



Diversidade e controle biológico de ácaros em bananeiras em diferentes regiões do estado de São Paulo

Lina Marcela Gonzalez Cano

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

**São Paulo
2020**

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

Diversidade e controle biológico de ácaros em bananeiras em diferentes regiões do
estado de São Paulo

Lina Marcela Gonzalez Cano

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

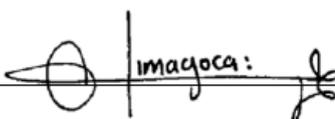
Orientador: Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Coorientador: Prof. Dr. Gilberto José de Moraes

São Paulo

2020

Eu **Lina Marcela Gonzalez Cano**, 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

Cano, Lina Marcela Gonzalez

Diversidade e controle biológico de ácaros em bananeiras em diferentes regiões do estado de São Paulo . / Lina Marcela Gonzalez Cano. - São Paulo, 2020.

71 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2020D.LC009

Dissertação (Mestrado). 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 Eid Sato.

Coorientador: Gilberto José de Moraes

Versão do título para o inglês: Diversity and biological control of mites in banana plantations in different regions of the State of São Paulo.

1. Musaceae 2. *Raoiella indica* 3. Phytoseiidae 4. Nematoides entomopatogênicos 5. Bactérias I. Cano, Lina Marcela Gonzalez II. Sato, Mário Eid III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibi./2020/009

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Lina Marcela Gonzalez Cano

Título: Diversidade e controle biológico de ácaros em bananeiras em diferentes regiões do estado de São Paulo

Dissertação 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 Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovada em: 14 / 02 / 2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. Daniel Junior de Andrade

Instituição: UNESP – Jaboticabal

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores o Prof. Dr. Mario Eidi Sato (IB), e o Prof. Dr. Gilberto Jose de Moraes (ESALQ-USP), pela dedicação, amizade, apoio e guia no desenvolvimento do trabalho; por acreditar no meu trabalho, e pela paciência.

Ao Dr Edson Shigueaki Nomura (APTA-Polo Regional Vale do Ribeira), pela ajuda com informações de musáceas e a disposição nas coletas.

Ao Dr Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro (IB-Campinas), pelos ensinamentos, as correções; e a companhia durante as saídas de campo.

Ao Dr André Luiz Matioli (IB-Campinas), pela disposição e ajuda nas saídas de campo.

A mestrandia Sirlei de Souza Marques (IB-Campinas), pela disposição e ajuda nas atividades de laboratório.

Aos estudantes Kézia Stephany Batista Ferreira, Keila Lorrainy Batista Ferreira, Daniela Peixoto Bezerra, Vitor Henrique Soares Felicissimo, Alex Mesczezem Drominiski (UNESP-Registro) pela colaboração no processamento das amostras coletadas na área experimental da APTA-Regional Vale do Ribeira.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Acarologia, do IB – Campinas e da ESALQ-USP: em especial a Elias Soares de Figueiredo e Jéssica Fernanda Marçal, Matheus Fernandes Pereira Moreira, Jandir Cruz Santos, Sofía Jumenez Jorge e Diana Rueda, que me ajudaram no laboratório.

A meus Pais (Patrícia, Omar e Raul) que fizeram de mim a pessoa que sou hoje; eu devo tudo a eles e seus ensinamentos.

Aos meus irmãos que independente da distância sempre me incentivaram e acompanharam. Aos meus sobrinhos (Maria Jose e Juan Jose) que amo com todo meu coração. Aos outros membros da minha família, por todo o carinho e apoio.

Aos meus amigos da Colômbia que não me esqueceram, e aos que estão agora ao meu lado que são minha família Brasileira... Sem esses Peruanos, Argentinos, Holandeses, Colombianos e Pernambucanos, minha vida não teria o mesmo axé aqui! Obrigada por me permitir fazer parte de suas vidas!!!

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio financeiro à pesquisa (Processo: 2017/50334-3).

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação do Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

RESUMO

GONZALEZ CANO, Lina Marcela. **Diversidade e controle biológico de ácaros em bananeiras em diferentes regiões do estado de São Paulo.** 2020. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2020.

Considerando-se que a bananicultura apresenta uma enorme importância socioeconômica global, o conhecimento das pragas e dos inimigos naturais associados é de interesse crescente para produtores e pesquisadores em todo o mundo. O trabalho foi conduzido com o objetivo geral de ampliar o conhecimento sobre a acarofauna em agroecossistemas de cultivos de banana, no estado de São Paulo, com ênfase no monitoramento e manejo de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). Os objetivos específicos foram: 1) Avaliar a acarofauna em plantas de banana e plantas adjacentes, em diferentes regiões do estado de São Paulo; 2) Avaliar o potencial de uso de diferentes espécies de ácaros predadores [*Euseius citrifolius* Denmark & Muma; *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor); *Amblyseius herbicolus* Chant; *Typhlodromus (Anthoseius) transvaalensis* Nesbitt (Acari: Phytoseiidae); e *Proctolaelaps* sp. (Acari: Melicharidae)] e isolados de bactérias simbiotes (*Xenorhabdus* sp.; *Photorhabdus* sp.) de nematoides entomopatogênicos (*Steinernema* sp.; *Heterorhabditis* sp.); para o controle biológico de *R. indica*. Foram realizadas amostragens de ácaros em plantas de banana de diferentes cultivares, assim como de plantas espontâneas, durante o período de 2018 e 2019, em três municípios paulistas: Pariquera-Açu, Brotas e Jaguariúna. Foram registradas de cinco a 12 famílias de ácaros por município, sendo Phytoseiidae e Tetranychidae as mais representativas, com destaque para os gêneros *Amblyseius*, *Euseius*, *Iphiseiodes*, *Amblydromalus*, *Typhlodromalus* (Phytoseiidae), *Tetranychus* e *Oligonychus* (Tetranychidae), que foram os mais abundantes de cada família. Considerando-se as três localidades em conjunto, os maiores números de famílias de ácaros foram encontrados nas amostras de Banana Prata Catarina (9), pariparoba [*Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. (Piperaceae)] (9), Banana Nanica Grand Naine (8), Trapoeraba [*Commelina benghalensis* L. (Commelinaceae)] (7) e Banana BRS Princesa (7). Os cultivares de banana e os locais nos quais foi constatada a presença da praga *R. indica* foram: Banana Nanica Grand Naine, em Brotas e Jaguariúna; Banana Prata Catarina, em Jaguariúna; Banana BRS Princesa em Pariquera-Açu. Os resultados sugerem um bom potencial de uso dos ácaros predadores *A. limonicus*, *E. citrifolius* e *A. herbicolus* para o controle biológico de *R. indica*. Alguns isolados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogênicos (CER140, CER144, T12, IL2, IBCB48) mostraram-se promissores para o controle de *R. indica*, apresentando elevada eficiência para o controle de fêmeas adultas, assim como, para a redução na taxa de oviposição do ácaro-praga, em condições de laboratório.

Palavras-chave: Musaceae, *Raoiella indica*, Phytoseiidae, nematoides entomopatogênicos, bactérias.

ABSTRACT

GONZALEZ CANO, Lina Marcela. **Diversity and biological control of mites in banana plantations in different regions of the State of São Paulo.** 2020. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2020.

Considering that banana farming has an enormous global socioeconomic importance, knowledge of pests and associated natural enemies is of growing interest for producers and researchers worldwide. The work was conducted with the general objective of expanding knowledge about the mite fauna in agroecosystems of banana crops, in the state of São Paulo, with emphasis on the monitoring and management of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). The specific objectives were: 1) To evaluate the mite fauna in banana plants and adjacent plants, in different regions of the state of São Paulo; 2) Assess the potential use of different species of predatory mites [*Euseius citrifolius* Denmark & Muma; *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor); *Amblyseius herbicolus* Chant; *Typhlodromus (Anthoseius) transvaalensis* Nesbitt (Acari: Phytoseiidae); and *Proctolaelaps* sp. (Acari: Melicharidae)] and isolates of symbiotic bacteria (*Xenorhabdus* sp.; *Photorhabdus* sp.) of entomopathogenic nematodes (*Steinernema* sp.; *Heterorhabditis* sp.); for the biological control of *R. indica*. Mites were sampled on banana plants of different cultivars, as well as spontaneous plants, during the period 2018-2019, in three municipalities in the state of São Paulo: Pariquera-Açu, Brotas and Jaguariúna. Five to 12 mite families per municipality were registered, with Phytoseiidae and Tetranychidae being the most representative families, with emphasis on the genera *Amblyseius*, *Euseius*, *Iphiseiodes*, *Amblydromalus*, *Typhlodromalus* (Phytoseiidae), *Tetranychus* and *Oligonychus* (Tetranychidae), which were the most abundant mites of each family. Considering the three municipalities together, the greatest numbers of mite families were found in the samples of Banana Prata Catarina (9), cow-foot leaf [*Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. (Piperaceae)] (9), Banana Nanica Grand Naine (8), Benghal dayflower [*Commelina benghalensis* L. (Commelinaceae)] (7) and Banana BRS Princesa (7). The banana cultivars and the places where the presence of *R. indica* was found were: Banana Nanica Grand Naine, in Brotas and Jaguariúna; Banana Prata Catarina, in Jaguariúna; Banana BRS Princesa in Pariquera-Açu. The results suggest a good potential for the use of the predatory mites *A. limonicus*, *E. citrifolius* and *A. herbicolus* for the biological control of *R. indica*. Some isolates of bacteria symbiotic to entomopathogenic nematodes (CER140, CER144, T12, IL2, IBCB48) have shown promise for the control of *R. indica*, presenting high efficiency for the control of adult females, as well as for the reduction in the rate of oviposition of the pest mite, under laboratory conditions.

Keywords: Musaceae, *Raoiella indica*, Phytoseiidae, entomopathogenic nematodes, bacterias.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa do estado de São Paulo, ressaltando a localidade das propriedades amostradas. Em laranja, Brotas: Fazenda Taperão, em azul Jaguariúna: Vila Yamaguishi Orgânicos, e em amarelo Pariquera Açu: APTA Polo Regional Vale do Ribeira.....	16
Figura 2. Colheita de amostras em campo: 1) Corte das folhas de bananeira (duas peças de folha de bananeira de 100 cm ² (sem a nervura central da folha); 2) Armazenamento das amostras de folhas de banana em sacos de papel; 3) coleta das amostras de plantas de ocorrência espontânea, presentes na cultura; 4) Armazenamento em caixas de Isopor [®] para o posterior transporte das folhas coletadas ao laboratório.....	19
Figura 3. Sequência de processamento das amostras de folhas de bananeira em laboratório.....	20
Figura 4. Testes de predação com <i>Amblydromalus limonicus</i> e <i>Euseius citrifolius</i> , em condições de laboratório, a 26 ±1°C, 61± 15% de umidade relativa e fotofase de 14 horas...	22
Figura 5. Quantidade de ovos de <i>Raoiella indica</i> colocados por arena, por dia, em um total de: 100, 200, 400, 600 e 800 ovos substituídos a cada dia para cada espécie de acaro predador (<i>Amblydromalus limonicus</i> e <i>Euseius citrifolius</i>).....	23
Figura 6. Testes de predação com <i>Amblyseius herbicolus</i> , <i>Typhlodromus transvaalensis</i> e <i>Proctolaelaps</i> sp. em condições de laboratório, a 26 ±1°C, 61± 15% de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....	25
Figura 7. Quantidade de ovos de <i>Raoiella indica</i> colocados por arena, por dia, em um total de: 600 e 1200 ovos substituídos a cada dia para cada espécie de acaro predador.....	26
Figura 8. Testes com bactérias simbiotes associadas a nematoides entomopatogénicos (NEPs), em condições de laboratório, a 25 ± 1°C, 60 ± 15% de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....	28
Figura 9. Famílias de ácaros encontradas em Pariquera-Açu.....	29
Figura 10. Abundância relativa de <i>Amblyseius tamatavensis</i> e <i>Iphiseiodes zuluagai</i> nas diferentes variedades de bananeiras em Pariquera-Açu.....	36
Figura 11. Famílias de ácaros encontradas em Brotas, SP.....	38
Figura 12. Famílias de ácaros encontradas em Jaguariúna, SP.....	42
Figura 13. Número de ovos de <i>Raoiella indica</i> predados por fêmea de ácaro predador por dia (Resposta funcional), para as espécies <i>Amblydromalus limonicus</i> e <i>Euseius citrifolius</i>	48

Figura 14. Número de ovos de <i>Raoiella indica</i> consumidos pelos predadores <i>Amblyseius herbicolus</i> , <i>Typhlodromus transvaalensis</i> e <i>Proctolaelaps</i> sp. em 5 dias.....	51
Figura 15. Comparação da resposta oviposição dos ácaros: <i>Amblyseius herbicolus</i> , <i>Typhlodromus transvaalensis</i> e <i>Proctolaelaps</i> sp., para diferentes quantidades de ovos de <i>Raoiella indica</i> oferecidos.....	51
Figura 16. Relação entre a densidade de ovos de <i>Raoiella indica</i> oferecidos e o número de ovos colocados pelos predadores <i>Amblyseius herbicolus</i> , <i>Typhlodromus transvaalensis</i> e <i>Proctolaelaps</i> sp., em 5 dias. A linha laranja representa os ovos que foram colocados pelos ácaros predadores, e as colunas em verde representam o consumo de ovos de <i>R. indica</i> pelos predadores.....	53
Figura 17. Fêmea adulta de <i>Raoiella indica</i> após o tratamento com isolado de bactéria simbiote de NEPs.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Localidades do estado de São Paulo onde foram coletadas as amostras de ácaros em cultivos de banana.....	15
Tabela 2. Materiais de bananeiras coletados em campo nas diferentes localidades.....	17
Tabela 3. Plantas espontâneas amostradas nos plantios de banana em cada localidade e época na qual foram encontradas.....	18
Tabela 4. Isolados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogénicos (NEPs) utilizados para os testes de controle de <i>Raoiella indica</i>	27
Tabela 5. Famílias e gêneros dos ácaros encontrados em diferentes cultivares de banana e espécies de plantas espontâneas presentes em cultivos de banana, no Polo APTA regional do Vale do Ribeira, em Pariquera-Açu, SP, no período de maio de 2018 a setembro de 2019....	30
Tabela 6. Espécies de ácaros da família Phytoseiidae encontradas em diferentes cultivares de banana no Polo APTA regional do Vale do Ribeira, em Pariquera-Açu, SP, no período de maio de 2018 a setembro de 2019.....	35
Tabela 7. Espécies de ácaros da família Phytoseiidae encontradas em diferentes espécies de plantas espontâneas no Polo APTA regional do Vale do Ribeira, em Pariquera-Açu, SP, no período de maio de 2018 a setembro de 2019.....	37
Tabela 8. Famílias e gêneros dos ácaros encontrados em bananeiras e plantas espontâneas com maior frequência na Fazenda Taperão, em Brotas, SP, no período de janeiro a maio de 2019.....	39
Tabela 9. Espécies de fitoseídeos encontradas plantas de banana (Nanica Grand Naine: Híbridos 1, 2 e 3) na Fazenda Taperão, em Brotas, SP, no período de janeiro a maio de 2019.....	41
Tabela 10. Espécies de ácaros da família Phytoseiidae encontradas em diferentes espécies de plantas espontâneas na Fazenda Taperão, em Brotas, SP, no período de janeiro a maio de 2019.....	41
Tabela 11. Famílias e gêneros dos ácaros encontrados em bananeiras e espécies de plantas espontâneas associadas, encontradas na Vila Yamaguishi Orgânicos em Jaguariúna, SP, no período de maio de 2018 a outubro de 2019.....	43
Tabela 12. Espécies de fitoseídeos encontradas em bananeiras na Vila Yamaguishi Orgânicos em Jaguariúna, SP, no período de maio de 2018 a outubro de 2019.....	44

Tabela 13. Espécies de ácaros da família Phytoseiidae encontradas em diferentes espécies de plantas espontâneas na Vila Yamaguishi Orgânicos em Jaguariúna, SP, no período de maio de 2018 a outubro de 2019.....	45
Tabela 14. Taxas de predação (número de ovos do ácaro-praga por fêmea do ácaro predador por dia) de <i>Raoiella indica</i> pelos ácaros predadores <i>Amblydromalus limonicus</i> e <i>Euseius citrifolius</i> (Acari: Pytoseiidae) em arenas de folha de coqueiro, para diferentes densidades (10 a 80) de ovos da praga por arena (ou por fêmea adulta do predador), e taxa de oviposição (número de ovos por fêmea por dia) de cada espécie de ácaro predador.....	47
Tabela 15. Relação entre a taxa de predação (TP) (número de ovos de <i>Raoiella indica</i> predados por fêmea por dia) de <i>Amblydromalus limonicus</i> e <i>Euseius citrifolius</i> e o número de ovos oferecidos do ácaro-praga por fêmea do predador, e entre a taxa de oviposição (TO) (número de ovos depositados por fêmea por dia) dos ácaros predadores e o número de ovos do ácaro-praga oferecidos por fêmea do predador, utilizando-se análise de correlação (r = coeficiente de correlação de Pearson).....	49
Tabela 16. Taxas de predação (número de ovos do ácaro-praga por fêmea do predador por dia) de <i>Raoiella indica</i> pelos ácaros predadores <i>Amblyseius herbicolus</i> ; <i>Typhlodromus transvaalensis</i> (Acari: Pytoseiidae) e <i>Proctolaelaps</i> sp. (Acari: Melicharidae) em arenas de folha de banana, para diferentes densidades (10 e 20) de ovos da praga por arena (ou por fêmea adulta do predador), e taxa de oviposição (número de ovos por fêmea por dia) para cada espécie de ácaro predador.....	50
Tabela 17. Porcentagem de eficiência dos diferentes isolados de bactérias simbiotes de NEPs, sobre fêmeas adultas de <i>Raoiella indica</i>	54
Tabela 18. Eficiência dos isolados de bactérias simbiotes de NEPs sobre a taxa de oviposição de <i>Raoiella indica</i>	55

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Geral	4
2.2. Específicos.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 Banana	5
3.1.1 Origem.....	5
3.1.2 Morfologia.....	5
3.1.3 Importância econômica.....	6
3.1.4 Pragas na cultura da banana	7
3.1.4.1 <i>Raoiella indica</i>	8
3.1.4.1.a Origem	8
3.1.4.1.b Taxonomia.....	8
3.1.4.1.c Parâmetros biológicos.....	9
3.1.4.1.d Distribuição da praga no mundo.....	9
3.1.4.1.e Dispersão	10
3.1.4.1.f Plantas hospedeiras	11
3.1.4.1.g Danos	12
3.1.5 Inimigos naturais de ácaros-praga	12
3.1.6 Estratégias de manejo de ácaros-praga.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Diversidade de ácaros em cultivos de banana em três diferentes localidades do estado de São Paulo	14
4.1.1 Locais e período de coleta de amostras	14
4.1.2 Processamento das amostras em laboratório	19
4.1.3 Identificação dos ácaros	21
4.2 Controle de <i>Raoiella indica</i> com ácaros predadores e isolados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogênicos.....	22
4.2.1 Testes de predação com <i>Amblydromalus limonicus</i> e <i>Euseius citrifolius</i>	22
4.2.1.1 Unidades experimentais.....	23
4.2.2 Testes com <i>Amblyseius herbiocolus</i> , <i>Typhlodromus (Anthoseius) transvaalensis</i> e <i>Proctolaelaps</i> spp.	24
4.2.2.1 Unidades experimentais.....	25
4.2.3 Testes com bactérias simbiotes isoladas de nematoides entomopatogênicos	

(NEPs)	27
4.2.3.1 Unidades experimentais.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 Diversidade de ácaros fitoseídeos em cultivos de banana em três diferentes localidades do estado de São Paulo	29
5.1.1 Pariquera-Açu.....	29
5.1.2 Brotas.....	38
5.1.3 Jaguariúna.....	42
5.2 Controle de <i>Raoiella indica</i> com ácaros predadores e isolados de bactérias simbiontes de nematoides entomopatogênicos.....	47
5.2.1 Testes de predação com <i>Amblydromalus limonicus</i> e <i>Euseius citrifolius</i>	47
5.2.2 Testes com <i>Amblyseius herbicolus</i> , <i>Typhlodromus (Anthoseius) transvaalensis</i> e <i>Proctolaelaps</i> spp.	49
5.2.3 Testes com bactérias simbiontes isoladas de nematoides entomopatogênicos (NEPs)	54
6. CONCLUSÕES.....	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1. INTRODUÇÃO

As musáceas são um dos produtos básicos mais importantes na dieta nutricional da população mais carente dos países tropicais, representando uma contribuição de pelo menos 40% da oferta de alimentos em termos de calorias, além disso, as plantações são uma importante fonte de trabalho e renda para pequenos produtores em muitos países em desenvolvimento (OLMOS, 2015).

A banana é reconhecida por seu alto teor nutricional uma vez que pode fornecer aproximadamente 25% da ingestão diária recomendada de ácido ascórbico e também fornecer quantidades significativas de vitaminas A e B, potássio e outros minerais, como o sódio (CERQUEIRA et al., 2004). Também tem alto impacto socioeconômico, por requer uma grande quantidade de mão-de-obra para o desenvolvimento de seu cultivo, além de possuir um ciclo relativamente curto, o que permite um rápido retorno dos investimentos aos agricultores (SILVA; BOLIANI; CORRÊA, 2006). O sistema de produção utiliza principalmente mão-de-obra familiar, contribuindo diretamente para o sustento e o estabelecimento das famílias de agricultores nas regiões produtoras de banana (FIORAVANÇO, 2003).

Entre os países produtores de banana, os mais importantes em ordem decrescente são: Índia, China, Filipinas, Brasil, Indonésia, Equador, Angola, República Unida da Tanzânia, Costa Rica, México, Vietnã, Ruanda, Camarões, Quênia; entre outros (FAO, 2014). Em muitos desses países, a banana é uma cultura de exportação, sendo responsável por uma parte significativa das exportações agrícolas (ARAYA, 2008).

O mercado mundial de banana é muito grande, movimentando cerca de 8 bilhões de dólares por ano, com grande crescimento na União Europeia. A produção mundial chega aos 114 milhões de toneladas anuais. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de banana, atrás apenas de Índia, China e Filipinas, junto com o Equador, mas os dois primeiros não são grandes exportadores da fruta. As Filipinas exportam até para o Brasil, com 115 mil toneladas por ano. O Brasil, embora produza mais de 7 milhões de toneladas por ano, exporta apenas cerca de 65 mil toneladas, ou seja, menos de 1% da produção. Nossos principais importadores são Argentina, Uruguai e Reino Unido (TODA FRUTA, 2019)

As bananeiras estão entre os cultivos de importância agrícola em todos os estados brasileiros, das áreas costeiras ao interior (JESUS et al., 2004), destacando-se São Paulo, com a maior produção por estado, seguido por Paraíba, Minas Gerais, Bahia, Santa Catarina,

Amazonas, Ceará, Mato Grosso, Pernambuco e Espírito Santo (LIMA; REDUZIDO; TORNEIO, 2012; SILVA et al., 2006; TEIXEIRA; ZAMBROSI; BETTIOL NETO, 2007). O Brasil apesar de ter a banana como uma cultura amplamente distribuída, somente tem como importadores a Argentina, o Uruguai (PINO et al, 2000) e o Reino Unido (TODA FRUTA, 2019). Desta forma, quase toda a sua produção é destinada ao consumo interno, sob a forma de fruta fresca e em menor proporção nos produtos processados (JESUS et al., 2004).

No Estado de São Paulo, a produção de banana é concentrada na região do Vale do Ribeira e Litoral Sul, representando mais de 60% do valor da produção agrícola regional (PINO et al., 2000). Nessa região, destacam-se como cidades altamente produtivas de banana: Eldorado, Registro, Juquiá, Sete Barras, Miracatu e Cajati, no entanto, existem cultivos altamente produtivos no interior do estado, sendo relevantes alguns municípios como Jaguariúna (localizado na região metropolitana de Campinas) e Brotas (a 150 km de Campinas) (LIMA; REDUZIDO; TORNEIO, 2012).

Embora o Vale do Ribeira seja a região com maior predomínio de banana, isso não se reflete no desenvolvimento tecnológico, uma vez que a região é caracterizada pelo baixo nível de tecnologia e mecanização, caracterizando-se como um das mais precárias do estado de São Paulo. Na região também predominam monoculturas, que ocupam cerca de 90% da área agrícola (LIMA; REDUZIDO; TORNEIO, 2012), e esta situação pode influenciar a sanidade das culturas, considerando-se que, muitas vezes, os produtores não possuem mão-de-obra suficiente, o que significa que as tarefas agrônômicas não são realizadas de forma eficiente e no momento correto, gerando ambientes que possibilitam o desenvolvimento de diversas pragas; destacando-se *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera, Curculionidae), que é a praga mais frequente de bananeira, *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera, Curculionidae), *Frankliniella* spp., (Thysanoptera: Thripidae); *Caligo* spp. (Lepidoptera, Nymphalidae), *Opsiphanes* spp. (Lepidoptera, Nymphalidae), entre outras (MARTÍNEZ GARNICA; BECERRA CAMPIÑO; VILLAMIL ARÉVALO, 1997; BANACOL, 2009; PADMANABAN; SATHIAMOORTH, 2009; ICA, 2012; FANCELLI et al., 2015).

Outros artrópodes também podem se prejudiciais às culturas de banana, incluindo os ácaros fitófagos como: *Allonychus braziliensis* (McGregor), *Tetranychus abacae* Baker & Pritchard, *Tetranychus desertorum* Banks, *Tetranychus mexicanus* (McGregor) e *Tetranychus neocatedonicus* André (Acari: Tetranychidae) (MORAES; FLECHTMANN, 1981). *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), cuja presença foi constatada pela primeira vez no Brasil em Julho de 2009 (NÁVIA et al., 2011).

Considerando-se que a bananicultura apresenta uma enorme importância

socioeconômica global, o conhecimento das pragas e dos inimigos naturais associados é de interesse crescente por parte de produtores e pesquisadores em todo o mundo. O conhecimento científico e tecnológico disponível para esta cultura é relativamente pequeno, sendo que, estudos de diversidade de ácaros em bananeira ainda são raros no Brasil e na maioria dos países produtores (SATO; MINEIRO; RAGA, 2013).

Além disso, a falta de conhecimento sobre os organismos presentes na cultura e a dificuldade para o estabelecimento de estratégias adequadas de manejo de pragas e doenças estão entre as principais causas que limitam as exportações de banana no Brasil (DANTAS; SOARES FILHO, 1996).

O ácaro-praga *R. indica* pode causar prejuízos significativos em diversas espécies de Arecaceae (CARRILLO et al., 2012a; GÓMEZ-MOYA et al., 2017) e representa um risco potencial para a cultura de banana e a fauna nativa (RODRIGUES; PEÑA, 2012; RIVERA-RIVERA et al., 2012; ALONSO et al., 2015; BALZA et al., 2015; RAMOS LIMA et al., 2016; POLANCO-ARJONA et al., 2017), por se tratar de uma espécie exótica originária de outro continente que até o momento no Brasil não tem um controlador biológico especialista constatado, nem existem produtos químicos registrados para seu controle (VASQUEZ; MORAES, 2013).

No estado de São Paulo, *R. indica* tem sido observado principalmente em coqueiros e outras palmeiras (BARROSO, 2019), mas há registros dessa praga em altas densidades populacionais em bananeiras em outras regiões do Brasil, como em Roraima (OLIVEIRA et al., 2016), havendo a possibilidade de se tornar um sério problema na principal área produtora de banana no país. Assim sendo, é importante avaliar a possível presença do ácaro *R. indica* no Vale do Ribeira e outras áreas produtoras de banana do estado, assim como pesquisar diferentes estratégias para o seu controle.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Ampliar o conhecimento sobre a acarofauna em agroecossistemas de cultivo de banana, no estado de São Paulo, com ênfase no monitoramento e manejo de *R. indica*.

2.2. Específicos

1) Avaliar a acarofauna em plantas de banana e plantas adjacentes, em três regiões diferentes do estado de São Paulo (Pariquera-Açu, Brotas e Jaguariúna);

2) Avaliar o potencial de uso de ácaros predadores (Phytoseiidae) e de isolados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogénicos, para o controle biológico de *R. indica*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Banana

3.1.1 Origem

As musáceas têm sua origem no Sudeste Asiático (Figura 1). *Musa acuminata*, (progenitor A) teve sua origem na península da Malásia ou ilhas próximas, depois foi levado para outros lugares como Filipinas e Índia, onde foi cruzada com espécimes de *Musa balbisiana* (progenitor B), dando origem a híbridos, chamados no mundo de “Plátanos” e no Brasil de “Banana da terra” (variedades consumidas após preparo: cozimento ou fritura). As musáceas foram introduzidas no continente americano pela primeira vez no ano de 1516 em Santo Domingo, nas Ilhas Canárias, de lá espalhadas para outras ilhas e depois para a América Tropical (ARAYA, 2008; LIMA; SILVA; FERREIRA, 2012).

As musáceas são consumidas cruas, cozidas ou fritas, ou em produtos transformados pela agroindústria; no entanto, é mais comum o seu consumo fresco, pois em todo o mundo as bananas são um dos frutos mais conhecidos (CERQUEIRA et al., 2004; JESUS et al., 2004).

3.1.2 Morfologia

A bananeira é uma planta perene, que consta de um rizoma subterrâneo (caule verdadeiro), no qual as raízes e o pseudocaule (uma massa compacta de bainhas de folhas sobrepostas e dispostas em espiral) nascem. Na parte apical do caule está localizado o meristema principal; o qual produz o cacho (engajo, ráquis, coração) da banana. Quando o cacho de banana emerge, ele vem protegido por folhas modificadas chamadas de brácteas, que geralmente são de cor vermelha e que, quando se separam, vão descobrindo os grupos florais, femininos e masculinos; formado a partir dos últimos, frutos partenocárpicos e o coração (LIMA; SILVA; FERREIRA, 2012).

As raízes da bananeira são inicialmente fasciculadas, tornando-se suberosas quando maduras. Em toda a extensão da superfície externa das raízes, encontram-se raízes secundárias, assemelhando-se a uma rede de cabelos, responsáveis pela absorção de água e nutrientes. A maior parte das raízes encontra-se nas camadas mais superficiais do solo. No geral, 70% das raízes são encontradas em uma profundidade de até 20 cm.

O rizoma ou caule verdadeiro é uma estrutura de formato esférico, que se desenvolve no solo, de onde saem as folhas (gemas) na parte superior e raízes na parte inferior. O pseudocaule corresponde ao que é normalmente denominado como caule ou tronco; e corresponde a um conjunto de bainhas foliares abarcantes. Das folhas, a mais nova que ainda não se abriu é chamada de folha bandeira, vela ou charuto (LIMA; SILVA; FERREIRA, 2012).

A inflorescência é uma estrutura complementar que inclui as flores que depois são convertidas em frutos (ENDRESS, 2010). Nas bananas cultivadas, as flores podem ser de três tipos: a) femininas-pistiladas (o ovário se converte em uma fruta semeada por partenocarpia); b) masculinas-estaminadas, cada uma delas mantidas por uma bráctea, que podem produzir pólen; c) hermafroditas, podem estar presentes no caule entre as flores femininas e o broto masculino, geralmente estas não se transformam em frutos e seus estames não produzem pólen (KIRCHOFF, 1992).

A variabilidade observada nas características morfológicas é usada para caracterizar bananeiras, tendo em conta que as espécies selvagens de banana compartilham o mesmo tipo de planta que as bananas cultivadas, exceto pelo fato delas se reproduzirem tanto por sementes quanto por mudas (IPGRI, 1996).

3.1.3 Importância econômica

A bananicultura apresenta-se como um dos principais agronegócios internacionais, uma vez que a banana é a fruta fresca mais consumida no mundo. O Brasil é o quarto produtor mundial e sua produção de 7,1 milhões de toneladas de banana é praticamente destinada ao consumo interno, o que o transforma no primeiro consumidor mundial de banana. Apesar da sua posição de destaque como grande produtor, o Brasil exporta apenas 1,5% (LIMA; SILVA; FERREIRA, 2012; LIMA; REDUZIDO; TORNEIO, 2012).

A cultura da banana é um componente cultural e de tradição, desenvolvido principalmente pelos sistemas de agricultura familiar em diferentes regiões do Brasil, desde as áreas costeiras até as áreas do interior (SIDRA-IBGE, 2016).

O cultivo brasileiro de banana está distribuído por todo o território nacional. As maiores áreas, em 2017, localizaram-se nos estados da Bahia com 73,1 mil hectares, São Paulo com 50,0 mil ha, Pará com 43,9 mil ha, e Minas Gerais com 41,6 mil ha. Os estados que mais produziram e obtiveram os maiores valores de produção foram: São Paulo com 1.084,5 mil t e R\$1,7 bilhão, Bahia com 866,6 mil t e R\$931,8 milhões, Santa Catarina com

712,8 mil t e R\$742,7 milhões, e Minas Gerais com 685,5 mil t e R\$731,5 milhões. Foram registradas diferenças na produtividade, com maior valor para o Rio Grande do Norte com 28,3 t/ha e a menor para o Rio de Janeiro, com 7,7 t/ha; a produtividade para São Paulo foi de 21,7 t/ha e a nacional foi de 14,2 t/ha (BAPTISTELLA; COELHO; GHOBRI, 2019).

A banana é uma cultura relevante socioeconomicamente, sendo que contribui na segurança alimentar, na geração de empregos e em grande parte da renda da população rural. No entanto, a cultura apresenta baixo uso de mecanização e tecnologia de produção, o que favorece o aparecimento de pragas e doenças, sendo elas as principais causas de perdas econômicas. A região do Vale do Ribeira apresenta-se como a principal produtora, participando ativamente no abastecimento da fruta nos centros consumidores do país, além da comercialização ao mercado internacional, exportando principalmente para Argentina e Uruguai (LIMA; REDUZIDO; TORNEIO, 2012). No entanto, o estado de São Paulo conta com outras regiões de pequena produção, com participação de cidades como Jaguariúna e Brotas, onde o mercado é nacional.

3.1.4 Pragas na cultura da banana

Apesar de ter vantagens quanto ao rápido retorno dos investimentos, a produção de banana é afetada pela baixa implementação de tecnologias para resolver problemas fitossanitários, entre os quais se destaca a alta incidência de pragas, o que se deve principalmente ao manejo inadequado da cultura, gerando um ambiente propício para o desenvolvimento de artrópodes nocivos.

Os principais artrópodes que são encontrados causando danos à cultura são: *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), que é a praga mais frequente de bananeira no Brasil, *Metamasius hemipterus* Oliver (Coleoptera: Curculionidae), *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae), *Caligo* spp. (Lepidoptera: Nymphalidae), *Opsiphanes* spp. (Lepidoptera: Nymphalidae), (MARTINEZ GARNICA et al., 1997; BANACOL, 2009; PADMANABAN; SATHIAMOORTH, 2009; ICA, 2012; FANCELLI et al., 2015;) e ácaros fitófagos como: *Allonychus braziliensis* McGregor, *Tetranychus abacae* Baker & Pritchard, *Tetranychus desertorum* Banks, *Tetranychus mexicanus* McGregor, *Tetranychus neocatedonicus* André (Acari: Tetranychidae) (MORAES; FLECHTMANN, 1981) e *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). Esse último ácaro fitófago é muito importante, sendo considerada uma espécie exótica invasora que representa um problema potencial significativo, uma vez que pode influenciar os organismos nativos e assim alterar a

cadeia trófica (RODRÍGUEZ; MONTOYA; RAMOS, 2007; HASTIE; BENEGAS; RODRÍGUEZ, 2010).

3.1.4.1 *Raoiella indica*

3.1.4.1.a Origem

O ácaro vermelho das palmeiras, *R. indica*, é considerado uma espécie exótica invasora que afeta plantas de importância econômica (sendo a banana e o coqueiro as culturas mais relevantes), assim como a diversidade biológica nativa (RAMOS LIMA et al., 2011, 2016). *R. indica* foi descrita pela primeira vez no ano 1924 em Coimbatore, Tamil Nadu, Índia, a partir de exemplares coletados em coqueiro (SENASICA, 2015).

3.1.5.1.b Taxonomia

Raoiella indica é comumente conhecida como ácaro vermelho das palmeiras, red palm mite (RPM), ou coconut red mite. *R. indica* é a espécie tipo de seu gênero, que compreende 31 espécies. Nos últimos anos foram relatadas como sinônimas as espécies: *Raoiella camur* Chaudhri & Akbar; *Raoiella empedos* Chaudhri & Akbar; *Raoiella neotericus* Chaudhri & Akbar; *Raoiella obelias* Hasan & Akbar; *Raoiella phoenica* Meyer; *Raoiella rahii* Akbar & Chaudhri (BEARD et al., 2018) e *Raoiella cocosae* (Rimando) (MESA et al., 2009). No entanto, ainda há suspeita de que a espécie *Raoiella pandanae* Mohanasundaram descrita como distinta, corresponde na verdade a *R. indica* (CASTRO et al., 2020).

A classificação taxonômica de *R. indica* (SENASICA, 2015) é apresentada abaixo:

Filo Arthropoda
 Classe Arachnida
 Subclasse: Acari
 Ordem Trombidiformes
 Subordem Prostigmata
 Superfamília Tetranychoidae
 Família Tenuipalpidae
 Subfamília Tenuipalpinae
 Tribo Tenuipalpini
 Gênero *Raoiella*
 Espécie: *Raoiella indica*

3.1.4.1.c Parâmetros biológicos

Até o presente, os estudos de *R. indica* têm sido focados no seu ciclo de vida em diferentes espécies de arecáceas. No entanto, alguns autores como González-Reyes e Ramos (2010) e Balza et al. (2015) têm desenvolvido pesquisas deste tipo em variedades de *Musa* spp.. *Raoiella indica* normalmente apresenta reprodução sexual, mas também pode apresentar partenogênese do tipo arrenótoca (ZAHER; WAFA; YOUSEF, 1969)

Segundo Balza et al. (2015), observou-se que de 76% dos ovos que chegaram ao estágio de larva na variedade Manzano de banana da terra, 36% conseguiram se desenvolver até o estágio de adulto; o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto foi de $24,4 \pm 2,5$ dias, que foi semelhante aos 24,5 dias necessários para o ácaro se desenvolver em coqueiro (LIMA et al., 2011).

No caso da variedade Cambur de *Musa acuminata* Colla subgrupo *Cavendish*, clone *Gran enano*, o tempo de desenvolvimento foi de $32,4 \pm 4,6$ dias, que foi próximo aos observados para coqueiro, com $30,9 \pm 3,4$ dias (GONZALEZ REYES; RAMOS, 2010) e $33,35 \pm 4,7$ dias em comparação com o coqueiro $31,43 \pm 3,31$ (BALZA; VASQUEZ; VARELA, 2015). Há um aumento na densidade populacional do ácaro fitofago *R. indica* em períodos de baixa umidade relativa, temperaturas altas e dias longos. Os adultos medem de 0,25 até 0,32mm de comprimento, formam colônias onde se encontram todos os estádios de vida; vivem na parte abaxial das folhas, principalmente nas mais velhas. Em banana da terra, variedade Manzano AAB, o período de ovo é de aproximadamente $5,9 \pm 1,3$ dias, o de larva de $6,5 \pm 0,5$ dias, o de protoninfa de $4,4 \pm 0,6$ dias e o de deutoninfa de $8,1 \pm 1,7$ dias (BALZA; VASQUEZ; VARELA, 2015).

3.1.4.1.d Distribuição da praga no mundo

É possivelmente uma espécie originária do Sul da África, mas que foi descrita pela primeira vez na Índia em 1924, baseando-se em indivíduos coletados em coqueiro. Desde esse momento, foi constatada a sua presença em palmeiras no hemisfério oriental (GUPTA, 1984), em países como: Paquistão (CHAUDHRI; AKBAR; RASOOL, 1974), Israel (GERSON et al., 1983), Iran, e em países Africanos como Sudão (PRITCHARD; BAKER, 1958) e Egito (SAYED, 1942). Porém, em 2004 foi constatada pela primeira vez nas Américas, na ilha de Martinica (FLECHTMANN; ETIENNE, 2004).

O açúcar vermelho chegou por vias desconhecidas, e expandiu-se rapidamente dentro dos anos 2005 e 2006 (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; KANE; OCHOA, 2006; RODRIGUES; OCHOA; KANE, 2007) pelas ilhas do Caribe (República Dominicana, Porto Rico, Jamaica, Haiti, e Trinidad e Tobago). A partir daí, tornou-se uma praga invasiva, sendo um risco para diversos cultivos pela sua crescente expansão em área de distribuição no continente americano (KANE et al., 2012).

Em 2007, foi detectado na Florida (EUA) e na Venezuela. Em 2009, foi constatada sua presença no México e no estado de Roraima no Brasil, onde as autoridades do Ministério da Agricultura estabeleceram medidas quarentenárias restritivas para o transporte material vegetal, incluindo plantas e frutos de banana e coco, das áreas infestadas para outros estados do país (NÁVIA et al., 2011). Em agosto de 2011, confirmou-se por meio de levantamentos, que além de bananas (variedade Princesa), *R. indica* encontrava-se em plantas ornamentais em áreas urbanas do estado do Amazonas, em Manaus; isso gerou um impacto social pois implicou na restrição da comercialização destes produtos desta região para o restante do país, afetando muitos pequenos produtores (RODRIGUES; ANTONY, 2011).

3.1.4.1.e Dispersão

Essa praga está catalogada como uma das espécies exóticas invasivas com maior capacidade de dispersão, já que em seis anos (2004-2010) dispersou-se por 13 países das Américas (ao redor de 100 km por ano) (MESA et al., 2009; KANE et al., 2012); o que pode ser devido às atividades humanas já que muitas plantas hospedeiras são ornamentais e as mudas infestadas podem ser transportadas de um lugar para outro (formal ou informalmente), outra possibilidade é que os ácaros tenham sido transportados pelo vento (WELBOURN, 2006).

A continuidade de habitats adequados para o desenvolvimento de *R. indica* pode facilitar e acelerar sua dispersão no Brasil, particularmente do interior da região Norte do país para as regiões do litoral, pelo fato de apresentarem as condições ideais para o desenvolvimento da praga, além da presença de grandes e diversas populações de hospedeiros, o que proporciona um elevado potencial para seu deslocamento e crescimento populacional (AMARO; MORAIS, 2013).

No Brasil, a praga tem sido observada em diferentes localidades, com ecossistemas diversos. A primeira localidade onde foi constatada a presença de *R. indica* foi no Norte do país, em áreas urbanas de Boa Vista, no estado de Roraima, alimentando-se de plantas de

coqueiro e bananeira (NÁVIA et al., 2011). Em agosto de 2011 foi constatada sua presença em coqueiros em diferentes áreas urbanas de Manaus, Amazonas (RODRIGUES; ANTONY, 2011).

Desde a sua chegada ao Brasil, a distribuição de *R. indica* permaneceu restrita ao Norte do país até que em 2016, confirmou-se sua presença em folhas de coqueiro e bananeira no Ceará, no Nordeste do país. Em poucos meses, detectou-se a infestação da praga em outros sete estados da região (Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Picuí, Rio Grande do Norte e Sergipe) (HATA et al., 2017). Nesse mesmo período, foi constatado no Centro-Oeste, no Distrito Federal, e em Goiás. No Sudeste, seu primeiro registro foi em Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2016), e na região Sul, foi constatado em diversas localidades do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (BARROSO et al., 2019); demonstrando assim sua rápida expansão pelas diferentes regiões do território brasileiro.

3.1.4.1.f Plantas hospedeiras

Nos continentes africano e asiático, a gama de hospedeiras de *R. indica* limitava-se às plantas da família Arecaceae, principalmente o coqueiro (*Cocos nucifera* L.), na qual foi descrita pela primeira vez por Hirst em 1924 (HIRST, 1924; SAYED, 1942; MOUTIA, 1958; KAPUR, 1961). No entanto, desde sua chegada ao Caribe e ao sul da Florida, *R. indica* tem sido relatado em um número cada vez maior de espécies de palmeiras em uma ampla gama de gêneros, incluindo: *Chamaedorea*, *Cocos*, *Phoenix* e *Veitchia* (Arecaceae), assim como açai (*Euterpe oleracea* Mart.), pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), e outras monocotiledôneas de diferentes famílias como Cycadaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Pandanaceae, Strelitziaceae e Zingiberaceae (WELBOURN, 2006; RODRIGUES, et al., 2007; COCCO; HOY, 2009; GÓMEZ-MOYA et al., 2017).

No interior do estado de São Paulo, o ácaro *R. indica* tem sido observado principalmente em coqueiros e outras palmeiras (BARROSO et al., 2019), mas há registros dessa praga em altas densidades populacionais em bananeiras, em outras regiões do Brasil, como em Roraima (RODRIGUES; ANTONY, 2011; RODRIGUES; IRISH, 2012; OLIVEIRA et al., 2016).

3.1.4.1.g Danos

Assim como em palmeiras, o dano causado por *R. indica* deve-se ao fato de o ácaro se alimentar dos fluidos celulares das plantas, possuindo estiletes que são inseridos nos estômatos das folhas, o que possibilita perfurar as células mais profundas no tecido das plantas jovens (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. Em algumas áreas do Caribe, tem se observado danos severos em bananeiras. No entanto, não há uma estimativa de redução na produção nesta cultura. Alguns pesquisadores têm reportado que as infestações do ácaro vermelho das palmeiras em bananeiras são mais altas quando estas são cultivadas próximas a coqueiros infestados (MORAIS; NÁVIA; GONDIM JR, 2011).

3.1.5 Inimigos naturais de ácaros-praga

Nas bananeiras, além dos ácaros fitófagos, há a ocorrência a natural de ácaros predadores que regulam as populações dos mesmos, ressaltando a família Phytoseiidae por sua importância econômica e por sua capacidade predatória e reprodutiva. Em estudos conduzidos no estado de São Paulo, Mineiro; Sato; Raga (2006) constataram em bananeiras a presença de ácaros das famílias Acaridae, Macrochelidae, Phytoseiidae, Bdellidae, Cunaxidae, Eriophyidae, Eupalopsellidae, Eupodidae, Raphignathidae, Stigmaeidae, Tenuipalpidae, Tetranychidae e Tydeidae; assim como, as espécies *Euseius concordis* Chant, *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, *Amblyseius herbicolus* Chant, *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, *Neoseiulus anonymus* Chant & Baker; *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma e *Proprioseiopsis dominigos* El-Benhawy, da família Phytoseiidae.

3.1.6 Estratégias de manejo de ácaros-praga

Uma das estratégias mais utilizadas para o controle de pragas é o uso de pesticidas sintéticos, que podem causar uma série de problemas, como o desequilíbrio biológico, resistência genética das pragas aos produtos químicos, elevação dos custos de produção e limitação da comercialização de frutos para mercados que exigem produtos provenientes de agriculturas limpas. Além dos fatores anteriormente mencionados, para o controle de *R.*

indica ainda não há produtos químicos registrados no Brasil (MAPA, 2020).

Em diversos países, têm sido utilizados óleos e detergentes de origem vegetal e a liberação de agentes de controle biológico para o controle do ácaro-praga *R. indica*. Carrillo et al. (2012b) resumiram informações sobre a associação desta praga com 28 inimigos naturais entre ácaros e insetos, na Ásia, África e na região Neotropical, além de fungos entomopatogênicos encontrados no Caribe. Dentre os inimigos naturais, são encontradas espécies de insetos da família Coccinelidae, como *Stethorus keralicus* Kapur e *Telsimia ephippiger* Chapin. Do mesmo modo, foram reportados ácaros, principalmente da família Phytoseiidae. Estes últimos têm vantagens comparativas sobre outros predadores que os tornam muito atrativos para incorporação no manejo biológico de pragas, por sua alta capacidade de busca, alta voracidade, facilidade no manejo e manutenção das criações, assim como o consumo de diferentes fontes de alimento, quando a incidência da praga é baixa (MORAES; MESA, 1988).

Segundo Carrillo et al. (2012b), a espécie de ácaro predador mais comum, encontrada em todas as áreas geográficas, relacionada com ao ácaro-praga *R. indica* é *Amblyseius largoensis* Muma (Acari: Phytoseiidae), que também tem sido relatado com frequência no norte do Brasil. *Amblyseius caudatus* Berlese e *Amblyseius channabasavanni* Gupta também são considerados inimigos naturais importantes do acaro vermelho das palmeiras.

Até o presente momento, não se têm relatos na literatura sobre patógenos efetivos utilizados para o controle biológico de *R. indica*, no entanto, observaram-se reduções significativas da população da praga em diferentes localidades, em Puerto Rico. Essas reduções coincidiram com o aumento das chuvas e, conseqüente, aumento da umidade o que favoreceu a infecção dos ácaros por entomopatógenos. Os fungos achados, nesse estudo, associados a *R. indica* foram *Simplicillium* sp., *Lecanicillium lecanii* Zimmerm e *Hirsutella thompsonii* Fisher (CARRILLO et al., 2012b)

Bioinsumos preparados a partir de microrganismos não representam um assunto novo na área de controle biológico, mas, frequentemente, eles são desenvolvidos a partir de fungos entomopatogênicos, esquecendo-se dos outros grupos de microrganismos como os nematoides entomopatogênicos (NEPs) e as bactérias associadas. Os NEPs pertencentes aos gêneros *Steinernema* e *Heterorhanditis* portam simbioses bacterianas dos gêneros *Xenorhabdus* e *Photorhabdus*, respectivamente, que possuem propriedades nematicidas, inseticidas e antibióticas (WEBSTER; CHEN; LI, 1998). Os NEPs e suas bactérias associadas produzem um complexo pesticida eficaz contra uma ampla gama de insetos hospedeiros (GAUGLER; KAYA, 1990; GREWAL et al., 1993; SUBRAMANIAN; MUTHULAKSHMI, 2016). No

caso de ácaros-praga, Eroglu et al. (2019) avaliaram isolados de bactérias simbiotes para o controle de diferentes estádios de vida de *Tetranychus urticae* Koch, mostrando resultados promissores, com mortalidade de adultos entre 92 e 100%.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Diversidade de ácaros em cultivos de banana em três diferentes localidades do estado de São Paulo

4.1.1 Locais e período de coleta de amostras

O estudo foi realizado nos municípios de Pariquera-Açu (localizado no Vale do Ribeira, no litoral do estado de São Paulo), Brotas e Jaguariúna (municípios no interior do estado de SP). Cada localidade amostrada apresentava condições de cultivo distintos, sendo que, a primeira (APTA Polo Regional Vale do Riveira) era representada por um cultivo experimental (banco de germoplasma) de banana, a segunda (Vila Yamaguishi Orgânicos) de um cultivo comercial orgânico, e a terceira (Fazenda Taperão) de uma plantação comercial convencional de banana (Tabela 1, Figura 1).

Tabela 1. Localidades do estado de São Paulo onde foram coletadas as amostras de ácaros em cultivos de banana

Localidade	Empresa	Localização	Data das amostragens
			27/05/2018
			25/10/2018
			26/11/2018
			13/12/2018
			29/01/2019
Pariquera-Açu	APTA Polo Regional Vale do Ribeira	Pariquera-Açu Rodovia BR 116, km 460	26/02/2019
			26/03/2019
			23/04/2019
			28/05/2019
			28/06/2019
			30/07/2019
			28/08/2019
			25/09/2019
Jaguariúna	Vila Yamaguishi Orgânicos	KM138, Rodovia SP340 - Colmeia, SP, 13915-230	30/10/2019
			13/05/2018
Brotas	Fazenda Taperão	Rod. Dr. Américo Piva, s/n - Chapada dos Guimarães, Brotas - SP, 17380-000	23/05/2019
			13/01/2019

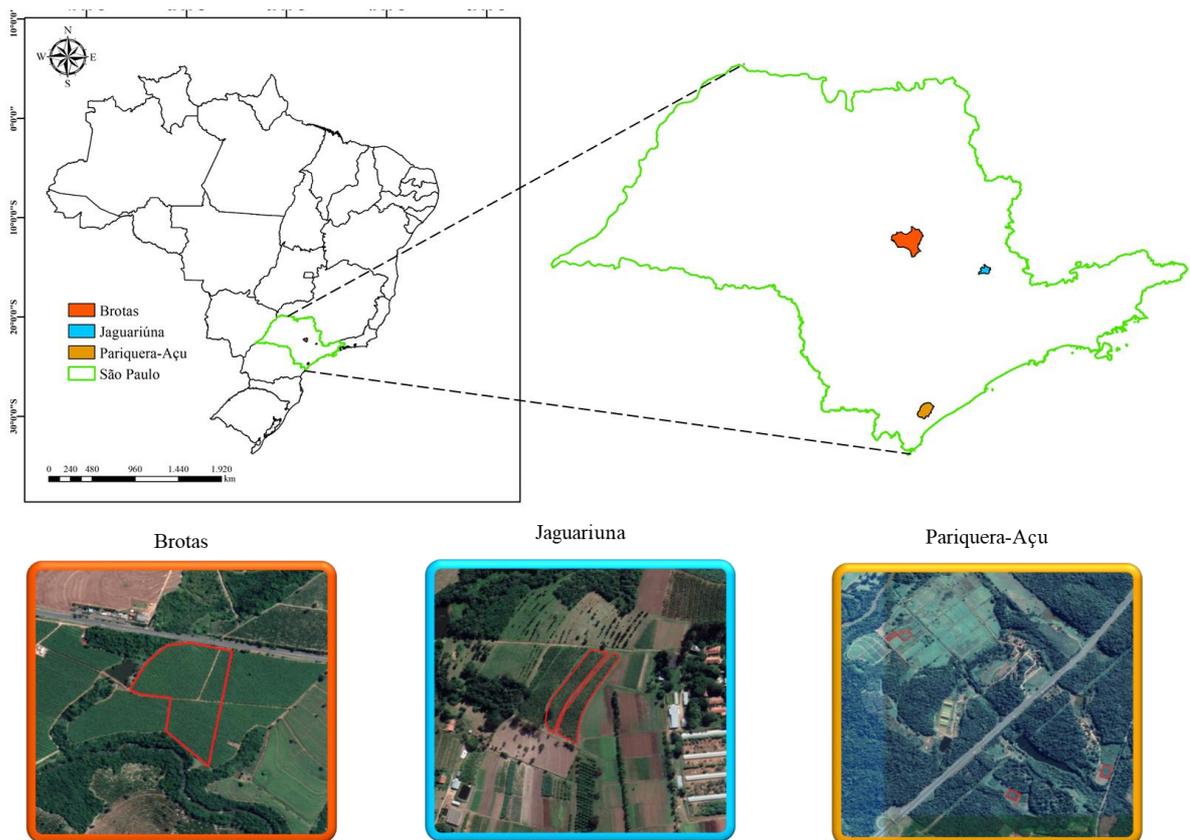


Figura 1. Mapa do estado de São Paulo, ressaltando a localidade das propriedades amostradas. Em laranja, Brotas: Fazenda Taperão, em azul, Jaguariúna: Vila Yamaguishi Orgânicos, e em amarelo, Pariquera Açu: APTA Polo Regional Vale do Ribeira.

Foram amostradas bananeiras *Musa* spp. (Tabela 2) e plantas de ocorrência espontânea, próximas às bananeiras, que foram visualmente as mais abundantes em cada local e data de amostragem (Tabela 3).

No caso de bananeira, foram coletadas duas amostras de folhas de 100 cm² (não contendo a nervura central) de cada planta, do terço médio de uma das folhas mais velhas de cada planta, seguindo a metodologia descrita por Alonso et al. (2015). Para cada cultivar de banana avaliado, foram retiradas amostras de cinco plantas ao acaso, em cada local e data de amostragem.

Tabela 2. Materiais de bananeiras coletados em campo nas diferentes localidades.

Localidade	Empresa	Materiais	Nº Repetições
Banco de Germoplasma			
Pariquera-Açu	APTA Polo Regional Vale do Ribeira	Grand Naine	5
		Terra Maranhão	5
		Prata Catarina	5
		BRS Platina	5
		BRS Princesa	5
Cultivo orgânico			
Jaguarituna	Vila Yamaguishi Orgânicos	Prata	5
		Nanica	5
Cultivo convencional			
Brotas	Fazenda Taperão	Banana04-Talhao1	5
		Banana05-Talhao2	5
		Banana04-Talhao3	5

(*) Grand Naine: cultivar triploide homozigota (AAA), do subgrupo Cavendish. Prata Catarina (AAB): do subgrupo Prata, clone da cultivar Prata-Anã. Terra Maranhão (AAB): do subgrupo Terra. BRS Platina (PA42-44/AAAB): híbrido resultante do cruzamento entre a Prata-Anã e M53, e a BRS Princesa (YB42-07/AAAB): é um híbrido resultante do cruzamento entre a ‘Yangambi n° 2’ e M53, desenvolvido pela EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas. Na localidade de Brotas, todos os materiais são híbridos de nanica.

No caso das plantas espontâneas, retirou-se a parte aérea das plantas (folhas, caule, flores), incluindo plantas com flores para possibilitar a identificação botânica (VÁSQUEZ FREYTEZ, 2012), formando uma amostra de 100 a 200 mL.

Tabela 3. Plantas espontâneas amostradas nos plantios de banana em cada localidade e época na qual foram encontradas.

Família	Espécie	Nome comum	Local			Data															
			P	B	J	M	S	O	N	D	J	F	Ma	A	M	JN	JL	A	S	O	
Piperaceae	<i>Pothomorphe umbellata</i>	Pariparoba	x				x	x		x	x	x		x	x	x	x				
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	Trevo	x				x	x			x				x						
Fabaceae	<i>Cassia sp.</i>	Fedegoso	x								x										
	<i>Desmodium spp.</i>	Desmodium	x																		x
Commelinaceae	<i>Arachis pintoii</i>	Amendoim forrageiro	x				x	x			x	x									
	<i>Commelina sp.</i>	Trapoeraba	x	*	°		x	x	x	x	x*			x	x	x°*	x	x	x	x	x
Asteraceae	<i>Bellis sp.</i>	Margaridinha	x						x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto	x		°			°			x										
	<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentraso	x																	x	
	<i>Parthenium</i>	Parthenium		*							*										
	<i>Galinsoga parviflora</i>	Picão branco			°															°	
	<i>Emilia sonchifolia</i>	Falsa serralha	x					x			x			x	x	x	x	x	x	x	x
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	Tanchagem	x					x	x												x
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	Pixirica	x					x						x	x	x					
Rosaceae	<i>Rubus spp.</i>	Frambuesa	x					x	x					x		x					
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Capim colônia.	x		°			°						x	x					x	
	<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim colchão	x	*							*									x	
	<i>Brachiaria spp.</i>	Brachiaria	x		°			°			x										x
	<i>Eleusine indica</i>	Capim pé de galinha	x									x		x	x						
Urticaceae	<i>Cercopia spp.</i>	Embauba	x								x			x	x						x
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus spp.</i>	Quebra pedra	x		°			°						x							x
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Maria pretinha	x																		x
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i>	Caruru de porco	x																		x
Malvaceae	<i>Sida santaremnensis</i>	Guanxuma	x																		x
Cucurbitaceae	<i>Momordica spp.</i>	Momordica			°			°													
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	Cayena			°			°													
Convolvulaceae	<i>Ipomoea indivisa</i>	Ipomoea		*																*	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbia		*																*	

(*Local) P: Pariquera-Açu (x), B: Brotas (*), J: Jaguariúna (°). (*Data) Refere-se aos meses em ordem que foram feitas coletas, iniciando com M: maio, S: setembro, O: outubro, N: novembro, D: dezembro, J: janeiro, F: fevereiro, M: março, A: abril, M: maio, JN: junho, JL: julho, A: agosto, S: setembro, O: outubro, N: novembro, S: setembro, O: outubro.

Cada uma das amostras foi armazenada separadamente em sacos de papel devidamente etiquetados, no interior de sacos plásticos para serem guardados em uma caixa de poliestireno expandido (Isopor[®]) que continha gelo artificial, para redução da atividade dos ácaros coletados, durante o processo de transporte do campo ao laboratório (Figura 2).



Figura 2. Colheita de amostras em campo: 1) Corte das folhas de bananeira (duas peças de folha de bananeira de 100 cm² (sem a nervura central da folha); 2) Armazenamento das amostras de folhas de banana em sacos de papel; 3) coleta das amostras de plantas de ocorrência espontânea, presentes na cultura; 4) Armazenamento em caixas de Isopor[®] para o posterior transporte das folhas coletadas ao laboratório.

4.1.2 Processamento das amostras em laboratório

O processamento das amostras coletadas em Jaguariúna foi realizado no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, em Campinas, SP; as amostras de Brotas, no Laboratório de Acarologia da ESALQ-USP, em Piracicaba, SP; e as de Pariquera-Açu, SP, no laboratório da APTA - Polo regional do Vale do Ribeira.

No laboratório, cada uma das amostras foi pesada e transferida para um recipiente que continha aproximadamente um litro de água com um pouco de detergente líquido (para romper a tensão superficial da água). Cada amostra foi deixada na água por aproximadamente

três minutos com agitação frequente para desprender os ácaros que se encontravam nas folhas. Em seguida, foram eliminadas as folhas dos recipientes e o líquido foi vertido para uma peneira de 500 mesh. O excesso de detergente foi retirado, e os ácaros retidos na peneira foram transferidos para tubos com álcool 70% para posterior montagem e identificação (Figura 3).

Os ácaros coletados foram observados com auxílio de microscópio estereoscópico e montados em lâminas de microscopia, em meio de Hoyer. As lâminas foram colocadas em uma estufa com uma temperatura aproximada de 45°C, por uma semana, para secagem. Após esse período, as lâminas foram seladas com esmalte.



Figura 3. Sequência de processamento das amostras de folhas de bananeira em laboratório.

4.1.3 Identificação dos ácaros

Para a identificação, as lâminas foram examinadas sob microscópio ótico com contraste de fases (Leica DMLB) e microscópio de contraste de interferência (Nikon, Eclipse 80i). No início, os ácaros foram separados até ordem, e os ácaros de cada ordem foram organizados por família. Em seguida, foram identificados os gêneros, usando as chaves taxonômicas utilizadas no curso de verão de Ohio State University 2019 (não publicadas).

No caso dos ácaros pertencentes à família Tenuipalpidae, foram identificados com base nas informações de Mesa et al. (2009) e os da família Phytoseiidae, com nas informações de Moraes et al. (2004).

Consultas sobre a literatura taxonômica e distribuição das espécies de ácaros foram realizadas mediante a base de dados da família Phytoseiidae: “Phytoseiidae Database” (Demite, P.R.; Moraes, G.J.; McMurtry, J.A.; Denmark, H.A.; Castilho, R.C., 2014, disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae/>)

4.2 Controle de *Raoiella indica* com ácaros predadores e isolados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogênicos

4.2.1 Testes com *Amblydromalus limonicus* e *Euseius citrifolius*

Estudos de capacidade de predação foram conduzidos em arenas de folha de bananeira, utilizando-se fêmeas adultas dos ácaros predadores *Amblydromalus limonicus* Garman & McGregor e *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) procedentes de criações estabelecidas em laboratório, no Instituto Biológico, em Campinas, SP. O experimento foi conduzido no Laboratório de Acarologia da ESALQ-USP em Piracicaba, SP (Figura 4).

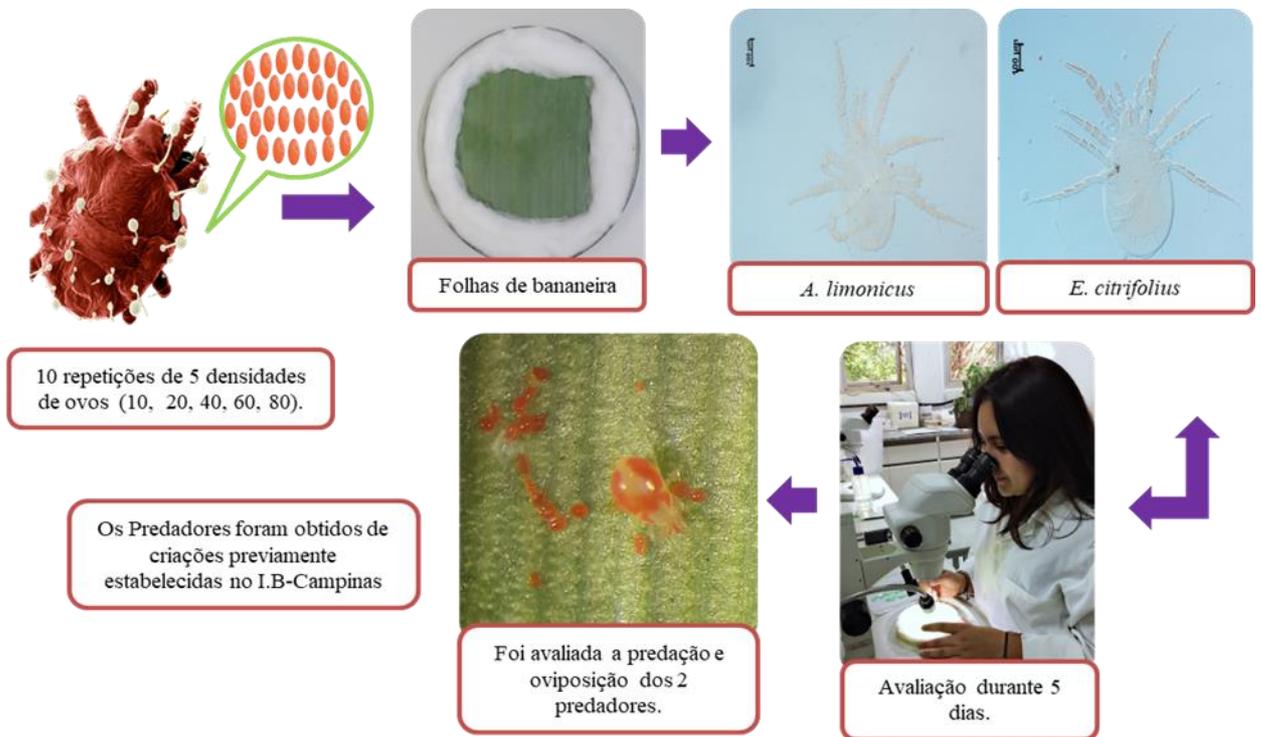


Figura 4. Testes de predação com *Amblydromalus limonicus* e *Euseius citrifolius*, em condições de laboratório, a $26 \pm 1^\circ\text{C}$, $61 \pm 15\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

4.2.1.1 Unidades experimentais

Cada unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri de 9cm de diâmetro, contendo uma espuma de poliuretano ajustada ao seu tamanho e uma secção de folha de bananeira de 4x5 cm, colocada sobre a espuma (mantida encharcada com água), adicionando-se uma tira de algodão umedecido na borda da folha. A espuma e a tira de algodão tinham a finalidade de reter água para proporcionar umidade à folha, além de evitar a fuga dos ácaros. As placas foram umedecidas, quando necessário. Em cada arena, foi colocada uma fêmea adulta do ácaro predador e diferentes densidades de ovos de *R. indica* (10, 20, 40, 60 e 80) por arena.

Os ovos de *R. indica* foram obtidos de plantas da família Arecaceae, presentes no campus da ESALQ-USP (Figura 5).

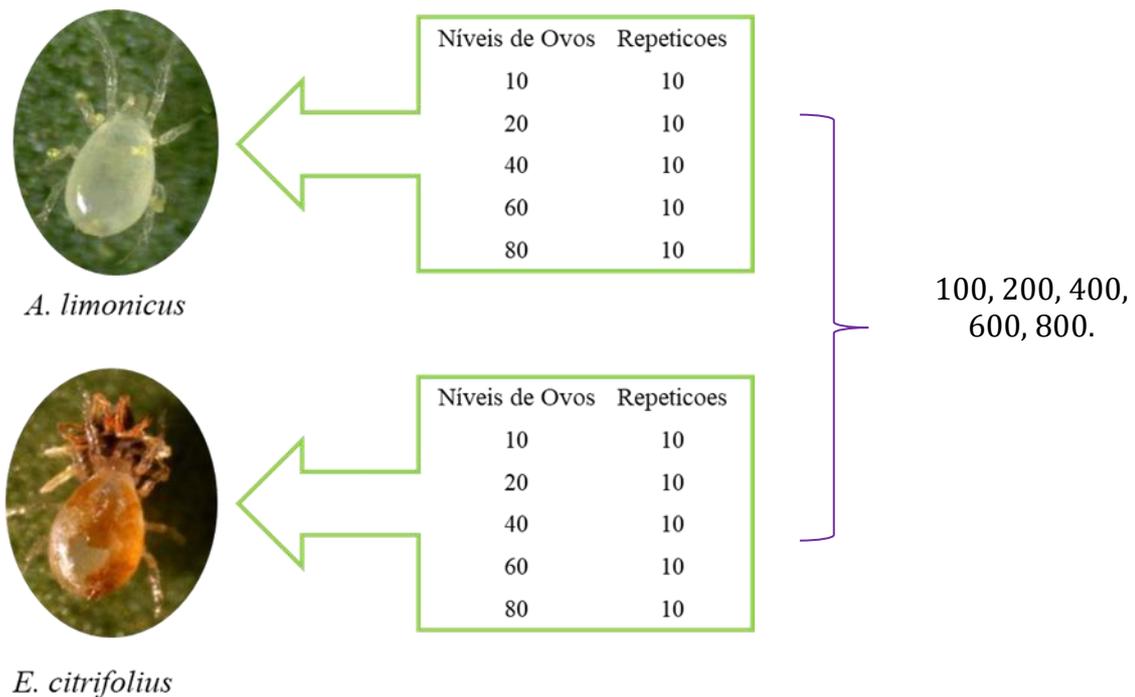


Figura 5. Quantidade de ovos de *Raoiella indica* colocados por arena, por dia, com um total de: 100, 200, 400, 600 e 800 ovos substituídos a cada dia, para cada espécie de ácaro predador (*Amblydromalus limonicus* e *Euseius citrifolius*).

Foram realizadas avaliações diárias do número de ovos de *R. indica* predados e da taxa de oviposição dos fitoseídeos, por um período de cinco dias. O delineamento

experimental foi fatorial com dois fatores [duas espécies de ácaros predadores (*A. limonicus*, *E. citrifolius*), cinco densidades de presas (10, 20, 40, 60, 80 ovos de *R. indica* por predador) e 10 repetições].

A comparação da resposta funcional dos dois predadores foi feita com auxílio do programa InfoStat (versão estudante), por meio de uma prova de análise não paramétrica de variância (Mann-Whitney-Wilcoxon).

Foram realizadas análises de correlação, com estimativa do coeficiente de correlação de Pearson, para as relações entre as taxas de predação de ovos de *R. indica* por *A. limonicus* ou *E. citrifolius* e os números de ovos do ácaro-praga oferecidos (densidade de ovos por arena), assim como, entre as taxas de oviposição dos ácaros predadores e os números de ovos do ácaro-praga oferecidos e as taxas de predação.

4.2.2 Testes com *Amblyseius herbicolus*, *Typhlodromus (Anthoseius) transvaalensis* e *Proctolaelaps* sp.

Estudos de capacidade de predação foram conduzidos em arenas de folha de bananeira, utilizando-se fêmeas adultas dos ácaros predadores: *Amblyseius herbicolus* Chant; *Typhlodromus transvaalensis* Nesbitt (Acari: Phytoseiidae) e *Proctolaelaps* sp. (Acari: Melicharidae) procedentes de criações estabelecidas em laboratório, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-USP, em Piracicaba, SP. O experimento foi conduzido no Laboratório da Acarologia da mesma instituição (Figura 6).

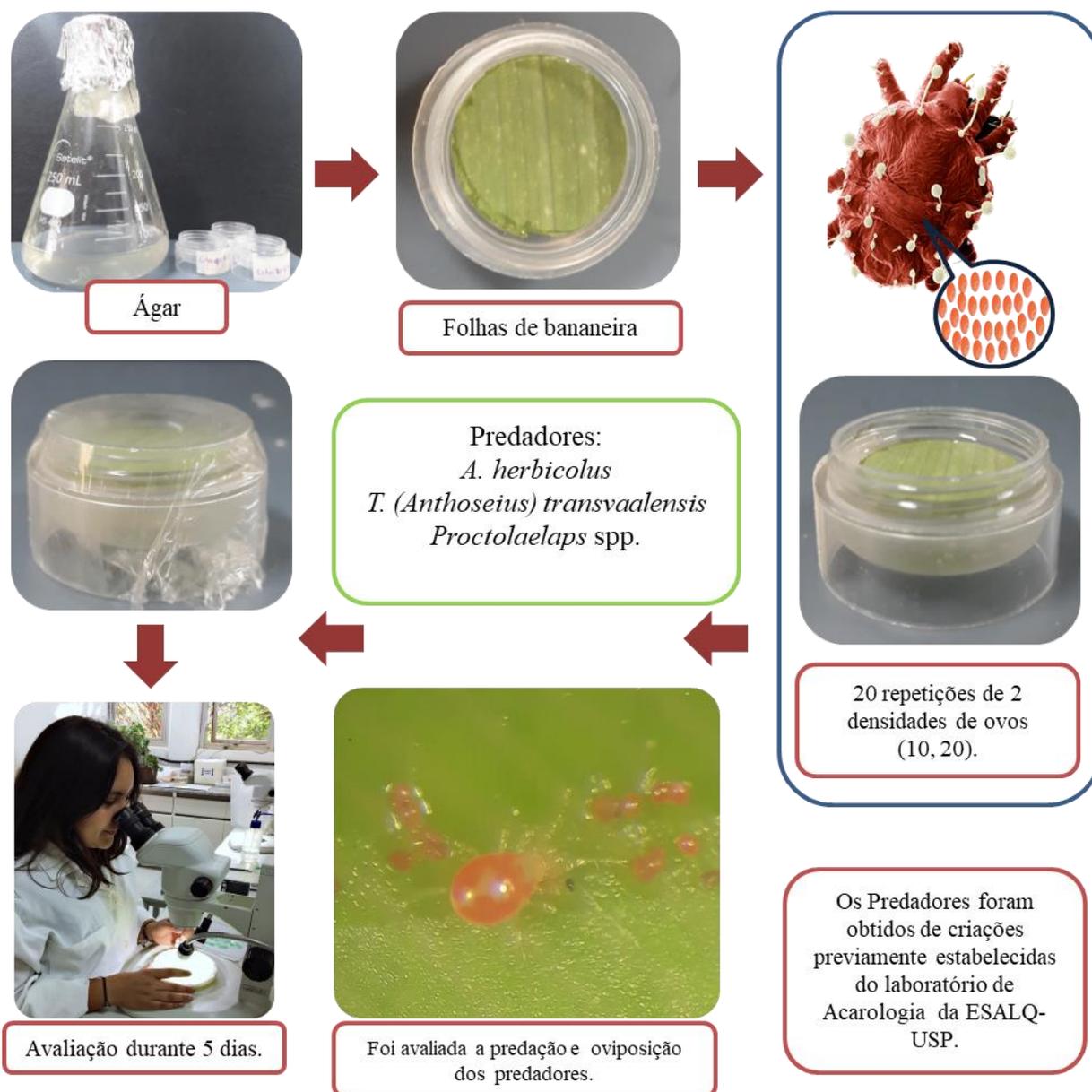


Figura 6. Testes de predação com *Amblyseius herbicolus*, *Typhlodromus transvaalensis* e *Proctolaelaps* sp., em condições de laboratório, a $26 \pm 1^\circ\text{C}$, $61 \pm 15\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

4.2.2.1 Unidades experimentais

Cada unidade experimental foi constituída por uma pequena placa de Petri de (2cm de alto x 3cm de diâmetro), cuja base apresentava uma camada de ágar coberta com um disco de folha de bananeira ajustada ao seu tamanho. O ágar tinha a finalidade de proporcionar umidade à folha. Em cada arena, foi colocada uma fêmea adulta do ácaro predador e duas densidades diferentes de ovos de *R. indica* (10, 20) por arena (Figura 7).

Para o preparo do ágar, 11g de ágar foram dissolvidos em 75 ml de água destilada e

colocados em forno micro-ondas por aproximadamente 30 segundos, para se obter uma quantidade suficiente para 20 unidades experimentais.

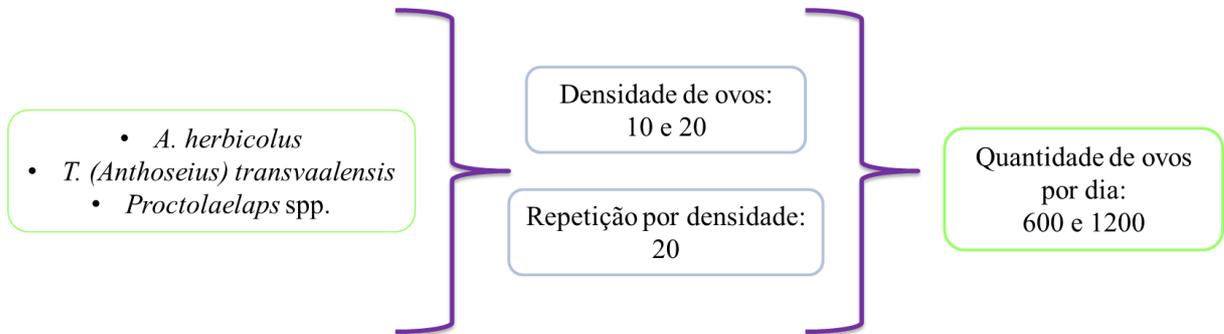


Figura 7. Quantidade de ovos de *Raoiella indica* colocados por arena, por dia, em um total de: 600 e 1200 ovos substituídos a cada dia para cada espécie de acaro predador.

Foram realizadas avaliações diárias do número de ovos de *R. indica* predados e da taxa de oviposição dos fitoseídeos, por um período de cinco dias.

O delineamento experimental foi fatorial com dois fatores [três espécies de ácaros predadores [*A. herbicolus*, *T. (Anthoseius) transvaalensis* e *Proctolaelaps* spp.], duas densidades de presas (10 e 20 ovos de *R. indica* por predador) e 20 repetições. A comparação da resposta funcional dos três predadores foi feita com auxílio do programa InfoStat (versão estudante), por meio de uma prova de análise não paramétrica de variância (Mann-Whitney-Wilcoxon).

4.2.3 Testes com bactérias simbiotes isoladas de nematoides entomopatogênicos (NEPs)

O efeito de bactérias simbiotes associadas a nematoides entomopatogênicos (NEPs), com seis dias de produção em agitação a 150rpm a 27°C em meio TBS, foi avaliado sobre fêmeas adultas de *R. indica*. Foram utilizados 16 isolados do banco de entomopatógenos do Laboratório de Controle Biológico do Instituto Biológico, em Campinas, SP, além de duas testemunhas (Controle Meio: CM; Controle água: CA). O experimento foi conduzido no Laboratório de Acarologia da ESALQ-USP em Piracicaba, SP (Tabela 4).

Tabela 4. Isolados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogênicos (NEPs) utilizados para os testes de controle de *Raoiella indica*.

Nº	Isolado	Nematoide	Bacteria
1	PAM25	<i>Steinernema rarum</i>	<i>Xenorhabdus szentirmaii</i> *
2	IBCB02	<i>Steinernema carpocapse</i>	<i>Xenorhabdus nematophila</i>
3	HBEN01	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	<i>Photorhabdus luminescens</i>
4	IBCB47	<i>Steinernema feltiae</i>	<i>Xenorhabdus bovienii</i>
5	IBCB48	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.
6	IL2	<i>Steinernema carpocapse</i>	<i>Xenorhabdus nematophila</i>
7	IC1	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.
8	T12	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Photorhabdus</i> sp.
9	IBCB06	<i>Steinernema brazilense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.
10	CER09	<i>Steinernema puertoricense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.
11	CER21	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.
12	CER129	<i>Steinernema puertoricense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.
13	CER140	<i>Steinernema puertoricense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.
14	CER144	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.
15	PONTO2C	<i>Steinernema brazilense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.
16	AM163	<i>Steinernema diaprepesi</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.
17	CM	Meio TBS	
18	CA	Água	

*As bactérias foram isoladas segundo a metodologia de AKHURST (1980)

4.2.3.1 Unidades experimentais

Cada unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri de 9cm de diâmetro, contendo uma camada de algodão hidrófilo (umedecida com água destilada) no fundo e uma secção de folha de bananeira de 4x5 cm, colocada sobre ela. Foi colocada uma tira de algodão umedecido na borda da folha, com a finalidade de reter água para a folha, além de evitar a

fuga dos ácaros. As placas foram umedecidas, quando necessário.

Em cada uma das unidades experimentais foram colocadas 20 fêmeas adultas do ácaro praga *R. indica*, realizando-se a aplicação de 900µL de calda bacteriana com auxílio de torre de Potter, calibrada a uma pressão de 15 PSI (1 bar) (Figura 8). As unidades foram mantidas em uma câmara BOD, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

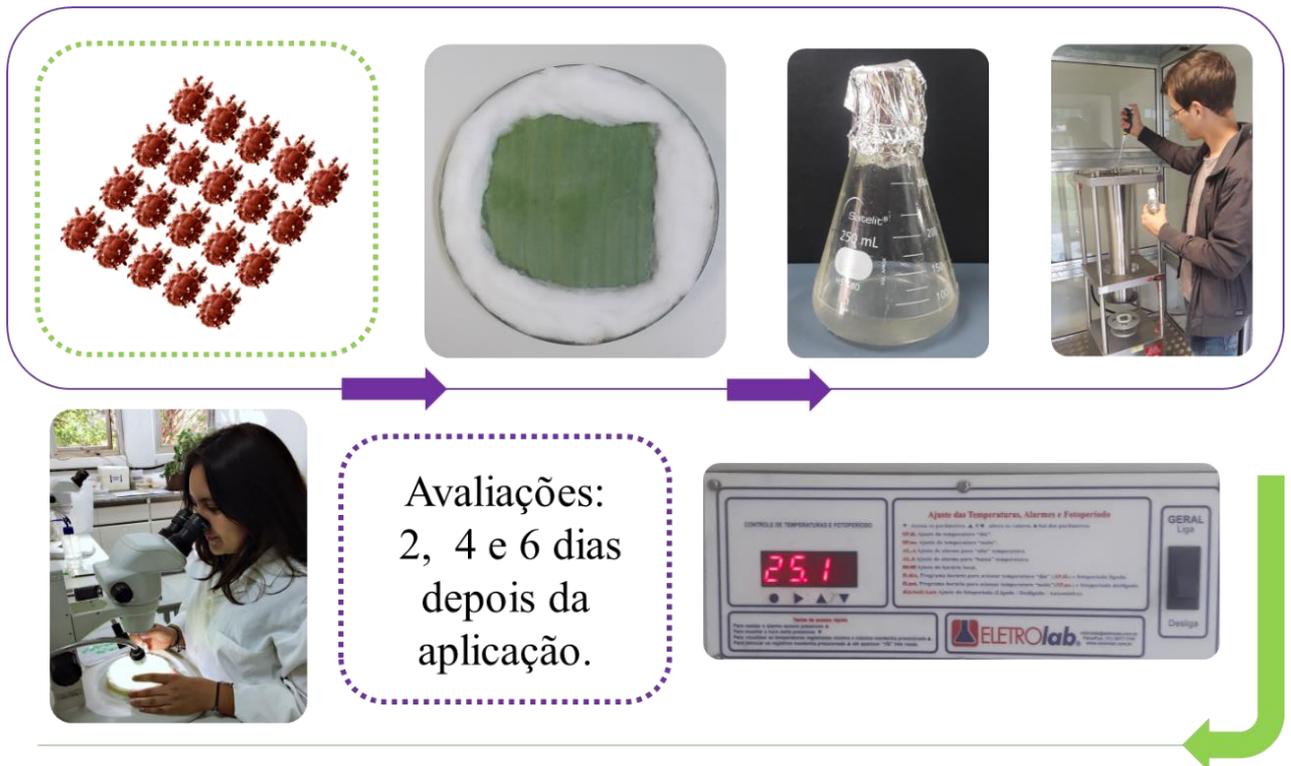


Figura 8. Testes com bactérias simbiotas associadas a nematoides entomopatogénicos (NEPs), em condições de laboratório, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 15\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

O número de fêmeas adultas vivas e a taxa de oviposição de *R. indica* foram registrados aos 2, 4 e 6 dias após o tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 18 tratamentos [16 isolados e duas testemunhas (água e meio TBS)] e 10 repetições. Os dados de números de ácaros sobreviventes e ovos depositados em cada unidade experimental foram submetidos à análise de variância (ANOVA), comparando-se as médias através do teste *t* (LSD).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Diversidade de ácaros em cultivos de banana em três diferentes localidades do estado de São Paulo

5.1.1 Pariquera-Açu

Em Pariquera-Açu, foram registradas 12 famílias de ácaros, sendo as famílias mais recorrentes Phytoseiidae e Tetranychidae (Figura 9).

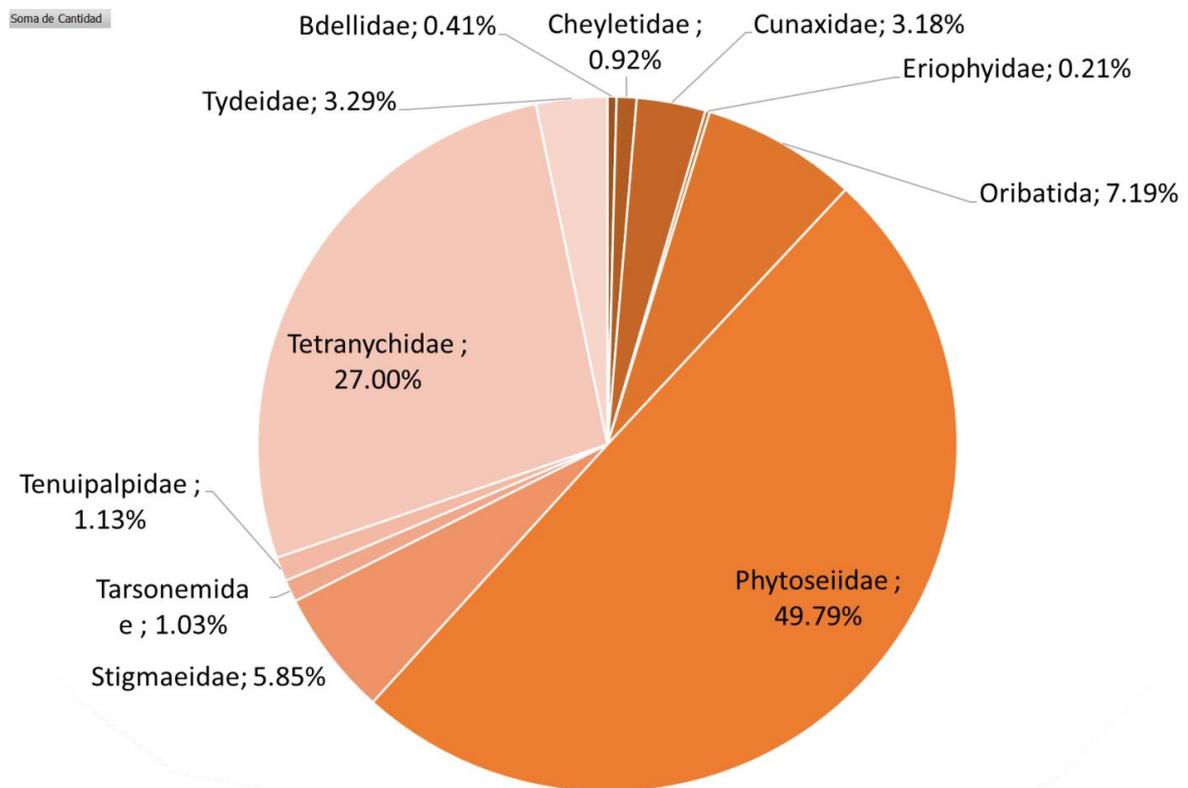


Figura 9. Famílias de ácaros encontradas em Pariquera-Açu

Os cultivares de banana e as espécies de plantas espontâneas amostradas com maior diversidade de famílias de ácaros foram: Banana Prata Catarina (9), *Pothomorphe umbellata* (9), Banana BRS Princesa (7), *Oxalis* sp. (7), *Arachis pintoii* (6), Banana BRS Platina (6), *Clidemia hirta* (6), Banana Nanica Grand Naine (6), *Bellis perennis* (6), Banana Terra Maranhão (6), *Commelina benghalensis* (4) (Tabela 5).

Neste levantamento de diversidade realizado em Pariquera-Açu, SP, constatou-se a presença do ácaro fitófago *R. indica* em plantas de banana do cultivar BRS Princesa, e nas plantas de ocorrência espontânea dos generos: *Emilia* e *Clidemia*, mas em baixos índices de frequência e abundância, com menos de quatro indivíduos encontrados em cada caso. Nesta área, não havia informações sobre a presença dessa praga exótica.

Tabela 5. Famílias e gêneros dos ácaros encontrados em diferentes cultivares de banana e espécies de plantas espontâneas presentes em cultivos de banana, no Polo APTA regional do Vale do Ribeira, em Pariquera-Açu, SP, no período de maio de 2018 a setembro de 2019.

Planta	Ácaro	Nº	Hábito Alimentar
Banana BRS Platina	Cheyletidae	1	P
	Oribatida	2	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblydromalus</i>	3	
	<i>Amblyseius</i>	16	
	<i>Iphiseiodes</i>	30	
	<i>Neoseiulus</i>	1	
	<i>Phytoseiulus</i>	2	
	<i>Proprioseiopsis</i>	2	
	<i>Typhlodromalus</i>	1	
	Stigmaeidae	12	P
	Tetranychidae		F
	<i>Oligonychus</i>	26	
	Tydeidae	2	F
Banana BRS Princesa	Oribatida	2	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblydromalus</i>	1	
	<i>Amblyseius</i>	4	
	<i>Euseius</i>	1	
	<i>Iphiseiodes</i>	22	
	<i>Phytoseiulus</i>	1	
	<i>Proprioseiopsis</i>	2	
	Stigmaeidae	5	P
	Tarsonemidae	1	F
	Tenuipalpidae		F
<i>Raoiella indica</i>	3		
Tetranychidae		F	
<i>Oligonychus</i>	16		

	<i>Tetranychus</i>	5	
	Tydeidae	5	F
Banana Nanica Grand Naine	Oribatida	2	O
	Cheyletidae	2	P
	Cunaxidae	2	P
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblydromalus</i>	3	
	<i>Amblyseius</i>	28	
	<i>Euseius</i>	5	
	<i>Iphiseiodes</i>	3	
	<i>Neoseiulus</i>	1	
	Tetranychidae		F
	<i>Oligonychus</i>	23	
	<i>Tetranychus</i>	5	
	Tydeidae	1	F
Banana Prata Catarina	Ascidae		P
	<i>Asca</i>	1	
	Cunaxidae	1	P
	Oribatida	4	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblydromalus</i>	6	
	<i>Amblyseius</i>	11	
	<i>Iphiseiodes</i>	57	
	<i>Proprioseiopsis</i>	5	
	<i>Typhlodromus</i>	1	
	Stigmaeidae	6	P
	Tarsonemidae	2	F
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	1	
	Tetranychidae		F
	<i>Oligonychus</i>	59	
<i>Tetranychus</i>	10		
Tydeidae	6	F	
Banana Terra Maranhão	Oribatida	8	O
	Eriophyidae	1	F
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblydromalus</i>	5	
	<i>Amblyseius</i>	31	
	<i>Euseius</i>	13	
	<i>Iphiseiodes</i>	40	
	<i>Proprioseiopsis</i>	6	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	1	
	Tetranychidae		F
	<i>Oligonychus</i>	29	
	<i>Tetranychus</i>	3	
Tydeidae	2	F	
Ageratum conyzoides	Phytoseiidae		P
	<i>Euseius</i>	1	

<i>Amaranthus viridis</i>	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	3	
	<i>Proprioseiopsis</i>	1	
<i>Arachis pintoii</i>	Cheyletidae	5	P
	Eriophyidae	1	F
	Oribatida	9	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	7	
	<i>Typhlodromalus</i>	1	
	Tarsonemidae	1	F
	Tydeidae	4	F
<i>Bellis perennis</i>	Oribatida	8	O
	Cunaxidae	4	P
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	44	
	<i>Iphiseiodes</i>	2	
	<i>Neoseiulus</i>	1	
	<i>Typhlodromalus</i>	1	
	Tarsonemidae	1	F
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	1	
	Tydeidae	1	F
<i>Bidens pilosa</i>	Oribatida	1	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	1	
<i>Brachiaria</i> sp.	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	1	
	Tetranychidae		F
	<i>Tetranychus</i>	1	
<i>Cassia occidentalis</i>	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	1	
<i>Cecropia</i> sp.	Oribatida	1	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	1	
	Tydeidae	2	F
<i>Clidemia hirta</i>	Cunaxidae	3	P
	Oribatida	5	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblydromalus</i>	2	
	<i>Amblyseius</i>	19	
	<i>Euseius</i>	1	
	<i>Iphiseiodes</i>	1	
	<i>Neoseiulus</i>	1	
	<i>Proprioseiopsis</i>	2	

	Tenuipalpidae		F
	<i>Raoiella indica</i>	1	
	Tetranychidae		F
	<i>Oligonychus</i>	1	
	<i>Tetranychus</i>	7	
	Tydeidae	3	F
<i>Commelina benghalensis</i>	Oribatida	7	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblydromalus</i>	3	
	<i>Amblyseius</i>	11	
	<i>Euseius</i>	1	
	<i>Iphiseiodes</i>	4	
	<i>Phytoseiulus</i>	1	
	<i>Proprioseiopsis</i>	1	
	Tarsonemidae	2	F
	Tetranychidae		F
	<i>Eotetranychus</i>	1	
	<i>Tetranychus</i>	2	
<i>Digitaria horizontalis</i>	Phytoseiidae		P
	<i>Neoseiulus</i>	1	
<i>Emilia sonchifolia</i>	Oribatida	1	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblydromalus</i>	2	
	<i>Amblyseius</i>	2	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Raoiella indica</i>	1	
	Tetranychidae		F
	<i>Tetranychus</i>	1	
<i>Oxalis</i> sp.	Oribatida	6	O
	Tarsonemidae	1	F
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	3	
	Tetranychidae		F
	<i>Tetranychus</i>	4	
	Tydeidae	1	F
<i>Panicum maximum</i>	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	8	
	Tydeidae	1	F
<i>Phyllanthus</i> sp.	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	8	
	<i>Euseius</i>	1	
<i>Plantago major</i>	Acaridae	1	O
	Oribatida	1	O

	Phytoseiidae		P
	<i>Proprioseiopsis</i>	1	
	Tetranychidae		F
	<i>Oligonychus</i>	1	
<i>Pothomorphe umbellata</i>	Acaridae	2	O
	Cheyletidae	1	O
	Cunaxidae	1	P
	Oribatida	2	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	5	
	<i>Iphiseiodes</i>	2	
	<i>Typhlodromalus</i>	1	
	Stigmaeidae	4	P
	Tarsonemidae	1	F
	Tetranychidae		F
	<i>Oligonychus</i>	1	
	Tydeidae	1	F
<i>Rubus sp.</i>	Cunaxidae	1	
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblydromalus</i>	2	
	<i>Amblyseius</i>	3	
	<i>Euseius</i>	1	
	<i>Phytoseiulus</i>	2	
	<i>Typhlodromalus</i>	1	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	1	
	Tetranychidae		F
	<i>Eotetranychus</i>	2	
	<i>Eutetranychus</i>	1	
	<i>Tetranychus</i>	8	
<i>Sida santaremnensis</i>	Oribatida	1	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Typhlodromalus</i>	10	
<i>Solanum americanum</i>	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	1	
	<i>Iphiseiodes</i>	3	

(*) Identificação das famílias (em negrito) e gêneros (sem negrito) presentes em cada planta amostrada, assim como sua quantidade e hábito alimentar, sendo F: fitófago, P: predador, e O: outros hábitos alimentares (frugívoro, bacteriófago, etc.).

No caso de ácaros da família Phytoseiidae, em Pariquera-Açu, foram registradas 16 espécies nas cinco diferentes variedades de banana, totalizando 301 indivíduos (Tabela 6). As duas espécies de fitoseídeos mais abundantes foram *Iphiseiodes zuluagai* (45,2%) e

Amblyseius tamatavensis (25,2%). Ambas as espécies foram encontradas em todas as variedades estudadas. Na Figura 10, elas estão dispostas em ordenação decrescente de importância para cada variedade.

Neste levantamento de diversidade realizado em Pariquera-Açu, SP, constatou-se a presença do ácaro fitófago *R. indica* em plantas de banana do cultivar BRS Princesa, e nas plantas de ocorrência espontânea: *Emilia sonchifolia* e *Clidemia hirta*, mas em pequenas quantidades, com menos de quatro indivíduos encontrados em cada caso. Nesta área, não havia informações sobre a presença da praga exótica.

Na Tabela 7, encontra-se a lista das espécies de fitoseídeos encontrados nas diferentes espécies de plantas espontâneas. Pode-se constatar que *A. tamatavensis* foi a espécie que ocorreu em 11 das 19 plantas avaliadas, sendo a mais abundante em *B. perennis*.

Tabela 6. Espécies de ácaros da família Phytoseiidae encontradas em diferentes cultivares de banana no Polo APTA regional do Vale do Ribeira, em Pariquera-Açu, SP, no período de maio de 2018 a setembro de 2019.

Phytoseiidae	Total de ácaros				
	Nanica Grand Nine	BRS Princesa	BRS Platina	Prata Catarina	Terra Maranhão
<i>Amblydromalus limonicus</i>	2	1		4	2
<i>Amblydromalus</i> sp.	1		3	2	3
<i>Amblyseius chiapensis</i>				4	1
<i>Amblyseius operculatus</i>					1
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	26	3	14	5	28
<i>Amblyseius</i> sp.	2	1	2	2	1
<i>Euseius citrifolius</i>	5				13
<i>Euseius concordis</i>		1			
<i>Iphiseiodes saopaulus</i>				3	1
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	3	22	30	53	28
<i>Iphiseiodes</i> sp.				1	11
<i>Neoseiulus</i> sp.	1		1		
<i>Phytoseiulus macropilis</i>		1	2		
<i>Proprioseiopsis cannaensis</i>			1	4	
<i>Proprioseiopsis</i> sp.		2	1	1	6
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>			1	1	

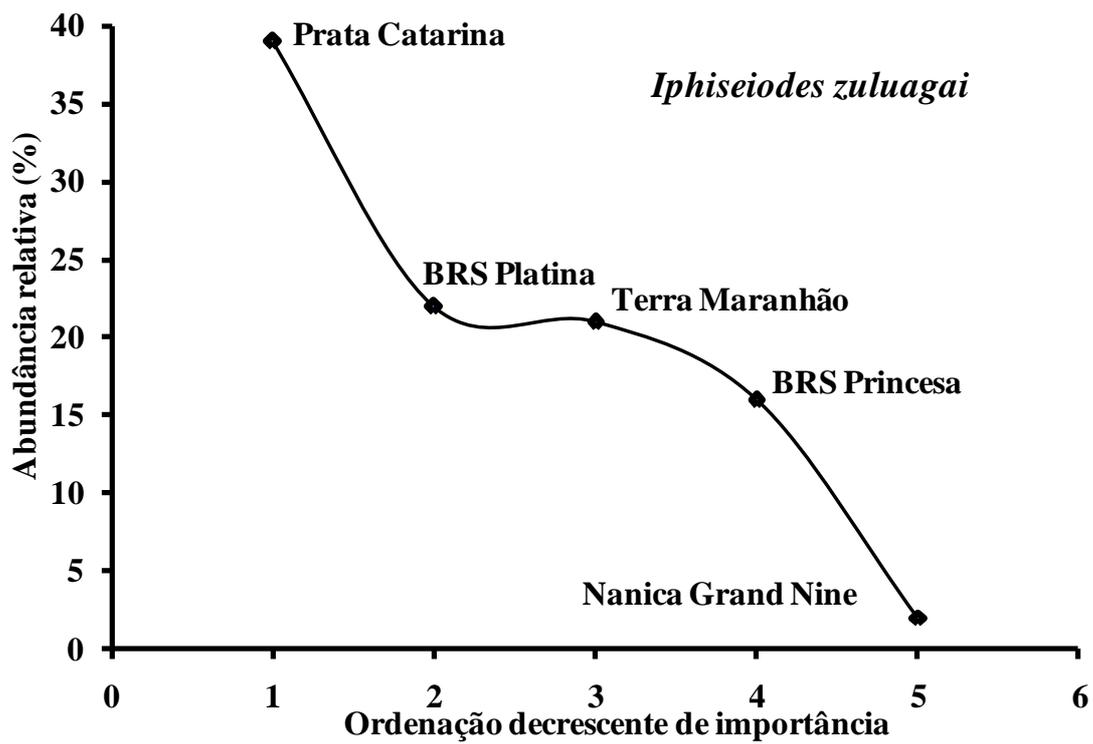
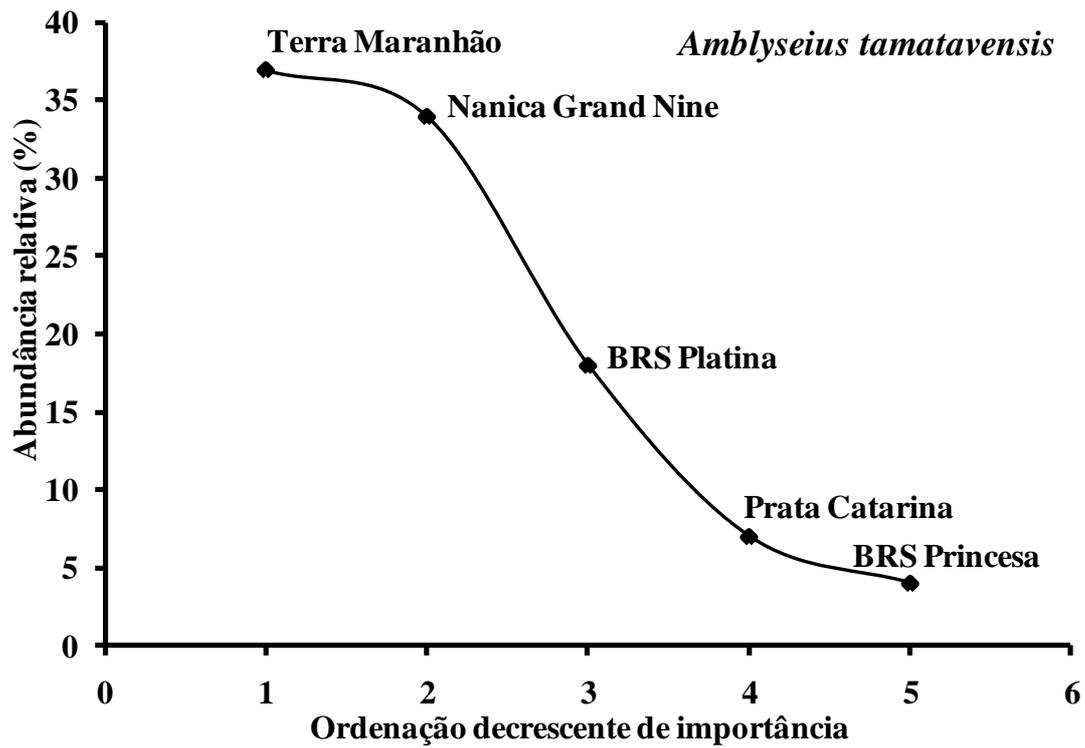


Figura 10. Abundância relativa de *Amblyseius tamatavensis* e *Iphiseiodes zuluagai* nas diferentes variedades de bananeiras em Pariqueira-Açu.

Tabela 7. Espécies de ácaros da família Phytoseiidae encontradas em diferentes espécies de plantas espontâneas no Polo APTA regional do Vale do Ribeira, em Pariquera-Açu, SP, no período de maio de 2018 a setembro de 2019.

Phytoseiidae	<i>Arachis pintoi</i>	<i>Pothomorphe umbellata</i>	<i>Commelina benghalensis</i>	<i>Solanum americanum</i>	<i>Emilia sonchifolia</i>	<i>Rubus</i> sp.	<i>Clidemia hirta</i>	<i>Bellis perennis</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Brachiaria</i> sp.	<i>Panicum maximum</i>	<i>Cassia occidentalis</i>	<i>Sida santaremesensis</i>	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Phyllanthus</i> sp.	<i>Cercopia</i> sp.	<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Amaranthus viridis</i>
<i>Amblydromalus limonicus</i>			2		2	1													
<i>Amblydromalus</i> sp.			1		2	1													
<i>Amblyseius compositus</i>								1											
<i>Amblyseius operculatus</i>	2	2				3	7	2		1							1		
<i>Amblyseius</i> sp.	2	1	1				7	5					1			1			1
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	3	3	10	1	2		5	36			1	8						7	2
<i>Euseius alatus</i>							1												
<i>Euseius citrifolius</i>						1											1		1
<i>Euseius concordis</i>			1																
<i>Iphiseiodes saopaulus</i>		1					1	1											
<i>Iphiseiodes</i> sp.																			
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>		1	4	3				1											
<i>Neoseiulus benjamini</i>																			1
<i>Neoseiulus</i> sp.							1	1											
<i>Phytoseiulus macropilis</i>			1			2													
<i>Proprioseiopsis cannaensis</i>			1						1										1
<i>Proprioseiopsis</i> sp.							2												
<i>Typhlodromalus</i> sp.	1	1				1		1						10					

5.1.2 Brotas

Diferentemente de Pariquera-Açu, em Brotas foram constatadas apenas seis famílias de ácaros (Figura 11), sendo Phytoseiidae a mais frequente, com destaque para o gênero *Amblyseius*, seguida por Tetranychidae, com *Tetranychus* como o gênero mais abundante (Tabela 8). Nas plantas de banana do cultivar Nanica Grand Naine, constatou-se a presença do acaró-praga *R. indica*, assim como também em uma espécie de planta espontânea do gênero *Parthenium*.

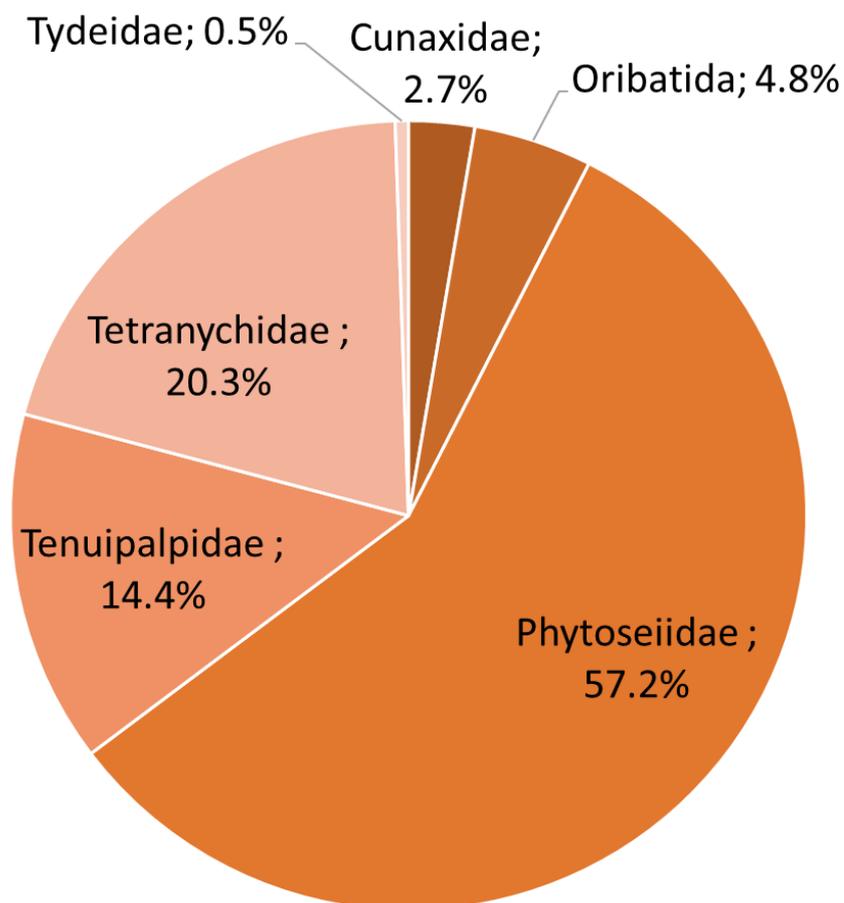


Figura 11. Famílias de ácaros encontradas em Brotas, SP.

Tabela 8. Famílias e gêneros dos ácaros encontrados em bananeiras e plantas espontâneas com maior frequência na Fazenda Taperão, em Brotas, SP, no período de janeiro a maio de 2019.

Planta	Ácaro	N°	Hábito Alimentar
Banana Nanica Grand Naine	Cunaxidae	1	P
	Oribatida	3	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	15	
	<i>Amblydromalus</i>	1	
	<i>Euseius</i>	27	
	<i>Neoseiulus</i>	3	
	<i>Phytoseiulus</i>	1	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	2	
	<i>Raoiella indica</i>	20	
	Tetranychidae		F
	<i>Oligonychus</i>	5	
	<i>Tetranychus</i>	13	
	Tydeidae	1	
Bellis sp.	Cunaxidae	1	P
Bidens pilosa	Oribatida	1	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	1	
	<i>Euseius</i>	1	
	<i>Neoseiulus</i>	1	
Commelina benghalensis	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	2	
	<i>Euseius</i>	1	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	2	
	Tetranychidae		F
	<i>Oligonychus</i>	3	
Cyperus sp.	Cunaxidae	2	P
	Tetranychidae		F
	<i>Tetranychus</i>	3	
Digitaria horizontalis	Phytoseiidae		P
	<i>Neoseiulus</i>	2	
Euphorbia hirta	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	1	
Ipomoea indivisa	Oribatida	5	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	14	
	<i>Euseius</i>	6	
	Tetranychidae		F
	<i>Tetranychus</i>	2	

<i>Panicum maximum</i>	Cunaxidae	1	
	Phytoseiidae		P
	<i>Neoseiulus</i>	2	
	Tetranychidae		F
	<i>Tetranychus</i>	1	
<i>Parthenium</i> sp.	Phytoseiidae		P
	<i>Neoseiulus</i>	1	
	Tenuipalpidae	4	
	<i>Raoiella indica</i>	4	
	Tetranychidae	5	

(*) Identificação das famílias (em negrito) e gêneros (sem negrito) presentes em cada planta amostrada, assim como sua quantidade e hábito alimentar, sendo F: fitófago, P: predador, e O: outros hábitos alimentares (frugívoro, bacteriófago, etc.).

Considerando-se os ácaros da família Phytoseiidae, foram constatadas apenas oito espécies em Brotas, sendo *Euseius concordis* (Chant) a mais abundante, entre os três diferentes híbridos de banana (Tabela 9). Nas plantas de banana do cultivar Nanica Grand Naine, constatou-se a presença do acaro-praga *R. indica*, porém, com apenas sete indivíduos.

Na Tabela 10 encontra-se a lista das espécies de fitoseídeos encontrados nas diferentes espécies de plantas espontâneas. Pode-se constatar que *A. tamatavensis* foi a espécie mais abundante em *I. indivisa*.

Tabela 9. Espécies de fitoseídeos encontradas plantas de banana (Nanica Grand Naine: Híbridos 1, 2 e 3) na Fazenda Taperão, em Brotas, SP, no período de janeiro a maio de 2019

Phytoseiidae	Híbrido 1	Híbrido 2	Híbrido 3
<i>Amblydromalus</i> sp.	1		
<i>Amblyseius compositus</i>	1		
<i>Amblyseius</i> sp.	1	1	2
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	2	1	7
<i>Euseius concordis</i>	14	4	9
<i>Neoseiulus anonymus</i>	1		
<i>Neoseiulus</i> sp.	2		
<i>Phytoseiulus fragariae</i>		1	

Tabela 10. Espécies de ácaros da família Phytoseiidae encontradas em diferentes espécies de plantas espontâneas na Fazenda Taperão, em Brotas, SP, no período de janeiro a maio de 2019.

Phytoseiidae	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Euphorbia hirta</i>	<i>Ipomoea indivisa</i>	<i>Panicum maximum</i>	<i>Commelina benghalensis</i>	<i>Parthenium</i> sp.	<i>Bidens pilosa</i>
<i>Amblyseius</i> sp.			2		1		
<i>Amblyseius tamatavensis</i>		1	7		1		1
<i>Euseius concordis</i>			1		1		1
<i>Neoseiulus benjamini</i>	2			1			
<i>Neoseiulus californicus</i>				1			1
<i>Neoseiulus</i> sp.						1	

5.1.3 Jaguariúna

Em Jaguariúna, foram observados ácaros de dez famílias de ácaros (Figura 12), e como no caso das outras duas localidades, a família de predadores mais frequente foi Phytoseiidae, sobressaindo-se a presença de ácaros dos gêneros *Euseius* e *Amblyseius*. Os ácaros fitófagos mais comuns foram Tetranychidae e Tenuipalpidae, observando-se a presença do ácaro *R. indica* em amostras dos dois cultivares de banana e das plantas espontâneas dos gêneros *Commelina* e *Panicum*.

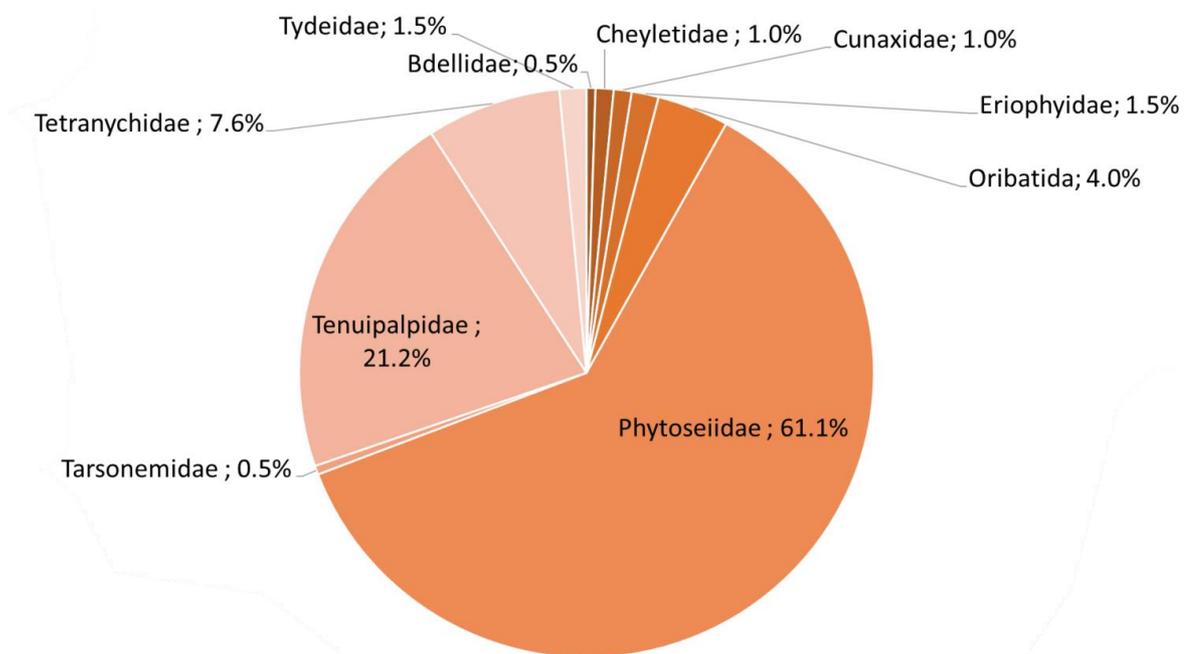


Figura 12. Famílias de ácaros encontradas em Jaguariúna, SP.

As plantas com maior número de famílias de ácaros foram *P. maximum*, *Commelina* sp., *Bidens* sp.; Banana Nanica Grand Naine, com a presença de 7, 6, 5 e 5 famílias de ácaros, respectivamente. Nos dois cultivares de banana foi registrada a presença de ácaros das famílias: Phytoseiidae, Tetranychidae e Tenuipalpidae (Tabela 11).

Tabela 11. Famílias e gêneros dos ácaros encontrados em bananeiras e espécies de plantas espontâneas associadas, encontradas na Vila Yamaguishi Orgânicos em Jaguariúna, SP, no período de maio de 2018 a outubro de 2019.

Planta	Ácaro	Nº	Hábito Alimentar
Banana Nanica Grand Naine	Bdellidae	1	
	Cunaxidae	1	
	Phytoseiidae		P
	<i>Euseius</i>	5	
	<i>Typhlodromus</i>	1	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	12	
	<i>Raoiella indica</i>	7	
	Tetranychidae		F
	<i>Tetranychus</i>	26	
Banana Prata Catarina	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	2	
	<i>Euseius</i>	7	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Raoiella indica</i>	16	
	Tetranychidae		F
	<i>Tetranychus</i>	15	
<i>Bidens pilosa</i>	Eriophyidae	1	F
	Cheyletidae	1	P
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	4	
	Tarsonemidae	1	F
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	1	
<i>Brachiaria</i> sp.	Eriophyidae	1	F
	Cheyletidae	1	P
	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	4	
	<i>Euseius</i>	6	
	<i>Neoseiulus</i>	3	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	2	
<i>Commelina benghalensis</i>	Oribatida	4	O
	Cheyletidae	1	P
	Laelapidae		P
	<i>Cosmolaelaps</i>	1	
	Phytoseiidae		P
	<i>Neoseiulus</i>	1	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	1	
	<i>Raoiella indica</i>	1	
	Tetranychidae		F

	<i>Oligonychus</i>	1	
<i>Ipomoea indivisa</i>	Phytoseiidae		P
	<i>Amblyseius</i>	3	
	<i>Euseius</i>	12	
<i>Momordica</i> sp.	Oribatida	2	O
	Phytoseiidae		P
	<i>Typhlodromalus</i>	2	
<i>Panicum maximum</i>	Oribatida	1	O
	Cheyletidae	1	P
	Eriophyidae	1	
	Laelapidae		P
	<i>Cosmolaelaps</i>	1	
	Phytoseiidae		P
	<i>Typhlodromalus</i>	2	
	Tenuipalpidae		F
	<i>Brevipalpus</i>	1	
	<i>Raoiella indica</i>	1	
	Tetranychidae		F
	<i>Tetranychus</i>	2	
<i>Verbena</i> sp.	Oribatida	1	O

(*) Identificação das famílias (em negrito) e gêneros (sem negrito) presentes em cada planta amostrada, assim como sua quantidade e hábito alimentar, sendo F: fitófago, P: predador, e O: outros hábitos alimentares (frugívoro, bacteriófago, etc.).

Foram observadas cinco espécies de ácaros fitoseídeos em plantas de banana das variedades Prata e Nanica, em Jaguariúna. Dentre essas espécies encontradas, *E. concordis* foi a mais abundante (Tabela 12).

Tabela 12. Espécies de fitoseídeos encontradas em bananeiras na Vila Yamaguishi Orgânicos em Jaguariúna, SP, no período de maio de 2018 a outubro de 2019.

Phytoseiidae	Prata	Nanica
<i>Amblyseius chiapensis</i>	1	
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	1	
<i>Euseius citrifolius</i>	1	
<i>Euseius concordis</i>	6	5
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>		1

Na Tabela 13 encontra-se a lista das espécies de fitoseídeos encontrados nas diferentes espécies de plantas espontâneas. Pode-se constatar que *E. concordis* foi a espécie mais abundante em *Momordica* sp. e *Brachiaria* sp..

Tabela 13. Espécies de ácaros da família Phytoseiidae encontradas em diferentes espécies de plantas espontâneas na Vila Yamaguishi Orgânicos em Jaguariúna, SP, no período de maio de 2018 a outubro de 2019.

Phytoseiidae	<i>Brachiaria</i> sp.	<i>Panicum maximum</i>	<i>Ipomoea indivisa</i>	<i>Momordica</i> sp.	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Commelina benghalensis</i>
<i>Amblyseius chiapensis</i>					1	
<i>Amblyseius compositus</i>					1	
<i>Amblyseius</i> sp.	4		3		2	
<i>Euseius citrifolius</i>						
<i>Euseius concordis</i>	6		12			
<i>Neoseiulus benjamini</i>	3					1
<i>Typhlodromalus</i> sp.		2		2		
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>						

Considerando as localidades conjuntamente, o maior número de famílias de ácaros foi encontrada nas amostras de Banana Prata Catarina (9), *Pothomorphe umbellata* (9), Banana Nanica Grand Naine (8), *Commelina benghalensis* (7); Banana BRS Princesa (7). As famílias (grupos taxonômicos) de ácaros encontradas em maior número de espécies de plantas espontâneas ou cultivares de plantas foram: Phytoseiidae (27), Oribatida (20), Tetranychidae (17), Tenuipalpidae (15) e Tydeidae (12). As plantas espontâneas ou cultivares de banana nos quais foi constatada a presença da praga *R. indica* foram: Banana Nanica Grand Naine, em Brotas e Jaguariúna; Banana Prata Catarina, em Jaguariúna; Banana BRS Princesa, pixirica [*Clidemia hirta* (L.) D. Don (Melastomataceae)], falsa serralha [*Emilia sonchifolia* (L.) DC EX.Winght (Asteraceae)] em Pariquera-Açu; e trapoeraba [*Commelina benghalensis* L. (Commelinaceae)] em Jaguariuna.

Com este estudo se pode constatar uma grande diversidade de ácaros que podem ser encontrados no agroecossistema das bananeiras na região do Vale do Ribeira, sendo que, no Brasil e no resto do mundo ainda são raros estudos de diversidade nesta cultura.

Em geral, as famílias de ácaros encontradas em bananeira no estado de São Paulo coincidem com um estudo realizado entre o 2005 e 2006 por Mineiro; Sato e Raga (2006), no qual foi reportada uma grande diversidade de ácaros Mesostigmata, com destaque para os ácaros da família Phytoseiidae, que atuam principalmente como predadores. Este fato indica um equilíbrio biológico nos agroecossistemas de banana avaliados, com um controle natural das possíveis espécies de ácaros-praga presentes na cultura. Ressalta-se a presença de ácaros Prostigmata das famílias Cheyletidae, Cunaxidae e Stigmaeidae que têm sido relatados como bons predadores de ácaros fitófagos. Foram encontrados também ácaros de grupos como Tydeidae e Oribatida, com hábito alimentar ainda pouco conhecido, podendo se alimentar de fungos e outros microrganismos. Ácaros da família Tetranychidae, que não são considerados pragas primárias das bananeiras, mas que em altas populações podem causar danos consideráveis à cultura, também foram encontrados com frequência neste levantamento.

Constatou-se a presença do acaro vermelho das palmeiras, *R. indica*, nas três localidades do estado de São Paulo, em diferentes cultivares de banana (Nanica Grand Naine, Prata Catarina, BRS Princesa), e em plantas de ocorrência espontânea como *Clidemia hirta*, e *Emilia sonchifolia*, *Parthenium* sp., *Commelina benghalensis* e *Panicum maximum*.

Em estudos anteriores realizados por Barroso et al. (2019) se observou-se uma ampla distribuição de *R. indica* na região, tendo sido encontrado nos municípios de Avaí, Castilho, Dracena, Itapura, Jaboticabal, Jafa, Lençóis, Paulistas, Marabá Paulista, Marília, Monte Aprazível, Nova Independência, Osvaldo Cruz, Pacaembu, Paulicéia, Piracicaba, Piratininga, Santópolis do Aguapeí, Vera Cruz, Ubatuba, Cerquilha e Jaguariúna; sendo o último uma das três localidades avaliadas para a diversidade de ácaros em bananeiras, encontrando-se presente a espécie. Mesmo que o estudo anterior tenha mostrado a presença do ácaro em diferentes localidades do estado, não se tinha constatado sua presença em algumas localidades como Brotas, no interior paulista, e em Pariquera-Açu, no litoral sul, sendo sua detecção considerada de grande relevância, por se tratar da principal zona produtora de banana na região (LIMA; REDUZIDO; TORNEIO, 201).

5.2 Controle de *Raoiella indica* com ácaros predadores e isolados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogênicos

5.2.1 Testes com *Amblydromalus limonicus* e *Euseius citrifolius*

Os resultados indicaram diferenças significativas entre as taxas de predação diária de ovos de *R. indica* por *A. limonicus* e *E. citrifolius*, para os tratamentos com densidades de 60 e 80 ovos do ácaro-praga por predador, com uma taxa de predação 30% para maior para *A. limonicus* (Tabela 14 e Figura 13).

Durante o período avaliado, observou-se maiores médias diárias de oviposição dos predadores para os tratamentos com as maiores densidades de ovos de *R. indica*, porém, não foram observadas diferenças significativas entre as taxas de predação para as duas espécies de ácaros predadores (Tabela 14).

Tabela 14. Taxas de predação (número de ovos do ácaro-praga por fêmea do ácaro predador por dia) de *Raoiella indica* pelos ácaros predadores *Amblydromalus limonicus* e *Euseius citrifolius* (Acari: Pytoseiidae) em arenas de folha de coqueiro, para diferentes densidades (10 a 80) de ovos da praga por arena (ou por fêmea adulta do predador), e taxa de oviposição (número de ovos por fêmea por dia) de cada espécie de ácaro predador.

Tratamento	Espécie	Predação	Oviposição
10	<i>A. limonicus</i>	5,93 ± 0,9 a	0,17 ± 0,11 a
	<i>E. citrifolius</i>	4,27 ± 1,58 a	0,13 ± 0,13 a
20	<i>A. limonicus</i>	14,63 ± 2,10 b	0,37 ± 0,35 ab
	<i>E. citrifolius</i>	17,1 ± 4,13 b	0,80 ± 0,50 b
40	<i>A. limonicus</i>	34,2 ± 2,49 c	1,37 ± 0,47 bc
	<i>E. citrifolius</i>	32,23 ± 0,79 c	2,17 ± 0,26 c
60	<i>A. limonicus</i>	43,77 ± 1,01 d	1,63 ± 0,27 bc
	<i>E. citrifolius</i>	33,63 ± 2,17 c	1,37 ± 0,36 bc
80	<i>A. limonicus</i>	68,43 ± 4,02 f	2,03 ± 0,33 c
	<i>E. citrifolius</i>	52,03 ± 4,50 e	1,43 ± 0,22 bc

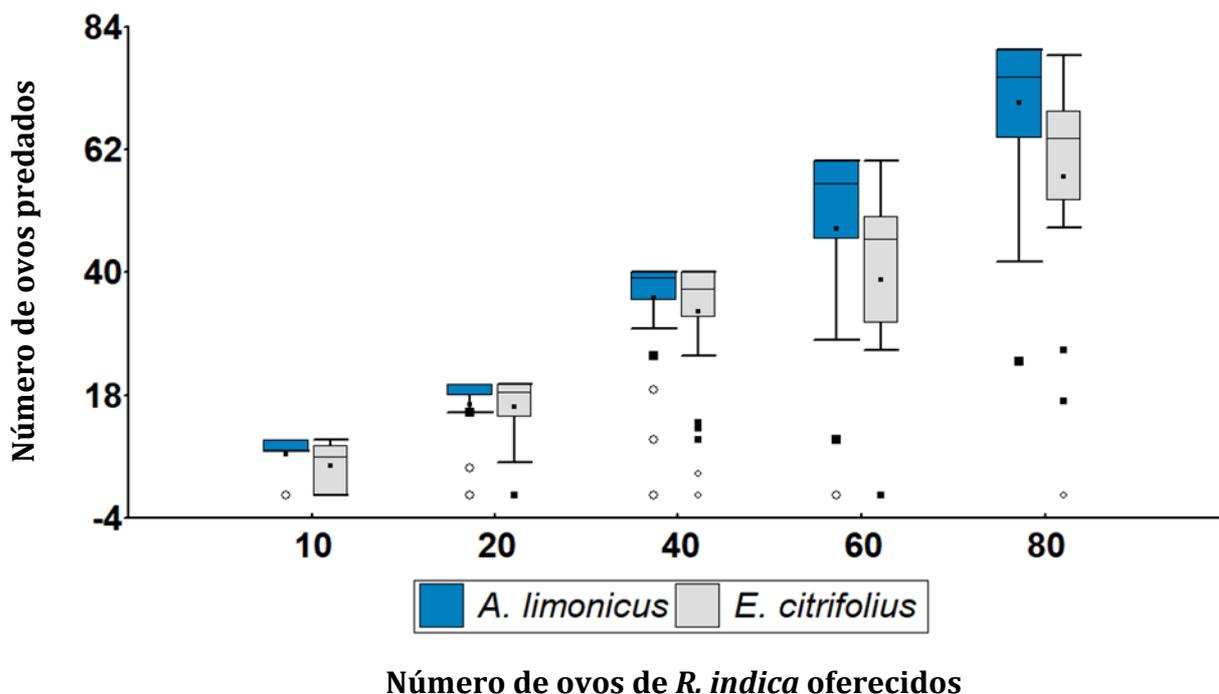


Figura 13. Número de ovos de *Raoilla indica* predados por fêmea de ácaro predador por dia (Resposta funcional), para as espécies *Amblydromalus limonicus* e *Euseius citrifolius*.

Foram observadas correlações positivas e significativas ($r \geq 0,93$) entre as taxas de predação de ovos de *R. indica* por *A. limonicus* e *E. citrifolius* e o número de ovos do ácaro-praga oferecidos como alimento para cada fêmea do predador. No caso da relação entre taxa de oviposição do predador e o número de ovos de *R. indica* oferecidos, foi observada correlação positiva e significativa apenas para *A. limonicus* (Tabela 15).

Os resultados sugerem um bom potencial de uso destes predadores no controle biológico de *R. indica* em cultivos de banana, com destaque para *A. limonicus* que apresentou maior taxa de predação e melhor correlação entre a taxa de oviposição e a taxa de predação de ovos de *R. indica*.

Euseius citrifolius é um ácaro predador generalista muito abundante em diversos cultivos, incluindo coqueiros, bananeiras, citros e cafeeiro. Segundo Barroso et al. (2019), essa espécie de ácaro predador foi a mais abundante em áreas de cultivo de coqueiro, com infestação de *R. indica*, na região de Marília, SP.

Os ácaros predadores da espécie *A. limonicus*, que se mostraram efetivos no controle

de *R. indica*, são considerados importantes agentes de controle biológico de insetos como moscas-brancas e tripes (Van HOUTEN et al., 1995, 2008).

Tabela 15. Relação entre a taxa de predação (TP) (número de ovos de *Raoiella indica* predados por fêmea por dia) de *Amblydromalus limonicus* e *Euseius citrifolius* e o número de ovos oferecidos do ácaro-praga por fêmea do predador, e entre a taxa de oviposição (TO) (número de ovos depositados por fêmea por dia) dos ácaros predadores e o número de ovos do ácaro-praga oferecidos por fêmea do predador, utilizando-se análise de correlação (r = coeficiente de correlação de Pearson).

Variável	r	g.l.	p
<i>A. limonicus</i> TP x nº ovos de <i>R. indica</i>	0,9922	3	0,0008
<i>A. limonicus</i> TO x nº ovos de <i>R. indica</i>	0,9734	3	0,0052
<i>A. limonicus</i> TO x <i>A. limonicus</i> TP	0,9702	3	0,0061
<i>E. citrifolius</i> TP x nº ovos de <i>R. indica</i>	0,9366	3	0,0069
<i>E. citrifolius</i> TO x nº ovos de <i>R. indica</i>	0,6057	3	0,2789
<i>E. citrifolius</i> TO x <i>E. citrifolius</i> TP	0,7309	3	0,1606

5.2.2 Testes com *Amblyseius herbicolus*, *Typhlodromus (Anthoseius) transvaalensis* e *Proctolaelaps* spp.

Os resultados indicaram diferenças significativas entre as taxas de predação diária de ovos de *R. indica* por *A. herbicolus*, em relação as outras espécies de ácaro predador (*T. transvaalensis* e *Proctolaelaps* spp.), nas duas densidades de ovos de *R. indica* oferecidas, com uma taxa de predação maior observada para *A. herbicolus* (Tabela 16, Figura 14).

Durante o período avaliado, observaram-se maiores médias diárias de oviposição para o predador *Proctolaelaps* sp. (Acari: Melicharidae), em comparação com as duas outras espécies, para as duas densidades de ovos oferecidas. Não foram observadas diferenças significativas entre *A. herbicolus* e *T. transvaalensis*, para as taxas de predação e de oviposição (Figura 15).

Tabela 16. Taxas de predação (número de ovos do ácaro-praga por fêmea do predador por dia) de *Raoiella indica* pelos ácaros predadores *Amblyseius herbicolus*; *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Pytoseiidae) e *Proctolaelaps* sp. (Acari: Melicharidae) em arenas de folha de banana, para diferentes densidades (10 e 20) de ovos da praga por arena (ou por fêmea adulta do predador), e taxa de oviposição (número de ovos por fêmea por dia) para cada espécie de ácaro predador.

Tratamento	Espécie	Predação	Oviposição
10	<i>A. herbicolus</i>	7,91 ± 0,30 b	1,01 ± 0,10 ab
	<i>Proctolaelaps</i> spp.	1,94 ± 0,21 a	2,93 ± 0,29 bc
	<i>T. transvaalensis</i>	1,61 ± 0,17 a	0,73 ± 0,07 a
20	<i>A. herbicolus</i>	12,29 ± 0,39 c	1,12 ± 0,11 ab
	<i>Proctolaelaps</i> .	1,81 ± 0,24 a	3,00 ± 0,30 c
	<i>T. transvaalensis</i>	1,54 ± 0,156 a	0,72 ± 0,07 a

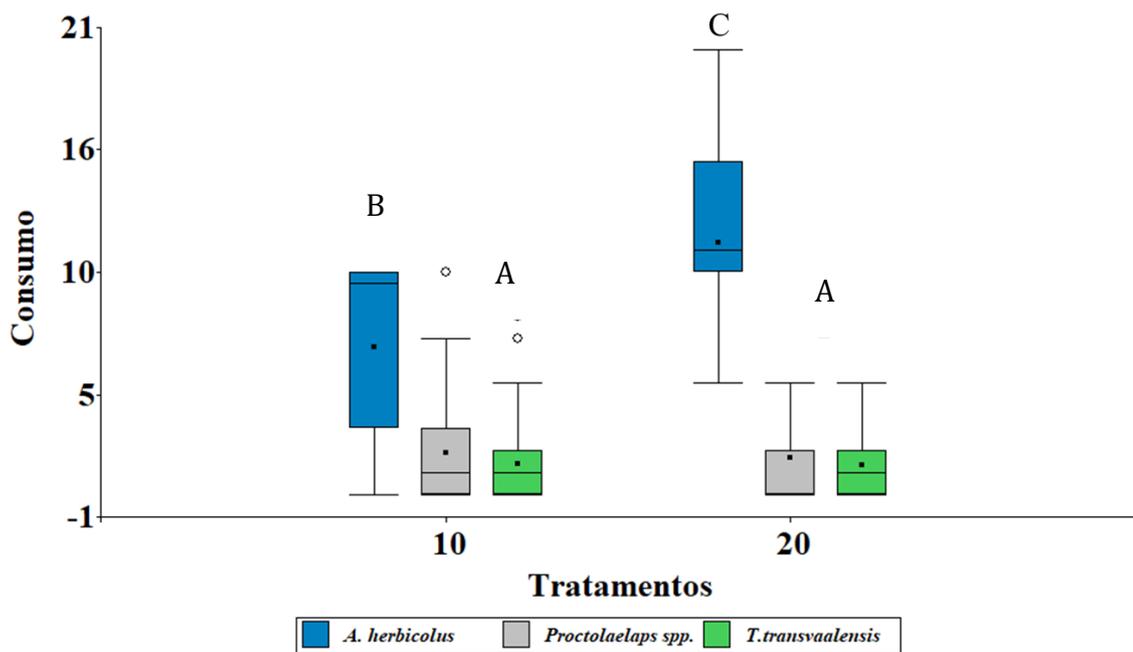


Figura 14. Número de ovos de *Raoiella indica* consumidos pelos predadores *Amblyseius herbiculus*, *Typhlodromus transvaalensis*, e *Proctolaelaps sp.* em 5 dias.

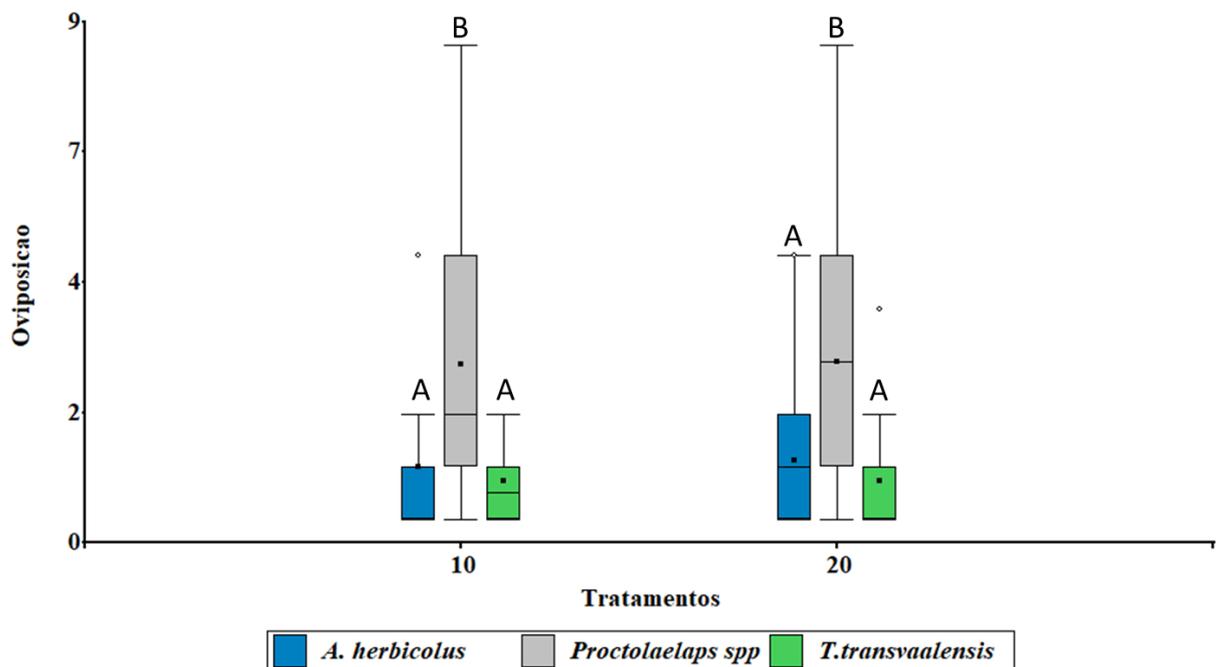


Figura 15. Comparação da resposta oviposição dos ácaros: *Amblyseius herbiculus*, *Typhlodromus transvaalensis* e *Proctolaelaps sp.*, para diferentes quantidades de ovos de *Raoiella indica* oferecidos.

Apesar de *A. herbicolus* ser considerado um ácaro predador generalista (RODRÍGUEZ-CRUZ, VENZON; PINTO, 2013), os resultados sugerem um bom consumo de ovos de *R. indica* pelo predador, em arenas de folha de banana, em laboratório, considerando que o ácaro fitoseídeo apresentou maior taxa de predação (12,3 ovos de *R. indica*/fêmea/dia), em relação aos outros predadores, com valores próximos aos observados para *E. citrifolius* (experimento anterior), para as mesmas densidades de ovos do ácaro-praga. As taxas de oviposição (1,37 ovos/fêmea/dia) foram iguais ou acima das observadas para *E. citrifolius*, para as mesmas densidades de ovos do ácaro-praga. As taxas de oviposição (1,37 ovos/fêmea/dia) foram iguais ou acima das observadas para *E. citrifolius*, para as mesmas densidades da presa.

As taxas de oviposição não muito elevadas observadas para as espécies *A. herbicolus* e *T. transvaalensis* (assim como *E. citrifolius*) podem estar associada às características nutricionais dos ovos de *R. indica*, que não ofereceriam os nutrientes nas quantidades ou proporções adequadas para proporcionar uma elevada taxa de oviposição pelos ácaros predadores. Outros trabalhos também relatam que uma dieta oferecendo apenas *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) resultou em uma taxa de oviposição inferior às dietas incluindo pólen (RODRÍGUEZ-CRUZ; VENZON; PINTO, 2013; DUARTE, 2014; LAM; PAYNTER; ZHANG, 2019).

Devido aos ambientes úmidos dos agroecossistemas de bananeiras é comum encontrar grande quantidade de plantas espontâneas (e fauna associada) que podem disponibilizar alimento alternativo para *A. herbicolus* e outros predadores, o que pode estar contribuindo para a permanência destes predadores no campo, para regular as populações da praga *R. indica*.

Estudos realizados por outros autores (LAWSON-BALAGBO et al., 2007) mostraram que ácaros do gênero *Proctolaelaps* são comumente associados aos frutos de coqueiro infestados por *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae). No presente estudo, observou-se que o consumo de ovos de *R. indica* por *Proctolaelaps* sp. (Acari: Melicharidae) foi relativamente baixo, porém, a taxa de oviposição foi superior à observada para as duas espécies de ácaros fitoseídeos.

Ácaros do gênero *Proctolaelaps* têm sido relatados alimentando-se de fungos (LAWSON-BALAGBO et al., 2007). Nesse caso, a presença fungos nas arenas (em pequena quantidade), que eram constituídas de ágar e disco de folha de bananeira, pode ter contribuído para a menor taxa de predação e maior taxa de oviposição registradas para o ácaro predador.

Assim como *A. herbicolus*, o ácaro *T. transvaalensis* tem sido relatado, em trabalhos

visando controlar o acaro-branco (*P. latus*), como um predador generalista com elevada capacidade de consumo do ácaro-praga, em dietas com acréscimo de pólenes de *Zea mays*, *Ricinus communis* e *Jatropha curcas*, que favoreceram o desenvolvimento e a reprodução do ácaro predador (CAÑARTE et al., 2017).

No presente estudo, *T. transvaalensis* não apresentou uma taxa de oviposição elevada, possivelmente devido ao baixo consumo de ovos de *R. indica*, colocando menos de um ovo por dia. Em estudos anteriores, relatou-se o ácaro *T. transvaalensis* predando até 126 indivíduos de *Aceria olivi* (Zaher & Abou-Awad), 97 de *Eriophyes dioscoridis* Soliman & Abou-Awad (Acari: Eriophyidae) e apenas seis de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), o que reflete certa preferência por presas pequenas, como os ácaros das famílias Eriophyidae (MOMEN; HUSSEIN, 1999) e Tarsonemidae (CAÑARTE et al., 2017).

O ácaro *A. herbicolus* foi o que apresentou a maior taxa de consumo de ovos de *R. indica* (até 12,3 por dia), mostrando também uma taxa relativamente elevada de oviposição. Nesse caso, essa espécie mostra-se a mais favorável, entre as três últimas espécies avaliadas, para uso em programas de controle biológico de *R. indica* (Figura 16).

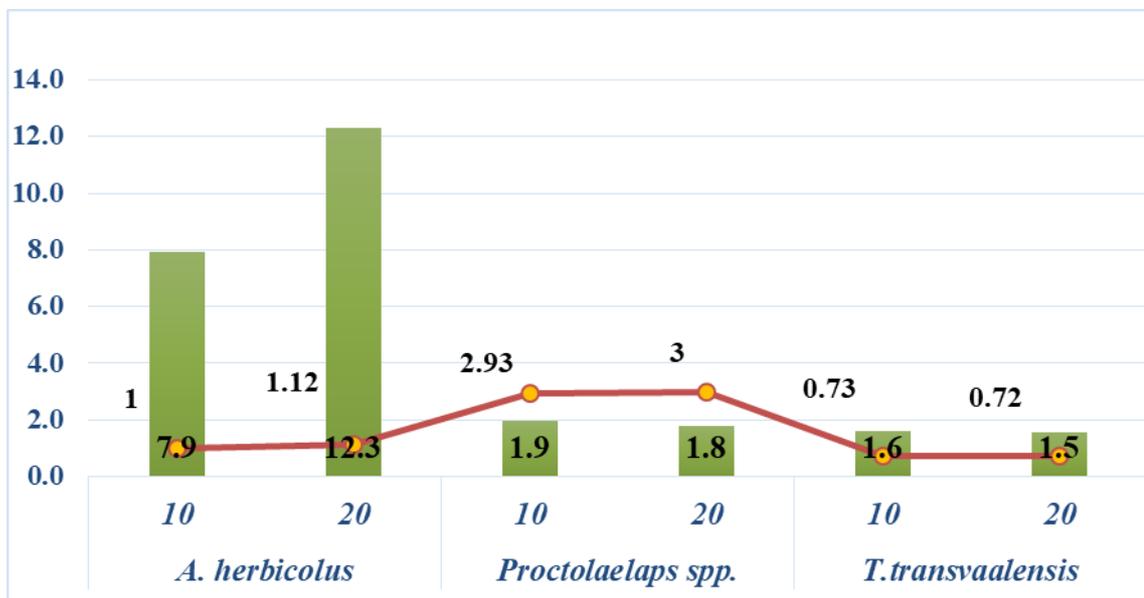


Figura 16. Relação entre a densidade de ovos de *Raiiella indica* oferecidos e o número de ovos colocados pelos predadores *Amblyseius herbicolus*, *Typhlodromus transvaalensis* e *Proctolaelaps sp.*, em 5 dias. A linha laranja representa os ovos que foram colocados pelos ácaros predadores, e as colunas em verde representam o consumo de ovos de *R. indica* pelos predadores.

5.2.3 Testes com bactérias simbiotes isoladas de nematoides entomopatogênicos (NEPs)

Os diferentes isolados de bactérias simbiotes de NEPs, aplicados sobre fêmeas adultas de *R. indica*, apresentaram diferenças significativas entre si, sendo que, os melhores tratamentos foram CER140, IL2, IBCB48, IBCB06, com eficiências iguais ou acima de 81% (Tabela 17).

As menores eficiências foram registradas para os tratamentos CER09 e CER129, com eficiências de controle entre 21,9 e 39,4%. Nos dois casos, o nematoide associado foi *Steinernema puertoricense*, no entanto, observou-se que este nematoide também estava vinculado ao melhor tratamento, com 100% de eficiência de controle de fêmeas adultas de *R. indica* (Tabela 18). Esses resultados demonstram a importância das bactérias simbiotes e suas toxinas no controle do ácaro-praga.

Tabela 17. Porcentagem de eficiência dos diferentes isolados de bactérias simbiotes de NEPs, sobre fêmeas adultas de *Raoiella indica*.

Tratamento	Nematoide	Bactéria	Número de ácaros vivos	Eficiência (%)
PAM25	<i>Steinernema rarum</i>	<i>Xenorhabdus szentirmaii</i> *	4,57 cd	71,16
IBCB02	<i>Steinernema carpocapse</i>	<i>Xenorhabdus nematophila</i>	3,90 bcd	75,37
HBEN01	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	<i>Photorhabdus luminescens</i>	3,60 abcd	77,26
IBCB47	<i>Steinernema feltiae</i>	<i>Xenorhabdus bovienii</i>	4,67 cd	70,53
IBCB48	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.	1,43 abc	90,95
IL2	<i>Steinernema carpocapse</i>	<i>Xenorhabdus nematophila</i>	0,30 ab	98,11
IC1	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.	4,40 cd	72,21
T12	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Photorhabdus</i> sp.	3,30 abcd	79,16
IBCB06	<i>Steinernema brazilense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	2,97 abc	81,26
CER09	<i>Steinernema puertoricense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	9,60 ef	39,37
CER21	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.	4,43 cd	72,00
CER129	<i>Steinernema puertoricense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	12,37 fg	21,89
CER140	<i>Steinernema puertoricense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	0,00 a	100,00
CER144	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.	5,07 cd	68,00
PONTO2C	<i>Steinernema brazilense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	4,67 cd	70,53
AM163	<i>Steinernema diaprepesi</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	7,10 de	55,16
CA	Meio TBS	-	18,20 h	0,00
CM	Água	-	15,83 gh	0,00

Os resultados indicam que vários isolados de bactérias simbiotes de NEPs mostraram-se promissores para o controle biológico de *R. indica*, sendo que em estudos desta natureza,

são mais frequentes aplicações de sobrenadantes bacterianos, que consistem de filtrados de metabólitos específicos das bactérias, que permitem uma ação mais eficaz e controlada sobre os organismos-alvo (FFRENCH-CONSTANT; DOWLING; WATERFIELD, 2007; HINCHLIFFE; HARES; DOWLING, 2010).

Em um estudo realizado por Eroglu et al. (2019), a aplicação de sobrenadantes bacterianos de *Xenorhabdus szentirmaii* foi efetiva em adultos de *T. urticae*, causando 90% de mortalidade. Valores semelhantes de mortalidade foram observados para alguns isolados de *Xenorhabdus* sp. (IBCB48; IL2; CER140) para adultos de *R. indica*, no presente estudo.

Tabela 18. Eficiência dos isolados de bactérias simbiotes de NEPs sobre a taxa de oviposição de *Raoiella indica*.

Tratamento	Nematoide	Bactéria	Número de ovos	Eficiência (%)
PAM25	<i>Steinernema rarum</i>	<i>Xenorhabdus szentirmaii</i> *	3,73 cd	66,47
IBCB02	<i>Steinernema carpocapse</i>	<i>Xenorhabdus nematophila</i>	5,13 d	53,89
HBEN01	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	<i>Photorhabdus luminescens</i>	0,63 ab	94,31
IBCB47	<i>Steinernema feltiae</i>	<i>Xenorhabdus bovienii</i>	1,97 abc	82,34
IBCB48	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.	2,60 abcd	76,65
IL2	<i>Steinernema carpocapse</i>	<i>Xenorhabdus nematophila</i>	3,33 bcd	70,06
IC1	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.	1,70 abc	84,73
T12	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Photorhabdus</i> sp.	0,93 ab	91,62
IBCB06	<i>Steinernema brazilense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	2,87 abcd	74,25
CER09	<i>Steinernema puertoricense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	2,77 abcd	75,15
CER21	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.	1,50 abc	86,53
CER129	<i>Steinernema puertoricense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	21,77 f	0,00
CER140	<i>Steinernema puertoricense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	0,23 a	97,90
CER144	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Xenorhabdus</i> sp.	0,37 a	96,71
PONTO2C	<i>Steinernema brazilense</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	1,37 abc	87,72
AM163	<i>Steinernema diaprepesi</i>	<i>Xenorhabdus</i> sp.	1,97 abc	82,34
CA	Meio TBS	-	21,97 f	0,00
CM	Água	-	11,13 e	0,00

Os melhores tratamentos, em termos de redução na taxa de oviposição de *R. indica* foram CER140, CER144, HBEN01 e T12, com valores de eficácia iguais ou acima de 91.6%.

As fêmeas adultas de *R. indica* tratadas com os isolados bacterianos apresentaram uma coloração mais escura quando recém-mortas. No início, os corpos eram moles e, com o passar do tempo, secaram até ficarem com aspecto de crosta (Figura 17).



Figura 17. Fêmea adulta de *Raoilla indica* após o tratamento com isolado de bactéria simbiote de NEPs.

Os isolados de bactérias simbiotes de NEPs mais promissores para serem testados em condições de casa-de-vegetação e campo, para o controle de *R. indica* foram: CER140, CER144, T12, IL2 e IBCB48, com destaque para CER140, por se mostrar altamente eficiente para o controle populacional de fêmeas adultas, assim como, para a redução na taxa de oviposição do ácaro-praga.

Os resultados do presente trabalho indicam que os NEPs (e as bactérias associadas) representam uma alternativa viável para uso em programas manejo integrado de pragas, com destaque para cultivos como de bananeiras, em ambientes úmidos, que favorecem o estabelecimento e a manutenção desses organismos no campo.

Ainda são poucos os estudos sobre o uso de isolados bacterianos de simbiotes de NEPs para o controle de ácaros, porém, há muitas pesquisas indicando nematoides entomopatogênicos são efetivos no controle de diversas espécies de insetos (KAYA; GRIEVE, 1982; GAUGLER; KAYA, 1990; HOMINICK; REID, 1990; GREWAL et al., 1993; GEORGIS et al., 2006; SHAPIRO-ILAN et al., 2006; SUBRAMANIAN; MUTHULAKSHMI, 2016).

As pesquisas atuais buscam processos mais efetivos para uso dos NEPs e suas bactérias associadas, desenvolvendo-se pesquisas com as toxinas dos diferentes isolados das bactérias simbiotes dos NEPs, para serem produzidas em larga escala e aplicadas

diretamente sobre os insetos e ácaros no campo (FORST; NEALSON, 1996; STOCK; BLAIR, 2008), visando reduzir os danos causados por esses artrópodes-praga. Uma das vantagens associadas ao uso das toxinas das bactérias simbiotes é a eliminação das possíveis falhas de controle relacionadas às limitações dos nematoides entomopatogênicos na busca pelos organismos-alvo (GAUGLER; CAMPBELL, 1993; LEWIS; GAUGLER; CAMPBELL, 1994; BAL; TAYLOR; GREWAL, 2014).

Trabalhos utilizando isolados e filtrados de bactérias de NEPs, visando inibir o crescimento do mofo branco, causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, foram desenvolvidos no IB, mostrando resultados positivos, o que sugere a possibilidade de uso dessas bactérias como agentes de controle biológico do mofo branco em soja (FERREIRA et al., 2019).

6. CONCLUSÕES

Os ácaros de maior abundância em cultivos de banana (plantas de banana e plantas espontâneas) nos municípios de Pariquera-Açu, Brotas e Jaguariúna pertencem aos gêneros *Amblyseius*, *Euseius*, *Amblydromalus*, *Typhlodromalus* (Phytoseiidae), *Tetranychus* e *Oligonychus* (Tetranychidae), com destaque para as espécies *Amblyseius tamatavensis* e *Euseius concordis*, entre os ácaros predadores (Phytoseiidae).

As maiores diversidades de ácaros são observadas em Banana Prata Catarina, pariparoba [*Pothomorphe umbellata* (Piperaceae)], trapoeraba [*Commelina benghalensis* (Commelinaceae)] e Banana BRS Princesa.

Os cultivares de banana e os locais nos quais se observa a presença do ácaro-praga *Raoiella indica* são: Banana Nanica Grand Naine, em Brotas e Jaguariúna; Banana Prata Catarina, em Jaguariúna; e Banana BRS Princesa, em Pariquera-Açu.

Os ácaros predadores *Amblydromalus limonicus*, *Euseius citrifolius* e *Amblyseius herbicolus* apresentam elevada capacidade de predação de ovos de *R. indica*.

Os isolados de bactérias simbiontes (*Xenorhabdus* sp.; *Photorhabdus* sp.) de nematoides entomopatogênicos (*Steinernema* sp.; *Heterorhabditis* sp.) mais promissores para o controle de *R. indica* são: CER140, CER144, T12, IL2 e IBCB48, com destaque para CER140, por se mostrar altamente eficiente para o controle populacional de fêmeas adultas, assim como, para a redução na taxa de oviposição do ácaro-praga, em condições de laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHURST, R.J. Morphological and functional dimorphism in *Xenorhabdus* spp. bacteria symbiotically associated with the insect pathogenic nematodes *Neoaplectana* and *Heterorhabditis*. **Journal of General Microbiology**, v.121, p.303-309, 1980.

ALONSO, D., HERNANDEZ, R., CHICO, R., MIRANDA, I.; RODRIGUEZ, H. Incidencia de *Raoiella indica* Hirst y *Tetranychus tumidus* Banks en diferentes genotipos de plátano (*Musa* spp.). **Revista de Protección Vegetal**, v.30, p.2224-4697, 2015.

AMARO, G.; MORAIS, E.G.F. Potential geographical distribution of the red palm mite in South America. **Experimental and Applied Acarology**, v.60, p.343-355, 2013.

ARAYA, J.M. **Agrocadena de Platano**. Caracterizacion de la Agrocadena. Ministerio de Agricultura y Ganaderia, Direccion Regional Huertar Norte, 76p., 2008. Disponível em: <<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9315.pdf>>. Acesso em: 20 Out 2020.

BAL, H.K.; TAYLOR, R.A.J.; GREWAL, P.S. Ambush foraging entomopathogenic nematodes employ “sprinters” for long-distance dispersal in the absence of hosts. **Journal of Parasitology**, v.100, n.4, p.422-432, 2014.

BALZA, D.; VASQUEZ, C.; VARELA, R. Aspectos biológicos de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) sobre cultivares de *Musa* spp.: posible rol de anatomia química de la hoja. **Entomotropica**, v.30, n.18, p.181-192, 2015.

BANACOL. Manejo Integrado de Plagas: Insectos, Enfermedades y Malezas en el Cultivo del Banano. Centro de Formacion y Desarrollo de Personas, 2009.

BAPTISTELLA, C.S.L.; COELHO, P.J.; GHOBRIEL, C.N. A Bananicultura no Estado de São Paulo: 2014 a 2018. Instituto de Economia Agrícola (IEA). Data de Publicação: 25/10/2019. Disponível em: <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14716#:~:text=Em%202017%2C%20a%20%20C3%A1rea%20plantada,por%20todo%20o%20territ%C3%B3rio%20nacional>>. Acesso em: 20 Out 2020.

BARROSO, G.S.P. **Bioecologia e manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), no centro-sul do Brasil.** Tese (Doutorado). ESALQ/USP. Piracicaba, 2019.

BARROSO, G.S.P.; ROCHA, C.M.; MOREIRA, G.F.; HATA, F.T.; ROGGIA, S.; VENTURA, M.U.; MORAES, G.J. What is the southern limit of the distribution of red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), in Agricultural Lands in Brazil? **Florida Entomologist**, v.102, n.3, p.581, 2019.

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

CAÑARTE, E.; SARMENTO, R.A.; VENZON, M.; PEDRO-NETO, M.; FERREIRA JUNIOR, D.F.; SANTOS, F. A.; PALLINI, A. Suitability and nutritional requirements of the predatory mite *Typhlodromus transvaalensis*, a potential biological control agent of physic nut pest mites. **Biological Control**, v.115, p.165-172, 2017.

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

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

CASTRO, E.B.; MESA, N.C.; FERES, R.J.F.; MORAES, G.J.; OCHOA, R.; BEARD, J.J.; DEMITE, P.R. Tenuipalpidae Database. 2020. Disponível em: <<https://www.tenuipalpidae.ibilce.unesp.br/>>. Acesso em: 20 Out 2020.

CERQUEIRA, S.; SILVEIRA FOLEGATTI, M.I.; MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, v.63, n.3, p.315-323, 2004.

CHAUDHRI, W.M.; AKBAR, S.; RASOOL, A. Taxonomic studies of the mites belonging to the families Tenuipalpidae, Tetranychidae, Tuckerellidae, Caligonellidae, Stigmaeidae and Phytoseiidae - PL-480 Project on Mites. Lyallpur, Pakistan, University of Agriculture, 1974. 250 p.

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

DANTAS, J.L.L.; SOARES FILHO, W.S. Classificação botânica, origem e evolução. In: CORDEIRO, J. M. (Org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 143 p. (Frutas do Brasil, 1).

DUARTE, M.V.A. Suitability of alternative food for *Amblyseius herbicolus*: to promote broad mite control in chilli pepper plants. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 34f. Viçosa, 2014.

ENDRESS, P.K. Disentangling confusions in inflorescence morphology: Patterns and diversity of reproductive shoot ramification in angiosperms. **Journal of Systematics and Evolution**, v.48, n.4, p.225–239, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1759-6831.2010.00087.x>

EROGLU, C.; CIMEN, H.; ULUG, D.; KARAGOZ, M.; HAZIR, S.; CAKMAK, I. Acaricidal effect of cell-free supernatants from *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* bacteria against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v.160, p.61-66, 2019.

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.

FANCELLI, M.; MILANEZ, J.M.; MESQUITA, A.L.M.; COSTA, A.C.F.; COSTA, J.N.M.; PAVARINI, R.; PAVARINI, G.M.P. Artrópodes pragas da bananeira e controle. **Informe Agropecuário**, v.36, n.288, p.7-18, 2015.

FAO. Cifras de Produccion de Banano en el Mundo. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/statistics/databases/es/>. Acesso em: 10 nov. 2019.

FERREIRA, N.; LEITE, L.G.; CHACÓN-OROZCO, J.; OTOYA-MARTINEZ, N.; BUENO, C.J. Avaliação dos filtrados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogênicos no manejo de *Sclerotinia sclerotiorum* e *Neofusicoccum parvum*. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS, 17. **O Biológico** São Paulo, v.81, n.1 (Suplemento), p.33, 2019. DOI: 10.31368/1980-6221c00222019.

FFRENCH-CONSTANT, R.H.; DOWLING, A.; WATERFIELD, N.R. Insecticidal toxins from *Photorhabdus* bacteria and their potential use in agriculture. **Toxicon**, v.49, n.4, p.436-451, 2007.

FIORAVANÇO, J. Mercado mundial da banana: produção, comércio e participação brasileira. **Informações Econômicas**, v.33, n.10, p.15-27, 2003.

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

FORST, S.; NEALSON, K. Molecular biology of the symbiotic-pathogenic bacteria *Xenorhabdus* spp. and *Photorhabdus* spp. **Microbiological Reviews**, v.60, n.1, p.21-43, 1996.

GAUGLER, R.; CAMPBELL, J.F. Nictation behaviour and its ecological implications in the host search strategies of entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae). **Behaviour**, v.126, n.3, p.155-169, 1993.

GAUGLER, R.; KAYA, H.K. **Entomopathogenic nematodes in biological control**. Boca Raton (Florida): CRS Press, 1990. 365p. Disponível em: <file:///C:/Users/mesat/Downloads/46-1990-GauglerEPNinBiolControl-CRC.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019.

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

GEORGIS, R.; KOPPENHÖFER, A.M.; LACEY, L.A.; BÉLAIR, G.; DUNCAN, L.W.; GREWAL, P.S., van Tol, R.W.H.M. Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control. **Biological Control**, v.38, n.1, p.103-123, 2006.

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

GONZÁLEZ-REYES, A.I.; RAMOS, M. Desarrollo y reproducción de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en laboratorio. **Revista de Protección Vegetal**, v.25, p.7-10, 2010.

GREWAL, P.S.; GAUGLER, R.; KAYA, H.K.; WUSATY, M. Infectivity of the entomopathogenic nematode *Steinernema scapterisci* (Nematoda: Steinernematidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v.62, n.1, p.22-28, 1993.

GUPTA, Y.N. On a collection of tetranychoid mites from Tamil Nadu with description of a new species of *Aponychus* (Acari: Tetranychidae). **Bulletin of the Zoological Survey of India**, v.6, n.1-3, p.237-245, 1984.

HASTIE, E., BENEGAS, A., & RODRÍGUEZ, H. Inventory of predatory mites associated with phytophagous mites on plants of the families Arecaceae and Musaceae. **Revista de Protección Vegetal**, v.25, n.1, p.17-25, 2010.

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, n.3, p.356-359, 2017.

HINCHLIFFE, S.J.; HARES, M.C.; DOWLING, A.J. Insecticidal toxins from the *Photorhabdus* and *Xenorhabdus* bacteria. **The Open Toxinology Journal**, v.3, n.1, 2010.

HIRST, S. On some new species of red spiders. **Annals and Magazine of Natural History**, London, series 9, XIV, p.522-523, 1924.

HOMINICK, W.M.; REID, A.P. Perspectives on Entomopathogenic Nematology, p.327. In GAUGLER, R.; KAYA, H.K. (EDS). **Entomopathogenic nematodes in biological control** Boca Raton (Florida): CRS Press, 1990. 365p.

ICA. Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa* spp.). ICA, Código: 00. 2012. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf. Acesso em: 11 nov. 2019.

IPGRI. International Plant Genetic Resources Institute. Descriptors for Banana (*Musa* spp.). 1996. Disponível em: <http://www.musalit.org/seeMore.php?id=14474>. Acesso em: 12 dez. 2019.

JESUS, S.C., FOLEGATTI, M.I.S., MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, v.63, n.3, p.315-323, 2004.

KANE, E.C.; OCHOA, R. Detection and Identification of the Red Palm Mite *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). 2006. Disponível em: <http://www.sel.barc.usda.gov/acari/PDF/indicaGuide.pdf>. Acesso em 10 Dez. 2013.

KANE, E.C.; OCHOA, R.; MATHURIN, G.; ERBE, E.F.; BEARD, J.J. *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): An exploding mite pest in the neotropics. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, n.3-4, p.215-225, 2012.

KAPUR, A. A new species of *Stethorus* Weise *S. keralicus* (Coleoptera-Coccinellidae), feeding on arecanut palm mites *Raoiella indica* Hirst in Kerala, Southern India. **Entomophaga**, v.6, p.35-38, 1961.

KAYA, H.K.; GRIEVE, B.J. The nematode *Neoplectana carpocapsae* and the beet armyworm *Spodoptera exigua*: Infectivity of prepupae and pupae in soil and of adults during emergence from soil. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.39, n.2, p.192-197, 1982.

KIRCHOFF, B.K. Ovary structure and anatomy in the Heliconiaceae and Musaceae (Zingiberales). **Canadian Journal of Botany**, v.70, n.12, p.2490-2508, 1992.

LAM, W.; PAYNTER, Q.; ZHANG, Z.Q. Predation, prey preference and reproduction of predatory mites *Amblydromalus limonicus* (Garman), *Amblyseius herbicolus* (Chant) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Mesostigmata: Phytoseiidae) on immature *Sericothrips staphylinus* Haliday (Thysanoptera: Thripidae), a biocontrol agent of gorse. **Systematic and Applied Acarology**, v.24, n.3, p.508-519, 2019.

LAWSON-BALAGBO, L.M.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C., MORAES, G.J.; HANNA, R.; SCHAUSBERGER, P. Life history of the predatory mites *Neoseiulus paspalivorus* and *Proctolaelaps bickleyi*, candidates for biological control of *Aceria guerreronis*. **Experimental and Applied Acarology**, v.43, n.1, p.49-61, 2007.

LEWIS, E.E.; GAUGLER, R.; CAMPBELL, J.F. Host finding behaviour as a predictor of foraging strategy in entomopathogenic nematodes. **Parasitology**, v.108, n.2, p.207-215, 1994.

LIMA, I.G.; REDUZIDO, C.; TORNEIO, M. Preços na bananicultura: um estudo de variáveis com potencial de influenciar o preço da banana da região do Vale do Ribeira, SP. **Revista de Auditoria Governança e Contabilidade**, v.5, n.2, p.11-19, 2012.

LIMA, M.R.; RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, A.I.; GONZALEZ, M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Cuba. **Zoosymposia**, v.6, p.152-159, 2011.

LIMA, M.B.; SILVA, S.O.; FERREIRA, C.F. **Banana**: O produtor pergunta a Embrapa responde. Segunda edição. Brasília: Embrapa, 2012. 214 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82218/1/500-Perguntas-Banana-ed02-2012.pdf>>. Acesso em: 20 Out 2020.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 Out 2020.

MARTINEZ GARNICA, A., BECERRA CAMPIÑO, J.J., VILLAMIL AREVALO, J. **Control de los Picudos en el cultivo del Platano**. Villavicencio (Colombia): CORPOICA (Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria), 1997. 6p.

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.

MINEIRO, J.L.C.; SATO, M.E.; RAGA, A. Acarofauna de bananeiras (*Musa* sp.) no Estado de São Paulo. **O Biológico**, v.68, p.055, 2006.

MOMEN, F.; HUSSEIN, H. Relationships between food substances, developmental success and reproduction in *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia*, v.40, n.2, p.107-111, 1999.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. Ácaros fitófagos do Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n.2, v.177-186, 1981.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A; CAMPOS, C.B. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, v.434, p.1-494, 2004.

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.; NÁVIA, D.; GONDIM JR, M.G.C. **Dez perguntas e respostas sobre o ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raioella indica* Hirst (Tenuipalpidae): Uma Ameaça para Palmeiras e Bananeiras no Brasil**. Boa vista: Embrapa Roraima. 2011 (Documentos 49).

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

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

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

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 Entomology**, v.99, p.123-125, 2016.

OLMOS, A. Cadena productiva del plátano. Departamento del Casanare. Secretaria de Agricultura, Ganaderia y Medio Ambiente. Gobernación de Casanare. 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu/32353785/documento_linea_base_platano>. Disponível em: 20 Out 2020.

PADMANABAN, B.; SATHIAMOORTH, S. El barrenador del tallo del banano *Odoiporus longicollis*. **INIBAP**, v.19, n.24, p.67-73, 2009. Disponível em: https://www.Bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/The_Banana_stem_weevil_Odoiporus_longicollis_756_ES.pdf. Acesso em: 11 nov. 2019.

PINO, F.A.; FRANCISCO, V.L.F.S., PEREZ, L.H.; AMARO, A.A. A Cultura da Banana no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.30, n.6, p.45-74, 2000.

POLANCO-ARJONA, C.A.; OSORIO-OSORIO, R.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, L.U.; MÁRQUEZ-QUIROZ, C.; CRUZ-LÁZARO, E.; SALINAS-HERNÁNDEZ, R.M.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, V. Colonization, abundance, and damage of *Raoiella indica* Hirst on cultivars of *Musa* spp. at Tabasco, Mexico. **Southwestern Entomologist**, v.42, n.2, p.363-374, 2017.

PRITCHARD, A.E.; BAKER, E.W. The false spider mites (Acarina: Tenuipalpidae). **University of California Publications in Entomology**, v.14, n.3, p.175-274, 1958.

RAMOS LIMA, M.; RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, A.; GONZALEZ, M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Cuba. **Zoosymposia**, v.6, p.152-159, 2011.

RAMOS LIMA, M.; RODRÍGUEZ MORELL, H.; IRIS GONZÁLEZ REYES, A.; GONZÁLEZ REUS, M.; HASTIE NAVARRO, E.; TORRE SANTANA, P.E.; BADI, M. Biología, ecología y manejo de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), especie exótica para Cuba. **Anales de La Academia de Ciencias de Cuba**, v.6, n.3, 2016. Disponível em: <<http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/556/563>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

RIVERA-RIVERA, C.; GALINDO-CARDONA, A.; RODRIGUES, J.C.V. Testing prey DNA fingerprinting on *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) predation of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.57, n.3-4, p.373-379, 2012.

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

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

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

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

RODRÍGUEZ, H.; MONTOYA, A.; RAMOS, M. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): una amenaza para Cuba. **Revista de Protección Vegetal**, v.22, n.3, p.142-153, 2007.

RODRÍGUEZ-CRUZ, F.A.; VENZON, M.; PINTO, C.M.F. Performance of *Amblyseius herbicolus* on broad mites and on castor bean and sunnhemp pollen. **Experimental and Applied Acarology**, v.60, n.4, p.497-507, 2013.

SATO, M.E.; MINEIRO, J.L.C.; RAGA, A. Tripes e ácaros em bananeiras (*Musa* sp.). In: NOGUEIRA, E.M.C.; ALMEIDA, I.M.G.; FERRARI, J.T.; BERIAM, L.O.S. (ORG.). **Banicultura**: manejo fitossanitário e aspectos econômicos e sociais da cultura. 1ªed. São Paulo: Instituto Biológico, 2013, p.165-171.

SAYED, T. Contribution to the knowledge of the Acarina of Egypt: The genus *Raoiella* Hirst (Pseudotetranychinae: Tetranychidae). **Bulletin de la Societe Fouad ler D' Entomologie**, v.26, p.81-91, 1942.

SENASICA. Protocolo de diagnóstico de ácaro rojo *Raoiella indica* mediante microscopía óptica. Dirección General de Sanidad Vegetal Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. 2015. Disponível em: <<http://publico.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento=29133&IdUrl=78241&objeto=Documento&IdObjetoBase=29133&down=true>> Acesso em: 20 Out 2020.

SHAPIRO-ILAN, D.I.; GOUGE, D.H.; PIGGOTT, S.J.; FIFE, J.P. Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. **Biological Control**, v.38, n.1, p.124-133, 2006.

SIDRA-IBGE. Tabela 1613 - Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 10 dez 2019.

SILVA, E.A.; BOLIANI, A.C.; CORRÊA, L.D.S. Avaliação de cultivares de bananeira (*Musa* sp.) na região de Selvíria-MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.101-103, 2006.

STOCK, S.P.; BLAIR, H.G. Entomopathogenic nematodes and their bacterial symbionts: The inside out of a mutualistic association. **Symbiosis**, v.46, n.2, p.65-75, 2008.

SUBRAMANIAN, S.; MUTHULAKSHMI, M. Entomopathogenic Nematodes. Chapter 12. p.367-410. In: Omkar (Ed.) **Ecofriendly Pest Management for Food Security**. Academic Press (Elsevier), 2016. 762p.

TEIXEIRA, L.A.J.; ZAMBROSI, F.C.B.; BETTIOL NETO, J.E. Avaliação do estado nutricional de bananeiras do subgrupo Cavendish no estado de São Paulo: normas dris e níveis críticos de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.613-620, 2007.

TODA FRUTA. Brasil é grande produtor de banana, mas exporta pouco. Publicação de 11 de março de 2019 – Tags: Banana. Disponível em: <<https://todafruta.com.br/banana-brasileira-em-pauta/>>. Acesso em: 20 Out 2020.

Van HOUTEN, Y.M.; Van RIJN, P.C.J.; TANIGOSHI, L.K.; Van STRATUM, P.; BRUIN, J. Pre-selection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.74, p.225-234, 1995.

Van HOUTEN, Y.M.; ROTHE, J.; BOLCKMANS, K.J.F. The generalist predator *Typhlodromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae): a potential biological control agent of thrips and whiteflies. **IOBC WPRS Bulletin**, v.32, p.237-240. 2008.

VÁSQUEZ FREYTEZ, C.L. **Bioecologia do ácaro vermelho das palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), na Venezuela**. 2012. 87p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-14092012-171151/publico/Carlos_Luis_Vasquez_Freytez.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019.

VASQUEZ, C.L.; MORAES, G.J. Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in northern Venezuela. **Experimental and Applied Acarology**, v.60, n.1, p.73-82, 2013

WEBSTER, J.M.; CHEN, G.; LI, J. Parasitic worms: An ally in the war against the superbugs. **Parasitology Today**, v.14, n.4, p.161-163, 1998.

WELBOURN, C. Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) [Pest alert.] Disponível em: <http://www.doacs.state.fl.us/pi/enpp/ento/r.indica.htm>. 2006.

ZAHER, M.A.; WAFI, K.A.; YOUSEF, A.A. Biological studies on *Raoiella indica* Hirst and *Phyllotranychus aegyptiacus* Sayed infesting Date palm trees in U.A.R. (Acarina: Tenuipalpidae). **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v.63, p.406-411, 1969.