentro da população) mais próximas ou distantes. Com as matrizes de distâncias de Jaccard, foram verificados os agrupamentos pelo método estatísticos de Ward. A análise foi conduzida no programa R (R CORE TEAM, 2020).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Caracterização morfológica das populações de *Amblyseius largoensis*

Quando comparadas com a descrição original de *A. largoensis*, as características morfológicas dos ácaros avaliados confirmaram que as populações coletadas nos diferentes estados brasileiros se tratavam da mesma espécie. As pequenas diferenças que foram encontradas entre os exemplares medidos, estão dentro das amplitudes de variações encontradas entre os ácaros predadores de uma mesma espécie para a família Phytoseiidae.

Poucos parâmetros morfológicos apresentaram diferenças significativas entre as populações (Tabela 1). As populações de Maranhão e do Rio de Janeiro apresentaram maiores dimensões dorsais e ventrianais. No entanto, nenhuma população se destacou por apresentar dimensões consistentemente maiores para todos os parâmetros analisados. As médias das diferentes populações foram muito semelhantes entre si dentro de cada um dos parâmetros.

Tabela 1. Comprimentos médios (em micrômetros \pm erro padrão da média) de estruturas taxonomicamente relevantes de populações de *Amblyseius largoensis* coletadas em diferentes estados brasileiros entre outubro de 2019 e outubro de 2020.

Parâmetro	Populações								
	Amazonas	Ceará	Maranhão	Minas Gerais	Mato Grosso	Pará	Rio G. Norte	Rio de janeiro	Sergipe
CED ¹	354 \pm 3 a	356 \pm 4 a	362 \pm 3 c	357 \pm 4 a	356 \pm 5 a	358 \pm 5 b	355 \pm 6 a	360 \pm 3 c	358 \pm 5 b
LED	242 \pm 5 a	242 \pm 3 a	247 \pm 2 b	243 \pm 1 a	245 \pm 3 b	243 \pm 0 a	245 \pm 0 b	248 \pm 2 b	243 \pm 0 a
j1	35 \pm 1 a	37 \pm 0 a	38 \pm 0 b	35 \pm 0 a	37 \pm 1 a	35 \pm a	38 \pm 1 b	36 \pm 0 a	34 \pm 0 a
j3	42 \pm 1 a	45 \pm 0 a	48 \pm 3 b	43 \pm 0 a	44 \pm 1 a	43 \pm 0 a	44 \pm 0 a	42 \pm 0 a	43 \pm 1 a
j4	7 \pm 0 a	6 \pm 0 a	7 \pm 0 a	7 \pm 1 a	7 \pm 0 a	10 \pm 2 b	8 \pm 1 a	7 \pm 0 a	6 \pm 0 a
j5	6 \pm 1 a	7 \pm 0 a	7 \pm 1 a	7 \pm 0 a	7 \pm 1 a	7 \pm 1 a	7 \pm 1 a	7 \pm 0 a	7 \pm 0 a
J2	9 \pm 1 a	11 \pm 2 b	8 \pm 0 a	10 \pm 1 a	9 \pm 0 a	9 \pm 1 a	10 \pm 0 a	9 \pm 1 a	9 \pm 0 a
J5	8 \pm 1 a	9 \pm 0 a	9 \pm 1 a	10 \pm 0 a	9 \pm 1 a	9 \pm 0 a	9 \pm 1 a	9 \pm 0 a	9 \pm 1 a
z2	10 \pm 1 a	11 \pm 0 a	12 \pm 0 a	12 \pm 1 a	14 \pm 3 b	12 \pm 0 a	15 \pm 2 b	11 \pm 0 a	11 \pm 0 a
z4	11 \pm 0 a	11 \pm 0 a	10 \pm 0 a	11 \pm 1 a	12 \pm 3 a	11 \pm 0 a	12 \pm 0 a	11 \pm 1 a	10 \pm 1 a
z5	6 \pm 0 a	7 \pm 1 a	10 \pm 3 b	6 \pm 3 a	6 \pm 2 a	7 \pm 2 a	7 \pm 1 a	7 \pm 1 a	6 \pm 1 a
Z1	11 \pm 1 a	10 \pm 2 a	11 \pm 0 a	12 \pm 1 a	10 \pm 1 a	12 \pm 2 a	11 \pm 1 a	10 \pm 1 a	11 \pm 0 a
Z4	98 \pm 1 a	101 \pm 1 a	99 \pm 1 a	103 \pm 3 b	98 \pm 1 a	98 \pm 2 a	98 \pm 1 a	97 \pm 2 a	98 \pm 1 a
Z5	263 \pm 1 a	265 \pm 1 a	262 \pm 1 a	267 \pm 3 b	263 \pm 2 a	263 \pm 1 a	262 \pm 0 a	263 \pm 1 a	264 \pm 2 a
s4	97 \pm 1 a	98 \pm 2 a	98 \pm 0 a	98 \pm 1 a	97 \pm 1 a	97 \pm 1 a	98 \pm 1 a	97 \pm 2 a	97 \pm 0 a
S2	11 \pm 2 a	15 \pm 3 b	12 \pm 0 a	11 \pm 0 a	12 \pm 2 a	11 \pm 1 a	12 \pm 1 a	15 \pm 2 b	11 \pm 2 a
S4	10 \pm 2 a	11 \pm 0 a	11 \pm 1 a	10 \pm 0 a	11 \pm 0 a	10 \pm 0 a	14 \pm 3 b	14 \pm 1 b	11 \pm 0 a
S5	11 \pm 0 a	12 \pm 3 a	11 \pm 0 a	10 \pm 0 a	10 \pm 1 a	10 \pm 2 a	12 \pm 2 a	11 \pm 1 a	10 \pm 1 a
r3	11 \pm 1 a	10 \pm 2 a	10 \pm 2 a	12 \pm 1 a	10 \pm 1 a	11 \pm 0 a	12 \pm 2 a	10 \pm 2 a	12 \pm 2 a
R1	9 \pm 1 a	13 \pm 3 b	10 \pm 1 a	9 \pm 0 a	9 \pm 1 a	10 \pm 0 a	11 \pm 1 a	9 \pm 1 a	9 \pm 2 a
CEVA	113 \pm 0 a	115 \pm 2 a	117 \pm 2 b	112 \pm 2 a	113 \pm 2 a	112 \pm 2 a	111 \pm 3 a	114 \pm 4 a	113 \pm 0 a
LAEV	55 \pm 2 a	54 \pm 1 a	56 \pm 0 a	55 \pm 2 a	55 \pm 0 a	55 \pm 0 a	55 \pm 1 a	56 \pm 2 a	54 \pm 1 a

LPEV	72±2 a	71±2 a	76±3 b	71±1 a	73±2 a	77±0 b	71±2 a	72± 2 a	71± a
St1-St2	33±2 a	37±3 b	34±2 a	33±1 a	38±2 b	35±2 a	33±2 a	33±0 a	33±1 a
St2-St2	72±1 a	71±0 a	73±2 a	71±2 a	72±0 a	72±2 a	71±2 a	73±2 a	72±2 a
St3-St3	76±1 a	80±3 b	75±2 a	76±2 a	76±2 a	77±2 a	77±	82±2 b	76±2 a
St1-St3	68±1 a	67±2 a	66±1 a	73±2 b	68±0 a	68±0 a	68±2 a	67±1 a	68±2 a
St2-St3	29±0 a	30±0 a	29±1 a	29±2 a	28±1 a	28±0 a	29±1 a	29±2 a	31±2 a
St4-St4	88±0 a	87±2 a	88±0 a	89±0 a	88±1 a	88±0 a	88±0 a	89±1 a	90±1 a
St5-St5	68±0 a	73±2 b	68±2 a	72±4 b	69±0 a	76±5 c	67±3 a	68±0 a	69±2 a
Jv1	19±0 a	18±2 a	21±0 a	18±0 a	19±0 a	19±0 a	20±0 a	21±0 a	20±1 a
Jv2	17±0 a	17±1 a	16±0 a	17±1 a	17±2 a	18±0 a	18±1 a	17±1 a	17±2 a
Jv4	7±0 a	13±2 b	8±1 a	7±1 a	7±0 a	7±0 a	9±0 a	7±0 a	7±0 a
Jv5	82±0 a	84±1 a	82±3 a	84±2 a	85±0 a	82±2 a	82±0 a	81±0 a	82±0 a
Zv1	17±3 a	16±2 a	17±0 a	17±1 a	17±0 a	18±2 a	18±1 a	17±0 a	18±0 a
Zv2	14±3 a	14±0 a	14±0 a	14±1 a	13±0 a	14±0 a	14±0 a	14±0 a	15±0 a
Zv3	10±0 a	16±3 b	12±0 a	12±0 a	11±1 a	10±0 a	12±0 a	10±0 a	10±0 a
SgeIV	112±0 a	111±0 a	117±3 b	113±0 a	112±4 a	112±0 a	113±0 a	112±3 a	110±2 a
StiIV	84±0 a	85±0 a	84±1 a	82±0 a	83±0 a	84±0 a	85±1 a	84±1 a	83±1 a
StIV	71±0 a	73±2 a	71±0 a	71±0 a	71±2 a	72±0 a	71±0 a	70±1 a	71±0 a
Cálice	23±0 a	24±1 a	22±2 a	23±0 a	22±0 a	23±0 a	24±2 a	23±0 a	23±1 a

¹CED: comprimento do escudo dorsal ao longo da linha média; LED: largura do escudo dorsal no nível mais amplo da região podonotal; CEVA: comprimento do escudo ventrianal ao longo da linha média; LAEV e LPEV: largura anterior (no nível de Zv2) e posterior (no nível da abertura anal) do escudo ventrianal; SgeIV, StiIV e StIV: comprimentos de macroseta do genu, tíbia e tarso da perna IV; cálice: comprimento do cálice da espermateca. Para cada parâmetro, as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si.

2.3.2 Avaliação do potencial de predação de *Amblyseius largoensis* sobre *Raoiella indica*

Os resultados dos experimentos de predação de *A. largoensis* sobre o ácaro-praga indicam que o estágio de ovo foi significativamente mais predado em relação aos estágios larva e adulto, nas diferentes populações de *R. indica*. Por outro lado, o estágio adulto foi sempre o menos predado, exceto para as populações do Amazonas (AM) e de Minas Gerais (MG), para as quais não foram observadas diferenças significativas de predação entre os estágios de larva e adulto (Tabela 1).

Foram observadas diferenças nas taxas de predação dos estágios de ovo, larva e adulto, para as populações de *A. largoensis* coletadas nas diferentes regiões brasileiras, sendo que as populações de Sergipe e do Maranhão apresentaram as mais altas taxas de predação, para todos os estágios avaliados. As menores taxas de predação foram registradas para as populações do Amazonas, Minas Gerais e do Pará.

Tabela 2. Predação (%) dos estágios de ovo, larva e adulto de *Raoiella indica* pelo ácaro *Amblyseius largoensis* proveniente de diferentes estados do Brasil.

População	Ovo	Larva	Adulto
AM	46,00±0,74 D a	05,00±0,17 D b	04,00±0,10 B b
CE	51,00±0,60 C a	11,00±0,22 C b	03,00±0,11 B c
MA	84,00±0,65 A a	18,00±0,22 A b	10,00±0,24 A c
MG	40,00±0,52 D a	05,00±0,12 D b	04,00±0,86 B b
SE	88,00±0,53 A a	17,00±0,33 A b	11,00±0,27 A c
MT	60,00±0,89 B a	07,00±0,17 D b	03,00±0,01 B c
PA	35,00±0,54 E a	14,00±0,32 B b	03,00±0,01 B c
RJ	54,00±0,82 C a	10,00±0,16 C b	03,00±0,08 B c
RN	50,00±0,50 C a	10,00±0,18 C b	03,00±0,01 B c

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (comparação entre linhas) e minúsculas (comparação entre colunas) não diferem pela sobreposição dos intervalos de confiança (IC 95%) estimados pelo modelo linear generalizado misto com distribuição do tipo binomial.

Houve diferença estatística nas taxas de ovoposição entre as diversas populações de *A. largoensis* avaliadas. As maiores taxas de oviposição foram observadas para a população proveniente do Maranhão, considerando-se todas as populações de *A. largoensis* avaliadas e todos os estágios do ácaro-praga fornecidos como alimento. As menores taxas de oviposição

foram registradas para a população coletada no estado do Pará, levando-se em consideração todos os estágios avaliados da praga (Tabela 3).

Para a maioria das populações, não se observou diferenças estatísticas nas taxas de oviposição, para os diferentes estágios de vida de *R. indica* utilizados como alimento para o ácaro predador. Apenas para as populações de MG e PA, observou-se influência do estágio de *R. indica* sobre a oviposição de *A. largoensis*, com menor taxa de oviposição quando os predadores foram alimentados com larvas (imaturas) do ácaro-praga.

Tabela 3. Número de ovos do ácaro predador *Amblyseius largoensis* proveniente de populações provenientes de diferentes estados do Brasil utilizando como presa estágios de *Raoiella indica*.

População	Ovo		Larva		Adulto	
AM	06,48 ± 0,30	B a	05,92 ± 0,25	CD a	06,80 ± 0,25	C a
CE	06,76 ± 0,33	B a	06,20 ± 0,30	C a	07,52 ± 0,26	BC a
MA	10,76 ± 0,38	A a	12,88 ± 0,44	A a	14,18 ± 0,30	A a
MG	06,32 ± 0,27	B a	04,40 ± 0,33	CD b	06,80 ± 0,34	C a
SE	09,84 ± 0,41	A a	08,84 ± 0,34	B a	09,32 ± 0,32	B a
MT	07,12 ± 0,31	B a	08,08 ± 0,27	BC a	08,04 ± 0,31	B a
PA	05,56 ± 0,31	B ab	04,12 ± 0,26	D b	06,16 ± 0,38	C a
RJ	07,04 ± 0,31	B a	08,36 ± 0,28	B a	08,80 ± 0,33	B a
RN	09,63 ± 0,37	A a	08,84 ± 0,34	B a	09,32 ± 0,32	B a

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (comparação entre linhas) e minúsculas (comparação entre colunas) não diferem pela sobreposição dos intervalos de confiança (IC 95%) estimados pelo modelo linear generalizado misto com distribuição do tipo Poisson.

O grau de similaridade dos estágios dentro de cada uma das populações de *A. largoensis*, com base na matriz dos dados de predação e oviposição, foi representado em um dendrograma, para facilitar a comparação das populações do ácaro predador pelo seu desempenho de predação e taxa de reprodução (Figura 2).

Considerando-se um corte no cluster na altura 4, podem ser observados cinco agrupamentos distintos. O primeiro agrupamento mostra-se dividido em dois subgrupos, separando as populações de MT, CE e RJ das do PA, AM e MG. No segundo agrupamento, aparece a população do RN separada das populações do MA e SE. Esses dois agrupamentos incluíram apenas as populações que se alimentaram com ovos de *R. indica*, reunindo as populações que apresentaram as taxas mais próximas de oviposição em um mesmo cluster.

Todos os ácaros predadores alimentados com ovos de *R. indica* (independentemente da população de origem) foram reunidos em apenas dois agrupamentos exclusivos (1 e 2), separados dos outros agrupamentos (3, 4 e 5), que foram representados apenas por ácaros alimentados com larvas e adultos do ácaro-praga, indicando claramente que os ovos de *R. indica* são de grande relevância na dieta de *A. largoensis*, contribuindo mais que os outros estágios de vida do ácaro-praga no desenvolvimento e reprodução do predador. Os ácaros predadores que apresentaram as maiores taxas de oviposição foram incluídos no agrupamento 2.

No terceiro agrupamento foram incluídos apenas os ácaros da população originária do Maranhão, que se alimentaram de adultos e larvas (imatuross) de *R. indica*. A população do predador do Maranhão foi a que apresentou a maior taxa de oviposição, independentemente do estágio de vida de *R. indica* fornecido como alimento. Nesse caso específico, a região de origem foi mais importante que o tipo de alimento (larvas ou adultos de *R. indica*) na separação das outras populações do ácaro predador.

O quarto agrupamento apresenta-se dividido em dois subgrupos. No primeiro subgrupo aparecem duas populações do predador alimentadas com adultos (CE e MT) ou larvas (MT) de *R. indica*. Os ácaros da população do MT que se alimentaram de larvas ou adultos do ácaro-praga foram incluídos em um único cluster (grupo), porém os ácaros predadores da população procedente do CE quando alimentados com adultos de *R. indica* foram incluídos no agrupamento 4 e quando alimentados com larvas do ácaro fitófago foram incluídos no agrupamento 5, em um subgrupo (cluster) próximo ao dos ácaros predadores das populações do AM e PA, que se alimentaram, respectivamente, de imatuross (larvas) e adultos de *R. indica*. As populações do AM e PA foram as que apresentaram as mais baixas taxas de oviposição, indicando que a alimentação com imatuross (larvas) ou adultos de *R. indica* pode influenciar significativamente a taxa de oviposição para algumas populações de *A. largoensis*. No caso da população do CE, a alimentação com larvas do ácaro-praga parece ter contribuído para a redução na taxa de oviposição do predador.

No segundo subgrupo do agrupamento 4 aparecem os ácaros das populações do RJ, RN e SE (imatuross e adultos), sendo que apenas para no caso de SE, os predadores que se alimentaram de adultos e imatuross de *R. indica* ficaram no mesmo cluster.

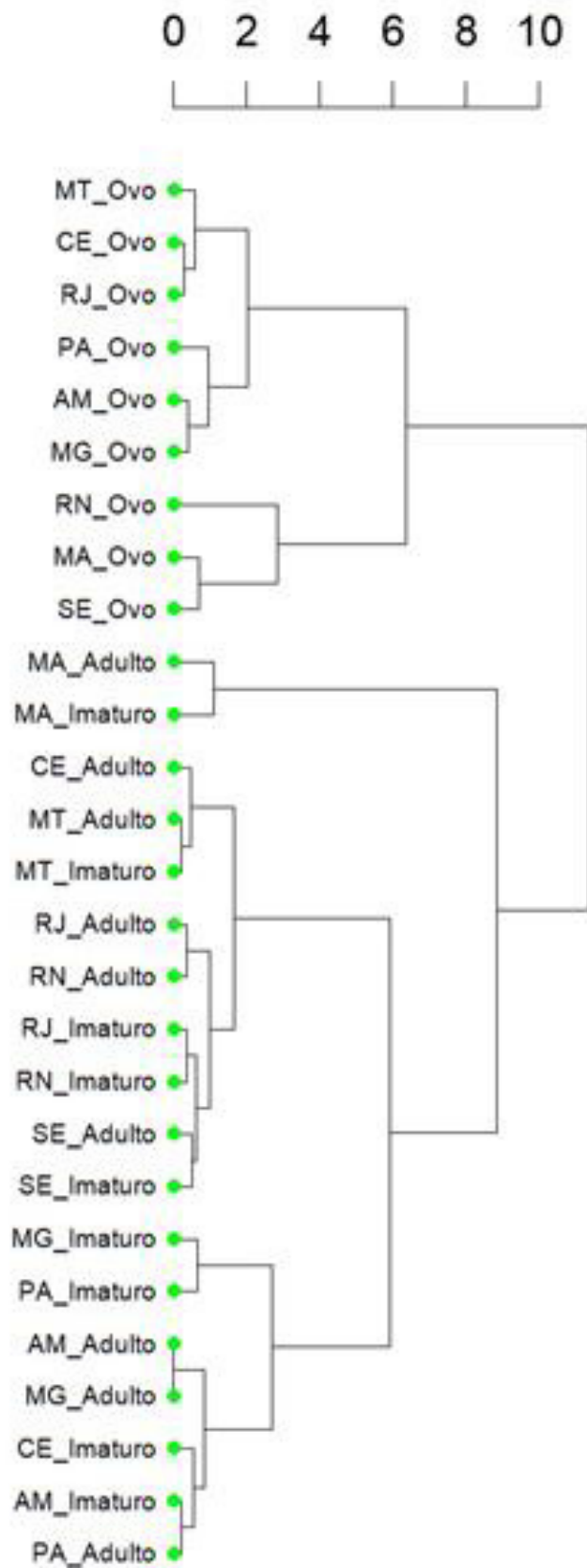


Figura 2. Dendrograma de similaridade entre as populações de *Ambyseius largoensis* sobre as taxas de predação sobre diferentes estágios de vida de *Raiiella indica* e de oviposição do ácaro predador.

O quinto agrupamento, representado pelas populações de *A. largoensis* com as menores taxas de oviposição, também se apresenta dividido em dois subgrupos principais. O primeiro subgrupo foi constituído de ácaros predadores, alimentados com imaturos de *R. indica*, das populações de MG e do PA. No primeiro cluster do segundo subgrupo foram incluídos os ácaros predadores do AM e de MG, que se alimentaram de adultos de *R. indica*. Os ácaros *A. largoensis* das populações do CE e AM alimentados com imaturos da praga, e ácaros do PA, alimentados com adultos da praga, foram agrupados em clusters próximos deste último agrupamento.

2.4 DISCUSSÃO

Com exceção do estado de São Paulo, *A. largoensis* foi encontrado em todas as regiões onde as coletas foram realizadas. No período em que ocorreram as coletas neste estado (agosto e setembro de 2020), as taxas de umidade e precipitação estavam muito baixas na região, o que pode ter dificultado o estabelecimento do predador nas plantas avaliadas. Em outras ocasiões *A. largoensis* já foi encontrado no estado de São Paulo (EHARA, 1966; DENMARK; MUMA, 1973; CASTRO; MORAES, 2010; MORAES et al., 2013).

Em todas as plantas de coqueiro onde as amostras de folíolos foram retiradas, havia elevada população de *R. indica*. Embora este seja o cenário que encontramos durante o período de coleta nas áreas estudadas, não podemos afirmar que seja um padrão observado em todas as regiões em que *R. indica* esteja presente.

As maiores incidências do ácaro-praga foram observadas nas plantas do perímetro urbano de Manaus, principalmente na área do distrito industrial, onde há uma grande movimentação de cargas oriundas de outras regiões brasileiras, bem como de outros países, que pode ter contribuído para a introdução e dispersão de grande quantidade de ácaros-praga na região.

A área onde foram encontradas as menores infestações do ácaro-praga foi no município de Bueno Brandão, no estado de Minas Gerais, com população de aproximadamente 11 mil habitantes e pouca circulação de pessoas e cargas. Soma-se a isto o fato de a região estar localizada na Serra da Mantiqueira, com temperaturas que se aproximam de zero grau no inverno, o que pode contribuir com baixa incidência da praga na região. No mês de maio, período em que ocorreram as coletas, a temperatura estava em torno de 8°C.

Os resultados do presente estudo sugerem que as populações de *A. largoensis* de diversas regiões brasileiras apresentam diferenças entre si no que se refere ao potencial de

predação de *R. indica*. Essas diferenças podem estar associadas a diversos fatores, tais como, variabilidade genética entre linhagens/populações do ácaro predador quanto ao potencial de predação, reprodução e histórico de exposição do predador à presa (CARRILLO et al., 2012b; DOMINGOS et al., 2013), bem como à origem (regiões geográficas com diferentes climas) da população do predador (GOMES-MOYA et al., 2018). Entretanto, a ampla distribuição das populações de *A. largoensis* sugere que linhagens, biótipos ou espécies crípticas possam existir (BOWMAN, 2010).

Carrillo et al. (2011b), avaliaram populações de *A. largoensis* com e sem contato prévio com *R. indica* e observaram diferenças na predação larval, processo de aprendizagem e manipulação de presas pelo predador. No estudo conduzido por DOMINGOS et al. (2013), populações com diferentes períodos de associação com *R. indica* também foram avaliados e foi observado que, apesar de não haver diferença no tempo de desenvolvimento e viabilidade até o estágio adulto, a população com maior tempo de associação com *R. indica* apresentou o dobro da taxa de predação, em relação àquela associada há pouco tempo com *R. indica*.

Amblyseius largoensis é um predador frequentemente encontrado associado a *R. indica*. Dentre os fitoseídeos associados a *R. indica*, esta espécie tem sido a mais frequente e abundante (GALLEGO et al., 2003; ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; HOY et al., 2006; TAYLOR et al., 2011; MORAES et al., 2012; GONDIM Jr. et al., 2012). Têm-se observado que em áreas recentemente invadidas por *R. indica*, as populações de *A. largoensis* têm aumentado, indicando forte interação entre essas duas espécies (presa-predador) (PEÑA et al., 2009). Este é um predador generalista associado a várias espécies de plantas, sendo encontrado em vários países, em diferentes regiões do globo (DEMITE et al., 2020), inclusive em algumas delas onde *R. indica* não foi registrado.

Trabalhos anteriores realizados por diferentes autores, com objetivo de avaliar qual o estágio de *R. indica* é mais consumido por *A. largoensis*, mostraram que a fase de ovo é sempre a mais predada (CARRILLO et al., 2012b; CARRILLO; PEÑA, 2012). No presente estudo, foram obtidos resultados semelhantes aos dos autores citados. Este comportamento pode estar relacionado ao fato que estágios iniciais de desenvolvimento, como os ovos e larvas (imaturos), apresentam menor biomassa que o adulto da presa, levando os predadores a consumirem mais ovos (ou larvas) para obter quantidades adequadas de nutrientes para sentirem-se saciados (LIRA et al., 2021).

Espécies do gênero *Raoiella*, incluindo *R. indica*, apresentaram gotículas de fluido sobre as pontas das cerdas dorsais em todos os estágios móveis (BEARD et al., 2018; DI

PALMA et al., 2021). Estes autores sugerem que tais gotículas podem conter compostos repelentes ou tóxicos que afetam o desempenho do predador sobre a praga, dificultando a alimentação da fase adulta da presa.

2.5 CONCLUSÕES

- Há diferenças significativas entre as populações de *A. largoensis* avaliadas, sendo que, a população procedente de Sergipe apresenta as maiores taxas de predação e de oviposição, levando-se em consideração todos os estágios de vida (ovos, larvas, adultos) do ácaro-praga oferecidos como alimento ao predador. A população proveniente do Pará apresenta as menores taxas de predação e oviposição.
- *Amblyseius largoensis* apresenta preferência por predação de ovos de *R. indica* em relação às fases de larva e adulto do ácaro-praga.
- *Amblyseius largoensis* apresenta taxas semelhantes de oviposição independentemente da fase de desenvolvimento *R. indica* oferecida como alimento.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABF. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Gazeta Santa Cruz: Santa Cruz do Sul, Brasil. p. 136, 2013.

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of Statistical Software**, v.67, n.1, p.1-48, 2015.

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

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

CARRILLO, D.; PEÑA, J.E. Prey-stage preferences and functional numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, 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**, v.52, p.119-129, 2010.

CASTRO, T.M.M.G.; MORAES, G.J. Diversity of phytoseiid mites (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae) in the Atlantic Forest of São Paulo. **Systematic and Biodiversity**, v.8, p.301-307, 2010.

DI PALMA, A.; BEARD, J.J.; BAUCHAN, G.J.; OCHOA, R.; SEEMAN, O.D.; KITAJIMA, E. W. Dorsal setae in *Raoiella* (Acari: Tenuipalpidae): Their functional morphology and implication in fluid secretion. **Arthropod Structure & Development**, v. 60, 2021,

DENMARK, H.A.; MUMA, M.H. Phytoseiid mite of Brazil (Acarina: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.33, p. 235-276, 1973.

DOMINGOS, C.A.; OLIVEIRA, L.O.; DE MORAIS, E.G.; NAVIA, D.; DE MORAES, G.J.; GONDIM, M.G.C. JR. Comparison of two populations of the pantropical predator *Amblyseius*

largoensis (Acari: Phytoseiidae) for biological control of *Raoiella indica* (Acari:Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.60, p.83-93, 2013.

EHARA, S. Some mites associated with plants in the states of São Paulo, Brazil, with a list of plants mites of South America. **Japanese Journal of Zoology**, v.15, p.129-150, 1966.

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

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Economic and Social Department Statistics Division. 2011. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>

FERREIRA, J.M.S. Pragas e métodos de controle ajustados à baixa capacidade de investimento dos pequenos produtores rurais, p. 191-218. In CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. (eds.), Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil. Aracaju, **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, p. 232, 2009.

FONTES, H.R.; RIBEIRO, F.E.; FERNANDES, M.F. Coco, produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, p.106, 2003.

GALLEGO, C.E.; ATERRADO, E.D.; BATOMALAUQUE, C.G. Biology of the false spider mite, *Rarosiella cocosae* Rimando, infesting coconut palms in Camiguin, northern Mindanao (Philippines). **Philipp Entomology**, v.17, n.2, p.187, 2003.

GÓMEZ-MOYA, C.A.; GONDIM JR, M.G.C; MORAES, G.J.; MORAIS, E.G.F. Effect of relative humidity on the biology of the predatory mite *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, v.44, p.400-411, 2018.

HOY, M. A.; PEÑA, J.; NGUYEN, R. Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae). **Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) University of Florida**, Florida, p.6, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2015. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatística/agropecuaria/ispa/>. Acesso em: 10 Fev. 2021.

LIRA, V.A.; JUMBO, L.O.V.; FREITAS, G.S.; RÊGO, A.S.; GALVÃO, A.S.; TEODORO, A.V. Efficacy of *Amblyseius largoensis* (Muma) as a biocontrol agent of the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Phytoparasitica**, v.49, p. 103-111, 2021.

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

MENDONÇA, R.S.; NAVIA, D.; FLETCHMANN, C.H.W. *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), o ácaro vermelho das palmeiras- uma ameaça para as Américas. Embrapa. **Recursos Genéticos e Biotecnologia** 146, 2005.

MORAES, G.J.; BARBOSA, M.F.C.; CASTRO, T.M.M.G. Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from natural ecosystems in the state of São Paulo, Brazil. **Zootaxa**, v.3700, p.301-347, 2013.

MORAES, G.J.; CASTRO, T.M.M. G.; KREITER, S.; QUILICI, S.; GONDIM JR., M.G.; SA, L.A.N. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in La Reunion (Indian Ocean). **Acarologia**, v.52, p.129-134, 2012.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no brasil**. Ribeirão Preto: Holos Ed. p.176-177, 2008.

NAVIA, D. Riesgo del “ácaro rojo de la palma”, *Raoiella indica* Hirst, para Brasil. In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE SANIDADE VEGETAL, 6. **Acta**. La Habana, Cuba. p.22-26, 2008.

NAVIA, D; MARSARO JUNIOR, 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**, v.40, n.3, p. 409-411, 2011.

NAVIA, D.; MORAIS, E.G.F.; MENDONÇA R.S.; GONDIM. M.G.C. 2012. Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), 399-433. In ZUCCHI, R.A.; VILELA, E. (eds), **Pragas Introduzidas: Insetos e Ácaros**. São Paulo, FEALQ.

OLIVEIRA, J.E.M.; MELO, J.W.S.; DOMINGOS, C.A.; GONDIM Jr, M.G.C. Controle do ácaro-da-necrose-do-coqueiro. Petrolina, **Embrapa semiárido**, p. 4. (Circular técnica 71), 2012.

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. Proceedings of the 2nd Meeting of IOBC/WPRS, **Work Group Integrated Control of Plant Feeding Mites** p. 69-79, 2009.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2020. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 05 Jun. 2021.

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

TAYLOR, B.; RAHMAN, P.M.; MURPHY, S.T.; SUDHEENDRAKUMAR, V.V. Population dynamics of the red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in southwest India. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p.331-345, 2011.

CAPITULO 3 - SELEÇÃO ARTIFICIAL DO ÁCARO PREDADOR *Amblyseius largoensis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) EM RELAÇÃO ÀS TAXAS DE PREDACÃO E OVIPOSIÇÃO QUANDO ALIMENTADO COM *Raoiella indica* (ACARI: TENUIPALPIDAE)

RESUMO

O coqueiro vem sendo amplamente cultivado no Brasil há muitos anos, tendo grande importância econômica para a agricultura brasileira. A cultura é atacada por diversas pragas, incluindo *Raoiella indica*, que tem causado danos significativos às plantas de coqueiro nas regiões com a presença da praga. O objetivo do presente trabalho foi selecionar em laboratório uma linhagem de *A. largoensis* com maior potencial de predação de *R. indica* e oviposição, visando sua utilização em programas de controle biológico do ácaro-praga no Brasil. Com os resultados obtidos para as distintas populações procedentes dos nove estados brasileiros (AM, PA, MA, CE, RN, SE, MT, MG, RJ), foram selecionadas as quatro populações de melhor desempenho para o processo subsequente de seleção. Aquelas utilizadas nesta etapa do experimento foram provenientes dos estados do Maranhão, Sergipe, Mato Grosso e Rio de Janeiro. Neste processo, consideraram-se os parâmetros de predação e oviposição. Em uma segunda etapa, foram selecionados os indivíduos com as maiores taxas de predação e oviposição dentro de uma única linhagem (proveniente das quatro populações selecionadas). A intensidade da seleção utilizada foi de aproximadamente 50%. Foram realizados sete ciclos de seleção, com um intervalo de um mês entre uma seleção e outra, no período de março a outubro de 2021. Considerando-se o processo de seleção para o aumento das taxas de predação de *R. indica* pelo ácaro predador *A. largoensis*, o melhor resultado foi observado para o aumento da taxa de consumo de adultos, que foi de aproximadamente 104% em relação à média das nove populações iniciais (não selecionadas) coletadas em campo. Nos casos de ovos e imaturos (larvas), esses aumentos foram respectivamente de 50,4% e 37,8%. Com relação ao processo de seleção para o aumento na taxa de oviposição de *A. largoensis*, não foi observado aumento significativo na oviposição da linhagem selecionada, mesmo após a sétima seleção, em relação à média das nove populações de *A. largoensis* coletadas em campo.

3.1 INTRODUÇÃO

O coqueiro vem sendo amplamente cultivado no Brasil há muitos anos, tendo grande importância econômica para a agricultura brasileira. O estabelecimento do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst, no Brasil tem gerado preocupação para os produtores de coco, pelos danos que causa a esta cultura.

O estabelecimento dessa espécie exótica no território brasileiro gera preocupações quanto ao seu efeito potencial sobre uma série de plantas econômica e ecologicamente importantes. Além de causar danos ao coqueiro, *R. indica* infesta palmeiras ornamentais e bananeiras (RODRÍGUEZ et al., 2010; MARSARO et al., 2009; RODRIGUES; ANTONY, 2011).

Durante sua alimentação, o ácaro extrai nutrientes das células dos estômatos da superfície abaxial das folhas, que leva ao amarelecimento, necrose e morte destas (OCHOA et al., 2011). O fato do ácaro retirar nutrientes dos estômatos das células pode ter uma implicação maior em termos de danos à planta hospedeira (HORN et al., 2009).

O controle deste ácaro-praga tem exigido muito dos produtores de coco, aumentando o custo com uso de acaricida na cultura. Entretanto, os produtos químicos são muitas vezes utilizados erroneamente, aumentando os custos de produção, além de causar diversos efeitos negativos ao agrossistema e à saúde dos produtores. O uso indiscriminado de produtos químicos pode também contribuir para a resistência da praga a estes próprios produtos, dificultando seu manejo no campo. Diante disso, há a necessidade de se buscar outras estratégias de controle da praga visando reduzir os prejuízos provocados pela praga nesta e nas outras culturas onde esta ocorre.

O manejo integrado de pragas utilizando ácaros predadores tem se mostrado cada vez mais importante, principalmente no que diz respeito à diminuição no uso de defensivos agrícolas no combate às pragas. Neste contexto, estudos com ácaros predadores que apresentam potencial de regulação de pragas têm sido cada vez mais requeridos dentro dos programas de controle biológico.

Neste sentido, inúmeros estudos vêm sendo realizados para esta finalidade e algumas espécies de predadores da família Phytoseiidae vêm sendo estudadas em diferentes regiões. A utilização destes predadores no controle biológico vem assumindo cada vez mais importância (HOY, 2011). Dentre as espécies de fitoseídeos, muitas pertencem a *Amblyseius*, gênero mais diverso da família, com mais de 400 espécies descritas (DEMITE et al., 2022).

Amblyseius largoensis Muma, é um ácaro generalista, com ampla distribuição mundial. Tem sido relatado em diversos países, incluindo o Brasil (McMURTRY et al., 2013). Este ácaro apresenta ampla distribuição no território brasileiro, ocorrendo praticamente em todos os estados da federação (GONDIM Jr. et al., 2012; DEMITE et al., 2022). *Amblyseius largoensis* ocorre em várias culturas, sendo que no coqueiro a espécie é encontrada frequentemente associada com *R. indica* (CARRILLO et al., 2012c)

Diversos trabalhos têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar o potencial de *A. largoensis* para o controle do ácaro-praga. Em um levantamento realizado na Ilha de La Reunión, no Oceano Índico, Moraes et al. (2012) verificaram que o ácaro *A. largoensis* foi o predador predominante em associação com *R. indica*. No período do estudo naquela região, a praga se encontrava em um nível populacional que não causava danos aos coqueiros. Este fato pode estar associado à ação de *A. largoensis* contra aquela praga.

Embora *A. largoensis* tenha sido citado como um importante agente de controle biológico de *R. indica*, a variação intraespecífica desta espécie tem sido pouco avaliada. Tal aspecto é amplamente evidenciado como características importantes no controle biológico (TANOBE et al., 2010). Estas características podem existir tanto entre como dentro das populações. A presença de variação genética natural fornece o potencial para selecionar características desejáveis para um agente de controle biológico. Estas variações que ocorrem naturalmente podem ser utilizadas para iniciar uma criação com indivíduos de populações com características mais próximas das desejadas, ou seja, com maior eficiência para o controle da praga alvo (LOMMEN et al., 2017).

O conhecimento sobre a variação intraespecífica poderia ser mais bem explorado para otimizar a eficácia de controle de *A. largoensis* ou ainda, tornar aquelas populações que apresentam menor potencial de predação mais adequadas para o controle biológico da praga.

O objetivo do presente trabalho foi selecionar em laboratório uma linhagem de *A. largoensis* com maior potencial de predação e oviposição, tornando-a mais eficaz para o controle de *R. indica*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Seleção das populações de *Amblyseius largoensis* coletadas em diferentes regiões brasileiras

Com os resultados obtidos para as distintas populações procedentes dos nove estados brasileiros (AM, PA, MA, CE, RN, SE, MT, MG, RJ), foram selecionadas as quatro populações de melhor desempenho para o processo subsequente de seleção. Aquelas utilizadas nesta etapa do experimento foram provenientes dos estados do Maranhão, Sergipe, Mato Grosso e Rio de Janeiro. Neste processo, consideraram-se os parâmetros de predação e oviposição.

Cem fêmeas (25 de cada população) recém emergidas de *A. largoensis* foram tomadas da colônia de criação e individualizadas em unidades experimentais para a realização do experimento. Para avaliar o potencial da população resultante da mistura das quatro populações (MA, SE, MT e RJ), foi realizado o mesmo procedimento descrito no item 2.2.4. Também neste caso, o número de ovos, larvas ou adultos consumidos diariamente por predador foi avaliado durante sete dias, sendo repostos diariamente.

As unidades experimentais utilizadas foram semelhantes àquelas descritas no item 2.2.4. Também, para evitar a fuga dos ácaros, cada unidade foi vedada com um pedaço de filme plástico (Magipac®). As unidades experimentais foram mantidas em uma câmara climatizada, a $25,0 \pm 1$ °C, $70,0 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase.

Ao final do sétimo dia de avaliação, foram calculadas as taxa de predação e oviposição de cada fêmea. Esses parâmetros também foram utilizados na segunda etapa do processo de seleção para a obtenção de uma linhagem com maior potencial de uso em um programa de controle biológico de *R. indica* em coqueiro.

Nesta nova etapa, foram selecionados os indivíduos com as maiores taxas de predação e oviposição dentro de uma única linhagem (proveniente das quatro populações selecionadas). A intensidade da seleção utilizada foi de aproximadamente 50%. Assim, as progênes das treze fêmeas que apresentaram o melhor desempenho (das 25 fêmeas recém-emergidas utilizadas no experimento) foram utilizadas para a formação de uma nova colônia (linhagem selecionada), descartando-se as progênes dos demais ácaros e a colônia anterior.

Esta nova colônia foi mantida por aproximadamente 20 dias, para a multiplicação dos indivíduos, até o início de um novo ciclo de seleção, conduzido com a mesma metodologia.

Foram realizados sete ciclos de seleção, com um intervalo de um mês entre uma seleção e outra, no período de março a outubro de 2021.

3.2.2 Análise estatística

Os dados de predação do ensaio de laboratório foram submetidos a um modelo linear generalizado misto com distribuição do tipo binomial. Enquanto os dados de oviposição foram analisados com um modelo linear generalizado misto com distribuição do tipo Poisson.

A decisão para uso dos modelos citados foi dada pela estimativa dos intervalos de confiança (IC) em torno dos valores observados, nisto foi decidido se um modelo teve um desempenho melhor que o outro pelos valores de IC. Os modelos foram programados com o uso da função `glmer` do pacote `lme4` (Bates et al., 2015) do R (R Core Team, 2020), sendo que o fator avaliação foi considerado como uma medida repetida, enquanto o estágio do ácaro foi considerado como efeito fixo no modelo.

A significância dos fatores isolados e/ou interações entre eles foi avaliada pelo teste de razão de verossimilhança (LRT) com a função “Anova” no pacote do `car` (Fox & Weisberg, 2018) em R (R Core Team, 2020) ($P = 0,05$). Os dados previstos pelo modelo foram obtidos por meio de um bootstrap baseado em modelos mistos com a função `bootMer` do pacote `lme4` (Bates et al., 2015) do R (R Core Team, 2020).

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Potencial de predação da linhagem selecionada

Foram observadas diferenças estatísticas nas taxas de predação entre os diferentes estágios de *R. indica* oferecidos como presa nas distintas avaliações. O ovo foi a fase da presa mais consumida pelo predador, seguida pelas fases de larva e adulto. Para a fase de ovo, mais de 89% dos ovos ofertados à presa foram consumidos diariamente (Tabelas 4, 5). Dos 60 ovos oferecidos diariamente ao predador, observou-se que nas quatro primeiras seleções foram consumidos mais de 90% dos ovos e que, nas três últimas seleções, houve uma pequena redução nessa taxa de predação, chegando a 84,9% (ou 50,9 ovos/fêmea do predador/dia) na última avaliação.

Tabela 4. Predação em percentual (quantidade de ácaros consumidos por fêmea por dia) ao longo do tempo (seleções) e nos estágios de ovo, larva e adulto de *Raoiella indica* pelo ácaro *Amblyseius largoensis*.

Seleções	Ovo	Larva	Adulto
0*	56,48 (33,89) ± 0,34 A c	10,75 (6,45) ± 0,11 B b	04,98 (2,99) ± 0,11 C b
1	91,98 (55,18) ± 0,44 A a	09,99 (5,99) ± 0,44 B b	04,60 (2,75) ± 0,21 C b
2	91,51 (54,90) ± 0,37 A a	15,03 (9,01) ± 0,28 B a	08,99 (5,39) ± 0,26 C a
3	91,86 (55,11) ± 0,33 A a	14,50 (8,69) ± 0,36 B a	08,36 (5,01) ± 0,26 C a
4	91,20 (54,72) ± 0,34 A a	14,70 (8,82) ± 0,34 B a	09,23 (5,53) ± 0,25 C a
5	87,43 (52,45) ± 0,43 A b	14,54 (8,72) ± 0,31 B a	08,23 (4,93) ± 0,23 C a
6	86,49 (51,89) ± 0,52 A b	14,95 (8,97) ± 0,31 B a	09,88 (5,92) ± 0,27 C a
7	84,94 (50,96) ± 0,53 A b	14,82 (8,89) ± 0,29 B a	10,17 (6,10) ± 0,24 C a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (comparam avaliações, dentro do mesmo estágio) e maiúsculas (comparam estágios, dentro da mesma avaliação). As comparações entre as condições foram conduzidas através da sobreposição de intervalos de confiança previstos pelo modelo linear generalizado misto com distribuição binomial.

*Média das taxas de predação das nove populações coletadas nos diferentes estados brasileiros.

Tabela 5. Predação em percentual (quantidade de ácaros consumidos por fêmea por dia) dos estágios de ovo, larva e adulto de *Raoiella indica* pelo ácaro *Amblyseius largoensis*.

Estágio	Média
Ovo	89,34 (53,40) ± 0,01 A
Larva	14,08 (08,44) ± 0,01 B
Adulto	08,49 (05,09) ± 0,01 C

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (comparam estágios, ao longo do processo de seleção). As comparações entre as condições foram conduzidas através da sobreposição de intervalos de confiança previstos pelo modelo linear generalizado misto com distribuição binomial. Valores sem considerar a seleção zero.

A taxa de predação de *R. indica* por *A. largoensis*, quando alimentado com larvas da praga não ultrapassou a 15,0% (ou 9,0 larvas/fêmea do predador/dia), e quando alimentado com adultos, a predação foi igual ou inferior a 10,2% (ou 6,1 adultos/fêmea do predador/dia).

Comparando-se a linhagem selecionada de *A. largoensis*, resultante da mistura das quatro melhores populações (MA, SE, MT, RJ) (Seleção 1), em relação à média das

populações não selecionadas, procedentes dos nove estados brasileiros (AM, CE, MA, MG, SE, MT, PA, RJ, RN) (Seleção 0), observou-se um aumento significativo na taxa de predação de ovos de *R. indica* por fêmea de *A. largoensis*, que passou de 33,9 ovos (populações não selecionadas) para 55,2 ovos (linhagem selecionada), logo no início do processo de seleção (seleção 1), correspondendo a um aumento de 62,8% na taxa de predação de ovos (Tabela 3).

No caso da taxa de consumo de ovos, os maiores valores foram observados nas quatro primeiras seleções (até 55,2 ovos consumidos por fêmea por dia), havendo uma pequena redução (até 7,6%) nas três últimas seleções, porém, mantendo-se ainda significativamente maior (50,4%) do que a das populações não selecionadas (média das nove populações de campo).

No caso dos outros estágios de *R. indica* (larva, adulto), não foi observado um aumento significativo nas taxas de consumo destes estágios de vida do ácaro-praga pelo ácaro *A. largoensis*, apenas com a seleção inicial resultante da mistura das quatro melhores populações de *A. largoensis* (seleção 1), verificando-se taxa de predação semelhante a das populações não selecionadas (média das nove populações de campo) (seleção 0) para larvas e adultos (Tabela 4).

Considerando-se a continuação do processo de seleção, incluindo os seis novos ciclos de seleção (seleções 2 a 7), com pressão de seleção de aproximadamente 50%, observou-se uma resposta positiva para os estágios imaturo e adulto de *R. indica*, utilizados como alimento por *A. largoensis*, com aumentos nas taxas de predação entre 48,4% (imaturo) e 121,8% (adultos) (Tabela 4).

3.3.2 Oviposição da linhagem selecionada

Com relação à taxa de oviposição das fêmeas de *A. largoensis*, observaram-se valores semelhantes de oviposição do ácaro predador, para os diferentes estágios de desenvolvimento de *R. indica* (ovo, larva, adulto) utilizados como alimento para o predador, indicando que a variação no estágio de desenvolvimento da presa apresenta pouca influência sobre a oviposição de *A. largoensis* (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6. Número de ovos depositados por fêmea de *Amblyseius largoensis* por dia ao longo do tempo (seleções), utilizando-se como presa os estágios de ovo, larva e adulto de *Raoiella indica*.

Seleções	Ovo		Larva		Adulto	
	Média	Letras	Média	Letras	Média	Letras
0*	1,16±0,02	A a	1,13±0,02	A a	1,29±0,01	A a
1	0,67±0,04	A b	0,73±0,04	A b	0,92±0,02	A b
2	1,27±0,03	A a	1,31±0,03	A a	1,22±0,03	A a
3	1,43±0,03	A a	1,21±0,03	A a	1,21±0,04	A a
4	1,34±0,03	A a	1,33±0,03	A a	1,31±0,03	A a
5	1,69±0,05	A a	1,25±0,03	A a	1,43±0,03	A a
6	1,30±0,03	A a	1,38±0,03	A a	1,51±0,04	A a
7	1,35±0,04	A a	1,36±0,04	A a	1,39±0,04	A a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (comparam avaliações, dentro do mesmo estágio) e maiúsculas (comparam estágios, dentro da mesma avaliação). As comparações entre as condições foram conduzidas através da sobreposição de intervalos de confiança previstos pelo modelo linear generalizado misto com distribuição Poisson.

*Média das taxas de oviposição das nove populações coletadas nos diferentes estados brasileiros.

Tabela 7. Número de ovos do ácaro predador *Amblyseius largoensis* utilizando como presa estágios de ovo, larva e adulto de *Raoiella indica*.

Estágio	Média	Letras
Ovo	1,29±0,01	A
Larva	1,22±0,01	A
Adulto	1,28±0,01	A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (comparam avaliações, dentro do mesmo estágio) e maiúsculas (comparam estágios, dentro da mesma avaliação). As comparações entre as condições foram conduzidas através da sobreposição de intervalos de confiança previstos pelo modelo linear generalizado misto com distribuição Poisson. Valores sem considerar a seleção zero.

Comparando-se a linhagem selecionada de *A. largoensis*, resultante da mistura das quatro melhores populações (MA, SE, MT, RJ), em relação à média das populações não selecionadas, procedentes de nove estados brasileiros (AM, CE, MA, MG, SE, MT, PA, RJ, RN), observou-se uma redução inicial na taxa de oviposição de *A. largoensis*, para os três estágios de *R. indica* utilizados para a alimentação do ácaro predador. Os valores das taxas de

oviposição foram restabelecidos, ao logo do processo de seleção (seleções de 2 a 7), porém sem aumento significativo, em relação à média das populações não selecionadas (Tabela 6), indicando que o processo de seleção adotado não foi eficiente para o aumento nas taxas de oviposição do predador, contrastando com os resultados obtidos para as taxas de predação de *R. indica* por *A. largoensis*.

3.4 DISCUSSÃO

Considerando-se o processo de seleção para o aumento das taxas de predação de *R. indica* pelo ácaro predador *A. largoensis*, o melhor resultado foi observado para o aumento da taxa de consumo de adultos, que foi de aproximadamente 104% em relação à média das nove populações iniciais (não selecionadas) coletadas em campo. Nos casos de ovos e larvas, esses aumentos foram respectivamente de 50,4% e 37,8%.

Para a taxa de consumo de ovos, os maiores valores de predação foram observados nas quatro primeiras seleções, havendo uma pequena redução (até 7,6%) nas três últimas seleções. Essa pequena redução na taxa de consumo de ovos de *R. indica* por *A. largoensis* pode estar relacionado com o critério utilizado na escolha das melhores fêmeas do predador (pressão de seleção de 50%) em cada ciclo de seleção, favorecendo o aumento da predação de adultos em detrimento da predação de ovos.

No caso do processo de seleção para o aumento na taxa de oviposição de *A. largoensis*, não foi observado nenhum aumento significativo na oviposição da linhagem selecionada, mesmo após a sétima seleção, em relação à média das nove populações de *A. largoensis* coletadas em campo. Essa falta de eficácia do processo de seleção para o aumento na taxa de oviposição pode estar relacionada com as escolhas das melhores fêmeas do ácaro predador, durante o processo de seleção, que teve como foco principal o aumento na capacidade de predação de *A. largoensis* sobre *R. indica*.

Os resultados de predação e oviposição, obtidos para a linhagem selecionada, foram bem próximos aqueles obtidos para as melhores populações de campo avaliadas individualmente, quando ofertado *R. indica* como alimento. No caso da taxa de predação de ovos, a maior taxa de predação observada (91,9%) para a linhagem selecionada foi superior à máxima porcentagem de predação de ovos observada para as nove populações de campo, que variou de 35 a 88%. No caso da predação de adultos, a máxima taxa de predação obtida para a linhagem (10,2), foi equivalente à observada para a população do Maranhão e muito superior à maioria das

populações de campo avaliadas (AM, CE, MG, MT, PA, RJ, RN) com taxas de predação de adultos oscilando entre 3 e 4 adultos por fêmea por dia.

O melhoramento genético de ácaros predadores tem sido pouco estudado quando se pretende aumentar os níveis de predação de ácaros-praga e a taxa de oviposição. Em seus estudos, Massaro (2019), avaliou as taxas de predação e oviposição de *Amblyseius tamatavensis* Blommers por seis ciclos consecutivos de seleção e constatou um ganho genético de aproximadamente 15% em relação à população inicial, quanto à capacidade de predação deste fitoseídeo. Esse aumento na capacidade de predação observado para *A. tamatavensis* foi consideravelmente menor ao verificado para *A. largoensis*, que foi superior a 50% com relação à predação de ovos e mais de 100% para a predação de adultos de *R. indica*, quando comparado à média das populações não selecionadas.

Giménez (2020) conduziu experimento em condições de laboratório com duas populações de *Amblyseius herbicolus* (Chant) para o controle de mosca branca, visando o ganho genético destas populações. A autora observou que após cinco gerações o predador apresentou um ganho genético negativo durante o processo de seleção.

3.5 CONCLUSÃO

A linhagem selecionada de *A. largoensis* em laboratório, a partir de uma mescla de quatro populações de diferentes origens (SE, MA, MT, RJ) apresenta maiores taxas de predação de ovos, imaturos (larvas e ninfas) e adultos de *R. indica*, quando comparado à média das populações de campo não selecionadas, procedentes de diferentes regiões brasileiras.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATES, D., MÄCHLER, M., BOLKER, B., & WALKER, S. **Fitting linear mixed-effects models using lme4**. arXiv preprint arXiv:1406.5823, 2014.

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

DEMITE, P.R., MORAES, G.J. DE, MCMURTRY, J.A., DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C. Phytoseiidae Database. Disponível em: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae (acesso em 02/03/2022), 2022.

FOX, J., & WEISBERG, S. An R companion to applied regression. Sage publications, 2018.

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

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

LOMMEN, S.T.E.; JONG, P.W.; PANNEBAKKER, B.A. It is time to bridge the gap between exploring and exploring: prospects for utilizing intraspecific genetic variation to optimize arthropods for augmentative pest control – a review. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 162, p. 108 – 123, 2017.

MARSARO JR., A.L.; NAVIA, D.; GONDIM, J.R. M.G.; SILVA, F.R.; MORAES, G.J. Chegou ao Brasil - o ácaro vermelho das palmeiras *Raoiella indica*. **Cultivar, Hortaliças e Frutas**, v.57, n.31, 2009.

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.

MORAES, G.J.; CASTRO, T.M.M. G.; KREITER, S.; QUILICI, S.; GONDIM JR., M.G.; SA, L.A.N. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in La Reunion (Indian Ocean). **Acarologia**, v.52, p.129-134, 2012.

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 Entomology**, v. 57, n. 1, p. 26–29, 2011.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. 2020. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 05 Jun. 2021.

RODRIGUES, J.C.; ANTONY, L.M.K. First report of *Raoiella indica* (acari: tenuipalpidae) in amazonas state, Brazil. **Florida Entomologist**, v.94, p.1072-1074, 2011.

RODRÍGUEZ, H.; MONTOYA, A.; FLORES-GALANO, G. Conducta alimentaria de *Amblyseius largoensis* (Muma) sobre *Raoiella indica* Hirst. **Revista de Protección Vegetal**, v.25, n.1, p.26-30, 2010.

TANOBE, E.; BARDON, C.C.; DESNEUX, N. WAJNBERG, E. Parasitism of different Trichogramma species an strains on *Plutella xylostella* L. on greenhouse cauliflower. **Journal of Pest Science**, v. 83, p. 251-256, 2010.

CAPITULO 4 - DESEMPENHO DE POPULAÇÕES DE *Amblyseius largoensis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) NO CONTROLE DE *Raoiella indica* EM CONDIÇÕES DE SEMI CAMPO

RESUMO

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *R. indica* representa uma praga de grande importância para a cocoicultura. A introdução de *R. indica* pode trazer grandes prejuízos no Brasil, devido aos danos que pode causar nas plantas de coco. As folhas das plantas infestadas pelo ácaro apresentam manchas amareladas, que em seguida tornam-se necrosadas e morrem com o passar do tempo. As medidas de controle de *R. indica* em coqueiros tem sido através da utilização de produtos químicos. Entretanto, a maioria das plantas de coco cultivadas possui porte elevado, podendo alcançar até 10 metros de altura, o que torna muito difícil atingir a praga com estes produtos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de *A. largoensis* como agente de controle de *R. indica* em condições de semi campo, utilizando-se duas populações de campo, tomando como base os resultados obtidos nas avaliações em laboratório nas etapas anteriores do trabalho. Para esta etapa utilizaram-se as populações de maior (oriunda de Sergipe) e menor potencial de predação (proveniente do Pará), além da linhagem selecionada (oriunda do cruzamento das populações de Sergipe, Maranhão, Mato Grosso e Rio de Janeiro). Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, observando-se as maiores infestações de *R. indica* sobre as plantas sem liberação de ácaros predadores (controle) e nas plantas que receberam ácaros predadores da população procedente do estado do Pará. Os ácaros predadores da linhagem selecionada de *A. largoensis* e da população procedente do estado de Sergipe causaram reduções significativas na infestação de *R. indica* quando liberados em plantas de coqueiro, podendo ser úteis em programas de controle biológico do ácaro-praga.

4.1 INTRODUÇÃO

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), representa uma praga de grande importância para a cocoicultura. Inicialmente descrito na Índia infestando folíolos de coqueiro (HIRST, 1924), foi relatado posteriormente na África e no Oriente Médio (MOUTIA, 1958; GERSON et al., 1983), expandindo-se mais tarde para o Hemisfério Ocidental (KANE et al., 2005; FLECHTMANN; ETIENNE, 2004).

Os primeiros registros de plantas hospedeiras de *R. indica* foram aquelas pertencente à família Areaceae. Entretanto, após sua introdução e dispersão na região neotropical, *R. indica*, por razões desconhecidas, expandiu enormemente a sua gama de hospedeiros, incluindo além das areceas, monocotiledôneas de diversas outras famílias (COCCO; HOY, 2009; NAVIA et al., 2011, CARRILLO et al., 2012a, BEARD et al., 2018). Estudos em diferentes regiões, com diferentes espécies de palmeiras e cultivares de bananeiras, mostraram que *R. indica* apresenta alta adaptabilidade a espécies e cultivares avaliados (TAYLOR, 2011; CARRILLO et al., 2011b). Isto explica a grande variedade de hospedeiros que a praga apresenta, em diversos países.

A introdução de *R. indica* pode trazer grandes prejuízos no Brasil, devido aos danos que pode causar em culturas de grande importância econômica como o coqueiro, banana, pameiras ornamentais e flores tropicais (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004; CARILLO et al., 2012a). *Raoiella indica* é encontrado na parte abaxial das folhas do hospedeiro (MORAES, FLECHTMANN, 2008). As folhas infestadas pelo ácaro apresentam manchas amareladas, que em seguida tornam-se necrosadas (HOY et al., 2006). Coqueiros jovens, assim como adultos, cultivados em más condições, em solos com deficiência nutricional e pouca matéria orgânica, são particularmente mais suscetíveis ao ataque dessa praga (RODA et al., 2012).

As medidas de controle de *R. indica* em coqueiros têm sido principalmente através da utilização de acaricidas químicos, entretanto, a maioria das plantas de coco cultivadas possui porte elevado, podendo alcançar até 10 metros de altura, o que torna muito difícil atingir a praga com esses produtos durante a aplicação. Outro fato de relevância é inexistência de um produto registrado para o controle de *R. indica* no Brasil. Estes fatores limitantes, aliados à crescente preocupação com o impacto ambiental causado pelos acaricidas, têm levado à procura por métodos mais sustentáveis para o controle de *R. indica*, em substituição ao controle químico.

Diversos estudos têm sido conduzidos buscando inimigos naturais de *R. indica* depois que esta passou a ter importância como praga invasora em diversas partes do mundo (CARRILLO et al., 2011). Cerca de 28 espécies de artrópodes predadores, incluindo ácaros e insetos, têm sido relatados em associação com *R. indica* em várias regiões da Ásia, África, Caribe e América do Norte e do Sul (CARRILLO et al., 2012b). Muitos destes registros foram feitos na Índia, região de onde *R. indica* foi originalmente descrita (BOWMAN, 2010; TAYLOR et al., 2012). Nos trabalhos conduzidos no Brasil, observou-se que o predador predominante é o fitoseídeo *Amblyseius largoensis* Muma, comum também em outras regiões do globo terrestre onde o coqueiro, principal hospedeiro dessa praga, é cultivado (GONDIM Jr. et al., 2012; DEMITE et al., 2022).

Embora a espécie seja considerada uma boa candidata para uso em programa de controle biológico de *R. indica*, muitos estudos ainda necessitam ser realizados. Em nossos estudos iniciais, em condições de laboratório, utilizando populações de *A. largoensis* oriundas de diferentes regiões brasileiras, observamos que as populações do Maranhão e de Sergipe apresentavam taxas de predação de *R. indica* e de oviposição mais elevadas que aquelas procedentes de outros estados (AM, CE, MG, MT, PA, RJ, RN). Observamos também que *A. largoensis* apresentava taxas semelhantes de oviposição independentemente da fase de desenvolvimento de *R. indica* utilizada como presa. Ainda em laboratório, verificamos também que o processo de seleção iniciado com a mescla de distintas populações de *A. largoensis* (MA, SE, MT, RJ) resultou em ganhos para as taxas de predação quando comparadas à média das nove populações de campo não selecionadas. Estudos mais detalhados são especialmente importantes para avaliar a eficácia do predador sobre a praga em campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de *A. largoensis* como agente de controle de *R. indica* em condições de semi campo, utilizando-se a linhagem selecionada de *A. largoensis*, além de diferentes populações do ácaro predador, escolhidas com base nos resultados obtidos em laboratório nas etapas anteriores do trabalho.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para esta etapa do experimento foram utilizadas três populações/linhagens de *A. largoensis*, tomando-se como base os resultados obtidos nas avaliações em laboratório. Neste caso, utilizaram-se as populações de maior (oriunda de Sergipe), e de menor potencial de predação (proveniente do Pará), além da linhagem selecionada, originária do cruzamento das

populações de Sergipe, Maranhão, Mato Grosso e Rio de Janeiro. A população que apresentou o menor potencial de predação de *R. indica* em laboratório (Pará) foi testada para verificar se seu desempenho seria melhor quando colocada em plantas de coqueiro infestadas com *R. indica*.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). Para realização dos testes, foram utilizadas cultivares de coco anão, com cerca de um ano e meio de idade. Cada planta foi transplantada para um vaso com capacidade de 20 litros, quase totalmente preenchido com solo misturado com esterco bovino, sendo os vasos dispostos em casa-de-vegetação, com dimensões de 4,5 m x 5,5 m x 4,0 metros de altura. Um mês após o plantio, foram adicionados 2 g de N-P-K (12-6-12) em cada vaso, repetindo esta mesma adubação mensalmente. A irrigação foi feita manualmente. Nenhum defensivo agrícola foi usado durante o experimento.

Seis meses após o transplante, as plantas (com aproximadamente 1,5 m de altura) foram divididas em quatro grupos (10 vasos cada grupo), transferindo-as para outras casas-de-vegetação com as mesmas dimensões descritas anteriormente, distribuindo-se as plantas de forma homogênea em cada uma delas.

Dentro de cada casa-de-vegetação, as plantas foram distribuídas em duas linhas mantendo a distância de 1,5 m entre linhas e 0,5 m entre plantas em cada linha. A temperatura e a umidade relativa do ar em cada casa-de-vegetação foi monitoradas a cada 6 h, com um termo-higrômetro (Instrutherm[®], modelo HT-500). A temperatura no interior da casa-de-vegetação variou entre 17,4 e 49,7 °C e a umidade relativa entre 28,9 e 91,2%, durante o período em que o experimento foi conduzido.

4.2.1 Liberação de *Amblyseius largoensis* nas plantas

Uma semana após a distribuição das plantas nas quatro casa de vegetação, foi realizada uma avaliação nas plantas para verificar a densidade populacional de *R. indica*, considerando-se que estas já estavam infestadas por este ácaro quando adquiridas do produtor. Durante esta avaliação, não foi detectada a presença de nenhum predador e uma baixa densidade da praga nas plantas. Um dia após a avaliação, houve o estabelecimento dos distintos tratamentos, com a liberação das diferentes populações/linhagens de *A. largoensis* sobre as plantas de coqueiro, marcando o início do experimento.

Sob estereomicroscópio, os ácaros predadores foram retirados da colônia mantida em laboratório, usando uma ponteira de micropipeta acoplada a um tubo sugador. Na parte maior da ponteira foi colocado um pedaço de tecido voil para evitar a dispersão do predador para dentro da mangueira. Todo o procedimento foi feito cuidadosamente para evitar a morte do predador no momento da sucção. Ao se atingir o número de predadores desejado para a liberação em cada planta (50 predadores por ponteira e três ponteiras por planta), as extremidades da ponteira foram vedadas com filme plástico transparente (Magipack™), para evitar a fuga dos predadores. As ponteiras foram então transportadas às casas de vegetação para a liberação, feita pela fixação das ponteiras em folíolos da região basal da planta e remoção do filme plástico.

O delineamento experimental consistiu em quatro tratamentos (controle, sem predadores), população oriunda do estado do Pará, população proveniente de Sergipe e linhagem selecionada a partir das quatro populações com maior potencial de predação (SE, MA, MT e RJ). A borda de cada vaso foi coberta com cola entomológica, para evitar a dispersão dos ácaros entre as plantas. Cada tratamento foi conduzido em uma casa de vegetação, medindo 4,5 m x 5,5 m x 4,0 metros de altura, localizadas lado a lado (distância de 1,0 m entre uma e outra). O estudo foi conduzido entre maio e dezembro de 2021.

4.2.2 Avaliação da densidade dos ácaros

Oito avaliações foram realizadas, a cada 21 dias após a liberação de *A. largoensis* sobre as plantas de coqueiro. Para tanto, tomaram-se aleatoriamente dez folíolos de cada planta dos distintos tratamentos, acomodando-os em sacos de papel e levando-os ao laboratório para avaliação. Para quantificar a presença do ácaro predador, foram avaliados os folíolos inteiros. Para verificar a densidade da praga, foi avaliada uma área de 6,0 cm² da região central dos folíolos, quantificando-se os espécimes (estágios móveis) de *R. indica* em cada folíolo.

4.2.3 Análise estatística

Os dados de abundância da praga e do predador foram analisados com um modelo linear generalizado misto com distribuição do tipo Poisson.

A decisão para uso dos modelos citados foi dada pela estimativa dos intervalos de confiança (IC) em torno dos valores observados, nisto foi decidido se um modelo teve um

desempenho melhor que o outro pelos valores de IC. Os modelos foram programados com o uso da função `glmer` do pacote `lme4` (BATES et al., 2015) do R (R Core Team, 2020), sendo que o fator população foi considerado como efeito de aleatório; e o fator avaliação foi tratado como uma medida repetida no tempo.

A significância dos fatores isolados e/ou interações entre eles foi avaliada pelo teste de razão de verossimilhança (LRT) com a função “Anova” no pacote do `car` (Fox & Weisberg, 2018) em R (R Core Team, 2020) ($P=0,05$). Os dados previstos pelo modelo foram obtidos por meio de um bootstrap baseado em modelos mistos com a função `bootMer` do pacote `lme4` (Bates et al., 2015) do R (R Core Team, 2020).

4.3 RESULTADOS

4.3.1 Densidade populacional e distribuição de *Raoiella indica*

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, observando-se as maiores infestações de *R. indica* sobre as plantas sem liberação de ácaros predadores (Controle) e nas plantas que receberam ácaros predadores da espécie *A. largoensis* procedentes do estado do Pará, chegando a atingir infestações acima de 65,0 ácaros *R. indica* por folíolo nas plantas destes tratamentos (Tabela 8). No caso dos tratamentos com liberação de ácaros predadores da linhagem selecionada e da população de Sergipe, a máxima infestação de *R. indica* foi igual ou inferior a 48,3 ácaros por folíolo, na fase final do experimento (oitava avaliação).

O período, da quarta a oitava avaliação, no qual ocorreram as maiores infestações de *R. indica*, em todos os tratamentos, coincidiu com o período de maior temperatura no interior da casa de vegetação (até 49,7 °C).

Tabela 8. Número de ácaros em 6cm² (média por folíolo ± EP) *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) em plantas de coqueiro, ao longo do tempo (avaliações), para as diferentes populações/linhagens do ácaro predador *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) mantidas sobre as plantas.

Avaliações	Controle		Linhagem selecionada				Pará		Sergipe	
0	08,40±0,31	A f	08,27±0,21	A f	07,68±0,18	A h	08,03±0,21	A g		
1	17,14±0,35	A e	18,58±0,45	A e	13,89±0,43	A g	18,78±0,53	A f		
2	21,77±0,33	A e	18,31±0,46	B e	21,39±0,40	A f	15,06±0,49	B f		
3	28,09±0,56	A d	21,63±0,51	B d	27,35±0,42	A e	21,63±0,51	B e		
4	36,78±0,59	A d	20,59±0,49	B d	34,44±0,63	A e	15,14±0,41	B e		
5	42,18±0,60	A c	29,00±0,47	B c	41,84±0,65	A d	27,32±0,48	B d		
6	53,11±0,99	A b	36,66±0,46	B b	51,44±1,03	A c	36,36±0,56	B c		
7	61,05±0,71	A a	44,08±0,59	B a	58,61±0,90	A b	42,11±0,63	B b		
8	66,03±0,61	A a	48,32±0,71	B a	65,91±0,60	A a	46,92±0,80	B a		

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (comparam avaliações, dentro da mesma população) e maiúsculas (comparam populações, dentro da mesma avaliação) não diferem significativamente ($P = 0,05$). As comparações entre as condições foram conduzidas através da sobreposição de intervalos de confiança previstos pelo modelo linear generalizado misto com distribuição Poisson.

A partir da quarta avaliação foi possível observar a distribuição de *R. indica* em todas as regiões da planta, com exceção das folhas apicais. Esta distribuição foi mais evidente nas plantas controle assim como nas plantas com a população de *A. largoensis* do Pará.

Quando os distintos tratamentos foram comparados, considerando-se às médias de todas as avaliações, não se observou diferença estatística significativa na infestação de *R. indica* entre o tratamento com liberação de ácaros predadores procedentes do Pará e o tratamento controle (sem liberação de predadores), com densidades populacionais médias entre 35,8 e 37,2 ácaros/cm². Os níveis de infestação de *R. indica* em plantas com liberação de ácaros predadores da linhagem selecionada e da população de Sergipe foram semelhantes entre si (27,3 ácaros/cm² e 25,7 ácaros/cm²) e significativamente inferiores às observadas para os tratamentos sem ácaros predadores e com ácaros predadores procedentes do Pará (Tabela 9).

Tabela 9. Número de ácaros (média por folíolo \pm EP) *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), em plantas de coqueiro, de acordo com a população/linhagem do ácaro predador *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) colocada sobre as plantas.

População	Média	
Controle	37,17 \pm 0,66	A
Linhagem selecionada	27,27 \pm 0,44	B
Pará	35,84 \pm 0,66	A
Sergipe	25,71 \pm 0,45	B

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente ($P= 0,05$). As comparações entre as condições foram conduzidas através da sobreposição de intervalos de confiança estimados pelo modelo linear generalizado misto com distribuição Poisson.

4.3.2 Densidade populacional e distribuição de *Amblyseius largoensis*

Diferenças estatísticas significativas no número de ácaros predadores entre as diferentes avaliações, para as distintas populações e linhagem selecionada de *A. largoensis* (Tabela 10).

Dentro do período avaliado, observou-se uma tendência de crescimento populacional de *A. largoensis* nas quatro primeiras avaliações e, a partir da quinta avaliação, verificou-se uma alteração nessa tendência, passando-se a registrar um declínio no número de ácaros predadores encontrados nos folíolos até o final das avaliações (8ª avaliação). Este mesmo padrão de variação na densidade populacional dos ácaros predadores foi observado para a linhagem selecionada e para a população de Sergipe, com pico populacional (em torno de 6,4 ácaros predadores por folíolo) na quarta avaliação do experimento, para os dois tratamentos. Na oitava avaliação, observou-se maior número de ácaros predadores nas plantas de coqueiro com liberação de ácaros *A. largoensis* da linhagem selecionada em relação às plantas que receberam outras populações do ácaro predador (Tabela 10).

A densidade populacional de *A. largoensis* da linhagem selecionada (3,15 ácaros por folíolo) foi 19,8% maior que a da população de Sergipe e 136% maior que a da população do Pará, na oitava avaliação após a liberação do ácaro predador sobre as plantas de coqueiro infestadas por *R. indica*.

No caso da população de *A. largoensis* do Pará, observou-se crescimento significativo até a segunda avaliação, com pico populacional de apenas 3,10 ácaros predadores por folíolo

na terceira avaliação do experimento. A partir da sétima avaliação, observou-se redução populacional significativa de *A. largoensis* chegando a 1,36 ácaros por folíolo.

Tabela 10. Número de espécimes (média por folíolo \pm EP) de *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) provenientes de diferentes populações/linhagem ao longo do tempo e utilizando como presa *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) ao longo do tempo (avaliação).

Avaliações	Linhagem selecionada				Pará			Sergipe		
1	2,11 \pm 0,08	A	d	1,97 \pm 0,10	B	c	3,04 \pm 0,12	A	c	
2	3,61 \pm 0,12	A	c	2,68 \pm 0,10	B	a	3,43 \pm 0,17	A	c	
3	3,18 \pm 0,15	A	c	3,10 \pm 0,11	B	a	3,18 \pm 0,15	A	c	
4	6,35 \pm 0,15	A	a	2,34 \pm 0,11	B	ab	6,42 \pm 0,17	A	a	
5	5,57 \pm 0,14	A	a	2,15 \pm 0,09	C	ab	4,88 \pm 0,15	B	b	
6	4,91 \pm 0,12	A	b	2,65 \pm 0,12	C	a	4,03 \pm 0,12	B	b	
7	3,06 \pm 0,10	A	c	2,22 \pm 0,12	C	b	2,49 \pm 0,11	B	d	
8	3,15 \pm 0,09	A	c	1,36 \pm 0,10	C	d	2,63 \pm 0,11	B	d	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (comparam avaliações, dentro da mesma população) e maiúsculas (comparam populações, dentro da mesma avaliação) não diferem significativamente ($P= 0,05$). As comparações entre as condições foram conduzidas através da sobreposição de intervalos de confiança estimados pelo modelo linear generalizado misto com distribuição Poisson.

Considerando a média global das densidades populacionais de *A. largoensis*, foram observados os maiores valores para os tratamentos com liberação de ácaros da linhagem selecionada e população de Sergipe, com médias entre 3,76 e 3,99 ácaros por folíolo, diferindo significativamente da população do Pará, com média de 2,31 ácaros predadores por folíolo (Tabela 11).

Tabela 11. Número de espécimes (média por folíolo \pm EP) de *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) provenientes de diferentes populações ao longo do tempo e utilizando como presa *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) ao longo do tempo (avaliação)

População/linhagem	Média	
Linhagem selecionada	3,99	A
Pará	2,31	B
Sergipe	3,76	A

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente ($P= 0,05$). As comparações entre as condições foram conduzidas através da sobreposição de intervalos de confiança estimados pelo modelo linear generalizado misto com distribuição Poisson.

4.4 DISCUSSÃO

Ao final do período de avaliação do presente estudo, foram detectadas altas densidades populacionais de *R. indica* nas plantas onde o ácaro predador não foi liberado, causando danos visíveis às plantas de coqueiro. Como as plantas ainda eram jovens, com baixo porte e reduzida área foliar, os sintomas foram bastante evidentes. Estes danos diretos causados por *R. indica* às plantas jovens de coqueiro em casa-de-vegetação estão ligados ao seu hábito alimentar, que ao contrário de outras espécies de ácaros, *R. indica* se alimenta do conteúdo das células do mesófilo, inserindo seu estilete através da abertura dos estômatos (OCHOA et al., 2011; BEARD et al., 2012).

Altas densidades da praga também foram observadas nas plantas onde ácaros da população de *A. largoensis* procedente do estado do Pará foram liberados. Esta população apresentou um baixo potencial de predação de ovos ($\sim 35,0$ ovos/fêmea/dia), larvas ($\sim 14,0$ larvas/fêmea/dia) e adultos ($\sim 3,0$ adultos/fêmea/dia) e baixas taxas de oviposição, quando alimentados com ovos (5,6 ovos/fêmea/dia); larvas (4,1 ovos/fêmea/dia) e adultos (6,2 ovos/fêmea/dia) de *R. indica*, em estudos prévios em condições de laboratório (Capítulo 2, Tabelas 1 e 2). Estes valores de predação observadas para a população do Pará mostraram-se significativamente inferiores aos registrados para a população de Sergipe, sendo 43,5% menor quando os ácaros foram alimentados com ovos de *R. indica*; 53,4%, quando alimentados com larvas e 33,9%, com adultos do ácaro-praga. Em condições de semi campo, a mesma população do Pará aparentemente apresentou um baixo potencial de predação, permitindo que

a praga atingisse densidades populacionais semelhantes às observadas nas plantas sem liberação de ácaros predadores (Controle).

Há que se considerar que esta população foi coletada no Pará em áreas com plantas de coqueiro com pouca ou nenhuma infestação de *R. indica*. Nas localidades onde ocorreram as coletas (Colares, Castanhal, Vigia, Santa Isabel e Santo Antônio do Tauá), apenas em plantio comercial de coco em Santo Antônio e Santa Isabel (plantas na margem da rodovia) notou-se a presença da praga. Nas demais áreas, *R. indica* não foi encontrado nas plantas.

Alguns estudos sugerem que o tempo de exposição e associação do predador com a presa pode influenciar no desempenho do potencial de predação do ácaro. Carrilo et al. (2011b), avaliaram populações de *A. largoensis* com ou sem contato prévio com *R. indica* e observaram diferenças na predação larval, processo de aprendizagem e melhor manipulação de presas pelo predador. No estudo conduzido por Domingos et al. (2013), populações com diferentes períodos de associação com *R. indica* também foram avaliados e foi observado que, apesar de não haver diferença no tempo de desenvolvimento e viabilidade do ácaro até o estágio adulto, a população com maior tempo de associação com *R. indica* apresentou a dobro da taxa de predação em relação àquela associada há pouco tempo com *R. indica*.

Muitas características biológicas podem afetar o desempenho de potenciais agentes de controle biológico. Estas características podem variar de acordo com as condições bióticas e abióticas pelas quais o ácaro está submetido. Deste modo, encontrar uma população de predador que seja “melhor” para controlar determinada praga torna-se uma tarefa complexa e exige que vários fatores sejam levados em consideração além do potencial de predação e oviposição.

A linhagem selecionada de *A. largoensis* apresentou maior densidade populacional que as demais populações do predador, a partir da quinta avaliação, indicando maior potencial de estabelecimento nas plantas de coqueiro que as demais populações.

A linhagem obtida (selecionada) a partir do cruzamento das populações provenientes do Maranhão, Sergipe, Mato Grosso e Rio de Janeiro, apresentou um bom desempenho sobre a população de *R. indica* nas plantas de coqueiro. Quando avaliadas separadamente, o potencial de predação destas populações, todas tiveram um alto desempenho, principalmente para a fase de ovo da praga, consumindo mais de 90% dos ovos em 24 horas, quando oferecidos na proporção de 60 ovos de *R. indica* por fêmea adulta de *A. largoensis*.

Embora a densidade da praga tenha aumentado nas plantas em que houve a liberação do predador (abaixo daquelas observadas nas plantas do grupo controle), nossos resultados indicam que a linhagem selecionada de *A. largoensis* pode atuar na redução populacional de

R. indica, embora não havendo correlação linear entre o número de ácaros predadores encontrados nas plantas e a redução na infestação da praga.

A redução na densidade populacional de *A. largoensis* no período final do experimento, permitindo o aumento populacional de *R. indica* (em todos os tratamentos), mesmo nas plantas com liberação do ácaro predador, pode estar relacionada aos mecanismos de defesa do ácaro-praga, que podem afetar o desempenho e crescimento populacional do predador. Nesse aspecto, diversos autores mencionam que *R. indica* pode apresentar gotícula de fluido sobre as pontas das cerdas dorsais em todos os estágios móveis (BEARD et al., 2018; DI PALMA et al., 2021), que podem conter compostos repelentes ou tóxicos que afetam o desempenho do predador, reduzindo a taxa de predação e consequentemente o crescimento populacional do predador.

4.5 CONCLUSÃO

Os ácaros predadores da linhagem selecionada de *A. largoensis* e da população procedente do estado de Sergipe causam reduções significativas na infestação de *R. indica* quando liberados em plantas de coqueiro, podendo ser úteis em programas de controle biológico do ácaro-praga.

4.6 REFERÊNCIAS

ALCÍVAR, J.; MESA, N.C.; VÁSQUEZ C. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Province of Manabí, Ecuador. **International Journal of Acarology**, v.46, p.120-122, 2020.

Anuário Brasileiro da Fruticultura - ABF. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Gazeta Santa Cruz: Santa Cruz do Sul, Brasil. p, 136, 2013.

ARAGÃO, W.M. **Coco: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2002.

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

BARROS, M.E.N.; LIMA, D.B.; MENDES, J.A.; GONDIM, M.G.C.; MANOEL G.C.; MELO, W.S. The establishment of an invasive pest mite, *Raoiella indica*, affects mite abundance and diversity on coconut plants. **Systematic and Applied Acarology**, v.25, n.5, p.881-894, 2020.

BARROSO, G.; ROCHA, C.M.; MOREIRA, G.F.; HATA., F.T.; ROGGIA, S. VENTURA, M.U., PASIN, A. SILVA, J.E.P.; HOLTZ, A.M.; MORAES, G.J. What is the southern limit of the distribution of red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), agricultural lands in Brazil? **Florida Entomology**, v.102, n.3, p. 581-585, 2019.

Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). Fitting linear mixed-effects models using lme4. arXiv preprint arXiv:1406.5823.

BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BAUCHAN, G.R.; WELBOURN, W.C.; POOLEY, C.; DOWLING, A.P.G. External mouthpart morphology in the Tenuipalpidae (Tetranychoida): *Raoiella* a case study. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p. 227-255, 2012.

BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BAUCHAN, G.R.; POOLEY, C.; DOWLING, A.P.G. *Raoiella* of the world (Trombidiformes: Tetranychoida: Tenuipalpidae). **Zootaxa** v. 4501, n.1, p.1-301, 2018.

BITENCOURT, D.V. Potencialidades e estratégias sustentáveis para o aproveitamento de rejeitos do coco (*Cocos nucifera* L.). São Cristovão, Sergipe, 2008. **Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Sergipe**, 2008.

CARDI. Caribbean Agricultural Research and Development Institute. **Natural resource management, invasive species**. Disponível em: <http://www.cardi.org/default.asp?id=46>, 2010. Acesso em: 04 Jun. 2021.

CARRIJO, O.A; LIZ, R.S; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, p. 533-535, 2002.

CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCAN, R.E.; PEÑA, J.E. Host plant range of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the new world. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p. 271-289, 2012a.

CARRILLO, D.; de 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**, v.60, n.1, p.39-45, 2012b.

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

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

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

CORTEZ, L.A.B.; PEREZ, J.M.M.; ROCHA, J. Processamento de casca e fibra de coco verde por carbonização para agregação de valor. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v.3, p.21- 30, 2009.

DANIEL, M. Biology and predatory habits of the lady bird beetle *Stethorus keralicus* Kapur (Coleoptera: Coccinellidae), predatory on the palm mite. **Journal of Plantation Crops**, v.4, n.1, p.7-9, 1976.

DANIEL, M. Bionomics of the predaceous mite *Amblyseius channabasavanni* (Acari: Phytoseiidae) predaceous on the palm mite. In: Channabasavanna GP (ed) **Contributions to Acarology in India**. Anubhava Printers, Bangalore, p.167-172, 1981.

De LA TORRE, P.; SUÁREZ, A.; GONZÁLEZ, A. Presencia del ácaro *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en Cuba. **Protección Veg.**, v.25, n.1, p. 1-4, 2010.

Demite, P.R., McMurtry, J.A. & Moraes, G.J. Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). **Zootaxa**, v. 3795, p. 571-577, 2022.

DOMINGOS, C.A.; OLIVEIRA, L.O.; DE MORAIS, E.G.; NAVIA, D.; DE MORAES, G.J.; GONDIM, M.G.C. JR. Comparison of two populations of the pantropical predator *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of *Raoiella indica* (Acari:Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.60, p. 83-93, 2013.

ECHEGOYÉN, R.P. Posibles riesgos de introducción de *Raoiella indica* Hirst a los países de la región del OIRSA donde aún no se ha reportado. **Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria**. San Salvador, El Salvador. p.12, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Importância da cocoicultura no Brasil**. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/acesso> em 23 de fevereiro de 2021. 2ª edição. ISSN 1678-197X, 2016.

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

FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.N.R.; SIQUEIRA, L.A. A Cultura do Coqueiro no Brasil, Brasília: **Embrapa**, 1998.

FLECHTMANN, C.H.W. Mite (Arthropoda: Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil. II. Redescription of *Amrineus cocofolius* Flechtmann, 1994 (Acari: Eriophyidae). **International Journal of Acarology**, 23(3), p. 195-197, 1997.

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

Fox, J., & Weisberg, S. (2018). An R companion to applied regression. Sage publications.

FONTES, H.R.; MUCIO W. **Situação atual e perspectivas para a cultura do coqueiro no Brasil**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006.

FONTES, H.R.; RIBEIRO, F.E.; FERNANDES, M.F. **Coco, produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Embrapa Tabuleiros Costeiros, p.106, 2003.

GALLEGO, C.E.; ATERRADO, E.D.; BATOMALAUQUE, C.G. Biology of the false spider mite, *Rarosiella cocosae* Rimando, infesting coconut palms in Camiguin, northern Mindanao (Philippines). **Philipp Entomology**, v.17, n.2, p.187, 2003.

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

GODIM, M.G.C. JR.; CASTRO, T.M.M.; MASARO, A.L. JR.; NAVIA, D.; MELO, J.W.S.; DEMITE, P.R.; DE MORAES, G.J. Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? **Systematics and Biodiversity**, v.10, p. 527-535, 2012.

GONDIM, M.G.C.; MORAES, G.J. Life cycle of *Retracrus johnstoni* Keifer (Acari: Phytoptidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, p. 197-201, 2003.

GONÇALVES, K.P.A.; PAULILLO, L.F.O.; LAGES, A.M.G. Restructuring and expansion of cococulture in Brazil: analysis of production dynamics between 1990 and 2015. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia rural**, Santa Maria, 2017.

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** v. 46, p. 356-359, 2017.

HIRST, S. On some new species of red spider. **Annals and Magazine of Natural History, Series**, v.9, p. 522-527, 1924.

HOLANDA, J.S.; NETO, M.F.; SILVA, R.A.; CHAGAS, M.C.M.; SOBRAL, L.F.; GHEYI, H. R. **Tecnologias para produção intensiva de coco anão verde**. Boletim de Pesquisa, EMPARN, 34 p. 40, 2007.

HOLTZER, T.O.; NORMAN, J.M.; PERRING, T.M.; BERRY, J.S.; HEINTZ, J.C. Effects of microenvironment on the dynamics of spider mite populations. **Experimental and Applied Acarology**, v.4, p. 247-264, 1988.

HOY, M. A.; PEÑA, J.; NGUYEN, R. **Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae)**. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) University of Florida, Florida, p.6, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2015. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatística/agropecuaria/ispa/>. Acesso em: 10 Fev. 2021.

JEPPSON, L.R., KEIFER, H.; BAKER, E.W. **Mites injurious to economic plants**. University of California Press, Berkeley p.614, 1975.

JESUS JR., L.A.; SANTOS, J.A.B.; MARTINS, C.R.; TOMMASI, A.C. Análise da produção da cultura do coco no Brasil, nordeste e Sergipe. **Proceeding of ISTI**, v.3, n.1, p. 317-324, 2015.

KANE, E.C.; OCHOA, R. **Detection and Identification of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae)**. 2006. Disponível em: http://entnemdept.ufl.edu/pestaalert/Raoiella_indica_Guide.pdf. Acesso em: 10 Dez. 2020.

KAPUR, A.P. A new species of *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae), feeding on Arecanut palm mites in Kerala, Southern India. **Entomophaga**, v.6, n.1, p.35-38, 1961.

LIRA, V.A.; JUMBO, L.O.V.; FREITAS, G.S.; RÊGO, A.S.; GALVÃO, A.S.; TEODORO, A.V. Efficacy of *Amblyseius largoensis* (Muma) as a biocontrol agent of the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Phytoparasitica**, v.49, p. 103-111, 2021.

MARIAU, D.; BIGGINS, P. The fauna of oil palm and coconut. Insect and mite pests and their natural enemies. **Montpellier: CIRAD**, p. 264, 2001.

MARSARO JR., A.L.; NAVIA, D.; GONDIM, J.R. M.G.; SILVA, F.R.; MORAES, G.J. Chegou ao Brasil - o ácaro vermelho das palmeiras *Raoiella indica*. **Cultivar, Hortaliças e Frutas**, v.57, n.31, 2009.

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

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**, v. 23, p. 1907–1914, 2018.

MELO, J.W.S; NAVIA, D.; MENDES J.A; et. al. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened área, the Northeast Region. **International Journal of Acarology**, v.44, n.4-5, p.146-149, 2018.

MENDONÇA, R.S.; NAVIA, D.; FLETCHMANN, C.H.W. *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), o ácaro vermelho das palmeiras- uma ameaça para as Américas. Embrapa. **Recursos Genéticos e Biotenologia** 146, 2005.

MORAES, G.J.; CASTRO, T.M.M. G.; KREITER, S.; QUILICI, S.; GONDIM JR., M.G.; SA, L.A.N. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in La Reunion (Indian Ocean). **Acarologia**, v.52, p.129-134, 2012.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no brasil**. Ribeirão Preto: Holos Ed. p.176-177, 2008.

MORAES, G.J.; MESA, N.C. Mites of the family Phytoseiidae (Acari) in Colombia, with descriptions of three new species. **International Journal of Acarology**, v.14, p.71-88, 1988.

MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; GONDIM JR, M.G.C. Dez perguntas e respostas sobre o ácaro-verelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae): Uma ameaça para Palmeiras e bananeiras no Brasil. **Embrapa Roraima** (documento 49), 2011.

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

NAGESHA-CHANDRA B.K., CHANNABASAVANNA G.P. Studies on seasonal fluctuation of the population of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) on coconut with reference to weather parameters. **Indian Journal Acarology**, v.8, p.104-111, 1983.

NAVIA, D. Riesgo del “ácaro rojo de la palma”, *Raoiella indica* Hirst, para Brasil. In: Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, 6. **Acta**. La Habana, Cuba. p.22-26, 2008.

NAVIA, D; MARSARO JUNIOR, 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**, v.40, n.3, p. 409-411, 2011.

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, p. 418-452. 2015.

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

PENA, 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**, EENY-376 (IN680), ENY-837 p.1-8, 2006.

PEÑA, J.E.; MANNION, C.M.; OSBORNE, L. S. Chemical control of red palm mite, *Raoiella indica*, on Ornamentals. In: **Guide to management of Red Palm Mite (RPM)** University of Florida. p.2, 2007.

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. Proceedings of the 2nd Meeting of **IOBC/WPRS, Work Group Integrated Control of Plant Feeding Mites** p. 69-79, 2009.

POLANCO-ARJONA, C.A.; OSORIO-OSORIO, R.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, L.U.; MÁRQUEZ-QUIROZ C.; CRUZ-LÁZARO, L.A., 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.

QUEIROZ, D.L.; FERREIRA, J.M.S.; TEODORO, A.V., NAVIA, D. Ácaros em palmeiras. **Embrapa Florestas**-Capítulo em livro científico (ALICE), 2021.

RAMOS, M.; GONZALES, A.I.; GONZALES, M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst in Cuba, based on biology, host plants, seasonal occurrence and use of acaricide. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ACAROLOGY, 13, Recife, Brazil, **Abstract book**, p. 218-219, 2010.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REZENDE, D.; MELO, J.W.S.; OLIVEIRA, J.E.M.; GONDIM, M.G.C. Estimated crop lost to coconut mite and financial analysis of controlling the pest using acaricide abamectin. **Experimental and Applied Acarology**, v.69, n.3, p.1-17. 2016.

ROCHA, A.M; SILVA, M.S.; FERNANDES, F.B.; SOARES, P.M.; KONISH, F. Aproveitamento de fibra de coco para fins energéticos: revisão e perspectivas. In: **Congresso sobre geração distribuída e energia no meio rural**, 10. São Paulo, 2015.

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

RODRIGUES, J.C.; ANTONY, L.M.K. First report of *Raoiella indica* (acari: tenuipalpidae) in amazonas state, Brazil. **Florida Entomologist**, v.94, p.1072-1074, 2011.

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 Island. **International Journal Acarology**, v.33, p. 3-5, 2007.

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

RODRÍGUEZ, H.; MONTOYA, A.; FLORES-GALANO, G. Conducta alimentaria de *Amblyseius largoensis* (Muma) sobre *Raoiella indica* Hirst. **Revista de Protección Vegetal**, v.25, n.1, p.26-30, 2010.

SARKAR, P.K.; SOMCHOUDHURY, A.K. Influence of major abiotic factors on the seasonal incidence of *Raoiella indica* and *Tetranychus fijiensis* on coconut. In: CHANNABASAVANNA, G.P.; VIRAKTAMATH, C.A. (eds) **Progress in Acarology**, vol.2. Oxford and IBH Co. Pvt. Ltd. New Delhi, p.60-65, 1989.

SENAPATI, S.K.; BISWAS, A.K. Efficacy of some pesticides against *Raoiella indica* Hirst. (Tenuipalpidae) on arecanut seedlings in Terai region of West Bengal. **Journal Environment and Ecology**, v.8, n.2, p.763-765, 1990.

SOMCHOUDHURY, A.K.; SARKAR, P.K. Observations on natural enemies found in association with coconut mite, *Raoiella indica* Hirst. **Bulletin of Entomology**, v.28, p.104-107, 1987.

TAYLOR, B.; RAHMAN, P.M.; MURPHY, S.T.; SUDHEENDRAKUMAR, V.V. Population dynamics of the red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in southwest India. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p.331-345, 2012.

UECKERMANN, E.A. **Taxonomic research in acarology**. Proc. Workshop Biodiv. Dynamics on La Rtunion Island. p. 12-13, 2004.

WELBOURN, C. **Pest Alert: Red palm mite *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae)**. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, 2007.

WELBOURN, C. **Red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). Pest Alert**. DPI-FDACS, p 4. 2009. Disponível em: <http://www.doacs.state.fl.us/pi/enpp/ento/r.indica.html>. Acesso em: 18 Nov. 2020.

YADAVBABU, R.K.; MANJUNATHA, M. Seasonal Incidence of Mite Population in Arecanut. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, v.20, n.2, p.401-402, 2007.

ZAHER, M. Biological studies on *Raoiella indica* Hirst and *Phyllozetantranychus aegyptiacus* Sayed infesting date palm trees in the UAR (Acarina: Tenuipalpidae). **Z. Angew. Entomology**, v.63, n.3, p.406-411, 1969.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se pretende utilizar uma determinada espécie de ácaro predador dentro de um sistema de manejo integrado, é fundamental que se tenha conhecimento sobre os parâmetros biológicos desta espécie. A obtenção destes conhecimentos facilita a manipulação desta espécie em laboratório (criação) e o seu uso em programas de controle de pragas, em condições campo.

Ainda são poucas as informações sobre a bioecologia da praga e suas interações com os inimigos naturais presentes em plantas de coqueiro, para possibilitar o estabelecimento de um manejo adequado de *R. indica*. Nas regiões brasileiras onde o coqueiro é cultivado, há uma grande preocupação com a presença da praga, haja vista que as condições climáticas em nosso País são favoráveis ao desenvolvimento deste ácaro fitófago. A alta capacidade de dispersão possibilita que praga se espalhe rapidamente, colonizando outras áreas, infestando uma grande diversidade de plantas, muitas delas de importância econômica. Além disso, esforços focados na busca de inimigos naturais promissores para uso em programas de controle de pragas devem ser intensificados com o objetivo de identificar novos organismos que possam ser efetivos no combate à praga.

Os resultados deste trabalho são animadores, demonstrando elevada capacidade de predação de *A. largoensis* sobre *R. indica* em laboratório. Estes resultados justificam a condução de novos estudos em condições de semi-campo e campo, para viabilizar o uso deste predador no combate ao ácaro-praga, pelos produtores de coco e de outras culturas (ex.: banana, palmeiras ornamentais) atacadas por *R. indica*.

Ao final desta pesquisa, foi selecionada uma linhagem do ácaro predador procedente da mescla de ácaros de quatro populações de *A. largoensis* procedentes de diferentes estados brasileiros (SE, MA, MT, RJ), com potencial para ser produzida em larga escala e utilizada em programas de controle biológico do ácaro-praga, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais para a agricultura, principalmente para a cadeia produtiva da cocoicultura no Brasil.