

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE *Brevipalpus yothersi* (ACARI:
TENUIPALPIDAE) ORIUNDOS DE DIFERENTES REGIÕES
CITRÍCOLAS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Ingrid Amaral

Bióloga

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE *Brevipalpus yothersi* (ACARI:
TENUIPALPIDAE) ORIUNDOS DE DIFERENTES REGIÕES
CITRÍCOLAS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Ingrid Amaral

Orientador: Prof. Dr. Daniel Junior de Andrade

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2016

Amaral, Ingrid
A485b Biologia e tabela de vida de *Brevipalpus yothersi* (Acari:
Tenuipalpidae) oriundos de diferentes regiões citrícolas do estado de
São Paulo / Ingrid Amaral. -- Jaboticabal, 2016
vi, 35 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016
Orientador: Daniel Junior de Andrade
Banca examinadora: Marineide Rosa Vieira, Renato Beozzo
Bassanezi
Bibliografia

1. *Citrus leprosis virus - CiLV*. 2. *Citrus sinensis*. 3. Leprose dos
citros. 4. Parâmetros biológicos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.42:634.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
– Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

INGRID AMARAL – Nasceu em 07 de novembro de 1991 em Andradina, estado de São Paulo. Filha de Antonio Nilton do Amaral e Silvia Cristina Figueira Amaral. É Bióloga, graduada em 2013 pela Universidade Estadual Paulista, câmpus de Ilha Solteira. De 2009 a 2013, durante a graduação, desenvolveu atividades de pesquisa na área de Entomologia Agrícola com ênfase em Acarologia, sendo bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Marineide Rosa Vieira. Em março de 2014, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, câmpus de Jaboticabal, estado de São Paulo, atuando em pesquisas relacionadas à Acarologia Agrícola. Durante o Mestrado foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, sob orientação do Prof. Dr. Daniel Junior de Andrade. Foi aprovada no processo seletivo de Doutorado na mesma instituição, com início em março de 2016.

"Por aprendizagem significativa entendo aquilo que provoca profunda modificação no indivíduo. Ela é penetrante e não se limita a um aumento de conhecimento, mas abrange todas as parcelas de sua existência".

Carl Rogers

DEDICO...

*Aos pais a quem honro **Antonio Nilton do Amaral** e **Silvia Cristina Figueira Amaral**, pela educação, estímulo e persistência, que procuro ter como exemplo todos os dias.*

*Ao meu incrível filho, **Luigi Amaral Buzutti**, cujo sorriso inspira e renova cada passo da minha caminhada.*

*Aos meus avós paternos, **Hilda e Irne** (in memoriam), e maternos, **Leonilda e Valdemar** cuja garra e determinação exibidas, são exemplos.*

OFEREÇO...

*Às minhas irmãs **Thábata Amaral** e **Ághata Amaral** por acreditarem que esse dia chegaria e confiarem no esforço e coragem por mim dedicado à realização do meu sonho.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, nosso criador, que me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades, agradeço por mais uma grande vitória em minha vida.

Em especial ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Junior de Andrade pela constante orientação neste trabalho, e, sobretudo pela compreensão, apoio e contribuição no meu crescimento profissional e pessoal, agradeço pelos ensinamentos e por confiar em mim.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal –FCAV/UNESP, juntamente ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Entomologia Agrícola (PPG-EA), pela oportunidade da realização do curso de Mestrado, por toda infraestrutura e recursos recebidos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos coordenadores do PPG-EA, Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes e Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli, pelas contribuições prestadas.

Ao corpo docente do PPG-EA, pelos ensinamentos, conhecimentos e experiências transmitidas.

As secretárias do Departamento de Fitossanidade, Cibele da Silva Anton e Lígia Dias Tostes Fiorezzi, pela dedicação, paciência e ajuda a todos que fazem parte da FCAV/UNESP. Aos Professores, Prof. Dr. Ricardo Antonio Polanczyk e Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho, pela preciosa participação e contribuição durante meu Exame Geral de Qualificação.

Ao Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro do Instituto Biológico (IB - Campinas) pela confirmação da espécie *Brevipalpus yothersi*.

Ao Márcio Augusto Soares, por permitir a coleta de ácaros na Fazenda Agroterenas e aos proprietários das Fazendas Vila Rica e Costa e Melo por, também, permitirem a coleta de ácaros.

À minha orientadora de graduação Prof^a. Dr^a. Marineide Rosa Vieira pela amizade, oportunidade, ensinamentos e incentivo quando iniciei os trabalhos em pesquisa voltados para a área de Entomologia Agrícola.

À Crislany de Lima Barbosa Andrade, pelo auxílio indispensável na condução dos experimentos.

À Dra. Alessandra Marieli Vacari, pela ajuda prestada nas análises estatísticas.

Aos colegas do Laboratório de Acarologia - FCAV/UNESP: Dionísio Celso Figueiredo, Samuel de Carvalho Andrade, Ana Lúcia Benfatti Gonzalez Peronti, Fabiano Aparecido dos Santos, José Ricardo Lorençon, Cirano Cruz Melville, Matheus Rovere de Moraes, Jéssica Sanches, Jaqueline Dellavechia, Thaian Neves e Tamiris Barbosa, pela amizade e auxílio em diversas atividades.

Em especial aos meus grandes amigos de graduação Wanderson Moraes, Laíza Silva, Ludimila Viana, Maria Luana Alves, Aline Silva e Nayla Silva pelo carinho, risadas, companheirismo e momentos que levarei por toda vida.

Enfim, à todos que de alguma forma facilitaram a realização deste trabalho o meu eterno agradecimento.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

| | Página |
|--|---------------|
| RESUMO..... | ii |
| ABSTRACT..... | iii |
| LISTA DE TABELAS..... | iv |
| LISTA DE FIGURAS..... | vi |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 2. Revisão de literatura..... | 2 |
| 2.1 Aspectos biológicos de <i>Brevipalpus</i> spp. | 2 |
| 2.2 A leprose dos citros..... | 4 |
| 2.3 Produtos fitossanitários sobre a biologia de ácaros..... | 6 |
| 3. Materiais e Métodos..... | 8 |
| 3.1 Locais de coleta de <i>Brevipalpus yothersi</i> | 8 |
| 3.2 Identificação dos ácaros..... | 10 |
| 3.3 Biologia de populações de <i>Brevipalpus yothersi</i> | 11 |
| 3.4 Experimento 1: Populações mantidas sob frutos isentos de resíduos..... | 11 |
| 3.4.1 Experimento 2: Populações mantidas sob frutos com resíduos..... | 12 |
| 3.5 Parâmetros biológicos avaliados..... | 12 |
| 3.6 Tabela de Vida de Fertilidade..... | 12 |
| 4. Resultados..... | 13 |
| 5. Discussão..... | 21 |
| 6. Conclusões..... | 25 |
| 7. Referências..... | 26 |

BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE *Brevipalpus yothersi* (ACARI: TENUIPALPIDAE) ORIUNDOS DE DIFERENTES REGIÕES CITRÍCOLAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO - O ácaro *Brevipalpus yothersi* Baker é vetor da leprose dos citros, principal doença viral da citricultura mundial. Informações sobre a biologia de *B. yothersi* são essenciais para compreender a dinâmica populacional do ácaro no campo e inferir se mudanças no manejo do pomar em função da região pode alterar a biologia do ácaro. O objetivo do trabalho foi determinar a biologia e elaborar a tabela de vida de fertilidade de *B. yothersi* coletados em diferentes regiões citrícolas do estado de São Paulo. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Acarologia, pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Jaboticabal - SP. Os ácaros foram coletados em pomares cítricos das regiões de Barretos, Jales e Santa Cruz do Rio Pardo, posteriormente, em laboratório, foram multiplicados em frutos de laranja. Os parâmetros biológicos avaliados foram duração das fases de desenvolvimento, oviposição, período de incubação, viabilidade dos ovos, longevidade, taxa líquida de reprodução (R_0), tempo médio de geração (T), taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) e taxa finita de crescimento populacional (λ). Estes parâmetros foram avaliados em dois experimentos, o primeiro consistiu na biologia de *B. yothersi* em frutos isentos de resíduos de produtos fitossanitários à $23\pm 1^\circ\text{C}$ e o segundo sob frutos com resíduo de espiroclorfenol à $25\pm 1^\circ\text{C}$. As observações foram realizadas diariamente, pela manhã e ao fim da tarde. A duração do desenvolvimento, longevidade, período de pré-oviposição, taxa de oviposição e número de ovos de *B. yothersi* apresentaram diferenças entre as populações. O ciclo biológico de *B. yothersi* criados sobre frutos de laranja varia de 18 a 24 dias, considerando os intervalos de 22° a 26°C , 50 a 70% de umidade relativa e fotofase de 14 horas. As diferenças biológicas entre populações de *B. yothersi* indicam que há diferenças na dinâmica populacional do ácaro no campo, necessitando de manejos adequados para cada região para melhor controle da leprose.

Palavras-chave: *Citrus leprosis virus* - CiLV, *Citrus sinensis*, Leprose dos citros, Parâmetros Biológicos.

BIOLOGY AND LIFE TABLE OF *Brevipalpus yothersi* (ACARI: TENUIPALPIDAE) FROM DIFFERENTS CITRUS REGIONS OF SÃO PAULO STATE

ABSTRACT - The mite *Brevipalpus yothersi* Baker is the vector of the citrus leprosis, major viral disease of citrus worldwide. Information about *B. yothersi*'s biology are essential to understanding the population dynamics of the mite in the field and infer whether changes in orchard management by region can change the mite biology. The objective was to determine the biology and prepare the fertility life table of *B. yothersi* collected in different citrus regions of São Paulo state. The experiments were performed in Acarology Laboratory, belonging to the Faculty of Agricultural and Veterinary Sciences - FCAV/UNESP, Jaboticabal - SP. The mites were collected in citrus orchards in the regions of Barretos, Jales and Santa Cruz do Rio Pardo, later in the laboratory were multiplied in orange fruits. The biological parameters assessed were duration of the stages of development, oviposition, incubation period, egg viability, longevity, net reproductive rate (R_0), mean generation time (T), intrinsic rate of increase (r_m) and finite rate increase (λ). These parameters were evaluated in two experiments, the first consisted the biology of *B. yothersi* in fruits free of residues of pesticides at $23 \pm 1^\circ\text{C}$ and the second consisting of the biology of *B. yothersi* under fruit with spirodiclofen residue at $25 \pm 1^\circ\text{C}$. The observations were performed daily, in the morning and in the afternoon. The duration of the development, longevity, pre-oviposition period, oviposition rate and number of *B. yothersi* eggs showed differences between populations. The life cycle of *B. yothersi* created on orange fruit ranges from 18 to 24 days, considering the ranges of 22 to 26°C , 50-70% relative humidity and 14 hours. The biological differences between populations of *B. yothersi* indicate that there are differences in the population dynamics of the mite in the field, requiring adequate management practices for each region for better control of leprosis.

Keywords: *Citrus leprosis virus* - CiLV, *Citrus sinensis*, Citrus leprosis, Biological Parameters.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Duração média (dias \pm EP) de fases de desenvolvimento de *Brevipalpus yothersi* a 23 \pm 1°C, 60 \pm 10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....15

Tabela 2: Duração média (dias \pm EP) de fases de desenvolvimento de *Brevipalpus yothersi* mantidos sob frutos com resíduos de produto fitossanitário a 25 \pm 1°C, 60 \pm 10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....16

Tabela 3: Duração média (dias \pm EP) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós oviposição de *Brevipalpus yothersi* a 23 \pm 1°C, 60 \pm 10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....17

Tabela 4: Duração média (dias \pm EP) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós oviposição de *Brevipalpus yothersi* mantidos sob frutos com resíduos de produto fitossanitário a 25 \pm 1°C, 60 \pm 10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....17

Tabela 5: Número médio de ovos por fêmea (dias \pm EP) e viabilidade de ovos de *Brevipalpus yothersi* a 23 \pm 1°C, 60 \pm 10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....18

Tabela 6: Número médio de ovos por fêmea (dias \pm EP) e viabilidade de ovos de *Brevipalpus yothersi* mantidos sob frutos com resíduos de produto fitossanitário a 25 \pm 1°C, 60 \pm 10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....18

Tabela 7: Longevidade média (dias \pm EP) e ciclo de vida de *Brevipalpus yothersi* a 23 \pm 1°C, 60 \pm 10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....19

Tabela 8: Longevidade média (dias \pm EP) e ciclo de vida de *Brevipalpus yothersi* mantidos sob frutos com resíduo de produto fitossanitário a 25 \pm 1°C, 60 \pm 10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....19

Tabela 9. Taxa líquida de reprodução (Ro), duração média de uma geração (T) em dias, taxa intrínseca de incremento natural (rm) e taxa finita de incremento (λ) por fêmea de *Brevipalpus yothersi* por dia de diferentes populações a 23 \pm 1°C, 60 \pm 10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....20

Tabela 10. Taxa líquida de reprodução (R_0), duração média de uma geração (T) em dias, taxa intrínseca de incremento natural (r_m) e taxa finita de incremento (λ) por fêmea de *Brevipalpus yothersi* por dia de diferentes populações mantidas sob frutos com resíduo de produto fitossanitário a $25\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Destaque dos municípios de coleta de *Brevipalpus yothersi* no estado de São Paulo.....8

Figura 2: Condições climáticas das regiões de (A) Barretos, (B) Jales e (C) Santa Cruz do Rio Pardo. As médias climatológicas foram calculadas a partir de uma série de dados de 30 anos (INMET, 2015).....9

1. Introdução

A citricultura é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro. O Brasil é o principal país exportador de suco de laranja, com destaque para o estado de São Paulo com aproximadamente 80% da produção nacional (AGRIANUAL, 2013). Entretanto, nos últimos anos a citricultura brasileira vêm enfrentando diversas dificuldades, especialmente relacionadas à fitossanidade (HOY, 2011).

Pomares cítricos consistem em um agroecossistema complexo, nos quais vivem diversas espécies de insetos, ácaros e microrganismos que muitas vezes podem ocasionar prejuízos econômicos (HOY, 2011). Entre as espécies que causam prejuízos à citricultura brasileira, destacam-se alguns ácaros fitófagos (SILVA et al., 2012), tais como o ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus* spp. (Acari: Tenuipalpidae) e o ácaro da ferrugem dos citros *Phyllocoptrura oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2005).

Brevipalpus spp. podem ser encontrados em diversas regiões do planeta e são vetores da principal doença viral da citricultura no Brasil, a leprose dos citros (*Citrus leprosis virus - CiLV*) (BASTIANEL et al., 2010). A identificação de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), citado como único vetor da leprose no Brasil, foi revista por Beard et al. (2015), e algumas sinonímias foram recuperadas, tendo sido agora *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) reconhecido como uma dos principais vetores da leprose no Brasil (ROY et al., 2015). Beard et al. (2015) verificaram que *B. phoenicis* (sensu stricto) na verdade é pouco encontrado no Brasil.

A leprose está presente em praticamente todas as regiões produtoras de citros do país, especialmente no estado de São Paulo, onde é mais severa nas regiões norte e noroeste, provavelmente devido ao clima e aos períodos prolongados de estiagem que favorecem o aumento populacional do ácaro vetor (BASSANEZI et al., 2002).

A quantidade de lesões e a época de aparecimento dos sintomas podem causar queda prematura de frutos e intensa desfolha, reduzindo a capacidade fotossintética. Ramos afetados pela doença apresentam redução na produção de frutos e tornam-se sujeitos à instalação de parasitas secundários. Em casos

extremos, os ramos podem secar completamente, levando à morte de plantas jovens (BASSANEZI et al., 2002; LOCALI et al., 2003).

O ciclo biológico de *Brevipalpus* spp. é composto por quatro estágios ativos (larva, protoninfa, deutoninfa e adulto) e quatro imóveis (ovo, protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida) (CHILDERS et al., 2001). Este varia entre 14 e 43 dias, conforme fatores climáticos, temperatura e umidade relativa, além da planta hospedeira (CHILDERS et al., 2003). De acordo com Chagas et al. (1984) em todos estágios de desenvolvimento o ácaro (larva, ninfa e adulto) é capaz de adquirir o vírus e transmitir com eficiência.

Apesar da importância de *B. yothersi* para citricultura sua biologia ainda não foi determinada, tampouco se conhece as possíveis diferenças no desenvolvimento biológico entre populações de *B. yothersi*. Informações sobre a biologia de *B. yothersi* são essenciais para compreender a dinâmica populacional do ácaro no campo e inferir o manejo realizado no pomar altera a biologia do ácaro. Estes conhecimentos podem ajudar a explicar o fato da leprose ser mais severa em algumas regiões. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi determinar a biologia e elaborar a tabela de vida de fertilidade de *B. yothersi* oriundos de diferentes regiões citrícolas do estado de São Paulo.

2. Revisão de literatura

2.1 Aspectos biológicos de *Brevipalpus* spp.

Representante da família Tenuipalpidae, o gênero *Brevipalpus* é o de maior destaque, pois apresenta cerca de 280 espécies identificadas (MESA et al., 2009). Devido ao idiossoma achatado dorso-ventralmente na maioria de seus representantes, são popularmente denominados de "ácaros planos". As espécies pertencentes a este gênero apresentam tamanho diminuto e ocorrem em diferentes regiões do planeta, especialmente em locais de clima tropical e subtropical (RODRIGUES et al., 2003).

De acordo com Childers et al. (2003), foram registradas 486 espécies de plantas hospedeiras de *Brevipalpus* spp. No Brasil, o principal hospedeiro de *B. phoenicis*, atualmente revisto, são as plantas de citros, sendo que este ácaro apresenta *status* de praga-chave nesta cultura (CHIAVEGATO, 1991).

Pouco se conhece sobre hospedeiros e localidades onde se encontram os ácaros *B. yothersi*. Estudos realizados recentemente confirmaram a ocorrência de *B. yothersi* em citros, café e outras frutíferas, como lichia, maracujá, acerola, carambola, amora e seriguela (MINEIRO et al., 2015). Para citros, houve confirmação de *B. yothersi* nos municípios de Artur Nogueira, Barretos, Campinas, Caraguatatuba, Cordeirópolis, Descalvado, Guarujá, Holambra, Itirapina, Jaguariúna, Monte Alegre do Sul, Reginópolis e Santos (MINEIRO et al., 2015).

O ciclo biológico de *Brevipalpus* spp. é composto por quatro estágios ativos (larva, protoninfa, deutoninfa e adulto) e quatro imóveis (ovo, protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida) (CHILDERS et al., 2001). A duração de cada fase é extremamente variável, dependendo principalmente das condições ambientais, como temperatura e umidade, e da planta hospedeira (CHIAVEGATO; MISCHAN, 1987; WEEKS et al., 2001) oscilando entre 14 e 43 dias (CHILDERS et al., 2003).

Ovos de *Brevipalpus* geralmente são elípticos e de coloração alaranjada, medindo cerca de 0,084mm de comprimento e 0,06mm de diâmetro (RODRIGUES; MACHADO, 1999). Possuem uma substância viscosa que dificulta sua remoção e os protegem contra danos físicos, facilitando sua adesão ao substrato (JEPPSON et al., 1975).

Ao final da fase de ovo, eclode a larva que apresenta coloração vermelho-brilhante. Em sequência, iniciam-se os estágios de ninfa que dão origem aos adultos. Nas populações de campo, é possível visualizar tanto fêmeas quanto machos, embora este último seja bastante raro (LAL, 1978; FLECHTMANN, 1985).

A reprodução de ácaros *Brevipalpus*, em sua maioria, ocorre por partenogênese telítica, onde fêmeas não fecundadas darão origem a fêmeas (LAL, 1978).

O ácaro ocorre o ano todo nos pomares, com picos populacionais em épocas de menor precipitação pluviométrica (LARANJEIRA et al., 2015). No caso do estado de São Paulo, a maior incidência está entre os meses de maio à agosto (OLIVEIRA, 1986). O nível populacional deste ácaro aumenta conforme os frutos se desenvolvem (RODRIGUES et al., 2003).

Estudos realizados no Egito com *B. phoenicis*, à temperatura ambiente

permitiu verificar que as fêmeas ovipositaram em média de 16,3 ovos por fêmea no verão e apenas 12,5 ovos por fêmea no inverno (ZAHER et al., 1971).

Para *B. phoenicis* criados em citros sob condições de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase, o período de ovo adulto foi de 19,20 dias, com longevidade de 22,22 dias e média de 22,54 ovos por fêmea (CHIAVEGATO, 1986). Quando criados em mamoeiro, o período de ovo a adulto para *B. phoenicis* chegou a 29,3 dias (HARAMOTO, 1966).

Ao comparar o desenvolvimento de *B. phoenicis* em citros e cafeeiro à $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 14 h de fotofase, foi possível constatar que os períodos embrionário e pós-embrionário apresentaram diferenças em função do hospedeiro em que o ácaro foi criado. *B. phoenicis* teve desenvolvimento mais rápido, maior sobrevivência e maior fertilidade específica em frutos cítricos do que sob folhas de cafeeiro (TEODORO; REIS, 2006).

Estudos realizados com *Brevipalpus obovatus* Donnadieu criados em folhas de maracujá amarelo, sob condições de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase, apresentaram valores para o período de ovo a adulto de 19,11 dias, com sobrevivência de 86,11%. A longevidade média das fêmeas foi de 37,69 dias e a oviposição média diária de 1,29 ovos por fêmea (NORONHA; CAVALCANTE, 2011).

Em videira, o ácaro *Brevipalpus chilensis* Baker criados à 25°C e 50% de umidade relativa concluíram o ciclo de ovo a adulto em 44 dias, com longevidade média de 32 dias, ovipositando em média um ovo por dia (GONZALEZ; ROBERTO, 1958).

2.2 A leprose dos citros

A transmissão do vírus *Citrus leprosis virus* - CiLV está condicionada à alimentação dos ácaros, uma vez que o ácaro passa a ser vetor após alimentar-se de tecido com vírus. O vírus CiLV age de maneira localizada na planta, sendo considerada uma doença de ação não-sistêmica (RODRIGUES et al., 2003).

Duas formas distintas do vírus da leprose são conhecidas, o tipo citoplasmático *Citrus leprosis virus* – CiLV-C pertencente ao gênero *Cilevirus* (LOCALI-FABRIS et al., 2006) e o tipo nuclear *Citrus leprosis virus* – CiLV-N pertencente ao gênero *Dichorhavirus* (KITAJIMA et al., 1974; DIETZGEN et al.,

2014). Os sintomas típicos de leprose são atribuídos ao CiLV-C (LOCALI-FABRIS et al., 2006) e ao CiLV-C2 encontrado recentemente na Colômbia em laranjeira Valência (ROY et al., 2013), cujas partículas encontram-se no citoplasma das células infectadas (KITAJIMA et al., 1972; ROY et al., 2013). O tipo citoplasmático é predominante na maior parte dos casos (NUNES et al., 2012) e sabe-se que as duas formas de CiLV não compartilham sequências genômicas, sendo considerados vírus geneticamente distintos (FREITAS-ASTÚA et al., 2005). Experimentos biológicos e moleculares confirmaram que não há transmissão transovariana do CiLV-C em *Brevipalpus* sp. (BOARETTO et al., 1993; NOVELLI et al., 2005).

Os sintomas da leprose são caracterizados pelo aparecimento de lesões cloróticas e/ou necróticas, lisas ou salientes, circulares ou alongadas quando próximas às nervuras foliares (LOCALI et al., 2003). Em geral, os sintomas são visíveis a partir de 17 a 60 dias após a infecção do tecido vegetal, sempre nos locais onde o ácaro se alimenta (CHIAVEGATO; SALIBE, 1984). Nas folhas, os sintomas frequentemente aparentam manchas amareladas, com 2 ou 3 mm de diâmetro, rodeados por um halo clorótico; folhas mais velhas apresentam, inicialmente, lesões cloróticas e lisas nas duas faces, que aumentam seu tamanho, tornando-se marrom-avermelhadas, podendo ser lisas ou salientes e com ou sem centro necrótico. Frutos verdes mostram lesões inicialmente amareladas, tornando-se escurecidas ou marrons rodeadas por um halo amarelado; em estágio avançado de amadurecimento, ocorrem manchas escuras e deprimidas, podendo ser rodeadas por halo esverdeado (ROSSETTI et al., 1969; TASSI, 2014).

Estudos sugerem que cerca de 90% dos dispêndios totais gastos anualmente com produtos fitossanitários utilizados na citricultura referem-se aos acaricidas, sendo que destes 80% são para o controle do vetor da leprose (NEVES et al., 2002). De acordo com Bassanezi (2004) a queda e a depreciação dos frutos lesionados variam de 2% quando há um controle eficiente da doença até 40 a 100% quando as medidas de controle não são adotadas.

As medidas de manejo adotadas pelos citricultores são diversificadas, dentre elas, pode-se citar: o controle do vetor, podas e remoção de plantas doentes, instalação de cercas vivas, controle de plantas daninhas hospedeiras do ácaro, utilização de mudas saudáveis, além do controle sobre a circulação de

peças e materiais nos pomares (BASSANEZI, 2004; CHILDERS et al., 2001; OLIVEIRA, 2004; RODRIGUES et al., 2003). Embora o manejo integrado abranja a atuação combinada e racional de táticas de controle com base no monitoramento das populações do ácaro, a utilização de acaricidas ainda é a principal tática empregada para o controle da leprose (OLIVEIRA, 2004).

2.3 Produtos fitossanitários sobre a biologia de ácaros

Doses subletais provocam alterações nos processos fisiológicos tanto de inimigos naturais, quanto de espécies-pragas. O conhecimento destes efeitos são fundamentais, uma vez que podem afetar alguns parâmetros biológicos, entre eles, a fecundidade, longevidade, taxa de desenvolvimento e a razão sexual (PARRA et al., 2002).

Na maioria dos pomares, o controle de *Brevipalpus* spp. por métodos químicos é a prática mais utilizada, justificando o fato dos investimentos na compra e aplicação de acaricidas representarem um dos maiores custos na produção citrícola (NEVES et al., 2004).

A crescente participação dos produtos fitossanitários na citricultura vem aumentando consideravelmente. O agravante desta situação deve-se ao elevado número de aplicações dos produtos fitossanitários que são realizadas ao longo do ano (NEVES et al., 2004). Geralmente, após o final do período chuvoso e durante todo período de estiagem, quando a população de *Brevipalpus* spp. começa, efetivamente, a aumentar, são realizadas 2 ou 3 aplicações de acaricidas (BASSANEZI, 2004). Isto ocorre devido a problemas relacionados aos métodos de amostragem e aos níveis de ação empíricos.

Segundo Gravena (2004) o nível de ação para controle do ácaro da leprose é de 10% de frutos ou ramos com presença de ácaros. Entretanto, segundo Bassanezi (2004) as aplicações podem ser realizadas a partir da constatação dos primeiros ácaros ou em níveis de infestação de um ácaro em 15% de frutos ou ramos amostrados.

A relação de produtos fitossanitários recomendados para o controle de ácaros em citros é bastante variada e abrange os mais diferentes grupos químicos, modos de ação e classes toxicológicas. Apesar da gama de opções, atualmente, poucos acaricidas são eficazes para controle do ácaro da leprose.

No caso de *B. phoenicis* estes problemas são agravados principalmente devido às características bioecológicas da praga, táticas de controle mal empregadas e genética da resistência, pois estes fatores são responsáveis pela rapidez com que ocorre a resistência mediante pressão de seleção (GEORGHIOU; TAYLOR, 1977). Como exemplo desta situação, para produtos como dicofol, organoestânicos e propargite foram encontradas populações resistentes de *B. phoenicis* (KONNO et al., 2001; OMOTO et al., 2000).

Na tentativa de impedir maiores prejuízos vem ocorrendo o uso excessivo dos produtos fitossanitários, tanto em termos de aumento das doses recomendadas quanto a diminuição do intervalo entre as aplicações. As consequências deste processo são variadas e promovem efeitos indesejáveis que afetam toda a cadeia produtiva da cultura. Efeitos de caráter fisiológico compreendem alterações na fecundidade e taxa de eclosão, tanto reduzindo-as como aumentando-as; na velocidade de desenvolvimento, seja acelerando ou retardando o processo e na redução da longevidade (PARRA et al., 2002).

O termo hormoligose foi utilizado na literatura, antes de hormese, e significa o fenômeno no qual quantidades subletais de agentes estressantes podem ser benéficas para organismos (LUCKEY, 1968). Originalmente, hormese foi definido como um comportamento de fases, no qual uma característica biológica é estimulada por baixas doses de um composto, mas inibida por altas doses do mesmo (TURTURRO et al., 2001). Geralmente é definida como um efeito estimulatório em parâmetros biológicos que pode ser maior que 30% em relação ao controle (CHAPMAN, 2001).

Esse princípio ajuda a explicar muitos casos de ressurgência de pragas após aplicações de produtos fitossanitários no campo (LUCKEY, 1968).

Diante disso, algumas teorias podem explicar o aumento de ácaros após a aplicação incorreta de produtos fitossanitários. A primeira é a queda da população de predadores pela aplicação de produtos fitossanitários não seletivos (YAMAMOTO; PARRA, 2005); a segunda é a melhoria nas condições da planta hospedeira, vinda da adubação e de práticas culturais, ou por mudanças provocadas por produtos fitossanitários na fisiologia das plantas, trofobiose (TOKESHI, 2002); a terceira é o estímulo direto ao ácaro por dosagens subletais do produto fitossanitário, hormoligose (REIS; ZACARIAS, 2007) e a quarta é a

resistência aos produtos fitossanitários (OMOTO et al., 2000).

3. Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Acarologia, pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, câmpus de Jaboticabal.

3.1 Locais de coleta de *Brevipalpus yothersi*

Os ácaros *B. yothersi* foram coletados nas regiões oeste (Barretos), noroeste (Jales) e centro-sul (Santa Cruz do Rio Pardo) do estado de São Paulo (Figura 1). Barretos apresenta temperatura média de 24,8°C, umidade relativa média de 62% e precipitação anual média de 1.253,7 (mm) (Figura 2A). Jales apresenta temperatura média de 24,3°C, umidade relativa média de 66% e precipitação anual média de 1.221,6 (mm) (Figura 2B). Santa Cruz do Rio Pardo apresenta temperatura média de 22,6°C, umidade relativa média de 71,4% e precipitação anual média de 1.475,3 (mm) (Figura 2C) (INMET, 2015). Estes valores foram calculados com base na média dos últimos trinta anos.

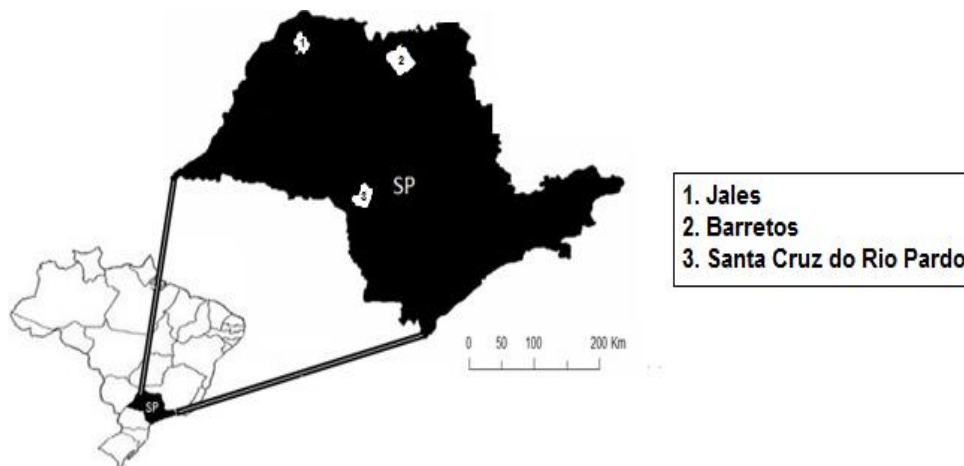


Figura 1: Destaque dos municípios de coleta de *Brevipalpus yothersi* no estado de São Paulo.

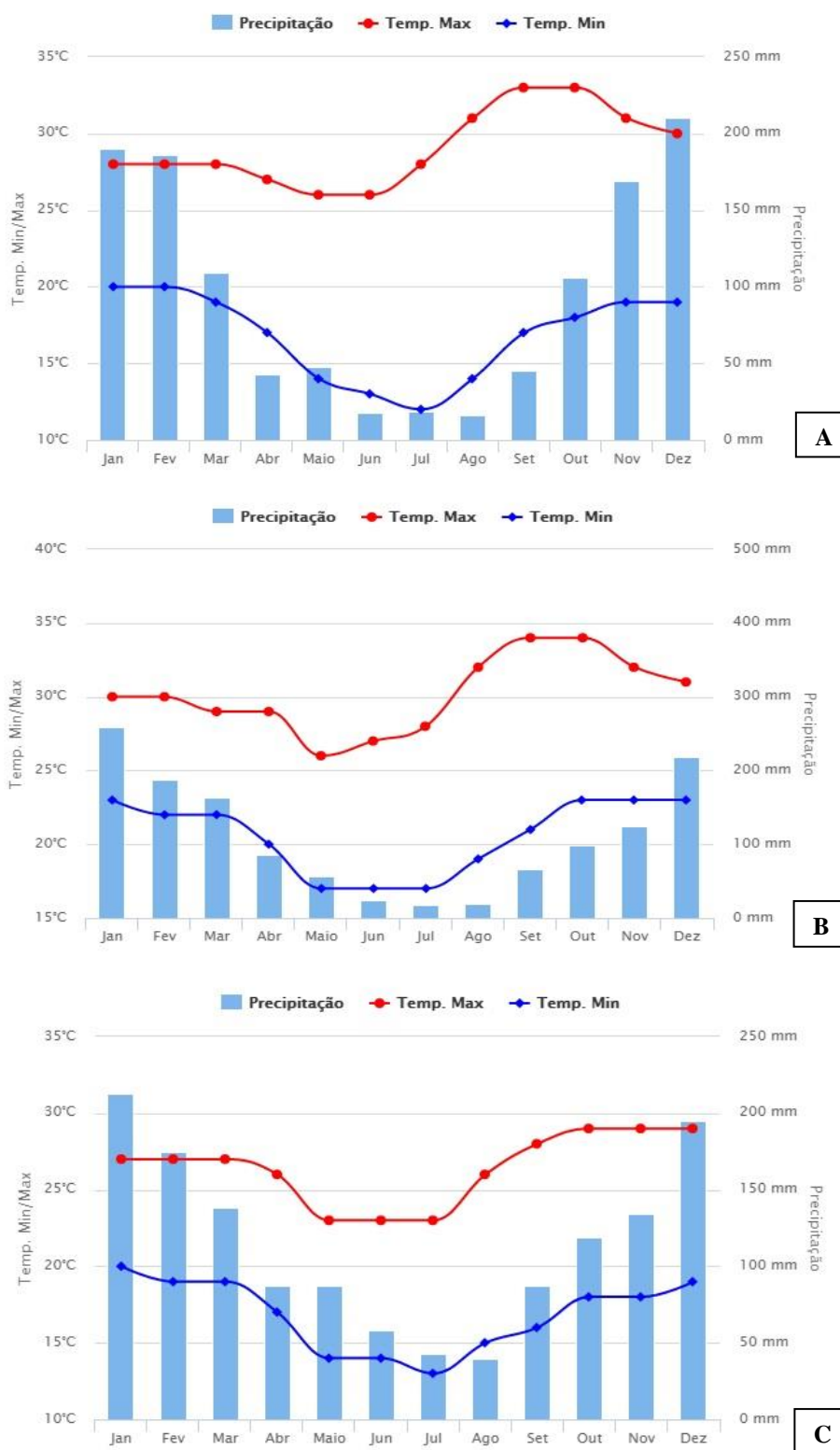


Figura 2: Condições climáticas das regiões de (A) Barretos, (B) Jales e (C) Santa Cruz do Rio Pardo. As médias climatológicas foram calculadas a partir de um série de dados de 30 anos (INMET, 2015).

A primeira população foi coletada na Fazenda Agroterenas em Santa Cruz do Rio Pardo-SP no dia 29/08/2014 em plantas de laranja da variedade 'Pera' *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, enxertada sobre tangerina 'Cleópatra' (*C. reshni* Hort. ex Tan.) com 9 anos de idade. A segunda população foi coletada na Fazenda Vila Rica em Barretos-SP no dia 12/09/2014 em laranjeira 'Valência' *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, enxertada em tangerina 'Sunki' (*C. sunki* Hort. ex Tan.), com 5 anos de idade. Por fim, a terceira população, coletada na Fazenda Costa e Melo em Jales-SP no dia 07/11/2014 em plantas de lima 'Verde' *C. sinensis* (L.) Osbeck, enxertada sobre limão 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck) com 13 anos de idade. Os três pomares de coleta são comerciais e com aplicações rotineiras de produtos fitossanitários.

Nos pomares foram colhidos frutos de laranja infestados com o ácaro, sendo colocados em caixas de isopor e encaminhados ao laboratório. Em seguida, os ácaros foram removidos dos frutos com auxílio de máquina de varredura (OLIVEIRA, 1983) e repassados para multiplicação sobre frutos de laranja da variedade 'Natal', colhidos em pomar sem aplicações de produtos fitossanitários.

Os frutos utilizados na multiplicação dos ácaros foram primeiramente lavados em água corrente e parcialmente parafinados, deixando-se uma arena para a colonização dos ácaros. No centro das arenas foram confeccionadas irregularidades sobre a casca com mistura de areia fina, gesso, farinha de trigo e água, na proporção 4:1:1:3 com intuito de simular a verrugose, dada a preferência do ácaro por superfícies irregulares (ALBUQUERQUE et al., 1997; TASSI, 2014). Para impedir a fuga dos ácaros, a arena foi circundada por uma fina camada de cola (Tree Tanglefoot ®). Após a preparação das arenas, os ácaros coletados foram transferidos com pincel de um pelo sob microscópio estereoscópico. Os frutos foram colocados em cartelas e permaneceram em câmara climatizada com temperatura de $23\pm 1^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas. Os frutos foram renovados sempre que necessário, encostando-se o fruto velho no fruto novo para migração dos ácaros.

3.2 Identificação dos ácaros

A identificação da espécie foi feita com base em fêmeas adultas das diferentes populações. Para isto, após a morte do ácaro, foram montadas fêmeas em lâminas de vidro em meio de Hoyer, com o auxílio de microscópio estereoscópico. Após a montagem, as lâminas permaneceram na estufa, a 45°C por 7 dias, sendo posteriormente retiradas da estufa e vedadas com esmalte incolor. Somente os dados para *B. yothersi* foram considerados para análises deixando aproximadamente 50 indivíduos por população. As identificações foram realizadas no microscópio de contraste de fases Zeiss modelo Axion Imager A2, utilizando como referência o trabalho Beard et al. (2015). Algumas lâminas foram enviadas ao Instituto Biológico de Campinas-SP para confirmação da espécie pelo Dr. Jeferson Luis de Carvalho Mineiro.

3.3 Biologia de populações de *Brevipalpus yothersi*

Para determinação de parâmetros biológicos dos ácaros foram utilizados como substrato frutos colhidos no mesmo pomar mencionado para as criações dos ácaros em laboratório. Da mesma forma, os frutos foram parcialmente parafinados, deixando-se uma arena de 2,5 cm sem parafina que foi circundada com cola. Para cada fruto foi transferida uma fêmea adulta da população correspondente, que permaneceu ovipositando sobre os frutos por um período de 24 horas. Após este período a fêmea foi eliminada, deixando-se apenas um ovo por fruto para acompanhamento do ciclo biológico. Foram realizadas 50 repetições para cada população, totalizando 150 frutos por tratamento.

3.4 Experimento 1: Populações mantidas sob frutos isentos de resíduos de produtos fitossanitários à 23±1°C

O primeiro experimento teve início em junho e término em agosto de 2015. Os frutos utilizados foram preparados conforme metodologia descrita no item 2.3 foram mantidos em câmara climatizada com temperatura de 23±1°C, 60±10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

3.4.1 Experimento 2: Populações mantidas sob frutos com resíduos de produto fitossanitário à $25\pm 1^{\circ}\text{C}$

O segundo experimento teve início em agosto e término em setembro de 2015. Os frutos utilizados foram preparados de forma semelhante à metodologia descrita e previamente tratados com o acaricida espirodiclofeno (Envidor 240 SC®) na subdosagem de 1 ppm. O acaricida foi aplicado sobre os frutos 48 horas antes da transferência dos ácaros em Torre de Potter, utilizando-se 2,0 mL por fruto, o que correspondeu a uma deposição média de 1,56 mg cm². Posteriormente, estes frutos foram mantidos em câmara climatizada com temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

3.5 Parâmetros biológicos avaliados

As arenas foram examinadas diariamente, no início da manhã e ao final da tarde, com o intuito de avaliar parâmetros acerca da duração de cada fase de desenvolvimento, número médio de ovos por fêmea, período de incubação, viabilidade dos ovos e longevidade. Com os dados biológicos obtidos foram estimados os parâmetros necessários para a construção da tabela de vida de fertilidade. Os dados obtidos também foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.6 Tabela de vida de fertilidade

Para complementar os dados sobre biologia do ácaro *B. yothersi*, os parâmetros da tabela de vida de fertilidade [taxa líquida de reprodução (R_0), tempo médio de geração (T), taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), taxa finita de crescimento populacional (λ) e tempo médio em dias para duplicar a população em número (TD)], foram calculados com auxílio do programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 2002) que se baseia no método Jackknife para estimar os parâmetros, intervalos de confiança e permitir a comparação entre os tratamentos (MAIA et al., 2000).

4. Resultados

A duração do ciclo biológico (ovo-adulto) de *B. yothersi* criados sob frutos isentos de resíduos de produtos fitossanitários variou de 22 a 24 dias, com diferença significativa entre as populações (Tabela 1). Entretanto, esse período é reduzido para as populações quando estas são submetidas a um aumento na temperatura de 2°C e mantidas sob frutos com resíduos de espiroclorfenol, variando de 18 a 20 dias (Tabela 2). A população de Santa Cruz do Rio Pardo foi a que completou o ciclo em menor período de tempo em ambos os experimentos, da mesma forma que a população de Barretos concluiu em maior período de tempo.

A incubação foi a fase mais variável entre as populações, principalmente entre as populações de Barretos e Santa Cruz do Rio Pardo. No primeiro experimento, a população de Barretos apresentou um período de incubação de 2,90 dias a mais que a população de Santa Cruz do Rio Pardo, o mesmo ocorreu no segundo experimento, com um intervalo de 1,86 dias a mais.

A duração dos períodos de larva e protoninfa também diferiram significativamente entre as populações, sendo que a população de Santa Cruz do Rio Pardo apresentou duração maior para estas fases de desenvolvimento. Por outro lado, para a fase de deutoninfa, a população de Santa Cruz do Rio Pardo diferiu das demais populações, apresentando menor duração para este período.

A população de Barretos apresentou a menor duração do período de pré-oviposição nos experimentos (Tabelas 3 e 4). As populações de Barretos e Jales, em ambos experimentos, apresentaram duração mais prolongada para o período de oviposição, sendo este período superior a 19 dias no primeiro experimento e superior a 17 dias no segundo experimento. O período de pós-oviposição, assim como os períodos de pré-oviposição e oviposição, diminuíram no experimento sob frutos com resíduos de espiroclorfenol associado ao aumento de temperatura para as populações estudadas.

Embora a população de Santa Cruz do Rio Pardo tenha um período de oviposição menor, em torno de 17 dias, no primeiro experimento, a viabilidade de seus ovos foi de 99,36%, sendo que, cada fêmea ovipositou em média 19 ovos

ao longo deste período (Tabela 5). Já no segundo experimento, a viabilidade caiu para 74,90%, com uma média de 20 ovos por fêmea. As fêmeas das populações de Barretos e Jales, com média de 21 ovos no primeiro experimento, apresentam a viabilidade de 97,40% e 98,06%, respectivamente (Tabela 5). No segundo experimento, as fêmeas da população de Barretos destacaram-se com uma oviposição média de 25 ovos por fêmea, porém com viabilidade de 68,35%. Para a população de Jales, cada fêmea ovipositou em média 22 ovos, com redução de 23% na viabilidade dos ovos (Tabela 6).

A longevidade entre as populações de *B. yothersi*, para o primeiro experimento, variou de 23,76 a 25,90 dias, de forma que a população de Jales sobreviveu por um período maior, seguida pela população de Barretos e por último, a população de Santa Cruz do Rio Pardo (Tabela 7). As populações de Barretos e Jales atingiram, aproximadamente, 49 dias para o ciclo de vida, enquanto que a população de Santa Cruz do Rio Pardo completou seu ciclo em 45,5 dias (Tabela 7). Para o segundo experimento, os períodos de longevidade e consequentemente o ciclo de vida foram reduzidos. A longevidade variou de 19,38 para a população de Santa Cruz do Rio Pardo a 20,94 dias para a população de Jales. O ciclo de vida foi de aproximadamente 40 dias para as populações de Barretos e Jales e de 37 dias para a população de Santa Cruz do Rio Pardo (Tabela 8). Considerando as populações de Barretos e Jales, houve redução de aproximadamente 10 dias no ciclo de vida, do primeiro para o segundo experimento.

A taxa líquida de reprodução (**R_0**) observada para *B. yothersi* de diferentes populações variou de 19,4634 (Santa Cruz do Rio Pardo) a 21,1484 (Jales) vezes a cada geração para os ácaros mantidos em frutos isentos de resíduos de produtos fitossanitários (Tabela 9). Esses baixos valores de **R_0** podem ser atribuídos principalmente ao baixo número de ovos depositados pelas fêmeas (Tabela 5).

O número médio de ovos depositados pelas fêmeas da população de Jales foi de 21,6 enquanto que a população de Santa Cruz do Rio Pardo obteve média de 19,7 ovos/fêmeas. O maior contraste entre o valor das taxas finitas de incremento (**λ**) foram observados entre as populações de Barretos (1,1928) e Jales (1,1820) (Tabela 9).

Tabela 1. Duração média (dias \pm EP) de fases de desenvolvimento de *Brevipalpus yothersi* a $23\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| População | Ovo | Larva | Protocrisálida | Protoninfa | Deutocrisálida | Deutoninfa | Teliocrisálida | Ovo-Adulto |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| Barretos | 10,40 \pm 0,09 a | 1,98 \pm 0,06 b | 1,77 \pm 0,09 b | 3,30 \pm 0,06 a | 1,70 \pm 0,02 b | 2,81 \pm 0,09 ab | 2,0 \pm 0,11 a | 23,96 \pm 0,13 a |
| | (n=47) | (n=47) | (n=47) | (n=47) | (n=47) | (n=47) | (n=47) | (n=47) |
| Jales | 9,94 \pm 0,10 b | 2,12 \pm 0,11 b | 2,14 \pm 0,04 a | 2,38 \pm 0,09 b | 1,80 \pm 0,04 b | 2,98 \pm 0,10 a | 1,98 \pm 0,14 a | 23,40 \pm 0,12 b |
| | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) |
| Santa Cruz do Rio Pardo | 7,50 \pm 0,09 c | 2,82 \pm 0,08 a | 2,00 \pm 0,05 a | 3,30 \pm 0,07 a | 2,26 \pm 0,03 a | 2,76 \pm 0,12 b | 1,08 \pm 0,10 b | 21,76 \pm 0,15 c |
| | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) | (n=50) |
| Estatística | F=293,22** | F=66,44** | F=13,45** | F=41,70** | F=22,89** | F=4,95** | F=295,27** | F=72,49** |
| | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 2. Duração média (dias \pm EP) de fases de desenvolvimento de *Brevipalpus yothersi* mantidos em frutos com resíduos de espiroclorfenolato a $25\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| População | Ovo | Larva | Protocrisálida | Protoninfa | Deutocrisálida | Deutoninfa | Teliocrisálida | Ovo-Adulto |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Barretos | 8,38 \pm 0,08 a (n=50) | 1,68 \pm 0,04 b (n=50) | 1,06 \pm 0,03 b (n=50) | 2,74 \pm 0,06 b (n=50) | 1,78 \pm 0,09 b (n=50) | 3,08 \pm 0,04 a (n=50) | 1,26 \pm 0,02 a (n=50) | 19,98 \pm 0,08 a (n=50) |
| Jales | 7,70 \pm 0,10 b (n=50) | 1,94 \pm 0,03ab (n=50) | 1,10 \pm 0,02 ab (n=50) | 1,82 \pm 0,04 c (n=50) | 2,0 \pm 0,08 a (n=50) | 3,26 \pm 0,05 a (n=50) | 1,18 \pm 0,04 a (n=50) | 19,00 \pm 0,07 b (n=50) |
| Santa Cruz do Rio Pardo | 6,52 \pm 0,08 c (n=50) | 2,20 \pm 0,05 a (n=50) | 1,24 \pm 0,03 a (n=50) | 3,04 \pm 0,07 a (n=50) | 1,70 \pm 0,05 b (n=50) | 2,14 \pm 0,05 b (n=50) | 1,26 \pm 0,03 a (n=50) | 18,10 \pm 0,09 c (n=50) |
| Estatística | F=110,79** P<0,01 | F=10,87** P<0,01 | F=3,99* 0,01 =< P <0,05 | F=66,13** P<0,01 | F=9,30** P<0,01 | F=61,37** P<0,01 | F=0,59 ^{ns} P>=0,05 | 36,21** P<0,01 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 3. Duração média (dias \pm EP) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de fêmeas de *Brevipalpus yothersi* a $23\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| População | Pré-oviposição | Oviposição | Pós-oviposição |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Barretos | 2,66 \pm 0,14 b (n=47) | 19,32 \pm 0,25 a (n=47) | 2,96 \pm 0,21 a (n=47) |
| Jales | 3,52 \pm 0,10 a (n=50) | 19,20 \pm 0,22 a (n=50) | 3,18 \pm 0,12 a (n=50) |
| Santa Cruz do Rio Pardo | 3,40 \pm 0,17 a (n=50) | 16,98 \pm 0,25 b (n=50) | 3,38 \pm 0,12 a (n=50) |
| Estatística | F=10,95** P<0,01 | F=29,89** P<0,01 | F=1,93 ^{ns} P<0,05 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 4. Duração média (dias \pm EP) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de fêmeas de *Brevipalpus yothersi* mantidas sob frutos com aplicação de espiroclorfenol a $25\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| População | Pré-oviposição | Oviposição | Pós-oviposição |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Barretos | 1,52 \pm 0,07 b (n=50) | 17,20 \pm 0,16 a (n=50) | 1,56 \pm 0,07 b (n=50) |
| Jales | 1,98 \pm 0,09 a (n=50) | 17,12 \pm 0,19 a (n=50) | 1,84 \pm 0,09 a (n=50) |
| Santa Cruz do Rio Pardo | 1,68 \pm 0,07 b (n=50) | 16,04 \pm 0,19 b (n=50) | 1,66 \pm 0,07 ab (n=50) |
| Estatística | 9,47** P<0,01 | 13,23** P<0,01 | 3,50* 0,01=<P<0,05 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 5. Número médio de ovos por fêmea (dias \pm EP) e viabilidade de ovos de *Brevipalpus yothersi* a $23\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| Populações | Nº de ovos | Viabilidade |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Barretos | 21,30 \pm 0,36 a (n=47) | 97,40 \pm 0,61 b (n=47) |
| Jales | 21,58 \pm 0,29 a (n=50) | 98,06 \pm 0,54 ab (n=50) |
| Santa Cruz do Rio Pardo | 19,66 \pm 0,22 b (n=50) | 99,36 \pm 0,25 a (n=50) |
| Estatística | F=12,59** P<0,01 | F=4,11* 0,01=<P<0,05 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 6. Número médio de ovos por fêmea (dias \pm EP) e viabilidade de ovos de *Brevipalpus yothersi* mantidas sob frutos com aplicação de espiroclorofeno a $25\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| Populações | Nº de ovos | Viabilidade |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Barretos | 25,32 \pm 0,14 a (n=50) | 68,35 \pm 0,66 b (n=50) |
| Jales | 22,54 \pm 0,09 b (n=50) | 75,41 \pm 1,10 a (n=50) |
| Santa Cruz do Rio Pardo | 20,40 \pm 0,15 c (n=50) | 74,90 \pm 1,50 a (n=50) |
| Estatística | 368,76** P<0,01 | 11,85** P<0,01 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 7. Longevidade média (dias \pm EP) e ciclo de vida de *Brevipalpus yothersi* a $23\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| Populações | Longevidade | Ciclo de vida |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Barretos | 24,96 \pm 0,18 b (n=47) | 48,91 \pm 0,16 b (n=47) |
| Jales | 25,90 \pm 0,20 a (n=50) | 49,3 \pm 0,21 a (n=50) |
| Santa Cruz do Rio Pardo | 23,76 \pm 0,31 c (n=50) | 45,52 \pm 0,31 c (n=50) |
| Estatística | F=22,40** P<0,01 | F=21,07** P<0,01 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 8. Longevidade média (dias \pm EP) e ciclo de vida de *Brevipalpus yothersi* mantidos sob frutos com aplicação de espiroclorfenol a $25\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| Populações | Longevidade | Ciclo de vida |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Barretos | 20,28 \pm 0,13 b (n=50) | 40,26 \pm 0,15 a (n=50) |
| Jales | 20,94 \pm 0,14 a (n=50) | 39,94 \pm 0,18 b (n=50) |
| Santa Cruz do Rio Pardo | 19,38 \pm 0,18 c (n=50) | 37,48 \pm 0,14 c (n=50) |
| Estatística | 26,72 ** P<0,01 | 23,54 ** P<0,01 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Para o segundo experimento, os parâmetros avaliados foram menores em relação ao primeiro experimento (Tabela 10). Considerando a taxa de líquida de reprodução (**Ro**), notou-se que mesmo com um número maior de ovos depositados pelas fêmeas, devido a baixa viabilidade, o valor apresentado é inferior ao do primeiro experimento (Tabelas 5 e 6). Diante das populações estudadas, o valor correspondente a taxa intrínseca de incremento natural (**r_m**), demonstrou que a população de Barretos, diante das condições submetidas foi a população mais bem sucedida.

Tabela 9. Taxa líquida de reprodução (**R_o**), duração média de uma geração (**T**) em dias, taxa intrínseca de incremento natural (**r_m**) e taxa finita de incremento (**λ**) por fêmea de *Brevipalpus yothersi* por dia de diferentes populações a 23±1°C, 60±10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| Parâmetros biológicos | Populações | | |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | Barretos | Jales | Santa Cruz do Rio Pardo |
| T | 17,17 ± 1,26 b | 18,24 ± 1,17 a | 17,25 ± 1,19 b |
| R_o | 20,658 ± 0,04 b | 21,148 ± 0,01 a | 19,463 ± 0,02 c |
| r_m | 0,1763 ± 0,001 a | 0,1672 ± 0,001 b | 0,1719 ± 0,002 a |
| λ | 1,1928 ± 0,006 a | 1,1820 ± 0,004 b | 1,1876 ± 0,007 b |

Populações mantidas à 23±1°C, umidade relativa do ar de 60±10% e fotofase de 14 horas.

Tabela 10. Taxa líquida de reprodução (**R_o**), duração média de uma geração (**T**) em dias, taxa intrínseca de incremento natural (**r_m**) e taxa finita de incremento (**λ**) por fêmea de *Brevipalpus yothersi* por dia de diferentes populações mantidas sob frutos com resíduo de produto fitossanitário a 25±1°C, 60±10%, de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

| Parâmetros biológicos | Populações | | |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | Barretos | Jales | Santa Cruz do Rio Pardo |
| T | 15,21 ± 1,13 a | 15,11 ± 1,09 a | 14,26 ± 1,21 b |
| R_o | 16,991 ± 0,02 a | 16,327 ± 0,04 b | 15,280 ± 0,06 c |
| r_m | 0,1312 ± 0,003 a | 0,1219 ± 0,002 b | 0,1002 ± 0,001 c |
| λ | 1,1410 ± 0,002 a | 1,0928 ± 0,009 b | 1,0571 ± 0,008 c |

Populações mantidas à 25±1°C, umidade relativa do ar de 60±10% e fotofase de 14 horas.

5. Discussão

Brevipalpus yothersi geralmente deposita os ovos em locais abrigados, como fendas, lesões de qualquer natureza, envolvidos nas próprias exúvias ou em grânulos de poeira, semelhante ao observado para *B. phoenicis* por Chiavegato (1986). No presente trabalho, foi observado esta preferência de oviposição tanto em sintomas de verrugose quanto na mistura entre gesso, farinha de trigo e areia fina colocada sobre o fruto a fim de simular saliências. Os ovos foram depositados individualmente, porém, houve casos em que os ovos foram depositados no mesmo local da postura anterior, sendo comum também observar grupos de ovos.

Chiavegato (1986) verificou o efeito da temperatura sobre o período de incubação de *B. phoenicis*, de forma que com o aumento da temperatura, o período de incubação tende a ser menor. Estudos realizados no Egito com *B. phoenicis*, à temperatura ambiente, permitiram verificar que as fêmeas ovipositam mais no verão do que no inverno (ZAHER et al., 1971). No presente estudo, foi possível constatar a influência da temperatura sob os ovos de *B. yothersi*, sendo que no primeiro experimento, quando submetidos à temperatura de $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ o período de incubação foi maior em relação ao segundo experimento, com temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, confirmando que a duração do período de incubação, assim como das demais fases do ciclo biológico podem variar dependendo dos fatores climáticos (McMURTRY; SCRIVEN, 1965, MORAES; McMURTRY, 1981, FURTADO; MORAES, 1998, CHILDERS et al., 2003).

Outro fator variável para o desenvolvimento de ácaros é o substrato. Para *B. phoenicis* criados em citros sob condições controladas de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase, o período de ovo adulto foi de 19,20 dias, com longevidade de 22,22 dias e média de 22,54 ovos por fêmea (CHIAVEGATO, 1986). Esse período (ovo-adulto) se torna maior quando os ácaros são criados em mamoeiro, chegando a 29,3 dias (HARAMOTO, 1966). Em nossos experimentos, o período de ovo a adulto se assemelhou ao de Chiavegato (1986) quando houve aumento de temperatura e aplicação do produto fitossanitário.

Ao comparar o desenvolvimento de *B. phoenicis* em citros e cafeeiro, sob condições controladas de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 14 h de fotofase, foi possível constatar que os períodos embrionário e pós-embrionário apresentaram diferenças em função do hospedeiro em que o ácaro foi criado. *B. phoenicis* teve desenvolvimento mais rápido, maior sobrevivência e maior fertilidade específica em frutos cítricos do que sob folhas de cafeeiro (TEODORO; REIS, 2006). Estudos realizados com *B. obovatus* criados em folhas de maracujá amarelo, sob condições controladas de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase, apresentaram valores para o período de ovo a adulto de 19,11 dias, valores, também, semelhantes aos encontrados neste estudo para *B. yothersi* criados em citros com resíduos de produto fitossanitário. A longevidade média das fêmeas de *B. obovatus* chegou a 37,69 dias (NORONHA; CAVALCANTE, 2011), sendo, superior a maior longevidade encontrada neste estudo, 25,90 para as fêmeas da população de Jales em frutos isentos de resíduos de produto fitossanitário. Períodos maiores para longevidade também foram constatados para *B. chilensis* em videira, os ácaros criados à 25°C e 50% de umidade relativa, apresentaram longevidade média de 32 dias (GONZALEZ; ROBERTO, 1958).

Além da temperatura, ressalta-se que a umidade relativa do ar é um fator de extrema importância para o ciclo biológico e deve ser considerada nos estudos de biologia (LARANJEIRA et al., 2015). Barretos e Jales apresentam invernos mais secos o que pode ter favorecido o desenvolvimento do ácaro *B. yothersi*, considerando-se que essa condição climática é adequada para *B. phoenicis* (OLIVEIRA, 1986; SOUZA, 2002). Laranjeira et al. (2015) verificaram que a combinação de dias mais longos, altas temperaturas, umidade relativa do ar e níveis menores de evapotranspiração aumentaram a probabilidade de infestação de *B. phoenicis*.

Após o período de incubação eclode a larva, que diferente das demais fases, é hexapoda, apresenta coloração vermelho-alaranjada com um par de ocelos na margem lateral do corpo. Silva (1991) ao estudar a biologia de *B. phoenicis* a campo no período de outono-inverno para a região de Botucatu-SP apresentou informações para o período larval que se assemelham aos obtidos neste estudo.

Após uma fase ativa, a larva entra em um período quiescente (protocrisálida), e posteriormente surge a protoninfa, com quatro pares de pernas e com coloração vermelha, porém, menos brilhante que a larva; após outro período de imobilidade (deutocrisálida), surge a deutoninfa, que é semelhante à protoninfa, porém apresenta-se maior que a fase anterior. A duração das fases de larva, protoninfa e deutoninfa, para o primeiro experimento são correspondentes às existentes na literatura para *B. phoenicis* (HARAMOTO, 1966, CHIAVEGATO, 1986, SILVA, 1991).

Em relação ao segundo experimento, com o aumento de $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ associado ao resíduo de espiroclorfenol sob fruto de colonização, a duração das fases em questão foi relativamente menor. A hipótese para esse resultado está relacionada tanto ao aumento de temperatura já mencionado quanto ao efeito estimulante proporcionado pelo resíduo do produto. Efeitos de caráter fisiológico compreendem alterações na fecundidade e taxa de eclosão, na velocidade de desenvolvimento e na redução da longevidade (PARRA et al., 2002).

Alterações nos parâmetros biológicos mediante resíduos de espiroclorfenol foi constatada nesse estudo. Quando há comparação para os parâmetros de número de ovos, viabilidade, longevidade e ciclo biológico, houve diferença acentuada entre os experimentos. Quando houve o tratamento dos frutos com espiroclorfenol, os ácaros submetidos a esta condição passaram a ovipositar mais quando comparados aos que foram mantidos em frutos isentos de resíduos.

Outra diferença entre os experimentos foi a redução na viabilidade, bem como o encurtamento da longevidade. A hipótese seria que o efeito proporcionado pelo acaricida, em dosagem subletal, causando estímulos às fêmeas, fazendo com que as mesmas, acelerassem o ciclo e colocassem número maior de ovos. Fenômeno denominado de hormoligose, onde, quantidades subletais de agentes estressantes podem ser benéficas para os organismos (LUCKEY, 1968). Este fenômeno já foi constatado para espécies da família Tetranychidae (BARATI; HEJAZI, 2015, SZCZEPANIEC; RAUPP, 2012). Os exemplos mais comuns estão relacionados ao aumento do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch em algodoeiro após a aplicação de inseticidas piretróides (BARROS et al., 2007). Reis e Teodoro (2000) mostraram que a aplicação tópica e residual de oxiclreto de cobre não causa mortalidade do

ácaro vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* McGregor. No entanto, o número de ovos desse ácaro aumenta, o que pode explicar o aumento populacional do ácaro vermelho do cafeeiro, após aplicação de cobre em lavouras cafeeiras. Oliveira (1998) encontrou efeito semelhante com a aplicação de deltametrina, neste estudo, com redução da dosagem de deltametrina, houve um aumento no número médio de ovos por fêmea. Comportamento semelhante ao encontrado neste estudo para *B. yothersi* criados sob frutos de laranja com resíduos de espiroclorfenol. Este é um comportamento de dose-resposta, no qual uma característica biológica é estimulada por baixas doses de um composto, mas inibida por altas doses do mesmo (TURTURRO et al., 2001).

Os valores de R_0 obtidos no primeiro experimento para diferentes populações de *B. yothersi* são semelhantes aos observados por Alves (1999), que estudou a biologia de duas linhagens de *B. phoenicis* em frutos de laranja Valência. Os valores de R_0 para os ácaros criados em citros variaram entre 12,8 e 26,8 vezes por geração. Além de citros, resultados similares foram obtidos por Medeiros (2002), que trabalhando com *B. phoenicis* sobre folhas de feijão de porco, *Canavalia ensiformes* (L.) DC., nas mesmas condições de temperatura, obteve uma R_0 de 18,09 vezes por geração. A população de Jales apresentou o maior valor para a variável em questão, indicando que as fêmeas desta população são capazes de incorporar o maior número de fêmeas à população, durante todo o ciclo, quando comparadas as demais populações estudadas.

A população de Barretos foi a população caracterizada como mais bem sucedida de acordo com a taxa intrínseca de incremento natural (r_m). Essa variável pode ser associada a taxa finita de incremento (λ), neste caso, embora as populações apresentaram valores próximos, vale ressaltar que estes correspondem a uma geração. Dessa forma, com o passar das gerações, infere-se que a população de Barretos será maior do que a população de Jales, por exemplo.

Para o segundo experimento, a população de Barretos que apresentou maior número médio de ovos por fêmea, obteve um R_0 próximo das demais populações, este fato pode ser explicado devido a baixa viabilidade dos ovos associada a baixa longevidade das fêmeas. Entretanto, mais uma vez, a população de Barretos com base na taxa intrínseca de incremento natural,

demonstra que sob as condições submetidas (aumento de temperatura e substrato com resíduo de produto fitossanitário) foi a mais bem sucedida.

A leprose continua sendo problema na citricultura, o conhecimento sobre o ciclo de vida do *B. yothersi*, vetor da doença, torna-se fundamental para entender sua dinâmica populacional no campo, possibilitando melhorias no manejo da leprose. Para compreender a dinâmica populacional do ácaro em campo, se faz necessário o conhecimento de parâmetros biológicos da espécie de interesse. Com estas informações é possível, entre outras coisas, inferir se mudanças no manejo do pomar, em função da região, pode alterar a biologia do ácaro, podendo explicar, por exemplo, o fato da leprose ser mais severa em algumas regiões. No caso, os pomares de Barretos e Jales devido às condições da região que favorecem o desenvolvimento do ácaro vetor do vírus da leprose, receberam maior número de aplicações enquanto que o pomar de Santa Cruz do Rio Pardo, recebeu menos aplicações.

Os resultados obtidos são úteis para compreensão da dinâmica populacional da espécie *B. yothersi*, bem como fatores que influenciam seu desenvolvimento. O trabalho abre novas perspectivas de estudos, como por exemplo, verificar se a transmissibilidade do vírus da leprose difere, também, em função da região, levando em consideração tanto o manejo de origem quanto condições climáticas regionais.

6. Conclusões

O ciclo biológico de *B. yothersi* criado sobre frutos de laranja varia de 18 a 24 dias, considerando os intervalos de 22° a 26 °C, 50 a 70% de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

O aumento da temperatura associado ao resíduo do acaricida espirodiclofeno interfere na biologia de *B. yothersi*, acelerando o ciclo biológico.

Há diferenças entre os parâmetros biológicos das populações de *B. yothersi* coletados em diferentes regiões do estado de São Paulo.

A população de Barretos tem o ciclo biológico mais prolongado e maior número de ovos por fêmea comparada as populações de Santa Cruz do Rio Pardo e Jales.

A população de Santa Cruz do Rio Pardo apresentou menor período de ciclo biológico e menor número de ovos por fêmea comparada as populações de Barretos e Jales.

As diferenças biológicas entre populações de *B. yothersi* indicam que há diferenças na dinâmica populacional do ácaro no campo, necessitando de manejos adequados para cada região para melhor controle da leprose.

7. Referências

ALBUQUERQUE, F. A.; OLIVEIRA, C. A. L.; BARRETO, M. Estudos da relação entre as incidências de verrugose da laranja-doce e leprose-dos-citros em frutos de laranja-Pera. **Científica**, São Paulo, v.25, n.2, p.393-402, 1997.

AGRIANUAL 2013: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, p.480, 2013.

ALVES, E. B. **Manejo da resistência do ácaro-da-leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) ao acaricida Dicofol**. 1999. 91f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006..

BARATI, R.; HEJAZI, M. J. Reproductive parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) affected by neonicotinoid insecticides. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.66, n.4, p.481-489, 2015.

BARROS, R.; DEGRANDE, P. E.; SORIA, M. F.; RIBEIRO, J. S. F. Desequilíbrio biológico do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) após aplicações de inseticidas em algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.74, n.2, p.171-174, 2007.

BASSANEZI, R. B.; SPÓSITO, M. B.; YAMAMOTO, P. T. Adeus à leprose. **Cultivar**, Pelotas, v.2, n.1, p.6-8, 2002.

BASSANEZI, R. B. Leprose-dos-citros: foco no controle do ácaro vetor. **Visão agrícola**, Piracicaba, v.1, n.2, p.25-29, 2004.

BASTIANEL, M.; NOVELLI, V. M.; KITAJIMA, E. W.; KUBO, K. S.; BASSANEZI, R. B.; MACHADO, M. A.; FREITAS-ASTÚA, J. Citrus Leprosis: Centennial of an Unusual Mite Virus Pathosystem. **Plant Disease**, Saint Paul, v.94, n.3, p.284-292, 2010.

BEARD, J.; OCHOA, R.; BRASWELL, W. E.; BAUCHAN, G. R. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae) - a closer look. **Zootaxa**, Auckland, v.3944, n.1, p.1-67, 2015.

BOARETTO, M. A. C.; CHIAVEGATO, L. G.; SILVA, C. A. D. Transmissão da leprose-dos-citros através de fêmeas de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) e de seus descendentes, em condições de laboratório. **Científica**, São Paulo, v.21, n.2, p.245-256, 1993.

CHAGAS, C. M.; ROSSETTI, V.; CHIAVEGATO, L. G. Effectiveness of the different life cycle stages of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) in leprosis transmission. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 9., Puerto Iguazu, 1984. **Proceedings**. Riverside: IOCV, 1984. p.211-214.

CHAPMAN, P. M. The implications of hormesis to ecotoxicology and ecological risk assessment. **Belle Newsletter**, Canada, v.10, n.1, p.2-9, 2001.

CHIAVEGATO, L. G. Ácaros da cultura de citros. In: RODRÍGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JR., J.; AMARO, A. A. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1991. p.601-641.

CHIAVEGATO, L.G. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.8, p.13-16, 1986.

CHIAVEGATO, L. G.; MISCHAN, M. Comportamento do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em frutos de diferentes variedades cítricas. **Científica**, São Paulo, v.15 n.1/2, p.17-22, 1987.

CHIAVEGATO, L. G., SALIBE, A. A. Transmissibility of leprosis symptoms by *Brevipalpus phoenicis* to young citrus plants under laboratory conditions. Proceedings. **Conference of the International Organization of Citrus Virologists**, Riverside, v.9, p.218-221, 1984.

CHILDERS, C. C.; KITAJIMA, E. W.; WELBOURN, W. C.; RIVEIRA, C.; OCHOA, R. *Brevipalpus* como vectores de la leprosis de los cítricos. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v.60, n.1, p.61-65, 2001.

CHILDERS, C. C.; FRENCH, J. V.; RODRIGUES, J. C. *Brevipalpus californicus*, *B. phoenicis* and *B. lewisi* (Acari: Tenuipalpidae): a review of their biology, feeding injury and economic importance. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.30, n.1, p.5-28, 2003.

DIETZGEN, R. G.; KUHN, J. H.; CLAWSON, A. N.; FREITAS-ASTUA, J.; GOODIN, M. M.; KITAJIMA, E. W.; KONDO, H.; WETZEL, T.; WHITFIELD, A. E. *Dichorhavirus*: a proposed new genus for *Brevipalpus* mite-transmitted, nuclear, bacilliform, bipartite, negative-strand RNA plant viruses. **Archives of Virology**, New York, v.159, n.3, p.607–619, 2014.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 6.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 189p.

FREITAS-ASTÚA, J.; KITAJIMA, E. W.; LOCALI, E. C.; ANTONIOLI-LUIZON, R.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M. A. Further evidence to support that Citrus leprosis virus cytoplasmic and nuclear types are different viruses. In: **Annual Meeting of the American Phytopathological Society**, Austin, v.45, n.1, p.1-93, 2005.

FURTADO, I. P.; MORAES, G. J. de. Biology of *Euseius citrifolius*, a candidate for the biological control of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology**, London, v.3, n.1, p.43-48, 1998.

GARITA, L. C.; TASSI, A. D.; CALEGARIO, R. F.; CARBONELL, S. A. M.; FREITAS-ASTÚA, J.; KITAJIMA, E. W. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): experimental local lesion host for *Citrus leprosis virus C* (CiLV-C) and some other cytoplasmic-type *Brevipalpus*-transmitted viruses. **Plant Disease**, Saint Paul, v.97, n.10, p.1346-1351, 2013.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas é vital na produção de citros. **Visão agrícola**, Piracicaba, n.2, p.54-59, 2004.

GEORGHIOU, G. P.; TAYLOR, C. E. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.70, n.5, p.653-658, 1977.

GONZALEZ, R.; ROBERTO, H. **Biología y control de la falsa aranita de la vid (*Brevipalpus chilensis* Baker)**. Boletín Técnico - Universidad de Chile. Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, v. 2, n.1, p.31, 1958.

HARAMOTO, F. H. **Biology and control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: tenuipalpidae)**. Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment Station. 1966. 63p. (Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin, 68).

HOY, M. A. **Agricultural Acarology: Introduction to Integrated Mite Management**. CRC Press; Har/Com edition, 2011. 430p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2015). Disponível em: <www.inmet.gov.br/> Acesso em: 08 novembro 2015.

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

KITAJIMA, E. W.; MULLER, G. W., COSTA, A. S; YUKI, W. 1972. Short, rod-like particles associated with citrus leprosis. **Virology**, v.50, n.1, p. 254-258, 1972.

KITAJIMA, E. W.; ROSILLO, M. A; PORTILLO, M. A; MULLER, G.; COSTA, A. S. Microscopia eletrônica de tecidos foliares de laranjeiras infectadas pela lepra explosiva da Argentina. **Fitopatologia**, Lima, v. 9, n.1, p. 55-56. 1974.

KONNO, R.H.; FRANCO, C.R.; OMOTO, C. Suscetibilidade de populações de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas organoestânicos em citros. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.88, n.4, p.705-709, 2001.

LAL, L. Biology of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae). **Acarologia**, Paris, v.20, n.1, p.97-101, 1978.

LARANJEIRA, F.F.; SILVA, S.X.B.; ANDRADE, E.C.; ALMEIDA, D.O.; SILVA, T.S.M.; SOARES, A.C.F.; FREITAS-ASTUÁ, J, Infestation dynamics of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) in citrus orchards as affected by edaphic and climatic variables. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.66, n.4, p.491-508, 2015.

LOCALI, E.C.; FREITAS, A.; SOUZA, A.; TAKITA, M.; ASTÚA, G.; ANTONIOLI, R.; KITAJIMA, E.; MACHADO, M. Development of a molecular tool for the diagnosis of leprosis, a major threat to Citrus production in the Americas. **Plant Disease**, Saint Paul, v.87, n.11, p.1317-1321, 2003.

LOCALI-FABRIS, E. C.; FREITAS-ASTÚA, J.; SOUZA, A. A.; TAKITA, M. A.; ASTÚA-MONGE, G.; ANTONIOLI-LUIZON, R.; RODRIGUES, V.; TARGON, M. L. N.; MACHADO, M. A. Complete nucleotide sequence, genomic organization and phylogenetic analysis of *Citrus leprosis virus* cytoplasmic type. **Journal of General Virology**, California, v.87, n.9, p.2721-29, 2006.

LUCKEY, T.D. Insecticide hormoligosis. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.61, n.1, p.7-12, 1968.

MAIA, A.H.N.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistal inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.93, n.2, p.511-518, 2000.

McMURTRY, J. A.; SCRIVEN, G. T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Entomology**, Georgia, v.58, n.2, p.282-284, 1965.

MEDEIROS, M. B. **Ação de biofertilizantes líquidos sobre a bioecologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis***. 2002. 110f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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**, Auckland, v.2098, n.1, p.1-185, 2009.

MINEIRO, J. L. C.; SATO, M. E.; NOVELLI, V. M.; ANDRADE, D. J. Distribuição de *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae) em diferentes hospedeiras e localidades no estado de São Paulo. 28^a **Reunião Anual do Instituto Biológico**, São Paulo, 2015.

MORAES, G. J.; McMURTRY, J. A. Biology of *Amblyseius citrifolius* (DenMark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). **Hilgardia**, California, v.49, n.1, p.1-29, 1981.

NORONHA, A. C. S.; CAVALCANTE, A. C. C. Aspectos biológicos de *Brevipalpus obovatus* Donnadieu (Acari: Tenuipalpidae) em maracujazeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.3, p.453-457, 2011.

NOVELLI, V. M.; FREITAS-ASTÚA, J.; ANTONIOLI-LUIZON, R.; LOCALI, E. C.; ARRIVABEM, F.; HILF, M. E.; GOTTWALD, T. R.; MACHADO, M. A. Detecção do vírus da leprose-dos-citros (CiLV-C) através de RT-PCR em diferentes fases de desenvolvimento do ácaro-vetor (*Brevipalpus phoenicis*). In: **Congressos Brasileiro de Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.38, p.183, 2005.

NUNES, M. A.; OLIVEIRA, C. A. L.; OLIVEIRA, M. L.; KITAJIMA, E. W.; HILF, M. E.; GOTTWALD, T. R.; FREITAS-ASTÚA. Transmission of Citrus leprosis virus C by *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) to alternative host plants found in citrus orchard. **Plant Disease**, Saint Paul, v.96, n.7, p.968-972, 2012.

NEVES, E. M.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D. S. Demanda por fatores de produção na citricultura: fertilizantes e defensivos agrícolas. **Laranja**, Cordeirópolis, v.23, n.1, p.37-56, 2002.

NEVES, E. M.; RODRIGUES, L.; GASTALDI, H. L. G. Defensivos agrícolas e custos na produção de citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.2, p.127-131, 2004.

OLIVEIRA, C. A. L. Efeito de deltametrina na biologia de *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.27, n.3, p.459-467, 1998.

OLIVEIRA, C. A. L. Máquinas de varredura de ácaro “modelo Jaboticabal”. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.12, n.2, p. 299-303, 1983.

OLIVEIRA, C.A.L. Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.6, n.1, p.1–32, 1986.

OLIVEIRA, C.A.L. Cercas vivas, quebra-ventos e plantas daninhas no manejo da leprose. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.2, p.30-22, 2004.

OMOTO, C.; ALVES, E. B.; RIBEIRO, P. C. Detecção e monitoramento da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.29, n.4, p.757-764, 2000.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. 1.ed. São Paulo: Manole, 2002. 609p.

REIS, P. R.; TEODORO, A. V. Efeito de oxiclóreto de cobre na reprodução do ácaro-vermelho-do-cafeeiro, *Oligonychus ilicis* (Mc Gregor, 1917). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.347-352, 2000.

REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. **Ácaros em cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 76p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 81).

ROY, A.; CHOUDHARY, N.; LEÓN, G. A.; ACHOR, D.; SHAO, J.; WEI, G.; PICTON, D. D.; NAKHLA, M. K.; HARTAAUNG, J. S.; BRLANSKY, R. H. Identification of a new citrus cytoplasmic virus associated with citrus leprosis disease in Colombia using deepsequencing. In: APS ANNUAL MEETING, 2012, Providence. **Abstracts...**

ROY, A.; STONE, A.; OTERO-COLINA, G.; WEI, G.; CHOUDHARY, N.; ACHOR, D.; SHAO, J.; LEVY, L.; NAKHLA, M. K.; HOLLINGSWORTH, C. R.; HARTUNG, J. S.; SCHNEIDER, W. L.; BRLANSKY, R. H. Genome assembly of Citrus Leprosis Virus nucleartype reveals a close association with orchid fleck virus. **Genome Announcements**, Washington, v.4, n.1, p.1-2, 2013.

RODRIGUES, J. C. V.; OLIVEIRA, C. A. L. Ácaros fitófagos dos citros. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. **Citros**. 1.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundag, 2005. p.689-727.

RODRIGUES, J. V. C.; KITAJIMA, E. W.; CHILDERS, C. C.; CHAGAS, C. M. Citrus leprosis virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) on citrus in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.30, n.1-3, p.161-179, 2003.

RODRIGUES, J. V. C.; MACHADO, M. A. Notes on a probable respiratory apparatus in eggs of *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae). **Internacional Journal of Acarology**. Michigan, v.25, n.3, p.231-234, 1999.

ROSSETTI, V.; LASCA, C. C.; NEGRETTI, S. New developments regarding leprosis and zonate chlorosis of citrus. **Proceedings** First International Citrus Symposium, Riverside, v.3, n.1, p.1453-1555, 1969.

SAS Institute, SAS/GRAPH Software: Reference Volume 1, Version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002.

SILVA, S. X. B.; LARANJEIRA, F. F.; ANDRADE, E. C.; ALMEIDA, D. O. Dinâmica da infestação de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em pomares cítricos da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.1, p.77-83, 2012.

SILVA, M. Z.; SATO, M. E.; OLIVEIRA, C. A. L. Diversidade e dinâmica populacional de ácaros em pomar cítrico. **Bragantia**, Campinas, v.71, n.2, p.210-218, 2012.

SILVA, C. A. D. **Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em condições de campo**. 1991. 64f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", 1991.

SOUZA, R. S. **Aspectos da inter-relação: Ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), *Citrus sinensis* (L.) e meio ambiente**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", 2002.

SZCZEPANIEC, A.; RAUPP, M. J. Direct and indirect effects of imidacloprid on fecundity and abundance of *Eurytetranychus buxi* (Acari: Tetranychidae) on boxwoods. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.59, n.3, p.307-318, 2012.

TASSI, A. D. **Avaliação da diversidade morfológica de diferentes populações de espécies de *Brevipalpus* (Acari: Tenuipalpidae) transmissores de vírus e de suas competências como vetor**. 2014. 141f.

Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

TEODORO, A. V., REIS, P. R. Reproductive performance of the mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) on citrus and coffee, using life table parameters. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.66, n.3, p.899-905, 2006.

TOKESHI, H. Doenças e pragas agrícolas geradas e multiplicadas pelos agrotóxicos. **Cultivar**, Pelotas, v.4, n.39, p.17-24, 2002.

TURTURRO, A., HASS, B., HART, R. W. Does caloric restriction induce hormesis? **Nutrition**, v.17, n.1, p.78-82, 2001.

WEEKS, A. R.; MAREC, F.; BREEUWEBER, J. A. J. A mite species that consists entirely of haploid females. **Science**, Washington, v.292, p.2479-1482, 2001.

YAMAMOTO, P. T; PARRA, J. R. P. Manejo integrado de pragas do citros. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. **Citros**. 1.ed. Campinas: Instituto Agronômico/Fundag, 2005. p.729-768.

ZAHER, M. A., WAFI, A. K., YOUSEF, A. A. Biology of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), in Egypt (Acarina:Tenuipalpidae). **Bulletin de la Societe Entomologique d'Egypte**, Egypt, v.54, n.1, p.177-183, 1971.