



**JOSÉ CLÁUDIO BARROS FERRAZ**

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Oligonychus punicae*  
ASSOCIADO A EUCALIPTO EM MINIJARDIM CLONAL**

**TERESINA-PI**

**2020**

**JOSÉ CLÁUDIO BARROS FERRAZ**

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Oligonychus punicae* ASSOCIADO A EUCALIPTO  
EM MINIJARDIM CLONAL**

Tese apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura Tropical, para obtenção do título de Doutor em Ciências com área de concentração em Agricultura Tropical.

Orientador

Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva

Coorientadora

Profa. Dra. Solange Maria de França

**TERESINA-PI**

**2020**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias  
Serviço de Processos Técnicos

F381a Ferraz, José Cláudio Barros.  
Aspectos bioecológicos de *Oligonychus punicae* associado a eucalipto em minijardim clonal / José Cláudio Barros Ferraz. -- 2020.  
103 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura Tropical, Teresina, 2020.

“Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva.”

“Coorientadora: Profa. Dra. Solange Maria de França.”

1. Tetranychidae – Preferência. 2. Biologia. 3. Requerimentos térmicos. 4. Distribuição espacial. 5. Tabela de vida. I. Silva, Paulo Roberto Ramalho. II. França, Solange Maria de. III. Título.

CDD 595.42

**JOSÉ CLÁUDIO BARROS FERRAZ**

**Aspectos bioecológicos de *Oligonychus punicae* associado a eucalipto em minijardim clonal.**

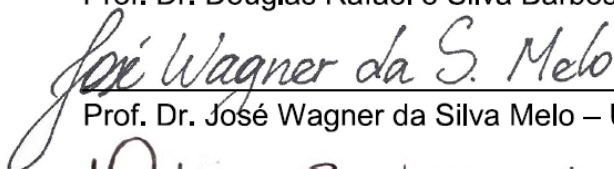
Tese apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Agricultura Tropical, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

APROVADA em 18 de dezembro de 2020.

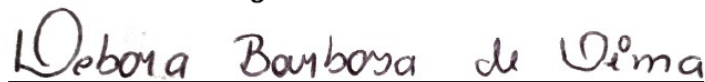
Comissão Julgadora:



Prof. Dr. Douglas Rafael e Silva Barbosa – IFMA



Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo – UFC



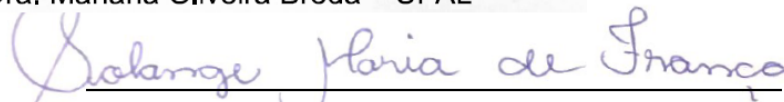
Profa. Dra. Debora Barbosa de Lima – UFPE



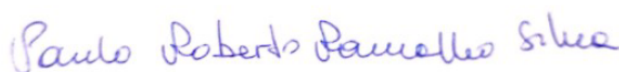
Prof. Dr. Cleiton Araújo Domingos – IFFI



Profa. Dra. Mariana Oliveira Breda – UFAL



Profa. Dra. Solange Maria de França – PNP/UFPI  
(Coorientador)



Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva – CCA/UFPI  
(Orientador)

**TERESINA-PI  
2020**

Aos meus pais Vicente e Dodora, por sempre incentivarem e acreditarem nas minhas decisões, aos meus irmãos (José Vila e Ana Cláudia), aos meus sobrinhos (Carlos Eduardo, Anna Eduarda, Murilo e Analy) e a minha esposa Aline.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos àqueles que diretamente e indiretamente contribuíram para esta realização:

A Deus, origem de tudo e fonte de forças;

A minha família, pela confiança transmitida, companheirismo e estímulo;

Ao meu orientador professor Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva pela simplicidade, humildade, apoio e incentivos;

A minha coorientadora professora Dra. Solange Maria de França, pelas dicas, cobranças e incentivos;

Ao prof. Dr. José Wagner da Silva Melo da Universidade Federal do Ceará e a Prof. Dr<sup>a</sup> Debora Barbosa de Lima da Universidade Federal de Pernambuco, pelas grandes contribuições na escrita e processamento dos dados e ao professor Dr. Manoel Guedes Corrêa Gondim Júnior da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela identificação do ácaro.

Aos docentes e técnicos administrativos do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Agricultura Tropical;

Aos amigos da turma do doutorado 2017.1 e demais contemporâneos;

Aos colegas do Laboratório de Entomologia do CCA/UFPI pela colaboração, risadas e companheirismo;

Aos funcionários efetivos e terceirizados do CCA/UFPI, sempre prestativos e atenciosos aos nossos pedidos.

Ao professor Dr. Francisco de Alcântara Neto - UFPI pela disponibilidade da estrutura física da casa de vegetação do PMGCA (Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar).

Ao Instituto Federal do Piauí e aos professores do Campus Avançado de José de Freitas pelo incentivo a minha qualificação profissional.

Ao Viveiro de Produção de Mudas de Eucalipto PLANTBEM, na pessoa do senhor Amilton Sousa, pela doação de mudas e disponibilidade do viveiro para o desenvolvimento de parte desta tese.

Ao Viveiro de Produção de Mudas de Eucalipto ENRAIZE pela doação de mudas.

“Quando eu vim do sertão, seu môço, do meu Bodocó  
A malota era um saco e o cadeado era um nó  
Só trazia a coragem e a cara  
Viajando num pau-de-arara  
Eu penei, mas aqui cheguei.”  
(Luiz Gonzaga)

## RESUMO GERAL

Os ácaros fitófagos ocorrem em diversas espécies vegetais hospedeiras. Embora, em eucalipto algumas espécies sejam relatadas, não existe conhecimento sobre parâmetros biológicos e reprodutivos de ácaros sobre espécies de eucalipto. Sendo assim, objetivou-se avaliar os parâmetros biológicos, reprodutivos e exigências térmicas, bem como realizar o levantamento e a dispersão do ácaro *Oligonychus punicae* Hirst, 1962 (Acari: Tetranychidae) associado a eucalipto em minijardim clonal. Fez-se o primeiro registro de *O. punicae* associado a plantas de *Eucalyptus urophylla* em minijardim clonal. A taxa instantânea de crescimento do *O. punicae* foi positivo nas espécies *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita*, *Corymbia citriodora* e *E. urophylla*, mas no teste com chance de escolha teve preferência para alimentação em *E. urophylla*. O pico populacional do *O. punicae* foi registrado nos meses de março e abril. Foram coletados 1744 espécimes de *O. punicae*. O ácaro *O. punicae* provocou injúrias de 20%, em média, na superfície adaxial das folhas de *E. urophylla*. *Oligonychus punicae* apresenta distribuição agregada da população. Todos os ovos de *O. punicae* originaram fêmeas e completaram seu ciclo em todos os hospedeiros. Diferenças significativas foram encontradas ao observar o desenvolvimento e a duração da longevidade, pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, além da fecundidade de fêmeas de *O. punicae* quando avaliados nas diferentes espécies de eucalipto. Em todos os hospedeiros, a taxa de sobrevivência diminuiu com o aumento da idade das fêmeas. *Eucalyptus tereticornis* destacou-se como excelente hospedeiro para o desenvolvimento de *O. punicae*. O desenvolvimento de *O. punicae* revelou uma relação inversa entre a duração de desenvolvimento e temperaturas. Os períodos de pré-oviposição, oviposição, e fecundidade de fêmeas adultas de *O. punicae* foram afetados pela temperatura e tende a diminuir com o aumento da temperatura. A taxa líquida de reprodução diminuiu significativamente de 21°C a 33°C, o aumento da temperatura resultou em um tempo de duração média da geração significativamente menor do *O. punicae*. A taxa intrínseca de aumento variou de 0,15 a 0,20. As taxas de razão finita de aumento foram todas maior que 1,00. A análise de sobrevivência para os estágios imaturos e adulto de fêmeas de *O. punicae* mostrou mais rápida mortalidade com o aumento da temperatura. A fecundidade específica oscilou ao longo do período de oviposição, diminuindo com o aumento da temperatura. O limiar térmico inferior para o desenvolvimento de ovo a adulto foi de 10,34°C. A constante térmica foi de 163,93 graus-dia para fêmeas de *O. punicae* para completar o seu desenvolvimento de ovo a adulto. A temperatura ótima para *O. punicae* está entre 25 e 29°C.

**Palavras-chave:** Tetranychidae, preferência, biologia, requerimentos térmicos, distribuição espacial, tabela de vida.



## ABSTRACT

Phytophagous mites occur in several species of host plants. Although, in eucalyptus some species are reported, there is no knowledge about the biological and reproductive parameters of mites in eucalyptus species. Thus, the objective was to evaluate the biological, reproductive and thermal requirements, as well as to carry out the survey and dispersion of the mite *Oligonychus punicae* Hirst, 1962 (Acari: Tetranychidae) associated with eucalyptus in a clonal mini-garden. The first record of *O. punicae* associated with *Eucalyptus urophylla* plants was made in a clonal mini garden. The instantaneous growth rate of *O. punicae* was positive in the species *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita*, *Corymbia citriodora* and *E. urophylla*, but in the choice test, preference was given to the feeding of *E. urophylla*. The population peak of *O. punicae* was recorded in March and April. Were collected 1744 specimen of *O. punicae*. The mite *O. punicae* caused injuries of 20%, on average, on the adaxial surface of the leaves of *E. urophylla*. *Oligonychus punicae* has an aggregate population distribution. All *O. punicae* eggs originated females and completed their cycle in all hosts. Significant differences were found when observing the development and duration of longevity, pre-oviposition, oviposition and post-oviposition, in addition to the fertility of *O. punicae* females when evaluated in the different species of eucalyptus. In all hosts, the survival rate decreased with increasing age of the females. *Eucalyptus tereticornis* stood out as an excellent host for the development of *O. punicae*. The development of *O. punicae* revealed an inverse relationship between the duration of development and temperatures. The periods of pre-oviposition, oviposition and fecundity of adult females of *O. punicae* were affected by temperature and tend to decrease with increasing temperature. The net reproduction rate decreased significantly from 21°C to 33°C, the increase in temperature resulted in a significantly shorter average generation time for *O. punicae*. The intrinsic rate of increase ranged from 0.15 to 0.20. The finite rates of increase rates were all greater than 1.00. The survival analysis for the immature and adult stages of *O. punicae* females showed faster mortality with increasing temperature. Specific fertility fluctuated over the oviposition period, decreasing with increasing temperature. The lower thermal limit for egg to adult development was 10.34°C. The thermal constant was 163.93 degrees-day for females of *O. punicae* to complete their development from egg to adult. The optimum temperature for *O. punicae* is between 25 and 29°C.

**Key words:** Tetranychidae, preference, biology, thermal requirements, spatial distribution, life table.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL .....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
2.1 Aspectos gerais sobre eucalipto.....	15
2.2 Produção de mudas clonais de eucalipto .....	16
2.3 Ácaros fitófagos de importância na eucaliptocultura .....	18
2.4 Interação ácaro-planta .....	19
2.5 Biologia e tabela de vida de ácaros.....	20
2.6 Flutuação populacional e dispersão de ácaros .....	21
2.7 A temperatura no desenvolvimento de ácaros .....	22
2.8 A espécie <i>Oligonychus punicae</i> (Acari: Tetranychidae) .....	23
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
CAPÍTULO I .....	32
PRIMEIRO REGISTRO DE <i>Oligonychus punicae</i> EM <i>Eucalyptus urophylla</i> E NOVAS ESPÉCIES POTENCIAIS HOSPEDEIRAS NO BRASIL .....	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT .....	33
LISTA DE FIGURAS .....	34
1 INTRODUÇÃO .....	35
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
CAPÍTULO II .....	44
PREFERÊNCIA HOSPEDEIRA, DINÂMICA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO E INJÚRIAS DE <i>Oligonychus punicae</i> (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM MINIJARDIM CLONAL DE EUCALIPTO.....	44
RESUMO.....	44
ABSTRACT .....	45
LISTA DE TABELAS .....	46
LISTA DE FIGURAS .....	47
1 INTRODUÇÃO .....	48
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
2.1 Criação dos ácaros <i>O. punicae</i> .....	49
2.2 Testes de preferência hospedeira .....	49

2.3 Dinâmica populacional, distribuição espacial e intensidade de injúrias.....	50
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.1 Testes de preferência hospedeira.....	52
3.2 Dinâmica populacional, distribuição espacial e intensidade de injúrias.....	55
4 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
CAPÍTULO III.....	66
BIOLOGIA E TABELA DE FERTILIDADE DE VIDA DE <i>Oligonychus punicae</i> HIRST (ACARI: TETRANYCHIDAE) ASSOCIADO A EUCALIPTO EM MINIJARDIM CLONAL .....	66
RESUMO.....	66
ABSTRACT.....	67
LISTA DE TABELAS.....	68
LISTA DE FIGURAS.....	69
1 INTRODUÇÃO.....	70
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	71
2.1 Criação do ácaro <i>O. punicae</i> .....	71
2.2 Espécies de eucalipto avaliadas.....	71
2.3 Ciclo biológico do <i>O. punicae</i> .....	72
2.4 Tabela de vida de fertilidade <i>O. punicae</i> .....	72
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
3.1 Desenvolvimento da fase imatura.....	73
3.2 Longevidade dos adultos e reprodução.....	74
3.3 Parâmetros de tabela de vida.....	78
4 CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
CAPÍTULO IV.....	83
TEMPERATURA-DEPENDÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE <i>Oligonychus punicae</i> ASSOCIADO A <i>Eucalyptus tereticornis</i> EM MINIJARDIM CLONAL.....	83
RESUMO.....	83
ABSTRACT.....	84
LISTA DE TABELAS.....	85
LISTA DE FIGURAS.....	86
1 INTRODUÇÃO.....	87
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	88

2.1 Criação do ácaro <i>O. punicae</i> .....	88
2.2 Ciclo biológico, longevidade e parâmetros reprodutivos de <i>O. punicae</i> em diferentes temperaturas .....	88
2.3 Requerimento térmico do <i>O. punicae</i> .....	89
2.4 Tabela de fertilidade de <i>O. punicae</i> em diferentes temperaturas .....	89
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
3.1 Ciclo biológico, longevidade e parâmetros reprodutivos de <i>O. punicae</i> em diferentes temperaturas .....	90
3.2 Tabela de fertilidade de <i>O. punicae</i> em diferentes temperaturas .....	93
3.3 Requerimento térmico do <i>O. punicae</i> .....	95
4 CONCLUSÃO.....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
ANEXO A - Artigo publicado na International Journal of Acarology, v. 44, 2019.....	101
ANEXO B - Artigo publicado na revista Systematic & Applied Acarology, v. 25, 2020. ....	102
ANEXO C - Artigo publicado na revista Systematic & Applied Acarology, v. 25, 2020. ....	103

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O povoamento florestal com plantio comercial de árvores, nos últimos anos, passou a ser uma alternativa de fonte de renda para manter as propriedades, sendo uma atividade rentável e funcionando como uma caderneta de poupança verde (SILVA et al., 2008).

A cultura do eucalipto representa um dos melhores empreendimentos do setor do agronegócio brasileiro (SANTOS et al., 2008). *Eucalyptus* é um dos gêneros mais plantados no mundo, possuindo mais de 700 espécies. Apresenta excelente capacidade produtiva e adaptativa aos mais diversos ambientes de clima e solo, grande diversidade de espécies, tornando possível atender aos requisitos tecnológicos dos mais diferentes segmentos da atividade industrial, tais como, lenha, carvão, celulose, painéis, postes, construção civil, moveis, embalagens e muitos outros usos (SILVA et al., 2008; ALFENAS et al., 2009).

No Brasil, 5,56 milhões de hectares são plantados com eucalipto, sendo que 31.212ha estão no estado do Piauí (IBÁ, 2016). O híbrido “urograndis” (*Eucalyptus urophylla* S.T. Blake x *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) é o mais plantado, no entanto, outras espécies são utilizadas nos plantios, tais como, *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus cloeziana* F. Muell., *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. (SILVA et al., 2008).

Nos últimos anos, o Piauí recebeu uma série de investimentos financeiros de empresas privadas na área florestal, especialmente no que se referem ao cultivo de eucalipto para a produção de carvão e celulose. A produção de mudas dentro dos padrões de qualidade possibilita o sucesso de um povoamento florestal (SANTOS et al., 2008). Para suprir a demanda de mudas, foram instalados viveiros para produção de mudas florestais com capacidade de produzir mais de 30 milhões de mudas/ano. Estas mudas produzidas atendem à demanda de empresas florestais, principalmente, nos estados do Piauí e Maranhão, no entanto, são comercializadas para outras regiões do Brasil e exterior, a exemplo do Paraguai.

O processo de produção de mudas de eucalipto hospeda um complexo de artrópodes associado, merecendo destaque, nos últimos anos, para a acarofauna (SANTOS et al., 2008). Por ser bastante frágil, a muda está sujeita a infestação por ácaros, que em determinadas circunstâncias, provocam prejuízos significativos,

principalmente nas minicepas de minijardim clonal. O conjunto de minicepas de eucalipto usualmente mantido em canteiros suspensos denomina-se minijardim clonal, que geralmente, são canaletões sob teto translúcido ou retrátil com fertirrigação por gotejamento (ALFENAS et al., 2009).

Existem poucas informações sobre a associação de ácaros em plantas de interesse florestal no Brasil (QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011). No Brasil, há registros de *Oligonychus ilicis* McGregor, 1917 em *Eucalyptus grandis*, *E. camaldulensis*, *Eucalyptus pellita* F. Muell e *Eucalyptus tereticornis* Smith (BOLLAND et al., 1998; QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011; MIGEON; DORKELD, 2019); *Oligonychus yothersi* McGregor, 1914 em *E. urophylla* e *E. grandis* (PEREIRA et al., 2005; PINTO et al., 2012); *Oligonychus ununguis* Jacobi, 1905 em híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis* (CASTRO et al., 2017); *Oligonychus punicae* Hirst, 1926 em *Eucalyptus* sp. (FLECHTMANN; BAKER, 1970) e *Tetranychus urticae* Koch, 1836 em *E. grandis* (BOLLAND et al., 1998; QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011; MIGEON; DORKELD, 2019).

Ácaros tetraniquídeos estão entre as pragas mais importantes do mundo, devido sua ampla distribuição geográfica, ao grande número de hospedeiros e ao elevado potencial biótico podendo acarretar perdas e elevar o custo de produção, devido a necessidade de frequentes pulverizações com acaricidas sintéticos (SEEMAN; BEARD, 2011).

O potencial biótico das espécies de tetraniquídeos depende não apenas de fatores intrínsecos, mas também de fatores extrínsecos. Os fatores intrínsecos incluem espécies do ácaro e o nível de endogamia, a densidade das populações, a idade das fêmeas e da população, fertilidade das fêmeas e parâmetros comportamentais que podem influenciar a biologia e os parâmetros populacionais dos ácaros tetraniquídeos (NAJAFABADI, 2012). Enquanto que os fatores extrínsecos incluem como várias características morfológicas e químicas da planta hospedeira, nível de predação, competição intra-espécie e inter-espécies e as condições ambientais (principalmente temperatura e umidade relativa do ar), das práticas culturais e dos aspectos intrínsecos de cada espécie. (WERMELINGER; OERTLI; BAUMGARTNER, 1991; PRASLICKA; HUSZÁR, 2004).

O desenvolvimento e reprodução de ácaros fitófagos está diretamente relacionado a quantidade e qualidade de alimento ingerido (SABELIS, 1985). Assim, a qualidade da planta hospedeira é um fator determinante para o desempenho de um

ácaro, pois as substâncias ingeridas por ele afetam diretamente sua biologia. Portanto, a proporção da infestação de ácaros está ligada às condições da planta hospedeira (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Em busca de locais com melhores recursos para sua alimentação os ácaros se movimentam não só intra-planta mas também entre plantas (NAKANO, 2011; SOUZA et al., 2012). O padrão de distribuição de um ácaro é caracterizado pela descrição de como os indivíduos estão dispersos em uma área amostral, podendo se distribuir nas formas: agregada, ao acaso e regular ou uniforme (NAKANO, 2011; CHACÓN-HERNÁNDEZ et al., 2016; TRINDADE et al., 2017). O índice de dispersão de Morisita tem sido utilizado para determinação do tipo de distribuição dos organismos em campo. Este índice tem sido recomendado por ser um método independente quanto ao tipo de distribuição, número de amostras e tamanho da média (SILVEIRA NETO et al., 1976; NAKANO, 2011).

Os ácaros tem a temperatura corporal variável com a temperatura do ambiente, portanto, a temperatura tem um papel importante no desenvolvimento e reprodução de ácaros, interferindo na dinâmica da população deste artrópode (GOTOH et al., 2014; HASANVAND et al., 2019). Cada espécie de ácaro possui uma temperatura ideal para crescerem, com limites inferior e superior de desenvolvimento (LIN, 2013; GOTOH et al., 2015).

O conhecimento das relações entre temperatura e desenvolvimento e uso das necessidades térmicas de ácaros permitem fazer comparações entre os ciclos de vidas e/ou fecundidade, além de prever a duração de uma geração e o tempo de emergência do adulto, sob as condições de temperaturas variáveis no campo (GULLAN; CRANSTON, 2017).

O ácaro *O. punicae* apresenta uma ampla gama de hospedeiros, sendo relatado em mais de 30 hospedeiros incluindo espécies cultivadas e não cultivadas (FLECHTMANN; MORAES, 2017; FERRAZ et al., 2019; MIGEON; DORKELD, 2019). As injúrias ocasionadas por esse ácaro em espécies de eucalipto ocorrem inicialmente na face adaxial das folhas, próximo à nervura central, causando bronzeamento, necrose e podendo levar à queda das folhas (FERRAZ et al., 2019; FERRAZ et al., 2020).

Com a introdução da cultura do eucalipto no estado de Piauí, houve a necessidade de pesquisas que auxiliem no manejo desta acarofauna que se associa a esta cultura. Estudos que relacionam a ocorrência, dinâmica populacional,

parâmetros populacionais, parâmetros reprodutivos e exigências térmicas de ácaros fitófagos na produção de mudas de eucalipto são incipientes e carentes de informações técnico-científicas (FLECHTMANN, 1985; PEREIRA et al., 2005; MORAES; FLECHTMANN, 2008; SANTOS et al., 2008). Com isto, objetivou-se com este trabalho avaliar os parâmetros biológicos, reprodutivos e exigências térmicas, bem como realizar o levantamento e a dispersão do ácaro *O. punicae* associado a eucalipto em minijardim clonal.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Aspectos gerais sobre eucalipto**

O gênero *Eucalyptus* tem cerca de 730 espécies catalogadas, tendo sua origem na Austrália, Tasmânia e outras ilhas da Oceania. No entanto, em torno de 20 espécies são cultivadas comercialmente em todo o mundo (SANTAROSA et al., 2014).

De forma geral, os povoamentos florestais de eucalipto são formados por clones e têm sido preferencialmente utilizadas devido ao seu rápido crescimento, homogeneidade, capacidade de adaptação às diversas regiões do Brasil e pelo potencial econômico (SANTAROSA et al., 2014).

A formação de povoamentos florestais com o gênero *Eucalyptus* é vantajosa por aumentar a oferta de madeira e outros produtos florestais, elevando a silvicultura a um lugar de destaque, diminuindo a pressão sobre as florestas nativas, assim, sendo essencial para a preservação e conservação da biodiversidade (FONSECA et al., 2007; RAMOS, 2007; COSTA et al., 2014; FERREIRA et al., 2017).

A eucaliptocultura torna-se atrativa devido ao aproveitamento de praticamente toda a planta (SANTAROSA et al., 2014). Das folhas, podem ser extraídos óleos essenciais, da casca extrai o tanino usado para curtir o couro, o fuste fornece material para diversas finalidades, tais como, carvão, poste, móveis, estaca, lenha, compensado e madeira serra para construção civil, além de sua fibra para extração da celulose e fabricação de papel (RAMOS, 2007; SILVA et al., 2008; SANTAROSA et al., 2014).

O cultivo de eucalipto no Brasil cresceu graças ao desenvolvimento de técnicas apropriadas e avançadas sobre todas as fases de cultivo (FONSECA et al., 2007).



Além disso, o Brasil é um país de grande extensão territorial, que possui condições edafoclimáticas altamente favoráveis para a implantação de povoamentos florestais artificiais de rápido crescimento (SILVA et al., 2008).

A eucaliptocultura brasileira tem demonstrado resultados satisfatórios, com alta produtividade e ciclos silviculturais médios de sete anos, sobressaindo-se aos países de grande tradição florestal, como a Suécia, Canadá e Finlândia (SILVA et al., 2008).

Segundo a IBÁ (2016), o gênero *Eucalyptus* ocupa em torno de 72% das áreas de silvicultura no Brasil, ocorrendo aumentos significativos nos estados situados nas novas fronteiras do setor, como o Mato Grosso do Sul, Tocantins, Maranhão e Piauí (SANTAROSA et al., 2014).

Contudo, o sucesso do cultivo de eucalipto requer conhecimentos técnicos que abrangem dentre outras coisas, mudas de boa qualidade e monitoramento e manejo de artrópodes-praga, tais como ácaros (FONSECA et al., 2007; SANTOS et al., 2008).

## **2.2 Produção de mudas clonais de eucalipto**

A implantação de povoamento florestal artificial de eucalipto produtivo exige mudas de boa qualidade, pois garante uma melhor resposta às técnicas de cultivo, resultando em um cultivo de maior qualidade (RIBEIRO et al., 2001; SANTAROSA et al., 2014).

As mudas de eucalipto são produzidas, basicamente, através de duas técnicas de propagação: sementes e estaquia ou miniestaquia (SANTAROSA et al., 2014). A produção de mudas de eucalipto pela técnica de estaquia é uma realidade no Brasil, tendo como vantagem a qualidade da muda aliada à redução dos custos de produção (SANTOS et al., 2005).

As mudas de eucalipto propagadas por estaquia possuem as mesmas características da planta das quais foram retiradas, e são chamadas de clones (ALFENAS et al., 2009; SANTAROSA et al., 2014). A técnica de multiplicação de eucalipto por clonagem data-se de meados do século XX na Austrália, o que permitiu na década de 80, um grande impulso na eucaliptocultura brasileira (ALFENAS et al., 2009).

A maioria das regiões do Brasil utilizam mudas clonais em seus povoamentos florestais com eucalipto (SILVA et al., 2008). A utilização de clones vem se tornando constante e estratégica no desenvolvimento da produção florestal no Brasil, graças a

uniformidade das características silviculturais, boa adaptação às adversidades e elevação do ganho de produtividade, proporcionado pela clonagem na eucaliptocultura (SILVA et al., 2008; ALFENAS et al., 2009).

Para a produção de mudas clonais de eucalipto, o broto coletado no minijardim clonal é estaqueado em um tubete contendo o substrato e nutrientes, e colocado dentro da casa de vegetação com temperatura e umidade controladas até o enraizamento (HIGASHI et al., 2000). Na fase seguinte, as mudas passam por um período de aclimação, onde a luminosidade é controlada (XAVIER; SILVA, 2008). Por fim, as mudas vão para a fase de crescimento onde permanecem até atingirem os padrões de qualidade para serem expedidas (ALFENAS et al., 2009).

Os propágulos (brotos) utilizados para a propagação por miniestaquia de eucalipto são oriundos de plantas denominadas de minicepa, e seu conjunto caracteriza-se como minijardim clonal, que usualmente são mantidos em canteiros suspensos (HIGASHI et al., 2000; HIGASHI et al., 2002; ALFENAS et al., 2009).

No minijardim clonal, inicia-se o processo da produção das mudas. A qualidade do broto é fundamental para garantir uma boa taxa de enraizamento. Assim, é necessário controlar: a densidade de plantio, altura das minicepas, a ocorrência de artrópodes-praga e doenças, dentre outros fatores (ALFENAS et al., 2004; XAVIER; SILVA, 2008).

Há vários tipos de minijardim clonal, tais como, tubetes ou vasos plásticos sobre canteiros suspensos e canaletões sob teto translúcido fixo ou retrátil (HIGASHI et al., 2002; ALFENAS et al., 2009). O mais usual são os canaletões, que geralmente, são preenchidos com areia sobre uma camada de seixo rolado e podem ser construídos de amianto, fibra de vidro, concreto armado suspensos do solo (HIGASHI et al., 2002; XAVIER; SILVA, 2008; ALFENAS et al., 2009; SOUZA et al., 2014).

A produção de mudas é considerada uma das fases críticas na cadeia produtiva do eucalipto, pois nesta fase observa-se grande susceptibilidade aos artrópodes-praga, o que pode levar a grandes prejuízos e afetar a produção final do povoamento florestal. A incidência de artrópodes-praga em viveiros constitui um dos fatores que podem resultar em prejuízos expressivamente significativos, principalmente os associados ao minijardim clonal (HIGASHI et al., 2002; ALFENAS et al., 2009; QUEIROZ et al., 2010).

### 2.3 Ácaros fitófagos de importância na eucaliptocultura

As espécies de ácaros fitófagos são responsáveis por causar prejuízos econômicos às plantas cultivadas em todo planeta, alimentando-se da parte aérea e subterrânea de culturas anuais, frutíferas, hortícolas, ornamentais florestais e ainda de plantas daninhas (ROGGIA et al., 2008).

Altas infestações de ácaros fitófagos em plantas anuais levam à redução de sua produtividade e podem comprometer sua sobrevivência. Em plantas perenes, pode afetar a produção dos anos seguintes. Com isto, os danos causados por ácaros às plantas provocam uma aceleração da transpiração, inibição da fotossíntese, alterações na quantidade e composição dos pigmentos da folha e por fim, a morte das células. Assim, as injúrias podem ser observadas de tais formas: descoloração e manchas nas folhas, bronzeamento, encarquilhamento, deformação ou enrolamento de folhas e brotos, diminuição do crescimento da planta, queda das folhas e em situações críticas, leva a morte da planta (FLECHTMANN, 1989; PEREIRA et al., 2005; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

O crescimento da área plantada com eucalipto proporcionou condições altamente favoráveis ao aumento populacional de insetos e ácaros, que adaptados aos novos nichos ecológicos, tornaram-se importante para o sucesso do cultivo florestal (COSTA et al., 2014).

A semelhança do eucalipto com diversas plantas nativas brasileiras favoreceu a adaptação de muitos insetos aos plantios florestais, sendo observada a ocorrência de vários artrópodes com potencial de atingir o status de praga (SANTAROSA et al., 2014).

Além dos insetos associados já conhecidos como pragas de viveiros florestais de eucalipto, formigas-cortadeiras, lagartas e besouros desfolhadores, destacam-se novas pragas, merecendo destaque a ocorrência de ácaros da família Tetranychidae em minijardim clonal (SANTOS et al., 2008).

No mundo, diversas espécies de Tetranychidae estão associados ao Eucalipto, como exemplo, *Anatetranychus hapsis* Davis, 1969, *Eutetranychus africanus* Tucker, 1926, *Eutetranychus orientalis* Klein, 1936, *Oligonychus platani* McGregor, 1950, *Oligonychus vitis* Zaher & Shehata, 1965, *Synonychus eucalypt* Miller, 1966, *Oligonychus coffeae* Nietner, 1861, *Oligonychus mangiferus* Rahman & Sapra, 1940 e *Tetranychus desertorum* Banks, 1900. Embora algumas dessas espécies estejam

presentes no Brasil associadas à culturas de importância econômica, algumas destas ainda não foram encontradas em eucalipto, como é o caso de *O. coffeae* em cafeeiro, *O. mangiferus* em mangueira e *T. desertorum* em mamoeiro (MIGEON; DORKELD, 2019).

Entretanto algumas espécies de ácaros da família Tetranychidae estão associado a eucalipto no Brasil. Há registros de *Oligonychus ilicis* McGregor, 1917 em *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *Eucalyptus pellita* F. Muell e *Eucalyptus tereticornis* Smith (BOLLAND et al., 1998; QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011; MIGEON; DORKELD, 2019); *Oligonychus yothersi* McGregor, 1914 em *E. urophylla* e *E. grandis* (PEREIRA et al., 2005; PINTO et al., 2012); *Oligonychus ununguis* Jacobi, 1905 em híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis* (CASTRO et al., 2017); *Oligonychus punicae* Hirst, 1926 em *Eucalyptus* sp. (FLECHTMANN; BAKER, 1970) e *Tetranychus urticae* Koch, 1836 em *E. grandis* (BOLLAND et al., 1998; QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011; MIGEON; DORKELD, 2019).

No minijardim clonal, os ácaros incidem, geralmente, nas partes tenras da planta. A sua ocorrência pode estar relacionada a deficiência de luz, irrigação, desequilíbrio nutricional e condições inadequadas de manejo das minicepas de eucalipto (ALFENAS et al., 2009).

## 2.4 Interação ácaro-planta

Para organismos herbívoros minúsculos, como os ácaros, com habilidades locomotoras limitadas, a planta hospedeira não é apenas uma fonte de alimento, mas um habitat para viver por várias gerações (ALAGARMALAI et al., 2009).

Uma vez que ácaro chega em uma planta, é confrontado com a decisão da planta de aceitar ou não o aceitar como hospedeiro. Dentre as estratégias usadas pelos herbívoros para sobrepujarem as defesas das plantas, têm-se a seleção ou escolha do hospedeiro. O processo de seleção da planta pode ser considerado uma adaptação comportamental, ocorrendo em resposta à limitação de nutrientes fornecidos pelas plantas e as substâncias que atuam como redutores de digestibilidade (ANGELO; DALMOLIN, 2007).

A interação do ácaro com a planta hospedeira, pode ser influenciada pela presença de inimigos naturais e pelo mecanismo de resistência da planta (MELLO; SILVA-FILHO, 2002). Dessa forma, a planta desenvolve substâncias tóxicas para se

defender de ácaros e alguns desses conseguem superar essas defesas, tornando-se, assim, capazes de desintoxicar ou sequestrar as toxinas vegetais (MELLO; SILVA-FILHO, 2002).

O gênero *Eucalyptus* pode apresentar em suas folhas fitoquímicos tais como taninos, alcalóides, esteróides livres, fenóis, flavonóis, flavanonas, flavonas, saponinas e terpenóides (SILVA et al., 2006; DOLL-BOSCARDIN et al., 2010; NAHRUNG et al., 2011; OLIVO et al., 2013; REIS et al., 2013). O eucalipto *C. citriodora* apresenta elevada presença de citronelal em suas folhas, substância com ação inseticida e acaricida comprovada (NAHRUNG et al., 2011; OLIVO et al., 2013).

A qualidade da planta hospedeira é um fator determinante para o desempenho de um ácaro, pois as substâncias ingeridas por ele afetam diretamente sua biologia. Portanto, a proporção da infestação de ácaros está ligada às condições da planta hospedeira (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Contudo, a maioria dos estudos que envolvem a interação ácaro-planta não incluem os possíveis efeitos das plantas hospedeiras sobre o desenvolvimento de ácaros fitófagos. Assim fica uma lacuna de conhecimento a respeito de qual ou quais substâncias metabólicas secundárias e a ação que elas exercem no desenvolvimento e mortalidade de ácaros (AZADII-QOORT et al., 2019).

## **2.5 Biologia e tabela de vida de ácaros**

O potencial biótico das espécies de tetraniquídeos depende de fatores extrínsecos e intrínsecos (BENSOUSSAN et al., 2016; AGUT et al., 2018). Os fatores extrínsecos são características morfológicas e químicas da planta hospedeira, as condições ambientais, densidade e idade das populações, fertilidade das fêmeas e parâmetros comportamentais (BENSOUSSAN et al., 2016; AGUT et al., 2018). Estes fatores podem influenciar a biologia e os parâmetros populacionais dos ácaros tetraniquídeos (NAJAFABADI, 2012).

A biologia e os parâmetros da tabela de vida são utilizados para avaliar o potencial de plantas hospedeira de ácaros, sugerindo assim a qualidade do hospedeiro, além de definir traços de história de vida destes artrópodes (SILVEIRA NETO et al., 1976; BENSOUSSAN et al., 2016; GULLAN; CRANSTON, 2017; AGUT et al., 2018). Os parâmetros para construção das tabelas de vida são: o intervalo médio entre gerações (T); a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ); a taxa intrínseca de

crescimento ( $r_m$ ); a razão finita de aumento ( $\lambda$ ); e o tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) (RAZMJOU et al., 2009; NAJAFABADI, 2012).

Dentre esses diferentes parâmetros populacionais, a taxa intrínseca de crescimento é utilizada como indicador de desempenho populacional de pragas em diferentes estados de plantas hospedeiras, e reflete muitos fatores, como susceptibilidade ou resistência de várias plantas hospedeiras e a fecundidade, tempos de geração, e a sobrevivência da praga (MALEKNIA et al., 2016; DAHMARDEH et al., 2018; AZADII-QOORT et al., 2019). Em adição a esta taxa, o valor da taxa líquida de reprodução é um outro critério seguro que exhibe a capacidade fisiológica de uma praga em relação à sua capacidade reprodutiva (KHANAMANI et al., 2013; MALEKNIA et al., 2016; AZADII-QOORT et al., 2019).

## **2.6 Flutuação populacional e dispersão de ácaros**

As populações de ácaros podem mudar drasticamente de tamanho em períodos relativamente curtos de tempo como resultado de mudanças na natalidade, mortalidade, imigração e emigração. Se as condições ambientais mudam de uma forma que favorece o crescimento da população de ácaros, a população vai aumentar até fatores regulatórios reduzir e parar a taxa de crescimento populacional (JEPPSON et al., 1975; SCHOWALTER, 2006; GULLAN; CRANSTON, 2017).

A amplitude e a frequência das flutuações populacionais podem ser usadas para descrever três padrões gerais: estáveis, irruptivas e cíclicas. As populações estáveis flutuam relativamente pouco ao longo do tempo, enquanto as populações irruptivas e cíclicas apresentam grandes flutuações. Populações irruptivas aumentam esporadicamente até atingir o pico, seguido por um declínio. As populações cíclicas oscilam em intervalos regulares. Os padrões cíclicos de flutuação populacional geraram o maior interesse entre os ecologistas. Os padrões cíclicos podem ser vistos em diferentes escalas de tempo e podem refletir uma variedade de fatores de interação (JEPPSON et al., 1975; SCHOWALTER, 2006; GULLAN; CRANSTON, 2017).

As populações são afetadas por uma variedade de fatores intrínsecos e extrínsecos. Fatores intrínsecos incluem competição intraespecífica, canibalismo, territorialidade, etc. Fatores extrínsecos incluem condições abióticas e outras espécies. Contudo, populações de muitas espécies de ácaros flutuam em amplitudes

que são insuficientes para causar danos econômicos e, portanto, não se destacam (JEPPSON et al., 1975; SCHOWALTER, 2006; GULLAN; CRANSTON, 2017).

As populações de ácaros se movimentam não somente intra-planta, mas também entre plantas (NAKANO, 2011; SOUZA et al., 2012). Os ácaros da família Tetranychidae se dispersam, principalmente, pela ação do vento e por caminhamento (MORAES; FLECHTMANN, 2008). O processo de dispersão interfere na distribuição do ácaro na planta e entre plantas, e é interferido pelas condições climáticas, exercendo influência significativa na infestação inicial (NAKANO, 2011; SOUZA et al., 2012).

O padrão de distribuição de um ácaro é caracterizado pela descrição de como os indivíduos estão dispersos em uma área amostral, podendo se distribuir nas formas: agregada, ao acaso e regular ou uniforme (NAKANO, 2011; CHACÓN-HERNÁNDEZ et al., 2016; TRINDADE et al., 2017).

A distribuição agregada é a mais comum para ácaro e se caracteriza por formar no campo, “focos” ou “reboleiras”, onde os mesmos se acumulam. Esse tipo de distribuição segue a distribuição binominal negativa, que se caracteriza por apresentar variação maior que a média. A distribuição ao acaso, ocorre quando a variância é igual a média, seguindo a distribuição Poisson quando a ocorrência dos ácaros for pouco frequente, onde a frequência esperada é obtida pela multiplicação do número total de amostras pelas probabilidades. A distribuição regular é o tipo que segue a distribuição binominal. Essa distribuição é raramente encontrada em ácaros (SILVEIRA NETO et al., 1976; NAKANO, 2011).

O índice de dispersão de Morisita tem sido utilizado para determinação do tipo de distribuição dos organismos em campo. Este índice tem sido recomendado por ser um método independente quanto ao tipo de distribuição, número de amostras e tamanho da média (SILVEIRA NETO et al., 1976; NAKANO, 2011).

## **2.7 A temperatura no desenvolvimento de ácaros**

Os ácaros tem a temperatura corporal variável com a temperatura do ambiente (poiquilotermia). A temperatura tem um papel importante no desenvolvimento e reprodução de ácaros, interferindo na dinâmica da população deste artrópode (GOTOH et al., 2014; HASANVAND et al., 2019).

Cada espécie de ácaro possui uma temperatura ideal para crescerem, com limites inferior e superior de desenvolvimento (LIN, 2013; GOTOH et al., 2015). Assim, devido a temperatura ser a principal responsável na velocidade de desenvolvimento, reprodução e dispersão de ácaros, faz-se necessário a obtenção da constante térmica e temperatura base destes indivíduos (FERREIRA et al, 2006).

As necessidades térmicas dos ácaros são avaliadas pela constante térmica (K), expressa em graus-dias, a qual desde muito anos é usada em estudos de previsão de crescimento de plantas (HADDAD et al., 1999). Esta constante, proposta por Réaumur parte da hipótese de que a duração do desenvolvimento, pela temperatura, é uma constante, sendo o somatório da temperatura computado a partir de um limiar térmico inferior, chamado de temperatura base (SILVEIRA NETO et al., 1976). Desta forma, os ácaros passam a crescer, ou acumular energia, apenas a partir da temperatura base (HADDAD et al., 1999).

Para obtenção da estimativa do limite térmico inferior (temperatura base) de desenvolvimento de ácaros, por meio dos modelos matemáticos apropriados, há a necessidade de se estudar a biologia do ácaro em laboratório, em temperaturas constantes (HADDAD et al., 1999).

O método mais utilizado para determinação do limite térmico inferior de desenvolvimento ( $T_b$ ) é da hipérbole, que se baseia na expressão da hipérbole e sua recíproca (BEAN, 1961). Apresenta algumas desvantagens, sendo que a maior delas é que devido a curva de desenvolvimento ser uma sigmoide, a seleção da porção linear da curva é subjetiva (MORRIS; FULTON, 1970). Este método exige que o estudo da biologia deve ser feito em, no mínimo, quatro temperaturas constantes e a relação temperatura versus duração deve ser representada por uma hipérbole (HADDAD et al., 1999).

O conhecimento das relações entre temperatura e desenvolvimento e uso das necessidades térmicas de ácaros permitem fazer comparações entre os ciclos de vidas e/ou fecundidade, além de prever a duração de uma geração e o tempo de emergência do adulto, sob as condições de temperaturas variáveis no campo (GULLAN; CRANSTON, 2017).

## **2.8 A espécie *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae)**



Os ácaros correspondem ao segundo maior grupo de artrópodes depois dos insetos (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Das principais espécies de ácaros-praga, 60% pertencem à família Tetranychidae e, destes, 75% pertencem aos gêneros *Tetranychus*, *Oligonychus* e *Eotetranychus* (YANINEK; MORAES, 1990).

*Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) foi descrito por Hirst (1926) como *Paratetranychus punicae*, posteriormente o mudaram para o gênero *Oligonychus* (PRITCHARD; BAKER, 1955).

O ácaro *O. punicae* possui quatro estágios pós-embrionários: larva, protoninfa, deutoninfa, e adulto, além das fases imóveis: protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

*Oligonychus punicae* é uma espécie polífaga, prefere a face superior das folhas e ocorre em aproximadamente 35 hospedeiros de diferentes famílias (MORAES; FLECHTMANN, 2008; FERRAZ et al, 2019; MIGEON; DORKELD, 2019). O ácaro *O. punicae* foi descrito pela primeira vez em plantas de *Punica granatum* L. (Lythraceae) e *Vitis vinifera* L. (Vitaceae) Hirst 1926. Este ácaro ocorre no Brasil e em outros países como: Austrália, Chile, China, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Egito, El Salvador, Estados Unidos da América, França, Guatemala, Honduras, Índia, México, Nicarágua, Panamá, Venezuela (FERES et al., 2005; MIGEON; DORKELD, 2019).

A identificação de espécies da família Tetranychidae é realizada examinando o edeago do macho (MORAES; FLECHTMANN, 2008), entretanto características morfológicas das fêmeas também devem ser consideradas (JEPPSON et al., 1975; UCHOA et al., 1994; BOLLAND et al., 1998). Nos indivíduos mais velhos, o opistossoma pode ser castanho fortemente escuro; as setas do corpo dorsal são destacadas e claras; o ovo é redondo, achatado, coloração variável, passando de translúcido a laranja ou vermelho, com manchas marrons (JEPPSON et al., 1975; UCHOA et al., 1994). O macho é menor, o opistossoma sendo muito mais estreito posteriormente, quase afunilando-se até um ponto, o primeiro par de pernas são mais longas que as da fêmea (JEPPSON et al., 1975; UCHOA et al., 1994; BOLLAND, et al., 1998).

Os parâmetros demográficos de *O. punicae* foram estudados em alguns hospedeiros, tais como abacate (*Persea americana*) e uva (*Vitis vinifera* L.) (VASQUEZ et al., 2008; CERNA et al., 2010). Em uva, o ciclo de vida de *O. punicae* variou entre 8,2 e 9,1 dias, a longevidade variou de 8,1 a 17,5 dias e a taxa intrínseca de crescimento mais alta foi 0,292 (VASQUEZ et al., 2008). *Oligonychus punicae*

quando alimentado com plantas de abacate apresentou ciclo de duração de 7,74 a 9,54 dias, enquanto que os parâmetros de taxa líquida de reprodução e razão finita de aumento, respectivamente, observados para fêmeas de *O. punicae* em variedades de abacate apresentaram valores de 25,81 e 1,24 a 10,78 e 1,16 (CERNA et al., 2010).

*Oligonychus punicae* possui distribuição espacial agregada na cultura do abacate (LARA-VASQUEZ et al., 2018). O comportamento do tipo agregado nas populações deste ácaro em abacateiro sugere que a redução de suas infestações pode ser alcançada concentrando-se estratégias de manejo em pontos ou focos específicos de infestação (LARA-VASQUEZ et al., 2018). A estabilidade do espaço temporal encontrada é muito útil, pois permite conhecer os pontos específicos da parcela, onde estão localizados seus nichos ou locais, permitindo a manutenção de ações preventivas e focadas de controle para manter baixos níveis de infestação (LARA-VASQUEZ et al., 2018).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUT, B.; PASTOR, V.; JAQUES, J.; FLORS, V. Can plant defence mechanisms provide new approaches for the sustainable control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*? **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, p. 614, 2018.

ALAGARMALAI, J.; GRINBERG, M.; PERL-TREVES, R.; SOROKER, V. Host Selection by the Herbivorous Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). **Journal Insect Behavior**, v. 22, p. 375–387, 2009.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 1 ed. Viçosa: Editora UFV, 2004. 442p.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 500p.

ANGELO, A. C.; DALMOLIN, A. Interações Herbívoro-Planta e suas Implicações para o Controle Biológico: Que tipos de inimigos naturais procurar? In: Pedrosa-Macedo, J. H.; DalMolin, A.; Smith, C. W. (orgs.). **O Araçazeiro: Ecologia e Controle Biológico**. FUPEF, Curitiba, 2007. p. 71-91.

AZADI-QOORT, A.; SEDARATIAN-JAHROMI, A.; HAGHANI, M.; GHANE-JAHROMI, M. Biological responses of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) to different host plants: an investigation on bottom-up effects. **Systematic and Applied Acarology**, v. 24, n. 4, p. 659-674, 2019.

BEAN, J. L. Predicting emergence of second-instar spruce budworm larvae from hibernation under field conditions in Minnesota. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 54, p. 175-177, 1961.

BENSOUSSAN, N.; SANTAMARIA, M. E.; ZHUROV, V.; DIAZ, I.; GRBIC, M.; GRBIC, V. Plant-herbivore interaction: dissection of the cellular pattern of *Tetranychus urticae* feeding on the host plant. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1105, 2016.

BOLLAND, H. R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C. H. W. **World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)**. Leiden, Brill Academic Publishers, 1998. 392p.

CASTRO, E. B.; ZANARDI, O. C.; GARLET, J.; OCHOA, R.; FERES, R. J. F. Notes on the Occurrence of *Oligonychus milleri* (McGregor) and *Oligonychus ununguis* (Jacobi) (Acari: Tetranychidae) in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 47, n. 3, p. 429-432, 2017.

CERNA, E.; BADII, M. H.; OCHOA, Y.; AGUIRRE U, L. A.; LANDEROS, J. Tabla de vida de *Oligonychus punicae* hirst (acari: tetranychidae) en hojas de aguacate (*Persea americana* mill) variedad hass, fuerte y criollo. **Revista Universidad y Ciencia**, v. 25, p. 133-140, 2010.

CHACÓN-HERNANDEZ, J.; CERNA-CHÁVEZ, E.; OCHOA-FUENTES, Y.; HERNÁNDEZ-JUÁREZ, A.; PALACIOS-BAZALDÚA, L.; LANDEROS-FLORES, J. Distribución espacial y fluctuación poblacional de *Tetranychus urticae* (Koch) y *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) en cultivos de rosal. **Phyton**, v. 85, n. 2, p. 236-245, 2016.

COSTA, E. C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B. **Entomologia Florestal**. 3 ed. Santa Maria: Ed da UFSM, 2014. 256p.

DAHMARDEH, A.; LATIFI, M.; SABERI RISEH, R. Effect of induced resistance in bean plants on *Tetranychus urticae* life table parameters. **Systematic and Applied Acarology**, v. 23, n. 8, p. 1627, 2018.

DÖLL-BOSCARDIN, P. M.; FARAGO, P. V.; NAKASHIMA, T.; SANTOS, P. E. T.; PAULA, J. F. P. Estudo anatômico e prospecção fitoquímica de folhas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 29, n. 1, 2010.

FERES, R. J. F.; LOFEGO, A. C.; OLIVEIRA, A. R. Ácaros plantícolas (Acari) da “Estação Ecológica do Noroeste Paulista”, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 43-56, 2005.

FERRAZ, J. C. B.; SILVA, P. R. R.; AMARANES, M. P.; MELO, J. W. da S.; LIMA, D. B. de; FRANÇA, S. M. *Oligonychus punicae* as a pest of *Eucalyptus urophylla* in cultivation and potential new host species in Brazil. **International Journal of Acarology**, v.45, n.1-2, p.75-78, 2019.

FERRAZ, J. C. B.; SILVA, S. M.; FRANÇA, S. M.; SILVA, P. R. R.; MELO, J. W. S.; LIMA, D. B. Host preference, population dynamics, distribution, and injuries of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) in a eucalyptus clonal minigarden. **Systematic & Applied Acarology**, 25, 1649–1660, 2020.

FERREIRA, D. H. A. A.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA, S. N.; PAULA, T. R.; COUTINHO, R. P.; SILVA, R. L. Crescimento e Produção de Eucalipto na Região do Médio Paraíba do Sul, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

FERREIRA, R. C. F.; OLIVEIRA, J. V.; HAJI, F. N. P.; GONDIM JR, M. G.C. Biologia, exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em videira (*Vitis vinífera* L.) cv. Itália. **Neotropical Entomology**, v.35, n.1, p.126-132, 2006.

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

FLECHTMANN, C.H.W. **Ácaros de importância agrícola**. 6 ed. São Paulo: Nobel, 1989. 189p.

FLECHTMANN, C. H. W.; BAKER, E. W. Um relatório preliminar sobre os Tetranychidae (Acarina) do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica da América**, 63:156-163, 1970.

FLECHTMANN, C. H. W.; MORAES, R. C. B. 2017. **Banco de dados de Tetranychidae**. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/tetranychidae/>>. Acessado em: 16 de julho de 2019.

FONSECA, S. M.; ALFENAS, A. C.; ALFENAS, R. F.; BARROS, N. F.; LEITE, F. P.; **Cultura do eucalipto em áreas montanhosas**. Viçosa: SIF 2007. 43p.

GOTOH, T.; MORIYA, D.; NACHMAN, G. Development and reproduction of five *Tetranychus* species (Acari: Tetranychidae): Do they all have the potential to become major pests? **Experimental and Applied Acarology**, v. 66, p. 453–479, 2015.

GOTOH, T.; SAITO, M.; SUZUKI, A.; NACHMAN, G. Effects of constant and variable temperatures on development and reproduction of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 64, p. 465–478, 2014.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: Fundamentos da Entomologia**. Rio de Janeiro, Roca, 2017. 460p.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29 p.

HASSANVAND, I.; JAFARI, S.; KHANJANI, M. Life table parameters of Iranian population, *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) fed on soybean leaves. **Systematic and Applied Acarology**, v. 24, n. 2, p. 231, 2019.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. **Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de *Eucalyptus***. Circular técnica IPEF, n. 194, 2002. 21p.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil**. Circular Técnica IPEF, n.192, 2000.10p.

IBÁ (Industria Brasileira de Árvores). **Relatório Anual 2016**. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)> Acesso em 05 de setembro de 2017.

JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. **Mites injurious to economic plants**. San Francisco: University California of Press, 1975. 472p.

KHANAMANI, M.; FATHIPOUR, Y.; HAJIQANBAR, H. Population growth response of *Tetranychus urticae* to eggplant quality: application of female age-specific and age-stage, two-sex life tables. **International Journal of Acarology**, v. 39, n. 8, p. 638–648, 2013.

LARA-VÁZQUEZ, F.; RAMÍREZ-DÁVILA, J. F.; RUBÍ-ARRIAGA, M.; MORALES-ROSALES, E. J.; FIGUEROA-FIGUEROA, D. K.; ACOSTA-GUADARRAMA, A. D.; RIVERA-MARTÍNEZ, R. Distribución Espacial de Araña Roja *Oligonychus puniceae* Hirst en el Cultivo del Aguacate, en dos Municipios del Estado de México. **Southwestern Entomologist**, v. 43, p. 743–759, 2018.

LIN, M. Y. Temperature-dependent life history of *Oligonychus mangiferus* (Acari: Tetranychidae) on *Mangifera indica*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 61, p. 403–413, 2013.

MALEKNIA, B.; FATHIPOUR, Y.; SOUFBAF, M. How greenhouse cucumber cultivars affect population growth and two-sex life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **International Journal of Acarology**, v. 42, n. 2, p. 70–78, 2016.

MELLO, M. O.; SILVA-FILHO, M. C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanism. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v. 14. p, 71-81, 2002.

MIGEON, A.; DORKELD, F. (2019). **Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae**. Disponível em: <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Acesso em 14 de setembro de 2019.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, H. W. **Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. 1 ed. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308p.

MORRIS, R. F.; FULTON, W. C. Models for the development and survival of *Hyphantria cunea* in relation to temperature and humidity. **The Memoirs of the Entomological Society of Canada**, v. 70, p. 1-60, 1970.

NAHRUNG, H. F.; WAUGH, R.; HAYES, R. A.; LEE, D. J. Influence of *Corymbia* hybridisation on crown damage by three arthropod herbivores. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 23, n. 4, p. 383-388, 2011.

NAJAFABADI, S. S. M. Comparative biology and fertility life tables of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on different common bean cultivars. **International Journal of Acarology**. v. 38, n. 8, p. 706-714, 2012.

NAKANO, O. **Entomologia Econômica**. 2 ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2011. 464 p.

OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; PARRA, C. L. C.; VOGEL, F. S. F.; RICHARDS, N. S. P. S.; PELLEGRINI, L. G.; WEBE, A.; PIVOTO, F.; ARAUJO, L. Efeito do óleo de eucalipto (*Corymbia citriodora*) no controle do carrapato bovino. **Ciência Rural**, v. 43, p. 331-337, 2013.

PEREIRA, F. F.; ANJOS, N. dos; ALMADO, R. de P.; RODRIGUES, L. A. L. Primeiro registro de *Oligonychus yothersi* (McGREGOR) (ACARI: TETRANYCHIDAE) em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden NO BRASIL. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.657-659, 2005.

PINTO, R.; FERREIRA, J. A. M.; E. M.; PIRES, ZANUNCIO, J. C. New record and characteristics of damage caused by *Oligonychus yothersi* on *Eucalyptus urophylla*. **Phytoparasitica**, v. 40, n. 2, p. 143–145, 2012.

PRASLICKA, J.; HUSZÁR, J. Influence of temperature and host plants on the development and fecundity of the spider mite *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). **Plant Protect Science**, v. 40, n. 4, p. 141-144, 2004.

PRITCHARD, A. E.; BAKER, E. W. **A revision of the spider mite family Tetranychidae**. Pacific Coast Entomological Society, Memoirs Series 2, 1955. 472p.

QUEIROZ, D. L. de; FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros associados ao eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. (Documentos 230)

QUEIROZ, D. L.; RODRIGUEZ-FERNANDEZ, J. I.; ZANÚNCIO J.C.; SANTOS, G.P. Produção de mudas de eucalipto. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Pragas em viveiro de eucalipto**. 1 ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2010.

RAMOS, B. R. **Plantio econômico e prático de eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2007. 63p.

RAZMJOU, J.; VORBURGER, C.; TAVAKKOLI, H.; FALLAHI, A. Comparative population growth parameters of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), on different common bean cultivars. **Systematic & Applied Acarology**, v. 14, n. 2, p. 83-90, 2009.

- REIS, C.A.F.; ASSIS, T.F.; SANTOS, A.M.; FILHO, E.P. ***Corymbia citriodora*: estado da arte de pesquisas no Brasil**. Colombo, Embrapa Florestas, 2013. 57p.
- RIBEIRO, G. T.; PAIVA, H. N. de; JACOVINE, L. A. G.; TRINDADE, C. **Produção de mudas de eucalipto**. 1 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 122p.
- ROGGIA, S.; GUEDES, J. V. C.; KUSS, R. C. R.; ARNEMANN, J. A.; NÁVIA, D. Ácaros associados à soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**. v. 43, n. 3, p. 295- 301, 2008.
- SABELIS, M. W. **Sampling Techniques**. In: Helle W & Sabelis MW (eds), Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control, v. 1A. Elsevier, Amsterdam, 1985. pp. 337–350.
- SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília: Embrapa, 2014.
- SANTOS, A. P. dos; XAVIER, A.; OLIVEIRA, M. L. de; REIS, G. G. do. Efeito da estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação no desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis*. **SCIENTIA FORESTALIS**, n. 68, p.29-38, 2005.
- SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; PIRES, E. M. Pragas do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 242, 2008.
- SCHOWALTER, T. D. **Insect ecology: An ecosystem approach**. 2nd ed. Tokyo: Academic Press, 2006.
- SEEMAN, O. D.; BEARD, J. J. Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae). **Zootaxa**, v. 2961, p. 1-72, 2011.
- SILVA, J. de C.; CASTRO, V. R. de; XAVIER, B. A. **Eucalipto: manual prático do fazendeiro florestal produzindo madeira com qualidade**. 2 ed. Viçosa, MG, 2008.
- SILVA, P.H.M.; BRITO, J. O.; SILVA JUNIOR, F. G. Potential of eleven eucalyptus species for the production of essential oils. **Scientia Agricola**, v. 63, n.1, 2006.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA-NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 429p.
- SOUZA, I. V.; GONDIM JR, M. G. C.; RAMOS, A. L. R.; SANTOS, E. A.; FERRAZ, M. I. F.; OLIVEIRA, A. R. Dinâmica populacional do *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) e outros ácaros associados a frutos de coco em Una, estado da Bahia, nordeste do Brasil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 58, p. 221-233, 2012.
- TRINDADE, R. B. R.; FERNANDES, M. G.; OLIVEIRA, A. C.; MARTINS, P. H. A. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, noctuidae) em milho convencional e Bt. **EntomoBrasilis**, v.10, n. 2, p. 89-93, 2017.

UCHOA, R.; AGUILAR, H. VARGAS, C. **Phytophagous mites of Central America: An illustrated guide**. Turrialba: Manual Técnico CATIE, 1994. 234p.

VASQUEZ, C.; APONTE, O.; MORALES, J.; SANABRIA, M. E.; GARCIA, G. Biological studies of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) on grapevine cultivars. **Experimental and Applied Acarology**, v. 45, p. 59-69, 2008.

WERMELINGER, B.; OERTLI, J. J.; BAUMGARTNER, J. Environmental factors affecting the life-tables of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). III. Host-plant nutrition. **Experimental & Applied Acarology**, v. 12, p. 259–274, 1991.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. da. Propagação clonal de *Eucalyptus*. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 242, p. 32-40, 2008.

YANINEK, J. S.; MORAES, G.J. Classical biological control of mites in agriculture. In: **International Congresso Acarology**, Ceske Budejovice, Czekoslovakia, 1990.



## CAPÍTULO I

### PRIMEIRO REGISTRO DE *Oligonychus punicae* EM *Eucalyptus urophylla* E NOVAS ESPÉCIES POTENCIAIS HOSPEDEIRAS NO BRASIL

#### RESUMO

Objetivou-se identificar uma espécie de ácaro associado a *Eucalyptus urophylla* em minijardim clonal em viveiro de produção de mudas e determinar sua taxa de crescimento populacional em diferentes espécies de eucalipto. Os ácaros foram coletados nas folhas das minicepas de *E. urophylla* cultivados em “canaletões” do minijardim clonal e montados em lâminas de microscopia, para identificação da espécie e outros foram mantidos em criação em câmaras climáticas com condições controladas. Para determinar a taxa instantânea de crescimento do ácaro nas espécies *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita* e *Corymbia citriodora*, cultivadas em vasos, foram montadas “arenas” com placas de Petri contendo espuma, papel filtro e disco foliar de cada espécie de eucalipto, com a face adaxial voltada para cima e circundados por uma camada de algodão hidrofílico. Em seguida, cada “arena” recebeu cinco fêmeas adultas do ácaro, provenientes da criação. As “arenas” foram mantidas em câmaras climáticas sob condições controladas (temperatura  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas). Após 10 dias foi determinada a taxa instantânea de crescimento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições. Os dados foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal Wallis no programa computacional SAS. O ácaro foi identificado como *Oligonychus punicae*. Este é o primeiro registro de *O. punicae* associado a plantas de *E. urophylla* em minijardim clonal de viveiro para produção de mudas. A taxa instantânea de crescimento de *O. punicae* foi positiva nas seis espécies de eucalipto, assim apresentando potencial de desenvolvimento e de provocar injúrias.

**Palavras-chave:** Minijardim clonal, produção de mudas, crescimento populacional, ácaro.

## CHAPTER I

### FIRST RECORD OF *Oligonychus punicae* IN *Eucalyptus urophylla* AND NEW POTENTIAL HOST SPECIES IN BRAZIL

#### ABSTRACT

The objective of this study is to identify a mite species associated with *Eucalyptus urophylla* in a clonal minigarden in a nursery producing seedlings, and determine its instantaneous growth rate in several species of eucalyptus. The mites were collected on the leaves of strains of *E. urophylla* cultivated in "big grooves" in a clonal minigarden and mounted on microscope slides for identification of the species. Others were kept breeding in climatic chambers under controlled conditions. To determine the instantaneous growth rate of the mite in *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita* and *Corymbia citriodora* grown in pots, Petri dish "assemblies" containing foam, filter paper and leaf discs of each species of eucalyptus were made with the adaxial face facing upwards surrounded by a layer of hydrophilic cotton. Then, each "assembly" received five adult mite females from the breeding. The "assemblies" were kept in climatic chambers under controlled conditions (temperature  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , humidity of  $70 \pm 10\%$ , and photoperiod of 12 hours). After 10 days, the instantaneous growth rate was determined. The experimental design was completely randomized, with six treatments and six replications. Data were submitted to Kruskal Wallis non-parametric test using the SAS software. The mite was identified as *Oligonychus punicae*. This is the first record of *O. punicae* associated with plants of *E. urophylla* in a clonal minigarden producing seedlings. The instantaneous growth rate of *O. punicae* was positive for all six eucalyptus species, presenting a development potential and injures.

**Keywords:** Clonal minigarden, seedling production, population growth, mite.

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<p><b>Figura 1.</b> A. Edeago do macho de <i>O. punicae</i>. B. Macho adulto do ácaro <i>O. punicae</i>. C. Fêmea adulta do ácaro <i>O. punicae</i>. D. Estágio imaturo (larva e ninfa) e adultos (macho e fêmea) de <i>O. punicae</i>. E. Folhas de <i>E. urophylla</i>, minijadim clonal, com brozeamento causado por <i>O. punicae</i>.....</p>	39
<p><b>Figura 2.</b> Taxa instantânea de crescimento populacional (<math>r_i</math>) de <i>O. punicae</i> sob espécies de eucalipto em condições de laboratório (<math>T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}</math>, UR = <math>70 \pm 10\%</math> e 12h de fotofase).....</p>	40

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de produção de mudas de eucalipto hospeda um complexo de artrópodes, merecendo destaque, nos últimos anos, para a acarofauna (SANTOS et al., 2008). Por ser bastante frágil, a muda está sujeita a infestação por ácaros, que em determinadas circunstâncias, provoca prejuízos irreparáveis, principalmente nas minicepas de minijardim clonal, o qual é fonte de propágulos para produção de mudas (ALFENAS et al., 2009).

Algumas espécies de ácaros da família Tetranychidae estão associados a plantas de eucalipto. No Brasil, há registros de *Oligonychus ilicis* McGregor, 1917 em *Eucalyptus grandis*, *E. camaldulensis*, *Eucalyptus pellita* F. Muell e *Eucalyptus tereticornis* Smith (BOLLAND et al., 1998; QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011; MIGEON; DORKELD, 2019); *Oligonychus yothersi* McGregor, 1914 em *E. urophylla* e *E. grandis* (PEREIRA et al., 2005; PINTO et al., 2012); *Oligonychus ununguis* Jacobi, 1905 em híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis* (CASTRO et al., 2017); *Oligonychus punicae* Hirst, 1926 em *Eucalyptus* sp. (FLECHTMANN; BAKER, 1970) e *Tetranychus urticae* Koch, 1836 em *E. grandis* (BOLLAND et al., 1998; QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011; MIGEON; DORKELD, 2019).

A família Tetranychidae compreende ácaros estritamente fitófagos e estão entre as pragas mais importantes do mundo, devido sua ampla distribuição geográfica, ao grande número de hospedeiros e elevado potencial biótico podendo acarretar perdas e elevar o custo de produção (SEEMAN; BEARD 2011). Nesta família foram descritas mais de 1300 espécies e 71 gêneros (MIGEON; DORKELD, 2019). O gênero *Oligonychus* é o maior com 207 espécies conhecidas, das quais 28 foram registradas no Brasil (CASTRO et al., 2017; MIGEON; DORKELD, 2019).

Os ácaros de diversas espécies possuem um rápido desenvolvimento, o tempo de uma geração curto e uma elevada taxa de reprodução, permitindo atingirem níveis populacionais prejudiciais muito rapidamente quando as condições de crescimento são favoráveis, resultando em injúrias e declínio da qualidade da planta hospedeira (SILVEIRA NETO et al., 1976; NAJAFABADI, 2012). Com isto, a taxa instantânea de crescimento é parâmetro para avaliar a associação de ácaros à plantas hospedeiras (SILVEIRA NETO et al., 1976; NAJAFABADI, 2012).

Estudos que relacionam a ocorrência de ácaros fitófagos na produção de mudas de eucalipto são incipientes e carentes de informações técnico-científicas

(FLECHTMANN, 1985; PEREIRA et al., 2005; MORAES; FLECHTMANN, 2008; SANTOS et al., 2008; QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011). Assim, devido a ampla diversidade de espécies de ácaros associados à outras espécies botânicas e devido à escassez de pesquisa de levantamento em eucalipto, acredita-se que pode existir novo registro de ocorrência de ácaro sobre *Eucalyptus* spp.

Diante do supracitado, objetivou-se com este trabalho identificar ácaros associados a *E. urophylla* em minijardim clonal em viveiro de produção de mudas, assim como seu potencial em infestar outras espécies de eucalipto.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Minicepas de *E. urophylla* em minijardim clonal foram mensalmente amostradas para inspeção de ácaros-praga em viveiro de produção de mudas, no município de Monsenhor Gil, estado do Piauí, nordeste do Brasil (5°34'50.9"S, 42°37'20.8"W), nos meses de maio a julho de 2017. Foram amostradas 100 folhas de minicepas de *E. urophylla* e analisadas em microscópio estereoscópio, constatando-se ácaros em diferentes fases de desenvolvimento (ovo, larva, ninfa e adulto) na face adaxial das folhas. Ácaros adultos foram montados em lâminas de microscopia em meio de Hoyer, individualizando machos e fêmeas (FLECHTMANN, 1985), totalizando 30 fêmeas do ácaro em posição dorso ventral, e 20 machos em posição lateral. As lâminas montadas foram observadas sob microscópio com contraste de fase (Brand Olympus Model BX41) e posteriormente enviadas para taxonomista para identificação da espécie.

Alguns ácaros coletados foram separados e criados em "arenas" contendo folhas das minicepas de eucalipto híbrido cultivados em vasos de 3,8 L dentro de casa de vegetação. As "arenas" constituíram-se de recipientes retangulares de polietileno contendo folhas de eucalipto (*E. urophylla* x *Eucalyptus* spp.) de minijardim clonal acondicionadas com a face adaxial voltada para cima sobre uma camada de espuma (4 cm de espessura), umedecida constantemente com água destilada. Algodão hidrófilo foi utilizado para recobrir toda a borda das folhas. A água, além de manter a turgescência da folha, serviu para umedecer o algodão e evitar a fuga dos ácaros. Conforme necessário, as folhas de eucalipto foram substituídas por outras em melhor estado e os ácaros transferidos com sobreposição da antiga folha sobre a folha nova.

As criações foram mantidas em câmaras climáticas com condições controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase).

A taxa instantânea de crescimento do ácaro *O. punicae* foi determinada para diferentes espécies de eucalipto: *E. brassiana*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *Corymbia citriodora*. Estes eucaliptos foram cultivados em vasos de 3,8 litros e conduzidos em casa de vegetação. A unidade experimental consistiu em “arena” formada de placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo espuma de 1 cm de altura, papel filtro e disco foliar (2,5 cm de diâmetro) de cada espécie de eucalipto com a face adaxial voltada para cima e circundada por uma camada de algodão hidrófilo. Após a montagem das arenas, cada uma recebeu cinco fêmeas adultas do ácaro (24-72 horas de idade), provenientes da criação estoque, as quais foram transferidas com auxílio de pincel de cerdas finas. As “arenas” foram mantidas em câmara climatizada sob condições controladas (temperatura  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas). Após 10 dias, foi contabilizado o número de ácaros presente em cada disco, onde foram quantificados ovos, ninfas e adultos, a fim de determinar taxa instantânea de crescimento ( $r_i$ ) do ácaro nas espécies de eucalipto (*E. brassiana*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *C. citriodora*). Para determinar a  $r_i$  foi utilizada a equação de Stark et al. (1997):  $r_i = \ln(N_f/N_0)/\Delta t$ , sendo  $N_0$  o número inicial de indivíduos na população e  $N_f$  o número de indivíduos ao final do intervalo de tempo  $\Delta t$ . O valor de  $r_i$  positivo indica que houve crescimento populacional, o  $r_i$  igual a zero indica que a população está estável e o  $r_i$  negativo indica declínio da população até a extinção. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (espécies de eucalipto) e seis repetições. Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade e não apresentaram distribuição normal, mesmo sendo transformados. Desta forma, os resultados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, através do programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ácaro foi identificado como *Oligonychus punicae* (Nietner, 1861) (Acari: Tetranychidae). Este é o primeiro registro de *O. punicae* associado a plantas de *E. urophylla*, especialmente em minijardim clonal de viveiro de produção de mudas.

O ácaro *O. punicae* foi descrito pela primeira vez em plantas de *Punica granatum* L. (Lythraceae) e *Vitis vinifera* L. (Vitaceae) (Hirst 1926). Ocorre em

aproximadamente 34 hospedeiros, de diferentes famílias, tais como, *Persea americana* Mill. (Arecaceae), *Coffea arabica* L. (Rubiaceae), *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), *Musa* sp. (Musaceae), *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) e *V. vinifera* L. (Vitaceae) (MIGEON; DORKELD, 2019). Entretanto, esse ácaro tem sido relatado em espécies da família Myrtaceae, a exemplo de *Callistemon citrinus* (AGUILAR; MURILLO 2012) e o no gênero *Eucalyptus* (GUPTA; GUPTA, 1994), em *Eucalyptus globulus* (MIGEON, 2015). Atualmente está amplamente distribuído, sendo encontrado em aproximadamente 19 países, nas regiões Australásia, Neártico, Neotropical, Oriental e Paleártico (BOLLAND et al., 1998; MIGEON; DORKELD, 2019). No Brasil foi registrado em *Olyra* sp. e *Eucalyptus* sp. (FLECHTMANN; BAKER, 1970; FERES et al., 2005).

*O. punicae* tem edeago ligeiramente inclinado para o dorso (forma de gancho) e a extremidade distal termina abruptamente em um ponto (Fig. 1A). Caracteres das fêmeas também auxiliam na identificação, possuindo: estrias longitudinais entre e1 e f1; as setas opistossomais são maiores que as distâncias entre suas bases; sete setas tácteis e um solenídeo na tíbia I; Spinnered tão longo quanto largo; seta D1 ultrapassando a base da D2; Tarso I com 4 setas tácteis e um solenídeo proximal as setas dúplices; e solenídeo proximal dos tarsos III e IV mais curtos que as setas tácteis.

O dimorfismo sexual é evidente em *O. punicae* (Fig. 1B e 1C). Nas fêmeas, o propodossoma e as pernas dianteiras são laranja, o opistossoma amplamente arredondado e vermelho escuro com uma marcação vermelha opaco dorsolongitudinal (JEPPSON et al., 1975; UCHOA et al., 1994; BOLLAND et al., 1998).

A identificação de espécies do gênero *Oligonychus* é realizada examinando o edeago do macho (MORAES; FLECHTMANN, 2008), entretanto características morfológicas das fêmeas também devem ser consideradas (JEPPSON et al., 1975; UCHOA et al., 1994; BOLLAND et al., 1998). Nos indivíduos mais velhos, o opistossoma pode ser castanho fortemente escuro; as setas do corpo dorsal são destacadas e claras; o ovo é redondo, achatado, coloração variável, passando de translúcido a laranja ou vermelho, com manchas marrons (JEPPSON et al., 1975; UCHOA et al., 1994). O macho é menor, o opistossoma sendo muito mais estreito posteriormente, quase afunilando-se até um ponto, o primeiro par de pernas são mais longas que as da fêmea (JEPPSON et al., 1975; UCHOA et al., 1994).

Nas 100 folhas de *E. urophylla* amostradas no minijardim clonal foi possível verificar a ocorrência do ácaro *O. punicae* em todas as suas fases de desenvolvimento, assim, encontrou-se 1031 ácaros, sendo 822 ovos, 37 larvas, 23 ninfas e 149 adultos (112 fêmeas e 37 machos).

As injúrias nas plantas de *E. urophylla*, em minijardim clonal, são causada por larvas, ninfas e adultos de *O. punicae* (Fig. 1D) inicialmente na face adaxial das folhas, próximo a nervura central, na região mediana da planta. Posteriormente, em alto nível de infestação, estes ácaros ocupam toda a planta, como consequência, as folhas tornam-se bronzeadas, reduzindo a capacidade fotossintética, em poucos dias ficam necrosadas, resultando por fim, na sua queda (Fig. 1E).

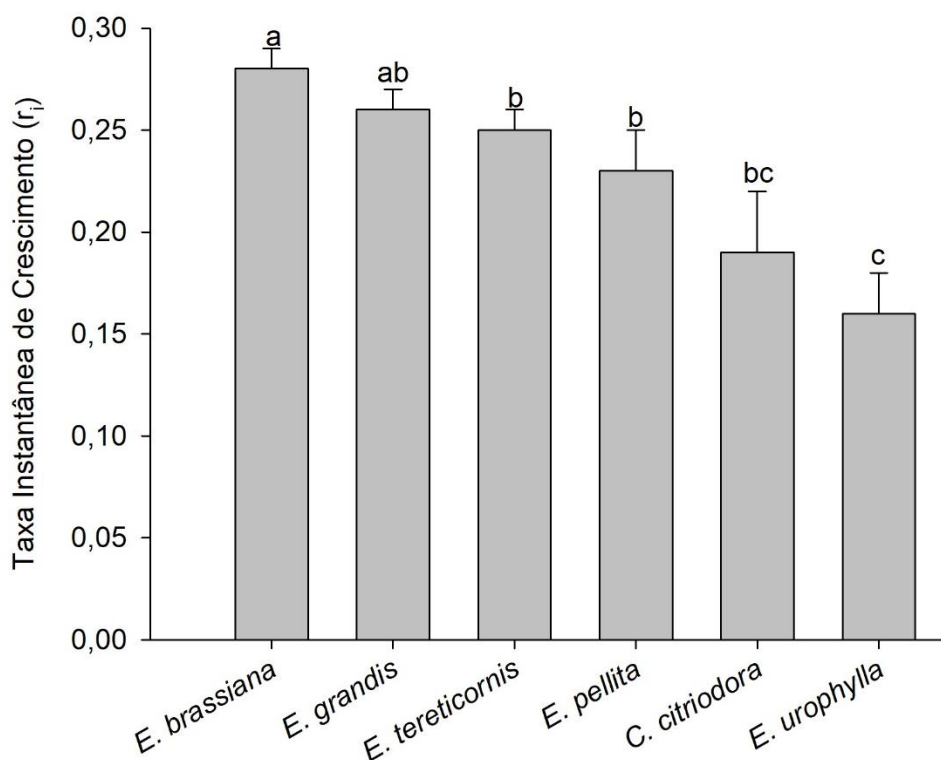


**Figure 1.** **A.** Edeago do macho de *O. punicae*. **B.** Macho adulto do ácaro *O. punicae*. **C.** Fêmea adulta do ácaro *O. punicae*. **D.** Estágio imaturo (larva e ninfa) e adultos (macho e fêmea) de *O. punicae*. **E.** Folhas de *E. urophylla*, minijardim clonal, com bronzeamento causado por *O. punicae*.

A taxa instantânea de crescimento ( $r_i$ ) do ácaro *O. punicae* diferenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) entre as espécies de eucalipto avaliadas. Em *E. brassiana*, *E. grandis*, *E. tereticornis* e *E. pellita* a taxa instantânea de crescimento populacional de *O. punicae* foi superior a de *E. urophylla*, o que enfatiza o potencial



dessas espécies como hospedeiras desse ácaro, uma vez que apresentaram crescimento populacional superior ao hospedeiro onde o ácaro foi coletado. A  $r_i$  de *O. punicae* foi positiva nas seis espécies de eucalipto. Os maiores valores de  $r_i$  foram em *E. brassiana* e *E. grandis* diferenciando estatisticamente ( $P < 0,05$ ) de *E. urophylla*, esta apresentado menor  $r_i$  (Fig. 2).



**Figure 2.** Taxa instantânea de crescimento populacional ( $r_i$ ) de *O. punicae* em diferentes espécies de eucalipto sob condições de laboratório ( $T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR =  $70 \pm 10\%$  e 12h de fotofase).

As diferenças no crescimento populacional do ácaro *O. punicae* nas espécies de eucalipto avaliadas podem demonstrar o potencial de desenvolvimento que este apresenta, sugerindo novas espécies de eucalipto como hospedeiro. Estas diferenças podem estar relacionadas com características que as plantas hospedeiras disponibilizam para os herbívoros, as quais interferem na sua sobrevivência, desenvolvimento e desempenho, tais como, a presença de compostos químicos, tricomas, cerosidade, espessura, dureza e textura da epiderme (FURSTENBERG-HAGG et al., 2013).

Apesar dos ácaros fitófagos serem um grupo que causam danos econômicos significativos em muitas culturas de importância agrícola, pouco se conhece sobre o

comportamento de seleção do hospedeiro (ALAGARMALAI et al., 2009). Contudo, a aceitação da planta hospedeira pelos artrópodes fitófagos é definida após o contato entre eles, sendo o odor e a prova de consumo do hospedeiro fundamental para o processo de aceitação alimentar (BERNAYS; CHAPMAN, 1994; DIAS-PINI et al., 2016).

Uma das teorias aceitas para seleção do hospedeiro é da discriminação dualística (DIAS-PINI et al., 2016). Esta teoria descreve que a seleção do hospedeiro depende da habilidade intrínseca do artrópode fitófago e é baseada em função de estímulos nutritivos e presença de substâncias secundárias da planta hospedeira que os atraem (DIAS-PINI et al., 2016).

Aspectos físicos, químicos e morfológicos das folhas de eucalipto devem ser objeto de futuras pesquisas, para identificação das principais causas associadas à interferência no crescimento e desenvolvimento do ácaro *O. punicae*, bem como, investigar o comportamento de seleção do hospedeiro quando na presença de competição interespecífica e inimigos naturais.

#### **4 CONCLUSÃO**

Este é o primeiro registro de *O. punicae* em plantas de minijardim clonal de *E. urophylla*. As injúrias ocasionadas e a capacidade de desenvolvimento de *O. punicae* nas condições estudadas enfatizam sua potencialidade para ocasionar prejuízos no processo de produção de mudas de eucalipto.

O ácaro *O. punicae* apresenta potencial de desenvolvimento nas espécies *E. brassiana*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *C. citriodora* em minijardim clonal.

#### **Agradecimentos**

Ao professor Dr. Manoel Guedes Corrêa Gondim Júnior da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela identificação do ácaro.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALAGARMALAI, J.; GRINBERG, M.; PERL-TREVES, R.; SOROKER, V. Host Selection by the Herbivorous Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). **Journal Insect Behavior**, v. 22, p. 375–387, 2009.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 500p.

AGUILAR, H.; MURILLO, P. New hosts and records of plant feeding mites for Costa Rica: interval 2008-2012. **Revista Agronomía Costarricense**, v. 36, p. 11-28, 2012.

BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. **Host-plant selection by phytophagous insects**. New York: Chapman and Hall, 1994. 216p.

BOLLAND, H. R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C. H. W. **World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)**. Leiden, Brill Academic Publishers, 1998. 392p.

CASTRO, E. B.; ZANARDI, O. C.; GARLET, J.; OCHOA, R.; FERES, R. J. F. Notes on the Occurrence of *Oligonychus milleri* (McGregor) and *Oligonychus ununguis* (Jacobi) (Acari: Tetranychidae) in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 47, p. 429-432, 2017.

DIAS-PINI, N. S.; COUTINHO, C. R.; PASTORI, P. L.; GUZZO, E. C. **Seleção Hospedeira por Insetos Fitófagos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016. 25p.

FERES, R. J. F.; LOFEGO, A. C.; OLIVEIRA, A. R. Ácaros plantícolas (Acari) da “Estação ecológica do Noroeste Paulista”, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, p. 43–56, 2005.

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

FLECHTMANN, C. H. W.; BAKER, E. W. Um relatório preliminar sobre os Tetranychidae (Acarina) do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica da América**, v. 63, p. 156-163, 1970.

FURSTENBERG-HAGG, J.; ZAGROBELNY, M.; BAK, S. Plant defense against insect herbivores. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, p. 10242–10297, 2013.

GUPTA, S. K.; GUPTA, Y. N. A taxonomic review of Indian Tetranychidae (Acari: Prostigmata) with description of new species, redescription of known species and keys to genera and species. **Memoirs of the Zoological Survey of India**, v. 18, p. 1-196, 1994.

HIRST, S. Descriptions of new mites including four new species of red spider. **Proceedings of the Zoological Society of London**, v. 96, p. 825-841, 1926.

JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. **Mites injurious to economic plants**. San Francisco: University California of Press, 1975. 472p.

MIGEON, A. The Jean Gutierrez spider mite collection. **Zookeys**, v. 489, p. 15-24, 2015.

- MIGEON, A.; DORKELD, F. (2019). **Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae**. Disponível em: <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Acessado em 14 de setembro de 2019.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, H. W. **Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308p.
- NAJAFABADI, S. S. M. Comparative biology and fertility life tables of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on different common bean cultivars. **International Journal of Acarology**, 38:706–714, 2012.
- PEREIRA, F. F.; ANJOS, N.; ALMADO, R. P.; RODRIGUES, L. A. L. Primeiro registro de *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no Brasil. **Revista Árvore**, v. 29, p. 657-659, 2005.
- PINTO, R.; FERREIRA, J. A. M.; PIRES, E. M.; ZANUNCIO, J. C. New record and characteristics of damage caused by *Oligonychus yothersi* on *Eucalyptus urophylla*. **Phytoparasitica**, v. 40, p. 143–145, 2012.
- QUEIROZ, D. L.; FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros associados ao eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 26p.
- SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; PIRES, E. M. Pragas do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 29, p. 47-70, 2008.
- SAS, Institute Inc. **SAS/STAT Software**. Version 8.02. North Carolina: SAS Institute Inc, 2001.
- SEEMAN, O. D.; BEARD, J. J. Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae). **Zootaxa**, v. 2961, p. 1-72, 2011.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA-NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 429p.
- STARK, J. D.; TANIGOSHI, L.; BOUNFOUR, M.; ANTONELLI, A. Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. **Ecotoxicology Environment**, v. 37, p. 273-279, 1997.
- TUTTLE, D. M.; BAKER, E. W.; ABBATIELLO, M. J. Spider mites of Mexico (Acari: Tetranychidae). **International Journal of Acarology**, v. 2, p. 1-102, 1976.
- UCHOA, R.; AGUILAR, H.; VARGAS, C. **Phytophagous mites of Central America: An illustrated guide**. Turrialba: Manual Técnico CATIE, 1994. 234p.

## CAPÍTULO II

### PREFERÊNCIA HOSPEDEIRA, DINÂMICA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO E INJÚRIAS DE *Oligonychus punicae* (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM MINIJARDIM CLONAL DE EUCALIPTO

#### RESUMO

*Oligonychus punicae* tem potencial para desenvolvimento em várias espécies de eucalipto. Neste estudo avaliou-se a preferência pela permanência e oviposição de *O. punicae* em diferentes espécies de eucalipto. Adicionalmente, avaliou-se sua dinâmica e distribuição populacional, bem como injúrias em minicepas de *Eucalyptus urophylla* em minijardim clonal. A preferência por permanência e oviposição de *O. punicae* foi avaliada por meio de testes com e sem escolha em seis espécies de *Eucalyptus*. Também se analisou a dinâmica, a distribuição populacional e os níveis de injúrias por *O. punicae* em *E. urophylla* em minijardim clonal. Coletou-se amostras durante 24 meses e contou-se o número de ovos, imaturos e adultos. Calculou-se o índice de dispersão de Morisita. Estimou-se as injúrias nas folhas de *E. urophylla* usando notas visuais. No teste com chance de escolha, *Eucalyptus urophylla* foi o hospedeiro preferido de *O. punicae* para permanência e oviposição. No teste sem chance de escolha, a oviposição de *O. punicae* em espécies de eucalipto não diferiu estatisticamente até 24 horas de avaliação. Entretanto, houve diferença significativa após 48 horas, com maior oviposição em *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus tereticornis* e *Eucalyptus grandis*. No levantamento populacional, coletou-se 3.293 ácaros. O pico populacional de *O. punicae* ocorreu nos meses de março e abril de 2018 e abril de 2019. *Oligonychus punicae* apresentou distribuição agregada e causou injúrias de 20% em média nas folhas. Esses resultados são importantes para orientar estratégias de manejo em focos específicos de infestação e otimizar o uso de produtos fitossanitários.

**Palavras-chave:** Flutuação populacional, distribuição espacial, dano foliar, oviposição.

## CHAPTER II

### HOST PREFERENCE, POPULATION DYNAMICS, DISTRIBUTION, AND INJURIES OF *Oligonychus punicae* (ACARI: TETRANYCHIDAE) IN AN EUCALYPTUS CLONAL MINIGARDEN

#### ABSTRACT

*Oligonychus punicae* has potential for development in several species of eucalyptus. In this study was evaluated the preference for permanence and oviposition of *O. punicae* in different eucalyptus species. Additionally, we evaluated its dynamics and population distribution, as well as injuries in strains of *Eucalyptus urophylla* in a clonal minigarden. The preference for permanence and oviposition of *O. punicae* was evaluated using a test with and without choice in six species of *Eucalyptus*. We also analyzed the dynamics, population distribution and injury levels by *O. punicae* on *E. urophylla* in a clonal minigarden. We collected samples for 24 months and counted the number of eggs, immature and adult individuals. We calculated the Morisita dispersion index. We estimated injuries on leaves of *E. urophylla* using visual notes. In the test with choice, *Eucalyptus urophylla* was the preferred host of *O. punicae* for permanence and oviposition. In the test without choice, the oviposition of *O. punicae* in eucalyptus species did not differ statistically until 24 hours of evaluation. However, there was a significant difference after 48 hours, with greater oviposition on *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus tereticornis* and *Eucalyptus grandis*. In the population survey, we collected 3,293 mites. The population peak of *O. punicae* occurred in March and April 2018 and April 2019. *Oligonychus punicae* presented an aggregate distribution and caused injuries of 20% on average in leaves. These results are important to guide management strategies in specific infestation foci and optimizing the use of phytosanitary products.

**Keywords:** Population fluctuation, spatial distribution, foliar damage, oviposition.

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Índice de dispersão de Morisita para ovos, imaturos, adultos e O. <i>punicae</i> em <i>E. urophylla</i> em minijardim clonal.....	59

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Frequência de fêmeas adultas de <i>O. punicae</i> em discos foliares de espécies de eucalipto, em experimento com chance de escolha para 1, 3, 6, 12, 24 e 48 horas após a liberação dos ácaros. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de frequência Qui-quadrado ( $P>0,05$ ).....	53
<b>Figura 2.</b> Distribuição percentual de ovos de <i>O. punicae</i> em discos foliares de espécies de eucalipto, em experimento com chance de escolha para 1, 3, 6, 12, 24 e 48 horas após a liberação dos ácaros.....	53
<b>Figura 3.</b> Sobrevivência e oviposição de <i>O. punicae</i> em discos foliares de espécies de eucalipto em teste sem chance de escolha para 1, 3, 6, 12, 24 e 48 horas após a liberação dos ácaros. *Não houve diferença estatística pelo teste de Kruskal Wallis ( $P>0,05$ ). Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis ( $P>0,05$ ).....	54
<b>Figura 4.</b> Ocorrência sazonal do <i>O. punicae</i> , temperatura média, umidade relativa média e precipitação total, no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019, em <i>E. urophylla</i> em minijardim clonal.....	56
<b>Figura 5.</b> Ocorrência sazonal do <i>O. punicae</i> , coleta de brotos e uso de acaricidas, no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019, em <i>E. urophylla</i> em minijardim clonal.....	57
<b>Figura 6.</b> Ocorrência sazonal do <i>O. punicae</i> e a nota de injúria, no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019, em <i>E. urophylla</i> em minijardim clonal.....	60



## 1 INTRODUÇÃO

O ácaro *Oligonychus punicae* Hirst apresenta uma ampla gama de hospedeiros, sendo relatado em mais de 30 hospedeiros incluindo espécies cultivadas e não cultivadas (FLECHTMANN; MORAES, 2017; FERRAZ et al., 2019; MIGEON; DORKELD, 2019). Este ácaro possui potencial de alcançar status de praga em espécies de eucalipto em minijardim clonal (FERRAZ et al., 2019; FERRAZ et al., 2020). As injúrias ocasionadas por esse ácaro em espécies de eucalipto ocorrem inicialmente na face adaxial das folhas, próximo à nervura central, causando bronzeamento, necrose e podendo levar à queda das folhas (FERRAZ et al., 2019; FERRAZ et al., 2020).

O desenvolvimento e reprodução de ácaros fitófagos está diretamente relacionado a quantidade e qualidade de alimento ingerido (SABELIS, 1985). Uma espécie polífaga pode se alimentar de diferentes espécies de planta no curso de sua vida, e utiliza o conteúdo alimentar para sua manutenção, crescimento e reprodução (SABELIS, 1985). Assim, é esperado diferenças em sua biologia em função da espécie botânica consumida.

Em busca de locais com melhores recursos para sua alimentação os ácaros se movimentam não só intra-planta mas também entre plantas (NAKANO, 2011; SOUZA et al., 2012). O padrão de distribuição de um ácaro é caracterizado pela descrição de como os indivíduos estão dispersos em uma área amostral, podendo se distribuir nas formas: agregada, ao acaso e regular ou uniforme (NAKANO, 2011; CHACÓN-HERNÁNDEZ et al., 2016; TRINDADE et al., 2017). O índice de dispersão de Morisita tem sido utilizado para determinação do tipo de distribuição dos organismos em campo. Este índice tem sido recomendado por ser um método independente quanto ao tipo de distribuição, número de amostras e tamanho da média (SILVEIRA NETO et al., 1976; NAKANO, 2011). O conhecimento da distribuição de *O. punicae* é importante para não só para entendimento do processo de infestação dentro do minijardim clonal mas também poderá auxiliar no desenvolvimento de estratégia de manejo (AZANDÉMÈ-HOUNMALON et al., 2014).

O manejo de ácaros é importante para diminuir os danos significativos que estes provocam nas plantas (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Em eucalipto de minijardim clonal, sabe-se que *O. punicae* pode se desenvolver em folhas, alimentando-se destas (FERRAZ et al., 2019). Contudo não se sabe o nível de injúrias

que esse ácaro pode ocasionar. O levantamento de níveis de injúrias nas folhas através de uma escala visual, pode proporcionar informações mais precisas sobre a intensidade de ataque provocado por este ácaro.

Assim, faz-se necessário ter conhecimento da dinâmica populacional de *O. punicae* em eucalipto em minijardim clonal para tornar o seu manejo mais eficiente. A dinâmica populacional dos ácaros é caracterizada pela abundância e flutuação populacional, que depende das variações dos fatores ambientais e dos mecanismos que a regulam (SOUZA et al., 2012; GOTOH et al., 2014; CASTRO et al., 2018).

Para o adequado manejo de ácaros fitófagos é necessário o conhecimento de sua preferência hospedeira, da sua distribuição espacial, com a determinação do período de ocorrência das infestações, do pico populacional e seus níveis de injúrias (FERLA et al., 2007). Neste contexto, objetivou-se avaliar a preferência por permanência e oviposição do ácaro *O. punicae* em diferentes espécies de eucalipto. Adicionalmente foi avaliado a sua dinâmica e distribuição populacional, assim como as injúrias em minicepas de *E. urophylla* em minijardim clonal.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Criação dos ácaros *O. punicae***

O ácaro *O. punicae* foi coletado em minijardim clonal de eucalipto do Viveiro PlantBem, em Monsenhor Gil/PI, para iniciar uma criação estoque em arenas retangulares de polietileno (10 x 15 x 4cm) contendo folhas de eucalipto híbrido (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. + *E. grandis* W. Hill ex Maiden + *E. urophylla* S.T. Blake) com a face adaxial voltada para cima. As arenas de criações foram mantidas em câmaras climáticas com temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12h de fotofase. As plantas eucalipto híbrido foram cultivados em vasos de polietileno com capacidade de 3,8L, contendo solo, substrato comercial Plantmax<sup>®</sup> e esterco caprino, na proporção 3:1:1 e mantidos em casa de vegetação, simulando um minijardim clonal.

### **2.2 Testes de preferência hospedeira**

As espécies de eucalipto utilizadas foram: *E. urophylla*, *E. brassiana*, *E. grandis*, *E. tereticorinis*, *E. pellita* e *C. citriodora*, para avaliar a preferência hospedeira

de *O. punicae*. Estas plantas foram cultivadas nas mesmas condições que as plantas para criação estoque de *O. punicae*.

A preferência por permanência e oviposição de *O. punicae* foram avaliadas através dos testes com chance de escolha e sem chance de escolha. No teste com chance de escolha, as arenas constituíram-se de placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo meio ágar-água a 1%. Nas extremidades opostas das placas foram inseridos seis discos foliares (2,5 cm de diâmetro), cada um representando uma espécie de eucalipto, com a face adaxial voltado para cima, os quais foram conectados por uma lamínula (22 x 22 mm) e circundados por uma camada úmida de algodão. Após montadas as arenas, 18 fêmeas adultas de *O. punicae* (0-48 horas de idade) foram liberadas na porção mediana da lamínula, permitindo livre passagem e o acesso dos ácaros aos discos foliares. A liberação dos indivíduos foi realizada com auxílio de pincel de cerdas finas e sob estereomicroscópio. As arenas foram mantidas em câmara climatizada tipo BOD (temperatura  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas). Após 1, 3, 6, 12, 24 e 48h, foram realizados a contagem do número de fêmeas presentes em cada um dos discos foliares, além do número de ovos depositados. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (espécies de eucalipto) e 12 repetições. O número de fêmeas presentes em cada disco foliar foi comparado através do teste de Qui-quadrado utilizando o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2001). No teste sem chance de escolha, as arenas consistiram-se de placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo uma espuma de 1 cm de espessura e papel filtro. Nas arenas foram colocadas discos foliares (2,5 cm de diâmetro) das espécies de eucalipto, com a face adaxial voltado para cima e circundados por uma camada de algodão hidrofílico. Em seguida, cinco fêmeas adultas do ácaro *O. punicae* (0-48 horas de idade) foram transferidas com auxílio de pincel de cerdas finas e sob estereomicroscópio. As arenas foram mantidas em câmara climatizada tipo BOD (temperatura  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas). Após 1, 3, 6, 12, 24 e 48 horas, foram realizadas a contagem do número de ácaros presentes em cada disco, além do número de ovos depositados. Os dados obtidos de oviposição foram comparados através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, utilizando o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

### **2.3 Dinâmica populacional, distribuição espacial e intensidade de injúrias**

A dinâmica populacional e a distribuição, assim como as injúrias de *O. punicae* em minijardim clonal de *E. urophylla*, foram realizadas através de coletas mensais em viveiro de produção de mudas de eucalipto no município de Monsenhor Gil/PI (5°34'50.9"S, 42°37'20.8"W), durante o período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019. O minijardim clonal é composto por "canaletões" de 25 metros de comprimento e 1,2 metros de largura, no qual as minicepas de *E. urophylla* foram cultivadas com espaçamento de 0,1m x 0,1m. As amostras foram coletadas ao acaso em três "canaletões". A distância entre as amostras foi de 6 metros. Cada amostra foi composta por um broto, retirado aleatoriamente da minicepa, contendo três pares de folhas, perfazendo um total de 12 amostras. Cada amostra foi contabilizada como repetição. As folhas foram acondicionadas em potes plásticos, identificadas e transportadas em caixa de isopor com gelox<sup>®</sup>, para o Laboratório de Entomologia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para triagem do material e montagem das lâminas. As amostras foram avaliadas com uso de microscópio estereoscópico com aumento de até 40X e contabilizado os ovos, imaturos e adultos (macho e fêmea). Exemplares de *O. punicae* adultos foram montados em lâminas contendo meio de Hoyer (FLECHTMANN, 1985), para posterior confirmação da espécie. Os dados meteorológicos de temperatura e umidade do ar foram obtidos na estação meteorológica da EMBRAPA Meio Norte e a precipitação no pluviômetro localizado no próprio viveiro. Durante o período de amostragem foram realizadas quatorze aplicações com o acaricida a base de abamectina na dosagem de 40mL em 20L de água e levantado a quantidade mensal de coleta de miniestacas "canaletões" utilizados neste experimento. As interações da temperatura, umidade do ar, precipitação e a coleta de miniestacas com o número de *O. punicae* coletados foram estimados através do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson, utilizando o programa SAS Institute (SAS INSTITUTE, 2001). Uma análise de regressão multifatorial foi realizada posteriormente, levando em consideração esses fatores, utilizando PROC STEPWISE (SAS INSTITUTE, 2001).

A distribuição espacial de *O. punicae* em minicepas de *E. urophylla* em minijardim clonal foi avaliada utilizando o índice de dispersão de Morisita para cada mês de coleta e fases de desenvolvimento (ovo, imaturo, adulto) durante o período de coleta. Quando o índice de Morisita é igual a 1 significa que a distribuição é ao acaso (Poisson), se for maior que 1, a distribuição é agregada (binominal negativa) e se for menor que 1, a distribuição é regular (binominal). A significância deste índice pode ser

dada pela comparação do valor de  $F_0$  com o  $F$  das tabelas de limites unilaterais (SILVEIRA NETO et al., 1976; NAKANO, 2011).

$$I_{\delta} = N \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \quad (1)$$

$$F_0 = \frac{I_{\delta} (\sum x - 1) + N - \sum x}{N - 1} \quad (2)$$

Onde:

$I_{\delta}$  – índice de dispersão de Morisita,  $N$  – total de amostras,  $\sum x$  = somatório do número de indivíduos encontrados nas amostras.

A intensidade de injúrias de *O. punicae* em folhas de *E. urophylla* em minijardim clonal foram estimadas através de notas visuais em todas as folhas coletadas, baseadas em uma escala diagramática de injúrias que varia de 0 a 100% na superfície adaxial da folha, adaptado de Lourenção (2000), onde:

Nota 1 = folhas sem nenhuma injúria (0%);

Nota 2 = folhas com 1 a 20% de injúria;

Nota 3 = folhas com 21 a 40% de injúria;

Nota 4 = folhas com 41 a 60% de injúria;

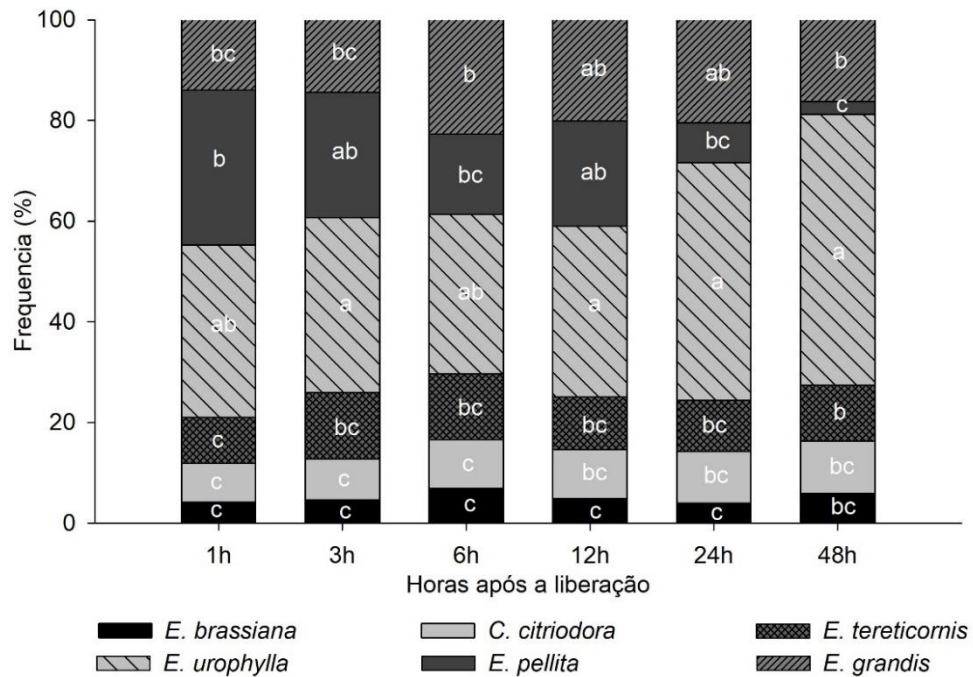
Nota 5 = folhas com 61 a 80% de injúria;

Nota 6 = folhas com 81 a 100% de injúria.

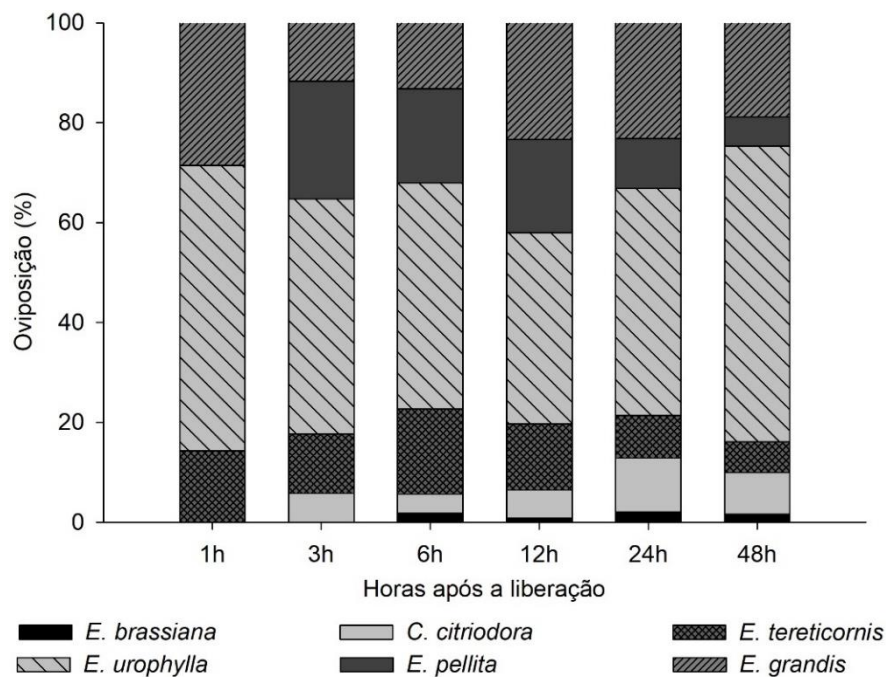
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Testes de preferência hospedeira

No teste com chance de escolha, a preferência por permanência do *O. punicae* em espécies de eucalipto em minijardim clonal diferiu significativamente nos intervalos de avaliações de 1h ( $\chi^2= 23,4976$ ;  $df = 5$ ;  $P= 0,0003$ ), 3h ( $\chi^2= 18,2649$ ;  $df = 5$ ;  $P= 0,0026$ ), 6h ( $\chi^2= 11,9857$ ;  $df = 5$ ;  $P= 0,0350$ ), 12h ( $\chi^2= 16,4833$ ;  $df = 5$ ;  $P= 0,0056$ ), 24h ( $\chi^2= 29,1026$ ;  $df = 5$ ;  $P < 0,0001$ ) e 48h ( $\chi^2= 37,6449$ ;  $df = 5$ ;  $P < 0,0001$ ). *Oligonychus punicae* permaneceu em maior quantidade em *E. urophylla* a partir da observação de 24h (Figura 1). A distribuição de ovos do *O. punicae* em espécies de eucalipto em minijardim clonal apresentou maior percentual no hospedeiro *E. urophylla*, em todos os intervalos de avaliação (1h= 57,14%, 3h= 47,06%, 6h= 45,28%, 12h= 38,32%, 24h= 45,39% e 48h= 59,18%) (Figura 2).

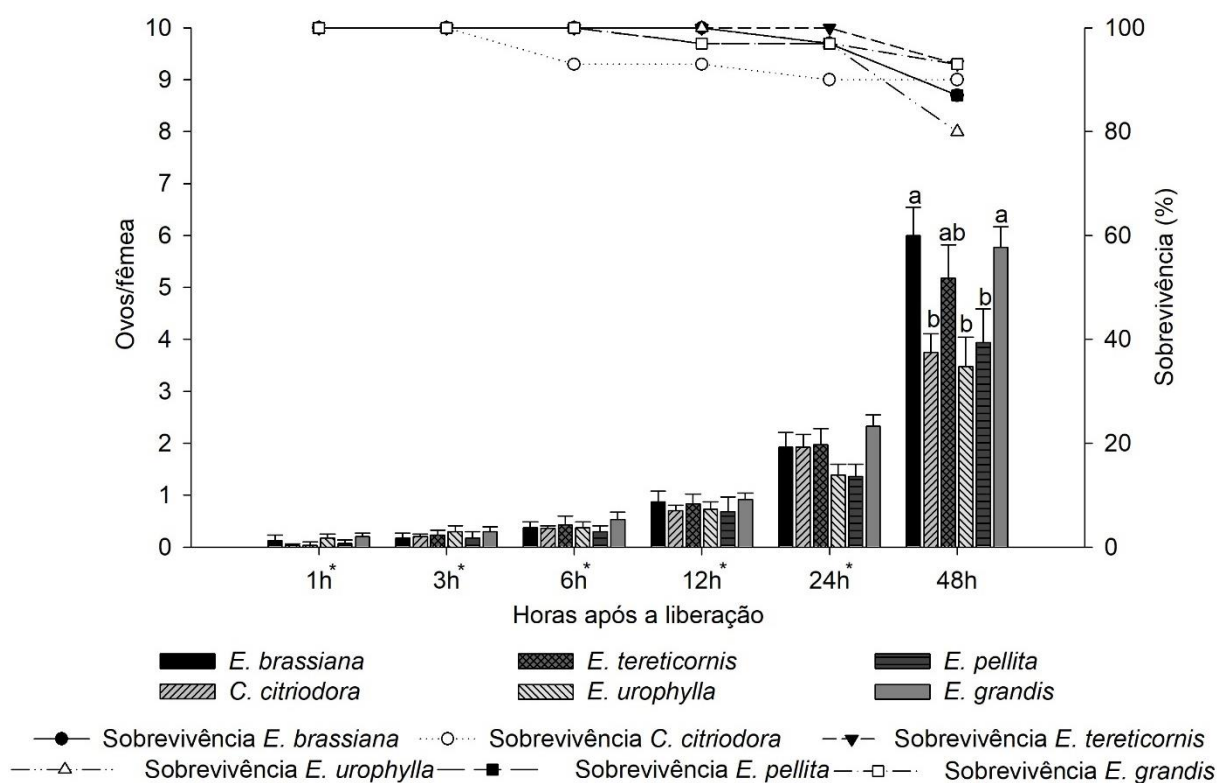


**Figura 1.** Frequência de fêmeas adultas de *O. punicae* em discos foliares de espécies de eucalipto, em experimento com chance de escolha para 1, 3, 6, 12, 24 e 48 horas após a liberação dos ácaros. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de frequência Qui-quadrado ( $P > 0,05$ ).



**Figura 2.** Distribuição percentual de ovos de *O. punicae* em discos foliares de espécies de eucalipto, em experimento com chance de escolha para 1, 3, 6, 12, 24 e 48 horas após a liberação dos ácaros.

No teste sem chance de escolha, a quantidade de ovos por fêmea de *O. punicae* em discos foliares das espécies de eucalipto não diferiu estatisticamente nos intervalos de avaliação de 1h (H= 2,4706; df= 5; P= 0,4806), 3h (H= 3,8112; df= 5; P= 0,5769), 6h (H=2,4864; df= 5; P= 0,7785), 12h (H= 2 ,6531; df= 5; P= 0,7533) e 24h (H= 9,6205; df= 5; P= 0,0867). No entanto, após 48h houve diferença significativa (H= 17,0532; df= 5; P= 0,0044), apresentando maior oviposição do *O. punicae* nos hospedeiros *E. brassiana*, *E. tereticornis* e *E. grandis* (Figura 3). A sobrevivência do *O. punicae* nos diferentes hospedeiros, durante os intervalos de avaliação, variou entre 80 e 100% (Figura 3).



**Figura 3.** Sobrevivência e oviposição de *O. punicae* em discos foliares de espécies de eucalipto em teste sem chance de escolha para 1, 3, 6, 12, 24 e 48 horas após a liberação dos ácaros. \*Não houve diferença estatística pelo teste de Kruskal Wallis ( $P>0,05$ ). Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis ( $P>0,05$ ).

*Eucalyptus urophylla* foi o hospedeiro preferencial de *O. punicae* em minijardim clonal, no teste com chance de escolha, tanto para a permanência como oviposição. Sabe-se que a preferência hospedeira está relacionada não só com as características intrínsecas das plantas, tais como composição nutricional mas também com fatores de defesa física, morfológica ou química (FURSTENBERG-HAGG et al., 2013).

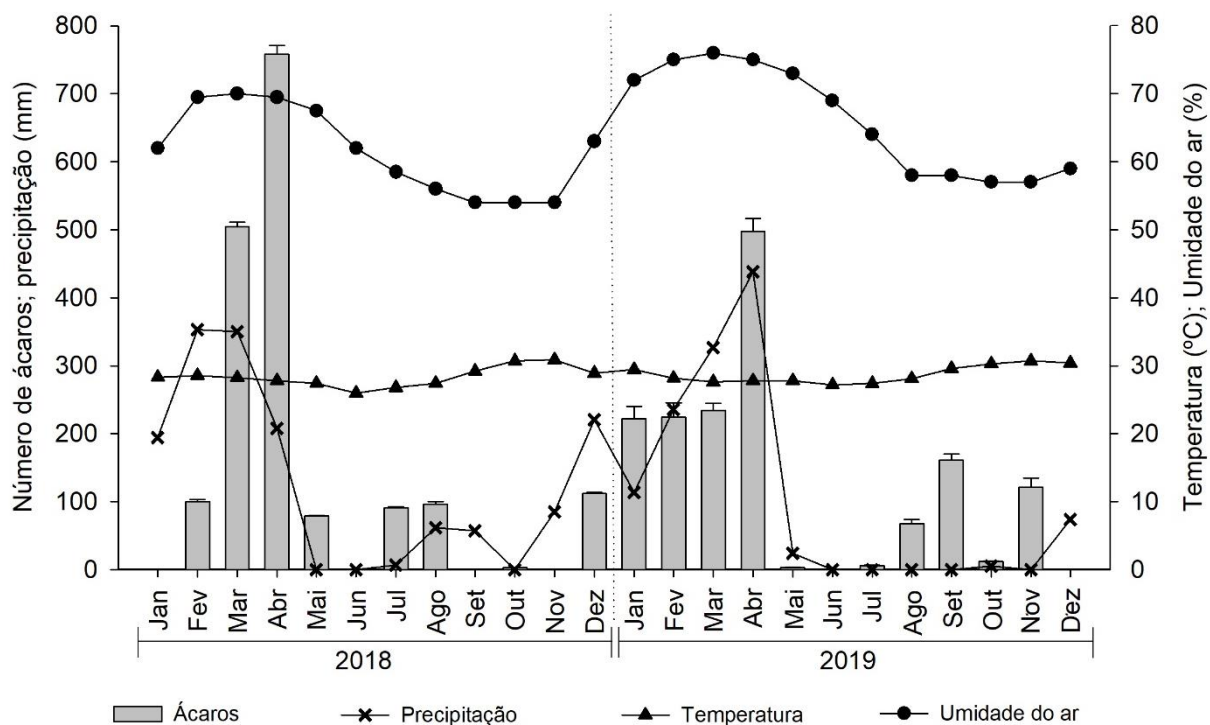
Contudo, pouco se conhece sobre o comportamento dos ácaros na seleção do hospedeiro (ALAGARMALAI et al., 2009). No teste sem chance de escolha houve uma maior oviposição de *O. punicae* nos hospedeiros *E. brassiana*, *E. tereticornis* e *E. grandis*. Com isto, as condições de confinamento, nem sempre confirmam os resultados dos testes com chance de escolha (BALDIN et al., 2019). Isto sugere que não há uma coevolução significativa na interação entre *O. punicae* e as espécies de eucalipto avaliadas.

### 3.2 Dinâmica populacional, distribuição espacial e intensidade de injúrias

Um total de 3293 espécimes de *O. punicae* (2514 ovos, 491 imaturos e 288 fêmeas adultos) foram coletados em folhas de *E. urophylla* em minijardim clonal durante o período amostral – anos de 2018 e 2019 (24 meses). A incidência do ácaro *O. punicae* sobre plantas de *E. urophylla* em minijardim clonal ocorreu em 18 meses ao longo do período de amostragem (Figura 4). Os meses de março e abril de 2018 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2019 apresentaram elevadas quantidades de ovos. Estes representam também, a fase que esteve em maior número na maioria dos meses que ocorreram a presença de ácaros. Vale ressaltar a ausência de ácaros predadores, assim como, outras famílias e espécies de ácaros durante as coletas amostrais.

O pico populacional de *O. punicae* foi registrado nos meses de março e abril de 2018 e abril de 2019. A população de *O. punicae* foi influenciada (correlação positiva) pela precipitação ( $r= 0,63$ ;  $P= 0,0009$ ) e umidade relativa do ar ( $r= 0,52$ ;  $P= 0,0091$ ). Entretanto, a temperatura ( $r= -0,17$ ;  $P= 0,4198$ ) não influenciou, ao longo dos anos de 2018 e 2019 (Figura 4).





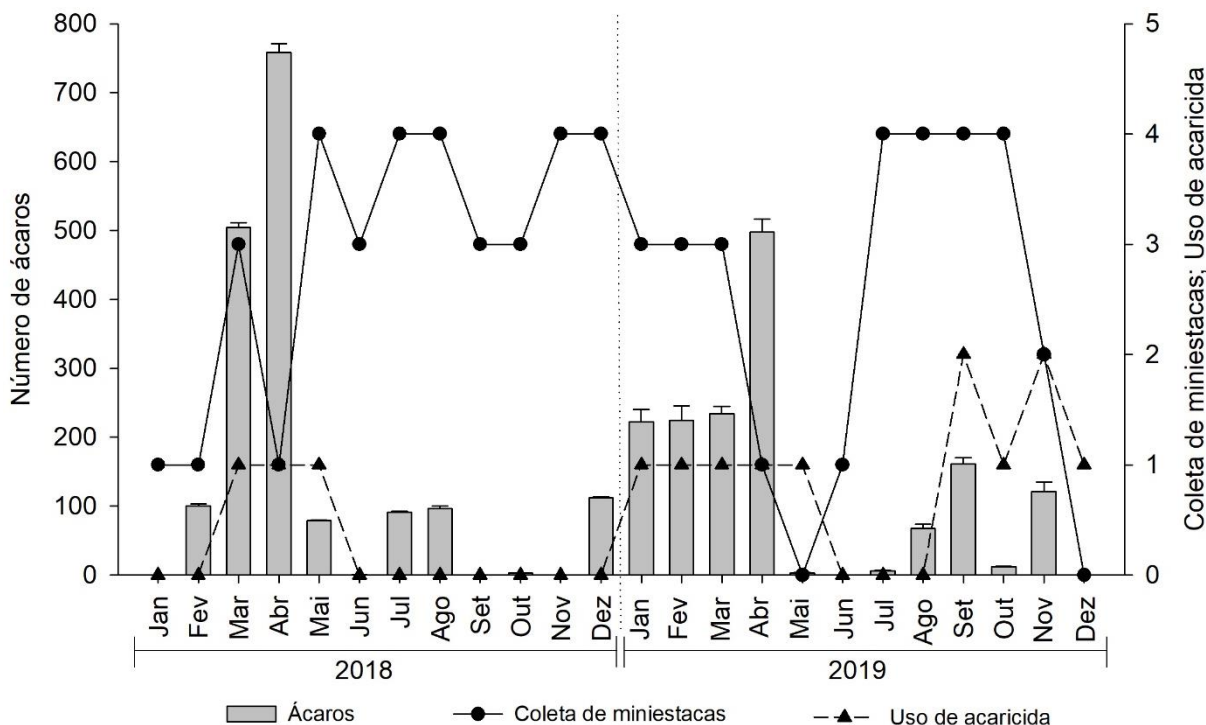
**Figura 4.** Ocorrência sazonal do *O. punicae*, temperatura média, umidade relativa média e precipitação total, no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019, em *E. urophylla* em minijardim clonal.

O levantamento populacional em campo de *O. punicae* associado a *E. urophylla* em minijardim clonal mostrou um pico populacional no período de elevada precipitação e umidade do ar. Diferentemente, quando este ácaro está associado a cultura do abacate (*Persea americana* Mill.), tem sua maior incidência populacional nos meses secos e quentes, na ausência de chuvas e baixas temperaturas, havendo uma redução natural das populações ocorre no período chuvoso (CORIA; AYALA, 2010; REYES et al., 1993). Devido ao adensamento das minicepas de *E. urophylla* no minijardim clonal (espaçamento 0,10 x 0,10m) pode ter havido um “efeito guarda-chuva” proporcionado pelo terço superior das minicepas, fazendo com que precipitação não atingisse diretamente os ácaros que infestavam os terços médio e inferior, ao mesmo tempo que a umidade era elevada neste “microambiente”, favorecendo o desenvolvimento dos ácaros. A umidade é um importante fator climático que influencia a ocorrência de artrópodes no campo (ZUNDEL et al., 2009; ZHOU et al., 2010).

O ácaro *O. punicae* associado a *E. urophylla* em minijardim clonal foi encontrado durante quase todo o período amostral. Dentre as fases de desenvolvimento deste ácaro, o número de ovos foi maior que o de todas as fases pós-embrionárias juntas. Resultado semelhante a este foi encontrado por Franco et

al. (2008) em *Oligonychus ilicis* McGregor (Acari: Tetranychidae) associado a cafeeiro. A elevada presença de ovos pode estar relacionada a qualidade do hospedeiro, favorecendo a fecundidade do *O. punicae*. Esta informação é importante pois pode auxiliar no manejo deste ácaro, com uso de acaricidas que tem efeito sobre a fase de ovo.

As atividades de coleta de miniestacas para produção de mudas, assim como, o uso de acaricida foram realizadas conforme a necessidade operacional do viveiro. Na maioria dos meses foram coletados brotos de 3 a 4 vezes, no entanto, as coletas de miniestacas no minijardim clonal de *E. urophylla* não se correlacionou significativamente com a população de *O. punicae* ( $r = -0,18$ ;  $P = 0,4049$ ) (Figura 5). A aplicação de acaricida à base de abamectina foi nos meses de março, abril e maio de 2018 e janeiro, fevereiro, março, abril, maio, setembro, outubro e novembro de 2019 (Figura 5). Ao analisar esses fatores para estimar a equação do nível populacional de *O. punicae*, o coeficiente de determinação resultante ( $R^2$ ) foi de 0,60. A maior contribuição foi a precipitação ( $R^2 = 0,40$ ).



**Figura 5.** Ocorrência sazonal do *O. punicae*, coleta de brotos e uso de acaricidas, no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019, em *E. urophylla* em minijardim clonal.

Durante o período de levantamento populacional de *O. punicae*, a coleta de miniestacas apical não teve correlação significativa com a flutuação populacional

deste ácaro. Isto demonstra que, mesmo alterando a disponibilidade de alimento (retirada de miniestacas apicais), o *O. punicae* pode ocorrer no minijardim clonal de *E. urophylla*.

*Oligonychus punicae* apresentou distribuição agregada da população (binominal negativa) nas fases de desenvolvimento, nos meses de ocorrência do ácaro, quando os valores do Índice de Morisita foram significativos (Tabela 1). A menor agregação do ácaro foi observada no pico populacional de março, abril, maio, julho, dezembro de 2018 e janeiro, março, abril, setembro e novembro de 2019.

Os resultados deste estudo sugerem a alta capacidade de dispersão de *O. punicae* nas minicepas de *E. urophylla*, uma vez que a menor agregação de *O. punicae* foi observada nos picos populacionais. Nos períodos de grandes populações, os ácaros apresentaram-se mais distribuídos pela área, colonizando um maior número de minicepas de *E. urophylla* no minijardim clonal. Desta forma, é importante adotar estratégias de monitoramento para manter a infestação sobre controle, sem causar danos significativos as minicepas.

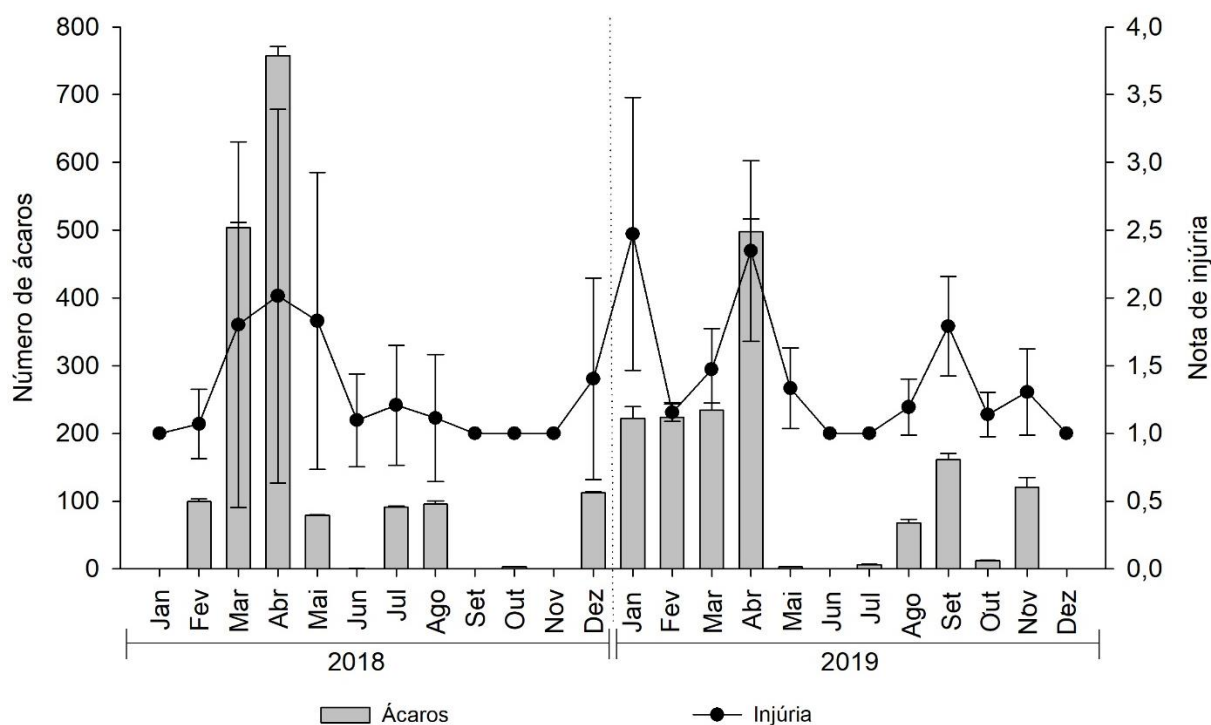
A adequação do número de ácaros ao modelo de distribuição agregada é uma ocorrência comum entre os ácaros fitófagos (NAKANO, 2011; MARTINS et al., 2012). *Oligonychus punicae* possui distribuição espacial agregada também na cultura do abacate (LARA-VASQUEZ et al., 2018). Outros ácaros são caracterizados por distribuição agregada, tais como, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em rosa (CHACÓN-HERNÁNDEZ et al., 2016), *Oligonychus yothersi* McGregor (Acari: Tetranychidae) associado a erva-mate (GOUVEA et al., 2007) e *Calacarus heveae* Feres (Acari: Tenuipalpidae) em seringueira (FERLA et al., 2007). Possivelmente, com o aumento populacional de *O. punicae* diminuiu os recursos alimentares, induzindo este ácaro à dispersão para novos locais no “canaletões” do minijardim clonal.

**Tabela 1.** Índice de dispersão de Morisita para ovos, imaturos, adultos de *O. punicae* em *E. urophylla* em minijardim clonal.

Amostragem	Fase de desenvolvimento			
	Ovo	Imaturo	Adultos	Ácaros
2018				
Janeiro <sup>1</sup>	-	-	-	-
Fevereiro	12,0000*	6,0000*	7,2000*	11,4811*
Março	2,3008*	2,5143*	2,4185*	2,3272*
Abril	4,0124*	4,6038*	4,1535*	4,0653*
Maio	4,1714*	2,8079*	2,0870*	2,0639*
Junho <sup>1</sup>	-	-	-	-
Julho	4,4949*	12,0000*	4,0000 <sup>ns</sup>	4,3021*
Agosto	9,1739*	12,0000*	12,0000*	11,2605*
Setembro <sup>1</sup>	-	-	-	-
Outubro	0,0000 <sup>ns</sup>	- <sup>1</sup>	- <sup>1</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>
Novembro <sup>1</sup>	-	-	-	-
Dezembro	2,8346*	2,7391*	4,0000*	2,6824*
2019				
Janeiro	3,6784*	4,0000*	- <sup>1</sup>	3,6193*
Fevereiro	12,0000*	- <sup>1</sup>	12,0000*	12,0000*
Março	4,0191*	7,2760*	5,3498*	4,8247*
Abril	3,0555*	5,0726*	5,1403*	3,9818*
Maio	12,0000*	- <sup>1</sup>	- <sup>1</sup>	12,0000*
Junho <sup>1</sup>	-	-	-	-
Julho	12,0000*	- <sup>1</sup>	12,0000*	12,0000*
Agosto	6,0909*	6,0000*	0,0000 <sup>ns</sup>	5,3707*
Setembro	1,8836*	2,0571*	1,8182*	1,8713*
Outubro	9,3333*	0,0000 <sup>ns</sup>	- <sup>1</sup>	6,1091*
Novembro	4,0924*	3,2000*	2,0000 <sup>ns</sup>	3,4545*
Dezembro <sup>1</sup>	-	-	-	-

<sup>1</sup>Não foi encontrado ácaro. \*significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup>não significativo a 5% de probabilidade.

As injúrias foram caracterizadas por pontuações cloróticas na face adaxial das folhas. As maiores notas de injúria foliar provocada por ácaro *O. punicae* em folhas de *E. urophylla* em minijardim clonal foram registradas nos meses de março, abril e maio de 2018, e janeiro e abril de 2019, atingindo nota próximo a 2 (1 a 20% de injúria). Assim, houve correlação positiva e significativa ( $r = 0,82$ ;  $P=0,0011$ ) entre a injúria e a população de *O. punicae* (Figura 6).



**Figura 6.** Ocorrência sazonal do *O. punicae* e a nota de injúria, no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019, em *E. urophylla* em minijardim clonal.

A infestação de *O. punicae* em *E. urophylla* em minijardim clonal durante os 24 meses, provocou injúrias em 20% das folhas. As injúrias foram observadas na superfície adaxial durante o seu pico populacional, aparecendo inicialmente como pontuações cloróticas, evoluindo para um bronzeamento das folhas. Injúrias semelhantes foram observados em mudas de *E. grandis* provocadas por *O. yothersi* (PEREIRA et al., 2005), em mudas de *E. urophylla* por *O. yothersi* (PINTO et al., 2012) e em *Eucalyptus* sp. por *Oligonychus ununguis* Jacobi (Acari: Tetranychidae) (CASTRO et al., 2017). Por serem organismos muito pequeno, de difícil percepção a olho nu, a identificação das injúrias é fundamental para detectar a ocorrência de *O. punicae* em minijardim clonal, para posteriormente, traçar estratégias de manejo.

O estudo da preferência hospedeira, dinâmica populacional, distribuição espacial e as injúrias provocadas por *O. punicae* associado a *E. urophylla* em minijardim clonal, é importante para determinar o comportamento espacial da população deste ácaro, uma vez que medidas de controle podem ser planejadas de forma eficaz, concentrando-se estratégias de manejo em focos específicos de infestação e otimizando uso de produtos fitossanitários.

#### 4 CONCLUSÃO

O ácaro *O. punicae* embora possa se associar a todas as espécies de eucalipto estudadas, preferiu o hospedeiro *E. urophylla*, em minijardim clonal, para estadia e oviposição.

O pico populacional do *O. punicae* em *E. urophylla* em minijardim clonal ocorre no período chuvoso, causando injúrias significativas nas folhas e requer em seu manejo o uso de ferramentas para reduzir a população.

O ácaro *O. punicae*, associado a *E. urophylla* em minijardim clonal, se distribui de forma agregada, em todas as fases de seu desenvolvimento.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAGARMALAI, J.; GRINBERG, M.; PERL-TREVES, R.; SOROKER, V. Host Selection by the Herbivorous Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). **Journal Insect Behavior**, v. 22, p. 375–387, 2009.

AZANDÉMÈ-HOUNMALON, G. Y.; FELLOUS, S.; KREITER, S.; FIABOE, K. K. M.; SUBRAMANIAN, S.; KUNGU, M.; MARTIN T. Dispersal Behavior of *Tetranychus evansi* and *T. urticae* on Tomato at Several Spatial Scales and Densities: Implications for Integrated Pest Management. **PLoS ONE**, 9, 2014.

BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIN, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de plantas a insetos – Fundamentos e Aplicações**. Piracicaba, FEALQ. 2019. 493pp.

BOLLAND, H. R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C. H. W. **World Catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)**. Boston: Brill, 1998. 392p.

CASTRO, E. B.; NUVOLONI, F. M.; FERES, R. J. F. Population dynamics of the main phytophagous and predatory mites associated with rubber tree plantations in the State of Bahia, Brazil. **Systematic & Applied Acarology**, v. 23, n. 8, p. 1578–1591, 2018.

CASTRO, E. B.; ZANARDI, O. C.; GARLET, J.; OCHOA, R.; FERES, R. J. F. Notes on the Occurrence of *Oligonychus milleri* (McGregor) and *Oligonychus ununguis* (Jacobi) (Acari: Tetranychidae) in Brazil. **Neotropical Entomology**, 47, 429-432, 2017.

CHACÓN-HERNANDEZ, J.; CERNA-CHÁVEZ, E.; OCHOA-FUENTES, Y.; HERNÁNDEZ-JUÁREZ, A.; PALACIOS-BAZALDÚA, L.; LANDEROS-FLORES, J. Distribución espacial y fluctuación poblacional de *Tetranychus urticae* (Koch) y *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) en cultivos de rosal. **Phyton**, v. 85, n. 2, p. 236-245, 2016.

CORIA, A.; AYALA, A. **Manejo de ácaros del aguacate en México SAGARPA**. Uruapan Michoacán, Folleto Técnico Número 20, 2010.

DÖLL-BOSCARDIN, P. M.; FARAGO, P. V.; NAKASHIMA, T.; SANTOS, P. E. T.; PAULA, J. F. P. Estudo anatômico e prospecção fitoquímica de folhas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 29, n. 1, 2010.

FERLA, N. J.; MORAES, G. J.; BONATO, O. Distribuição espacial e plano de amostragem de *Calacarus heveae* (Acari) em seringueira. **Iheringia, Série Zoologia**, v.97, n.4, p.447-451, 2007.

FERRAZ, J. C. B.; SILVA, P. R. R.; AMARANES, M. P.; MELO, J. W. da S.; LIMA, D. B. de; FRANÇA, S. M. *Oligonychus punicae* as a pest of *Eucalyptus urophylla* in cultivation and potential new host species in Brazil. **International Journal of Acarology**, v.45, n.1-2, p.75-78, 2019.

FERRAZ, J. C. B.; SILVA, P. R. R.; AMARANES, M. P.; MELO, J. W. S.; LIMA, D. B.; FRANÇA, S. M. Biology and fertility life table of *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) associated with eucalyptus in a clonal minigarden. **Systematic and Applied Acarology**, 25, 103-112, 2020.

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

FLECHTMANN, C. H. W.; MORAES, R. C. B. 2017. **Banco de dados de Tetranychidae**. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/tetranychidae/>>. Acessado em: 16 de julho de 2019.

FRANCO, R. A.; REIS, P. R.; ZACARIAS, B. F. A.; NETO, M. P. Dinâmica populacional de *Oligonychus ilicis* (Mcgregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em cafeeiro e de fitoseídeos associados a ele. **Coffee Science**, v. 3, p. 38-46, 2008.

FURSTENBERG-HAGG, J.; ZAGROBELNY, M.; BAK, S. Plant defense against insect herbivores. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, p. 10242–10297, 2013.

GOTOH, T.; SAIT, M.; SUZUKI, A.; NACHMAN, G. Effects of constant and variable temperatures on development and reproduction of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, 64, 465–478, 2014.

GOUVEA, A.; BERTOLDO, A.; ALVES, L. F. A. Plano de amostragem presença-ausência para *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) na cultura da erva-mate. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 583-586, 2007.

LARA-VÁZQUEZ, F.; RAMÍREZ-DÁVILA, J. F.; RUBÍ-ARRIAGA, M.; MORALES-ROSALES, E. J.; FIGUEROA-FIGUEROA, D. K.; ACOSTA-GUADARRAMA, A. D.; RIVERA-MARTÍNEZ, R. Distribución Espacial de Araña Roja *Oligonychus punicae* Hirst en el Cultivo del Aguacate, en dos Municipios del Estado de México. **Southwestern Entomologist**, v. 43, p. 743–759, 2018.

LOURENÇÃO, A. L.; MORAES, G. J.; PASSOS, F. A.; AMBROSANO, G. M.B.; SILVA, L. V. F. Resistência de morangueiro a *Tetranychus urticae* Kock (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 339-346, 2000.

MARTINS, G. L. M.; VIEIRA, M. R.; BARBOSA, J. C.; DINI, T. A.; MANZANO, A. M.; ALVES, B. M. S.; SILVA, R. M. Distribuição espacial de *Calacarus heveae* Feres na cultura da seringueira em Marinópolis - São Paulo. **Revista Árvore**, v. 36, p. 211-217, 2012.

MIGEON, A.; DORKELD, F. (2019). **Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae**. Disponível em: <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Acesso em: 16 de julho de 2019.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Holos, 2008. 288p.

NAHRUNG, H. F.; WAUGH, R.; HAYES, R. A.; LEE, D. J. Influence of corymbia hybridisation on crown damage by three arthropod herbivores. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 23, n. 4, p. 383-388, 2011.

NAKANO, O. **Entomologia Econômica**. 2 ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2011. 464 p.

OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; PARRA, C. L. C.; VOGEL, F. S. F.; RICHARDS, N. S. P. S.; PELLEGRINI, L. G.; WEBE, A.; PIVOTO, F.; ARAUJO, L. Efeito do óleo de



eucalipto (*Corymbia citriodora*) no controle do carrapato bovino. **Ciência Rural**, v. 43, p. 331-337, 2013.

PEREIRA, F. F.; ANJOS, N.; ALMADO, R. P.; RODRIGUES, L. A. L. Primeiro registro de *Oligonychus yothersi* (McGREGOR) (ACARI: TETRANYCHIDAE) em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no Brasil. **Revista Árvore**, v. 29, p. 657-659, 2005.

PINTO, R.; FERREIRA, J. A. M.; PIRES, E. M.; ZANUNCIO, J. C. New record and characteristics of damage caused by *Oligonychus yothersi* on *Eucalyptus urophylla*. **Phytoparasitica**, v. 40, p. 143–145, 2012.

REIS, C.A.F.; ASSIS, T.F.; SANTOS, A.M.; FILHO, E.P. ***Corymbia citriodora*: estado da arte de pesquisas no Brasil**. Colombo, Embrapa Florestas, 2013. 57p.

REYES, J.; RUBÍ, M.; SALGADO, M. **Dinámica población de araña roja (*Oligonychus punicae* Hirst) en 16 selecciones de aguacate**. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C., 1993.

SABELIS, M. W. **Sampling Techniques**. In: Helle W & Sabelis MW (eds), Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control, v. 1A. Elsevier, Amsterdam, 1985. pp. 337–350.

SAS. **SAS Software**. Version 8.02. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 2001.

SILVA, P.H.M.; BRITO, J. O.; SILVA JUNIOR, F. G. Potential of eleven eucalyptus species for the production of essential oils. **Scientia Agricola**, v. 63, n.1, 2006.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA-NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 429p.

SOUZA, I. V.; GONDIM JR, M. G. C.; RAMOS, A. L. R.; SANTOS, E. A.; FERRAZ, M. I. F.; OLIVEIRA, A. R. Dinâmica populacional do *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) e outros ácaros associados a frutos de coco em Una, estado da Bahia, nordeste do Brasil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 58, p. 221-233, 2012.

TRINDADE, R. B. R.; FERNANDES, M. G.; OLIVEIRA, A. C.; MARTINS, P. H. A. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, noctuidae) em milho convencional e Bt. **EntomoBrasilis**, v.10, n. 2, p. 89-93, 2017.

ZHOU, Z. S.; GUO, J. Y.; CHEN, H. S.; WAN, F. H. Effect of humidity on the development and fecundity of *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae). **BioControl**, v. 55, p. 313-319, 2010.

ZUNDEL, C.; NAGEL, P.; HANNA, R.; KORNER, F.; SCHEIDEGGER, U.  
Environment and host-plant genotype effects on the seasonal dynamics of a  
predatory mite on cassava in sub-humid tropical Africa. **Agricultural and Forest  
Entomology**, v. 11, p. 321-331, 2009.

### CAPÍTULO III

#### BIOLOGIA E TABELA DE FERTILIDADE DE VIDA DE *Oligonychus punicae* HIRST (ACARI: TETRANYCHIDAE) ASSOCIADO A EUCALIPTO EM MINIJARDIM CLONAL

##### RESUMO

O ácaro *Oligonychus punicae* tem potencial para desenvolvimento em *Eucalyptus* spp. em minijardim clonais. No entanto, não há informações sobre seus parâmetros biológicos e reprodutivos nas espécies de eucalipto. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho biológico e reprodutivo de *O. punicae* sobre diferentes espécies de eucalipto cultivadas em minijardim clonal. Tempo de desenvolvimento, sobrevivência, longevidade, fecundidade e parâmetros de tabela de vida de *O. punicae* foram determinados em seis espécies de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita* e *Corymbia citriodora*). Todos os ovos de *O. punicae* originaram fêmeas e completaram o ciclo em todos os hospedeiros. Diferenças foram observadas no desenvolvimento, longevidade, pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e fecundidade de fêmeas de *O. punicae* quando diferentes espécies de eucalipto foram utilizadas como hospedeiros. O melhor desempenho de *O. punicae* foi observado em *E. tereticornis*, enquanto o pior desempenho foi observado em *C. citriodora*, em que as taxas reprodutivas líquidas ( $R_0$ ) variaram de 5,09 a 44,85, a taxa intrínseca de aumento populacional ( $r_m$ ) variou de 0,09 a 0,19, a taxa finita de aumento da população ( $\lambda$ ) variou de 1,10 a 1,21, e o tempo médio de geração (T) variou de 0,09 a 0,19. Esses resultados sugerem que *E. tereticornis* é um excelente hospedeiro para *O. punicae*.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*, produção de mudas, ácaros, parâmetros biológicos.

## CHAPTER III

### BIOLOGY AND FERTILITY LIFE TABLE OF *Oligonychus punicae* HIRST (ACARI: TETRANYCHIDAE) ASSOCIATED WITH EUCALYPTUS IN A CLONAL MINIGARDEN

#### ABSTRACT

The mite *Oligonychus punicae* has potential for development in *Eucalyptus* spp. in clonal minigardens. However, there is no information on its biological and reproductive parameters on eucalyptus species. The objective of this study is to evaluate the biological and reproductive performance of *O. punicae* on different species of eucalyptus cultivated in a clonal minigarden. Development time, survival, longevity, fecundity and life table parameters of *O. punicae* were determined on six species of eucalyptus (*Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita* and *Corymbia citriodora*). All eggs of *O. punicae* originated females and completed the cycle in all hosts. Differences were observed in development, longevity, pre-oviposition, oviposition and post-oviposition, and fecundity of females of *O. punicae* when different eucalyptus species were used as hosts. The best performance of *O. punicae* was observed on *E. tereticornis*, while the worst performance was observed on *C. citriodora*, on which the net reproductive rates ( $R_0$ ) ranged from 5.09 to 44.85, the intrinsic rate of population increase ( $r_m$ ) ranged from 0.09 to 0.19, the finite rate of population increase ( $\lambda$ ) ranged from 1.10 to 1.21, and the mean generation time ( $T$ ) ranged from 0.09 to 0.19. These results suggest that *E. tereticornis* is an excellent host for *O. punicae*.

**Keywords:** *Eucalyptus*, production of seedlings, mites, biological parameters.

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Tempo de desenvolvimento dos estágios de vida do <i>O. punicae</i> em folhas de eucalipto de minijardim clonal (T = 25 ± 2°C, UR = 70 ± 10% UR e 12 h de fotofase).....	75
<b>Tabela 2.</b> Tempo (dias ± DP <sup>1</sup> ) de longevidade de adultos, pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e fecundidade (ovos/fêmea) do <i>O. punicae</i> em folhas de eucalipto de minijardim clonal (T = 25 ± 2°C, UR = 70 ± 10% UR e 12 h de fotofase).....	75
<b>Tabela 3.</b> Parâmetros populacionais (média ± DP <sup>1</sup> ) do <i>O. punicae</i> em folhas de eucalipto de minijardim clonal (T = 25 ± 2°C, UR = 70 ± 10% UR e 12 h de fotofase).....	78

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Fertilidade específica ( $m_x$ ) e taxa de sobrevivência ( $l_x$ ) do <i>O. punicae</i> em folhas de eucalipto de minijardim clonal ( $T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$ , $\text{UR} = 70 \pm 10\% \text{UR}$ e 12 h de fotofase).....	77

## 1 INTRODUÇÃO

Para o sucesso na produção de mudas clonais de eucalipto, faz-se necessário a presença de um minijardim clonal, que tem por finalidade fornecer miniestacas apicais para propagação e posterior formação das mudas. Com isto, as minicepas de eucalipto que compõem o minijardim clonal tornam-se perene (ALFENAS et al., 2009). Como decorrência, as minicepas ficam sujeitas a ocorrência de insetos e ácaros fitófagos que merecem atenção no manejo para não comprometer a produção (SANTOS et al., 2008).

Na cultura do eucalipto são relatados ácaros fitófagos das famílias Tetranychidae e Eriophyidae, sendo apenas uma espécie desta última família, *Rhombacus eucalypti* Ghosh & Chakrabarti, 1987 (QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011). Os principais ácaros fitófagos da família Tetranychidae associado a cultura do eucalipto no Brasil são *Oligonychus punicae* Hirst, 1926 (QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011; FLECHTMANN; MORAES, 2017; FERRAZ et al., 2019), *Oligonychus ilicis* McGregor, 1917 (QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011; FLECHTMANN; MORAES, 2017), *Oligonychus yothersi* McGregor, 1914 (PEREIRA et al., 2005; PINTO et al., 2012), *Oligonychus ununguis* Jacobi, 1905 (CASTRO et al., 2017) e *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (QUEIROZ; FLECHTMANN, 2011; FLECHTMANN; MORAES, 2017).

Recentemente, *O. punicae* foi encontrado em minijardim clonal de *Eucalyptus urophylla*, indicando ainda, outras espécies de eucalipto, *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*, como potenciais hospedeira deste ácaro (FERRAZ et al., 2019).

Há registros de *O. punicae* associado a 35 plantas hospedeiras no mundo (FLECHTMANN; MORAES, 2017; FERRAZ et al., 2019; MIGEON; DORKELD, 2019). Este ácaro pode provocar injúrias inicialmente na face adaxial das folhas, próximo a nervura central, na região mediana da planta, posteriormente, ocupam toda a planta, como consequência, as folhas tornam-se bronzeadas, em poucos dias ficam necrosadas, resultando por fim, nas quedas das folhas (FERRAZ et al., 2019).

O potencial biótico das espécies de tetraniquídeos depende de fatores extrínsecos e intrínsecos (BENSOUSSAN et al., 2016; AGUT et al., 2018). Os fatores são características morfológicas e químicas da planta hospedeira, as condições ambientais, densidade e idade das populações, fertilidade das fêmeas e parâmetros comportamentais (BENSOUSSAN et al., 2016; AGUT et al., 2018). Estes fatores

podem influenciar a biologia e os parâmetros populacionais dos ácaros tetranquídeos (NAJAFABADI, 2012).

A biologia e os parâmetros da tabela de vida (taxa líquida de reprodução, taxa intrínseca de crescimento, duração média de uma geração, razão finita de aumento e tempo necessário para dobrar uma população) são utilizados para avaliar o potencial de plantas hospedeira de ácaros, sugerindo assim a qualidade do hospedeiro, além de definir traços de história de vida destes artrópodes (SILVEIRA NETO et al., 1976; BENSOUSSAN et al., 2016; GULLAN; CRANSTON, 2017; AGUT et al., 2018). Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho biológico e reprodutivo de *O. punicae* sob diferentes espécies de eucalipto cultivados em minijardim clonal.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Criação do ácaro *O. punicae***

Os ácaros coletados no Viveiro PlantBem, em Monsenhor Gil/PI, foram criados em arenas contendo folhas de eucalipto híbrido (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. x *E. grandis* W. Hill ex Maiden x *E. urophylla* S.T. Blake). Estes que foram cultivados em vasos de polietileno com capacidade de 3,8 litros, contendo solo, substrato comercial Plantmax® e esterco caprino, na proporção 3:1:1 e mantidos em casa de vegetação, simulando um minijardim clonal. As arenas consistiram em recipientes retangulares de polietileno (10 x 15cm) contendo as folhas de eucalipto acondicionadas com a face adaxial voltada para cima sobre uma camada de espuma (4 cm de espessura), umedecida constantemente com água destilada e papel filtro. Algodão hidrófilo foi utilizado para recobrir toda a borda das folhas, evitando assim a fuga dos ácaros. A cada 10 dias, as folhas de eucalipto foram substituídas por outras em melhor estado e os ácaros transferidos pela colocação da antiga folha sobre a arena nova. As arenas de criações foram mantidas em câmaras climáticas com temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase, no laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Piauí.

### **2.2 Espécies de eucalipto avaliadas**



As seguintes espécies foram utilizadas neste experimento: *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita* e *Corymbia citriodora*. Estas plantas foram cultivadas em vasos de polietileno com capacidade de 3,8 litros, contendo solo, substrato comercial Plantmax® e esterco caprino, na proporção 3:1:1 e mantidos em casa de vegetação.

### **2.3 Ciclo biológico do *O. punicae*.**

As arenas foram constituídas por placa de Petri de polietileno contendo disco de folha das espécies de eucalipto avaliadas, com diâmetro 2,5 cm, as quais foram colocados com a face adaxial voltada para cima sobre papel filtro e uma camada de espuma 1 cm de espessura, umedecida constantemente com água destilada. As folhas, com idades aproximadas de 40 dias, das espécies de eucalipto, foram obtidas aleatoriamente das plantas cultivadas em vasos e mantidas em de casa de vegetação. Em cada arena foram colocadas três fêmeas adultas do ácaro para ovipositar. Após o período de 24 horas, as mesmas foram retiradas e deixado apenas um ovo por arena. Para determinação do período de incubação dos ovos, duração e viabilidade de cada fase imatura de desenvolvimento (larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa e teliocrisálida), três avaliações diárias com microscópio estereoscópico (7, 13 e 19h) foram realizadas. Ao atingirem a fase adulta, as fêmeas permaneceram solitárias e as avaliações foram a cada 24 horas, onde registrou-se a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, fecundidade e longevidade. Durante cada avaliação, após a quantificação dos ovos, estes foram eliminados. O experimento foi conduzido em câmaras climáticas com temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (cada um representado por uma espécie) e cinquenta repetições. Os dados obtidos foram submetidos a ANOVA e comparados ao teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

### **2.4 Tabela de vida de fertilidade *O. punicae***

Os dados brutos sobre a história de vida de todos os indivíduos foram analisados com base no estágio de idade, ou seja, tabela de vida de dois sexos (CHI,

1988). Os parâmetros da tabela de vida foram a taxa de reprodução líquida ( $R_0$ ), a taxa de crescimento intrínseca ( $r_m$ ), a duração média de uma geração ( $T$ ), a razão finita de aumento ( $\lambda$ ), tempo para dobrar a população ( $T_d$ ), taxa de sobrevivência específica ( $l_x$ ) e fecundidade específica para a idade ( $m_x$ ). Os dados foram processados via programa estatístico SAS (SAS Institute, 2001), utilizando o método “Jackknife” para estimar intervalos de confiança das médias dos tratamentos e permite comparações entre pares.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Desenvolvimento da fase imatura

Os ovos viáveis de *O. punicae* originaram fêmeas e completaram seu ciclo (ovo a adulto) em todos os hospedeiros (espécies de eucalipto em minijardim clonal) (Tabela 1). O período de incubação do ovo e de protocrisálida de *O. punicae* não apresentou diferença estatística entre as diferentes espécies de eucalipto. Entretanto, houve diferença nos períodos de larva, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa, protocrisálida e no ciclo biológico. Os maiores períodos larvais foram observados para as espécies que se desenvolveram sob *E. brassiana* (1,96 dias) e *E. citriodora* (1,94 dias), diferindo das demais espécies. Os maiores períodos de ovo a adulto de *O. punicae* foram observados nas espécies *E. brassiana* e *C. citriodora*, com 12,25 e 12,08 dias, respectivamente, diferindo significativamente das outras espécies. Enquanto os menores período de ovo a adulto foi em *E. tereticornis* (10,92 dias) e *E. grandis* (11,08 dias), entretanto ambos não diferiram de *E. urophylla* (11,19 dias) (Tabela 2).

*Oligonychus punicae* pode sobreviver, reproduzir e completar o seu desenvolvimento em minijardim clonal de todas as espécies de eucalipto estudadas (*E. urophylla*, *E. brassiana*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *C. citriodora*). No entanto, estes ácaros possuem parâmetros de desenvolvimento, fecundidade e tabela de vida diferentes de acordo com a espécie hospedeira. Estes parâmetros podem ser afetados pelas espécies e pela qualidade nutricional do hospedeiro (RAZMJOU et al., 2009; NAJAFABADI, 2012; BENSOUSSAN et al., 2016; GULLAN; CRANSTON, 2017; AGUT et al., 2018). Isto sugere a seleção de espécies de eucalipto que interferem

negativamente no desenvolvimento do *O. punicae* para fazerem parte de programa de melhoramento e manejo deste ácaro.

Em relação ao tempo de desenvolvimento, estudos utilizando abacate (*Persea americana* Mill) e uva (*Vitis vinifera* L.) como hospedeiros mostraram que *O. punicae* teve ciclo de ovo a adulto inferior aos encontrados nesta pesquisa. *Oligonychus punicae* quando alimentado com plantas de abacate apresentou ciclo de duração média de 7,74, 7,78 e 9,54 dias a 24°C, nas variedades Fuerte, Hass e Criollo, respectivamente (CERNA et al., 2010). Em uva, o ciclo de vida de *O. punicae* variou entre 8,2 dias na variedade Tucupita e 9,1 dias na variedade Sirah (VASQUEZ et al., 2008). Enquanto o menor ciclo observado no presente estudo durou em média 10,92 dias quando alimentado pela espécie *E. tereticornis*. É possível que estas plantas hospedeiras produzam diferentes taxas ou concentrações de substâncias secundárias, que afetam de forma diferente o desenvolvimento de *O. punicae* estudados nesta pesquisa.

### 3.2 Longevidade dos adultos e reprodução

As diferentes espécies de eucalipto em minijardim clonal interferiram significativamente na duração da longevidade, pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, além da fecundidade de fêmeas de *O. punicae* (Tabela 2). A maior longevidade de *O. punicae* foi registrado no hospedeiro *E. tereticornis* (18,50 dias) diferindo estatisticamente dos outros hospedeiros avaliados. A menor longevidade de *O. punicae* foi observada em *E. urophylla* (8,30 dias), *E. pellita* (8,70 dias) e *C. citriodora* (9,65 dias). O período de pré-oviposição de *O. punicae* variou entre 1,43 e 2,49 dias para as espécies *E. tereticornis* e *C. citriodora*, respectivamente. O período de oviposição foi significativamente mais longo em *E. tereticornis* (15,30 dias) e as espécies que promoveram os menores período de oviposição foram *C. citriodora* (4,17 dias), *E. urophylla* (5,45 dias) e *E. pellita* (5,64 dias). O maior período de pós-oviposição foi em *C. citriodora* (3,00 dias) diferindo das demais espécies. Enquanto o menor período de pós-oviposição foi *E. pellita* (1,22 dias) que é estatisticamente igual a *E. urophylla* (1,45 dias) e *E. tereticornis* (1,73 dias). Bem como *O. punicae* teve sua maior fecundidade em *E. tereticornes* (44,75 ovos/fêmea) diferindo dos demais. A menor fecundidade do *O. punicae* foi registrada nos hospedeiros *C. citriodora* (5,45 ovos/fêmea) e *E. urophylla* (8,45 ovos/fêmea) (Tabela 2).

**Tabela 1.** Tempo de desenvolvimento dos diferentes estágios de vida de *O. punicae* em folhas de eucalipto em minijardim clonal (T = 25 ± 2°C, UR = 70 ± 10% UR e 12 h de fotofase).

Hospedeiro	Duração média (dias) ± DP <sup>1</sup>							
	Ovo	Larva	Protocrisálida	Protoninfa	Deutocrisálida	Deutoninfa	Teliocrisálida	Ciclo <sup>2</sup>
<i>E. urophylla</i>	5,14±0,41a	1,34±0,37b	0,73±0,09a	1,30±0,46ab	0,64±0,20b	1,28±0,22b	0,76±0,08b	11,19±1,01cd
<i>E. pellita</i>	5,21±0,32a	1,46±0,38b	0,75±0,09a	1,34±0,29ab	0,74±0,05a	1,33±0,31ab	0,81±0,12ab	11,66±0,69bc
<i>E. grandis</i>	5,15±0,44a	1,24±0,22b	0,74±0,12a	1,20±0,20ab	0,74±0,19a	1,21±0,22b	0,79±0,11ab	11,08±0,61d
<i>E. tereticornis</i>	5,03±0,32a	1,30±0,20b	0,75±0,09a	1,18±0,22b	0,69±0,15ab	1,19±0,13b	0,80±0,10ab	10,92±0,49d
<i>E. brassiana</i>	5,27±0,48a	1,96±0,77a	0,77±0,15a	1,36±0,30a	0,74±0,17a	1,35±0,32ab	0,81±0,10ab	12,25±1,08a
<i>C. citriodora</i>	5,08±0,53a	1,94±0,75a	0,74±0,20a	1,29±0,30ab	0,71±0,14ab	1,49±0,48a	0,84±0,12a	12,08±1,31ab

<sup>1</sup>DP = desvio padrão. <sup>2</sup>Ciclo = período de duração de ovo a adulto. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Tempo (dias ± DP<sup>1</sup>) de longevidade de adultos, pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e fecundidade (ovos/fêmea) do *O. punicae* em folhas de eucalipto de minijardim clonal (T = 25 ± 2°C, UR = 70 ± 10% UR e 12 h de fotofase).

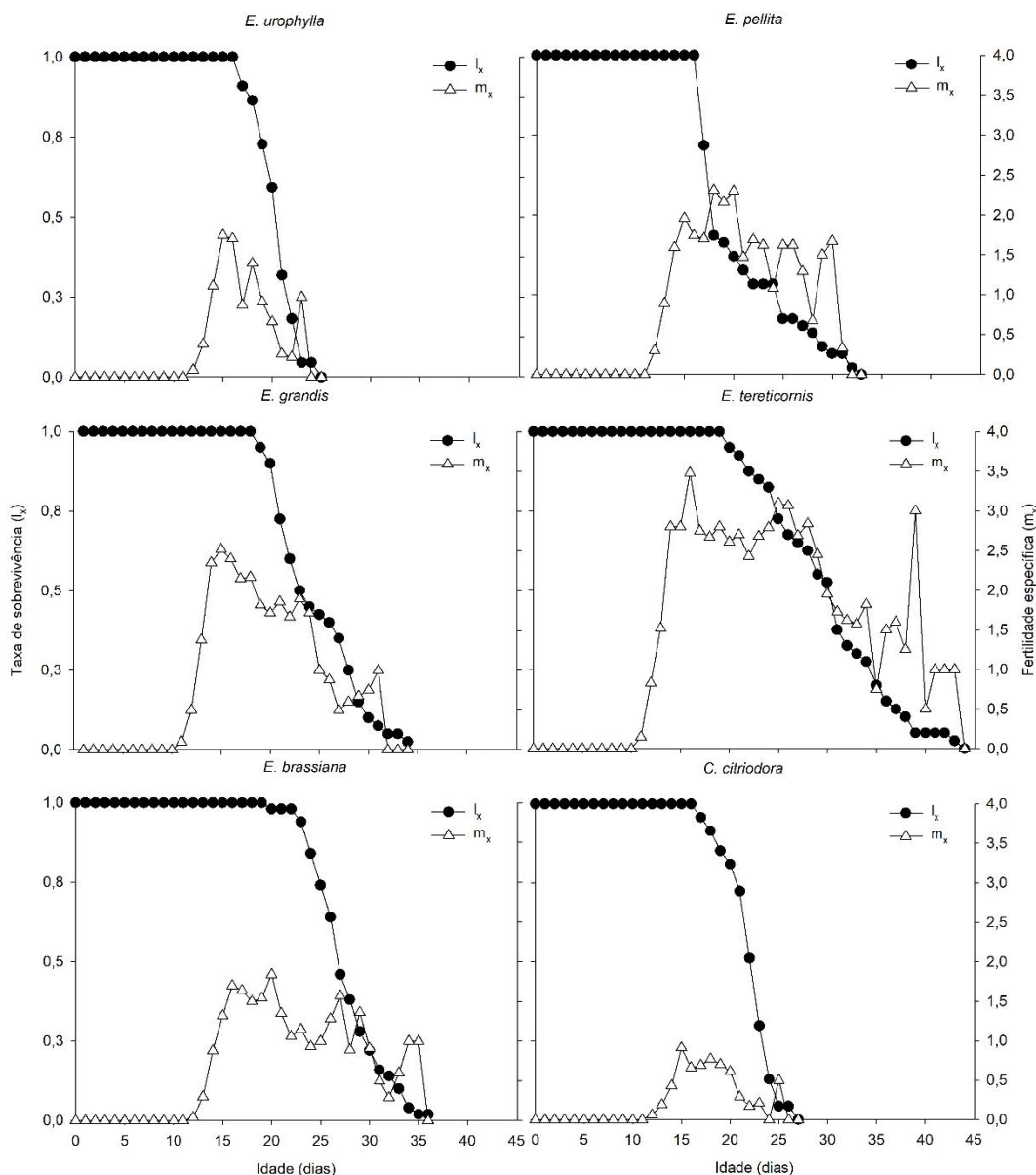
Hospedeiro	N	Longevidade	Pré-oviposição	Oviposição	Pós-oviposição	Fecundidade
<i>E. urophylla</i>	22	8,30±1,86c	1,98±0,74b	5,45±1,76c	1,45±0,74cd	8,45±4,40de
<i>E. pellita</i>	46	8,70±4,50c	1,82±0,47bc	5,64±4,05c	1,22±0,94d	13,35±9,11cd
<i>E. grandis</i>	40	13,15±4,13b	1,55±0,31cd	9,43±4,28b	2,15±0,89b	22,80±11,09b
<i>E. tereticornis</i>	40	18,50±5,90a	1,43±0,27d	15,30±5,81a	1,73±0,82bcd	44,75±22,89a
<i>E. brassiana</i>	50	15,05±3,33b	2,03±0,43b	11,01±3,66b	2,04±0,90bc	18,44±8,99bc
<i>C. citriodora</i>	42	9,65±1,61c	2,49±0,87a	4,17±2,24c	3,00±1,36a	5,45±3,71e

<sup>1</sup>DP = desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. N = número de indivíduos.

A oviposição média do *O. punicae* nas espécies de eucalipto variou de 1,31 a 2,92 ovos por fêmea por dia durante o período de postura. Estes valores são considerados baixos quando comparados a fecundidade média *O. punicae* em variedades de uva, que foram de 4,05, 2,86 e 4,38 ovos por fêmea por dia nas variedades Fuerte, Hass e Criollo, respectivamente (CERNA et al., 2010). A diferença do número de ovos por fêmea pode ser devido a fatores nutricionais presentes no hospedeiro (BENSOUSSAN et al., 2016). Em folhas de uva nas variedades Tucupita, com oviposição média de *O. punicae* foi de 2,8 ovos por fêmea por dia e Villanueva com 1,8 ovos por fêmea por dia durante o período de postura (VASQUEZ et al., 2008).

O parâmetro de longevidade inclui os períodos de pre-oviposição, oviposição e pós-oviposição. Estes períodos foram influenciados conforme as espécies de eucalipto estudadas. Resultados semelhante de longevidade foram relatados em fêmeas de *O. punicae* associado a uvas, na qual variou de 8,1 a 17,5 dias nas variedades de uva Sirah e Sauvignon, respectivamente (VASQUEZ et al., 2008). Neste estudo, a longevidade variou de 8,30 – 18,50 nas diferentes variedades de eucalipto. Fêmeas de *Oligonychus cubensis* Livschitz 1986 em folhas de abacate na cultivar Criollo apresentaram longevidade média de 20,5 dias (CHAVEZ-ESPINOZA et al., 2017). Informações do período longevidade sob condições controladas pode sugerir, pelo menos comparativamente, o nível de disponibilidade e adaptação entre o *O. punicae* e as espécies de eucalipto hospedeiras em minijardim clonal.

As taxas de sobrevivência e fertilidade específica do *O. punicae* em diferentes espécies de eucalipto em minijardim clonal diminuiu com o aumento da idade das fêmeas (Figura 1). As curvas apontam que a fecundidade específica oscila ao longo do período de oviposição, diminuindo com o avançar da idade da fêmea, no entanto, o pico fica evidente no início do período de oviposição em todos os hospedeiros. O máximo aumento populacional do *O. punicae* ocorre por volta do 15º dia do início do desenvolvimento para cada hospedeiro, visto pela interação da fertilidade específica ( $m_x$ ) e sobrevivência ( $l_x$ ). *Oligonychus punicae* apresentou o maior pico de fertilidade específica assim como maior tempo de vida em *E. teretirconis*. O menor índice de fertilidade específica foi registrado no hospedeiro *C. citriodora* e o menor tempo de vida foi no hospedeiro *E. urophylla* (Figura 1).



**Figura 1.** Fertilidade específica ( $m_x$ ) e taxa de sobrevivência ( $l_x$ ) do *O. punicae* em folhas de diferentes espécies de eucalipto em minijardim clonal ( $T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR =  $70 \pm 10\%$  UR e 12 h de fotofase).

A interação da sobrevivência com a fertilidade específica contribui para o crescimento populacional, considerando o início e intensidade da postura, assim como a duração da idade dos ácaros. O tempo de sobrevivência encontrado corroboram com o de fêmeas de *O. punicae* em folhas de abacate das variedades Fuerte, Hass e Criollo, que variou de 30 a 31 dias (CERNA et al., 2009) e de fêmeas de *O. cubensis* na cultivar Criollo apresentaram tempo de sobrevivência média de 33 dias (CHAVEZ-ESPINOZA et al., 2017). A presença de fatores anti-nutricionais em plantas pode ser uma das causas possíveis que interferem na sobrevivência ácaros em determinados hospedeiros.

### 3.3 Parâmetros de tabela de vida

Os parâmetros populacionais de tabela de vida do ácaro *O. punicae* foram afetados significativamente pelas diferentes espécies de eucalipto em minijardim clonal (Tabela 3). *O. punicae* apresentou elevada taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), maior duração média de uma geração ( $T$ ), taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ), elevada razão finita de aumento ( $\lambda$ ) e menor tempo para dobrar a população ( $Td$ ) quando associado *E. tereticornis*, diferindo significativamente dos outros hospedeiros avaliados. Por outro lado, quando associado *C. citriodora*, o *O. punicae* apresentou os valores inferiores de  $R_0$ ,  $T$ ,  $r_m$  e  $\lambda$ , e maiores de  $Td$ , diferindo significativamente.

**Tabela 3.** Parâmetros populacionais (média  $\pm$  DP<sup>1</sup>) de *O. punicae* em folhas de diferentes espécies de eucalipto de minijardim clonal ( $T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR =  $70 \pm 10\%$  UR e 12 h de fotofase).

Hospedeiro	$R_0$	$T$ (dias)	$r_m$	$\lambda$	$Td$ (dias)
<i>E. urophylla</i>	5,15 $\pm$ 0,55d	13,20 $\pm$ 0,12d	0,12 $\pm$ 0,009d	1,13 $\pm$ 0,009d	5,58 $\pm$ 0,39a
<i>E. pellita</i>	9,60 $\pm$ 0,61c	13,38 $\pm$ 0,21cd	0,17 $\pm$ 0,004c	1,18 $\pm$ 0,005c	4,09 $\pm$ 0,11b
<i>E. grandis</i>	17,15 $\pm$ 1,05b	15,56 $\pm$ 0,15b	0,18 $\pm$ 0,003b	1,20 $\pm$ 0,004b	3,79 $\pm$ 0,07c
<i>E. tereticornis</i>	37,07 $\pm$ 2,36a	16,48 $\pm$ 0,25a	0,22 $\pm$ 0,003a	1,25 $\pm$ 0,003a	3,16 $\pm$ 0,04d
<i>E. brassiana</i>	16,57 $\pm$ 1,10b	15,91 $\pm$ 0,16ab	0,18 $\pm$ 0,005bc	1,19 $\pm$ 0,006bc	3,92 $\pm$ 0,10bc
<i>C. citriodora</i>	4,22 $\pm$ 0,52d	13,77 $\pm$ 0,16c	0,11 $\pm$ 0,009d	1,11 $\pm$ 0,010d	6,54 $\pm$ 0,58a

<sup>1</sup>DP = desvio padrão.  $R_0$  = taxa líquida de reprodução.  $T$  = duração média de uma geração.  $r_m$  = taxa intrínseca de crescimento.  $\lambda$  = razão finita de aumento.  $Td$  = tempo para dobrar a população.

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nesse estudo, o desempenho e os parâmetros de crescimento populacional de *O. punicae* variaram de acordo com a espécie de eucalipto utilizada. O parâmetro de taxa intrínseca de crescimento tem sido utilizado como indicadores de desempenho da população de artrópodes herbívoros (GOLIZADEH et al., 2017; GULLAN; CRANSTON, 2017). No presente estudo, os maiores valores de taxa líquida de reprodução foram observados para a espécie *E. tereticornis*. Similarmente, os valores de  $R_0$  e  $\lambda$  foram superiores quando utilizado essa espécie como hospedeira. Resultados semelhantes de taxas intrínsecas de crescimento de *O. punicae* foram observados em variedades de uva Sauvignon (0,292) e Tucupita (0,261). (VASQUEZ et al., 2008). Enquanto que os parâmetros de taxa líquida de reprodução e razão finita de aumento, respectivamente, observados para fêmeas de *O. punicae* em variedades de abacate apresentaram valores de 25,81 e 1,24 (Hass), 11,96 e 1,17 (Fuerte) e 10,78 e 1,16 (Criollo) (CERNA et al., 2010). Fatores como o desenvolvimento,

sobrevivência e fecundidade afetam os parâmetros de tabela de vida, de modo que estes parâmetros resumem as qualidades fisiológicas de um artrópode herbívoro em relação à sua capacidade reprodutiva (GOLIZADEH et al., 2017). Assim, dentre as espécies estudadas, a espécie *E. tereticornis* parece ser a melhor hospedeira para *O. punicae*

O gênero *Eucalyptus* pode apresentar em suas folhas fitoquímicos tais como taninos, alcalóides, esteróides livres, fenóis, flavonóis, flavanonas, flavonas, saponinas e terpenóides (SILVA et al., 2006; DOLL-BOSCARDIN et al., 2010; NAHRUNG et al., 2011; OLIVO et al., 2013; REIS et al., 2013). O eucalipto *C. citriodora* apresenta elevada presença de citronelal em suas folhas, substância com ação inseticida e acaricida comprovada (NAHRUNG et al., 2011; OLIVO et al., 2013). Isto pode explicar os baixos valores de desenvolvimento de *O. punicae* quando utilizado essa espécie como hospedeira.

Os resultados encontrados sustentam que as plantas hospedeiras influenciam no desempenho, parâmetros biológicos, populacionais e reprodutivos de *O. punicae*. Este é o primeiro estudo deste ácaro utilizando *Eucalyptus* spp. como hospedeiro. A interferência da planta hospedeira na história de vida do ácaro *O. punicae* encontradas nesta pesquisa pode estar relacionado às diferenças nas quantidades e qualidade de nutrientes e compostos secundários presentes nas folhas de eucalipto de minijardim clonal, a pilosidade e estrutura de epiderme da folha, bem como a fonte de obtenção da população de *O. punicae*, técnicas de criação e condução dos experimentos em laboratório. Estudos complementares se faz necessário para determinar o tipo e a quantidade de nutrientes, bem como metabólicos secundários presentes nestas espécies de eucalipto de minijardim clonal que possivelmente possam interferir no desenvolvimento e reprodução do ácaro *O. punicae*.

#### 4 CONCLUSÃO

Os parâmetros de biologia e tabela de vida do *O. punicae* são influenciados pelas espécies hospedeiras *E. urophylla*, *E. brassiana*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *C. citriodora* em minijardim clonal.

O *E. tereticornis* destacou-se como excelente hospedeiro para o desenvolvimento de *O. punicae*, pois este ácaro pode dobrar sua população em um curto período de tempo em comparação com os outros hospedeiros avaliados. Por



outro lado, o *E. urophylla* e *C. citriodora* interferiram negativamente nos parâmetros biológicos do *O. punicae*.

A influência das espécies de eucalipto sobre os parâmetros de reprodutivos de *O. punicae* observadas neste estudo, pode ser útil no desenvolvimento de um programa de manejo integrado de pragas, com ênfase em ácaros, na produção de mudas clonais de eucalipto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUT, B.; PASTOR, V.; JAQUES, J.; FLORS, V. Can plant defence mechanisms provide new approaches for the sustainable control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*? **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, p. 614, 2018.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, Editora UFV, 2009. 500p.

BENSOUSSAN, N.; SANTAMARIA, M. E.; ZHUROV, V.; DIAZ, I.; GRBIC, M.; GRBIC, V. Plant-herbivore interaction: dissection of the cellular pattern of *Tetranychus urticae* feeding on the host plant. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1105, 2016.

CASTRO, E. B.; ZANARDI, O. C.; GARLET, J.; OCHOA, R.; FERES, R. J. F. Notes on the Occurrence of *Oligonychus milleri* (McGregor) and *Oligonychus ununguis* (Jacobi) (Acari: Tetranychidae) in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 47, p. 429-432, 2017.

CERNA, E.; BADII, M. H.; OCHOA, Y.; AGUIRRE U, L. A.; LANDEROS, J. Tabla de vida de *Oligonychus punicae* hirst (acari: tetranychidae) en hojas de aguacate (*Persea americana* mill) variedad hass, fuerte y criollo. **Revista Universidad y Ciencia**, v. 25, p. 133-140, 2010.

CHAVEZ-ESPINOZA, A.; RODRÍGUEZ, H.; ESTRADA-VENEGAS, E. G. Biology of *Oligonychus cubensis* Livschitz (Acari: Tetranychidae) in avocado (*Persea americana* Miller). **Revista Protección Vegetal**, v. 32, n. 3, 2017.

CHI, H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environmental Entomology**, 17, 26–34, 1988.

CHI, H. (2017) **TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis**. (<http://140.120.197.173/Ecology/prod02.htm>) (accessed 26 August 2019).

DÖLL-BOSCARDIN, P. M.; FARAGO, P. V.; NAKASHIMA, T.; SANTOS, P. E. T.; PAULA, J. F. P. Estudo anatômico e prospecção fitoquímica de folhas de *Eucalyptus*

*benthamii* Maiden et Cabbage. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 29, n. 1, 2010.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. **An introduction to the bootstrap**. Chapman & Hall, NY, 1993.

FERRAZ, J. C. B.; SILVA, P. R. R.; AMARANES, M. P.; MELO, J. W. S.; LIMA, D. B.; FRANÇA, S. M. *Oligonychus punicae* as a pest of *Eucalyptus urophylla* in cultivation and potential new host species in Brazil. **International Journal of Acarology**, v. 45, p. 75-78, 2019.

FLECHTMANN, C. H. W.; MORAES, R. C. B. (2017) **Banco de dados de Tetranychidae**. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/tetranychidae/>. Acessado em: 4 de abril de 2019.

GOLIZADEH, A.; GHAVIDEL, S.; RAZMJOU, J.; FATHI, S. A. A.; HASSANPOUR, M. Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on ten rose cultivars. **Acarologia**, v. 57, p. 607–616, 2017.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: Fundamentos da Entomologia**. Rio de Janeiro, Roca, 2017. 460p.

MIGEON, A.; DORKELD, F. (2019) **Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae**. Disponível em: <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Acesso em: 4 de abril de 2019.

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

NAHRUNG, H. F.; WAUGH, R.; HAYES, R. A.; LEE, D. J. Influence of corymbia hybridisation on crown damage by three arthropod herbivores. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 23, n. 4, p. 383-388, 2011.

NAJAFABADI, S.S.M. Comparative biology and fertility life tables of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on different common bean cultivars. **International Journal of Acarology**, v. 38, p. 706-714, 2012.

PEREIRA, F. F.; ANJOS, N.; ALMADO, R. P.; RODRIGUES, L. A. L. Primeiro registro de *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no Brasil. **Revista Árvore**, v. 29, p. 657-659, 2005.

PINTO, R.; FERREIRA, J. A. M.; PIRES, E. M.; ZANUNCIO, J. C. New record and characteristics of damage caused by *Oligonychus yothersi* on *Eucalyptus urophylla*. **Phytoparasitica**, v. 40, p. 143–145, 2012.

QUEIROZ, D. L.; FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros associados ao eucalipto**. Colombo, Embrapa Florestas, 2011. 26p.

- RAZMJOU, J.; VORBURGER, C.; TAVAKKOLI, H.; FALLAHI, A. Comparative population growth parameters of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), on different common bean cultivars. **Systematic & Applied Acarology**, v. 14, p. 83-90, 2009.
- SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; PIRES, E. M. Pragas do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 242, 2008.
- SAS. **SAS Software**. Version 8.02. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 2001.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA-NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 429p.
- OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; PARRA, C. L. C.; VOGEL, F. S. F.; RICHARDS, N. S. P. S.; PELLEGRINI, L. G.; WEBE, A.; PIVOTO, F.; ARAUJO, L. Efeito do óleo de eucalipto (*Corymbia citriodora*) no controle do carrapato bovino. **Ciência Rural**, v. 43, p. 331-337, 2013.
- REIS, C. A. F.; ASSIS, T. F.; SANTOS, A. M.; FILHO, E. P. ***Corymbia citriodora*: estado da arte de pesquisas no Brasil**. Colombo, Embrapa Florestas, 2013. 57p.
- SILVA, P. H. M.; BRITO, J. O.; SILVA JUNIOR, F. G. Potential of eleven eucalyptus species for the production of essential oils. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 1, 2006.
- VASQUEZ, C.; APONTE, O.; MORALES, J.; SANABRIA, M. E.; GARCIA, G. Biological studies of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) on grapevine cultivars. **Experimental and Applied Acarology**, v. 45, p. 59-69, 2008.

## CAPÍTULO IV

### TEMPERATURA-DEPENDÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE *Oligonychus punicae* ASSOCIADO A *Eucalyptus tereticornis* EM MINIJARDIM CLONAL

#### RESUMO

A temperatura tem um papel importante no desenvolvimento e reprodução de ácaros. O presente estudo avalia como a temperatura afeta a biologia (desenvolvimento e sobrevivência de formas imaturas) e tabela de vida (reprodução) de *Oligonychus punicae*, além de determinar suas exigências térmicas (requerimento térmico e temperatura base de desenvolvimento). Os experimentos foram conduzidos em câmara climatizada sob diferentes temperaturas 21, 25, 29, 33 e 37°C. O período de cada estágio de ovo a adulto de *O. punicae*, nas diferentes temperaturas, foram utilizados para determinação da constante térmica e limite térmico inferior de desenvolvimento. Registrou-se a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, fecundidade e longevidade. A tabela de vida nas diferentes temperaturas foi determinada utilizando os dados do ciclo biológico. Houve uma relação inversa entre o tempo de desenvolvimento de *O. punicae* e as temperaturas. Entretanto, a 37°C não houve eclosão dos ovos. Todos os ovos de *O. punicae* originaram fêmeas. A análise de sobrevivência para os estágios imaturos e adultos (fêmeas) de *O. punicae* mostrou diminuição do tempo de vida com o aumento da temperatura. Para o período de ovo-adulto, o limiar térmico inferior e a constante térmica para fêmeas de *O. punicae* foi de 10,34°C e 163,93 graus-dia, respectivamente. Os períodos de pré-oviposição, oviposição, e fecundidade de fêmeas adultas de *O. punicae* foram afetados pela temperatura, tendendo a diminuir com o aumento desta. A fecundidade específica oscila ao longo do período de oviposição, diminuindo com o aumento da temperatura. A taxa líquida de reprodução diminuiu significativamente de 21°C a 33°C, o aumento da temperatura resultou em um tempo de duração média da geração significativamente menor. A taxa intrínseca de aumento variou de 0,15 a 0,20. As taxas de razão finita de aumento foram todas maior que 1,00. O efeito da temperatura no desenvolvimento de *O. punicae* varia de acordo com o estágio de desenvolvimento. A temperatura ótima para *O. punicae* está entre 25 e 29°C.

**Palavras-chave:** Tabela de vida, requerimento térmico, temperatura base, ácaro.

## CHAPTER IV

### TEMPERATURE-DEPENDENCE ON THE DEVELOPMENT AND REPRODUCTION OF *Oligonychus punicae* (ACARI: TETRANYCHIDAE) IN EUCALYPTUS

#### ABSTRACT

Temperature plays an important role in the development and reproduction of mites. The present study assesses how temperature affects the biology (development and survival of immature forms) and life table (reproduction) of *Oligonychus punicae*. This study also determines its thermal requirements (thermal requirement and development base temperature). The experiments were conducted in an air-conditioned chamber under different temperatures (21, 25, 29, 33, and 37°C). The period of each stage (egg to adult) of *O. punicae* at different temperatures was used to determine the thermal constant and the lower thermal limit of development. The duration of the periods of pre-oviposition, oviposition, post-oviposition, fecundity, and longevity was recorded. The life table at different temperatures was created using data from the biological cycle. There was an inverse relationship between the development time of *O. punicae* and temperatures. However, there was no hatching of eggs at 37°C. All *O. punicae* eggs resulted in females. The survival analysis for the immature and adult (female) stages of *O. punicae* showed a decreased life span with increasing temperatures. For the egg-adult period, the lower thermal threshold and the thermal constant for females of *O. punicae* were 10.34°C and 163.93 degree-days, respectively. Temperature affects the periods of pre-oviposition, oviposition, and fecundity of adult females of *O. punicae*, tending to decrease with increasing temperatures. Specific fecundity varies over the oviposition period, decreasing with increasing temperatures. The net reproduction rate decreased significantly following temperatures (21°C to 33°C). The increase in temperature results in a significantly shorter average generation time. The intrinsic rate of increase ranged from 0.15 to 0.20. The finite rates of increase were all greater than 1.00. The effects of temperature on the development of *O. punicae* varies according to the stage of development. The optimum temperature for *O. punicae* is between 25 and 29°C.

**Keywords:** Life table, thermal requirement, base temperature, mite.

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Duração média das fases de desenvolvimento e longevidade de <i>O. punicae</i> em folhas de <i>E. tereticornis</i> de minijardim clonal, em diferentes temperaturas, UR = 70 ± 10% e 12h de fotofase.....	90
<b>Tabela 2.</b> Duração média dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e fecundidade de <i>O. punicae</i> em folhas de <i>E. tereticornis</i> em minijardim clonal, nas diferentes temperaturas, UR = 70 ± 10% e 12h de fotofase.....	92
<b>Tabela 3.</b> Parâmetros populacionais (média ± EP <sup>1</sup> ) do <i>O. punicae</i> em folhas de <i>E. tereticornis</i> em minijardim clonal, nas diferentes temperaturas, UR = 70 ± 10% e 12h de fotofase.....	93

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Fertilidade específica ( $m_x$ ) e taxa de sobrevivência ( $l_x$ ) do <i>O. punicae</i> em folhas de eucalipto de minijardim clonal ( $T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$ , $\text{UR} = 70 \pm 10\% \text{ UR}$ e 12h de fotofase).....	94
<b>Figura 2.</b> Relação entre a temperatura, a velocidade de desenvolvimento (1/dia) e tempo de desenvolvimento (dias) dos estágios imaturo de <i>O. punicae</i> em folhas de <i>E. tereticornis</i> de minijardim clonal ( $\text{UR}$ de $70 \pm 10\%$ e 12h de fotofase).....	96

## 1 INTRODUÇÃO

A temperatura tem um papel importante no desenvolvimento e reprodução de ácaros, interferindo na dinâmica da população deste artrópode (GOTOH et al., 2014; HASANVAND et al., 2019; SAEIDI et al., 2020). Portanto, cada espécie de ácaro possui uma temperatura ideal para crescer e reproduzir, com limites inferior e superior de desenvolvimento (LIN, 2013; GOTOH et al., 2015).

Ácaros da família Tetranychidae podem afetar a qualidade de plantas e causar reduções significativas na produção agrícola (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Dentre esses ácaros, destaca-se o *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae). O *O. punicae* encontra-se amplamente distribuído em 19 países, nas regiões Australásia, Neártico, Neotropical, Oriental e Paleártico e por possuir 35 espécies de plantas como hospedeira (BOLLAND et al., 1998; FLECHTMANN; MORAES 2017; MIGEON; DORKELD, 2019).

No Brasil, a ocorrência de *O. punicae* tem sido observado em *Olyra* sp., *Persea americana* Mill, *Annona squamosa* L., *Vitis* sp. e *Eucalyptus* sp. (FLECHTMANN; BAKER, 1970; FERES et al., 2005; FLECHTMANN; MORAES, 2017; FERRAZ et al., 2019). Em eucalipto, sua infestação provoca injúrias que ocorrem inicialmente na face adaxial das folhas, próximo a nervura central, causam bronzeamento, necrose e podem levar a queda das folhas (FERRAZ et al., 2019; FERRAZ et al., 2020b). A biologia e tabela de vida de *O. punicae* foi estudada em *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus brassiana* e *Corymbia citriodora*, demonstrando o potencial de sobrevivência, desenvolvimento e reprodução (FERRAZ et al., 2020a).

Uma das formas de estudar o efeito da temperatura no desenvolvimento e reprodução de artrópodes é avaliar os parâmetros de biologia e de tabela de vida. Estes são importantes para avaliar e compreender a influência da temperatura sobre o crescimento, sobrevivência e reprodução de um ácaro (DOLATYARI et al., 2015; FIDELIS et al., 2019; HASANVAND et al., 2019; SAEIDI et al., 2020).

Estudos dos parâmetros climáticos, em especial temperatura, tem relevada importância para o manejo de ácaros-praga, pois proporciona conhecimento sobre sua ecologia e auxilia nas definições das estratégias de monitoramento (ULLAH et al., 2012; JAFARIAN; JAFARI, 2016; HASANVAND et al., 2019). Assim, conhecer a capacidade de desenvolvimento de *O. punicae* em diferentes temperaturas auxilia no



monitoramento deste ácaro sob diferentes condições climáticas, tornando-se importante para a previsão de elevadas infestações em campo

O presente estudo avalia como a temperatura afeta a biologia (desenvolvimento e sobrevivência de formas imaturas) e tabela de vida (reprodução) de *Oligonychus punicae*, além de determinar suas exigências térmicas (requerimento térmico e temperatura base de desenvolvimento).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Criação do ácaro *O. punicae***

Os ácaros foram criados em arenas contendo folhas de eucalipto híbrido (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. x *E. grandis* W. Hill ex Maiden x *E. urophylla* S.T. Blake). O eucalipto foi cultivado em vasos de polietileno com capacidade de 3,8 L, contendo solo, substrato comercial Plantmax® e esterco caprino, na proporção 3:1:1 e mantidos em casa de vegetação. As arenas consistiram em recipientes retangulares de polietileno (10 x 15cm) contendo folhas de eucalipto acondicionadas com a face adaxial voltada para cima sobre uma camada de espuma (4 cm de espessura) e um papel filtro, sendo umedecida constantemente com água destilada. Algodão hidrófilo foi utilizado para recobrir toda a borda das folhas, evitando assim a fuga dos ácaros. A cada 10 dias, as folhas de eucalipto foram substituídas por outras em melhor estado e os ácaros transferidos pela colocação da antiga folha sobre a nova. As arenas de criações foram mantidas em câmaras climáticas com temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase, no laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Piauí.

### **2.2 Ciclo biológico, longevidade e parâmetros reprodutivos de *O. punicae* em diferentes temperaturas**

Unidade experimentais foram confeccionadas utilizando placas de Petri (3,0 cm de diâmetro), discos foliares (2,5 cm de diâmetro) de *E. tereticornis* e discos de espuma (3,0 cm de diâmetro e 1 cm de espessura). Os discos de espumas foram umedecidos e depositados no centro das placas de Petri, em seguida os discos foliares foram colocados sobre a espuma com a face adaxial voltada para cima e

circundado com algodão hidrófilo, sendo umedecido constantemente. Em cada unidade experimental foram colocadas 3 fêmeas de *O. punicae* (idade de 24h a 48h), provenientes da criação estoque, para obtenção de ovos com idade conhecida. Após 24 horas, as fêmeas foram retiradas e foi deixado apenas um ovo em cada unidade experimental. Cada ovo correspondeu a uma repetição, sendo 50 ovos avaliados em cada temperatura. As unidades experimentais foram mantidas em câmara climatizadas sob as seguintes temperaturas: 21, 25, 29, 33 e 37°C. O fotoperíodo bem como a umidade foram mantidos constantes independentes da temperatura,  $70 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 12 horas. Três avaliações diárias foram realizadas com o auxílio de um microscópico estereoscópico (7, 13 e 19h) contabilizando a duração das diferentes fases de desenvolvimento (ovo, larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa, teliocrisálida e ovo a adulto) bem como a sobrevivência de cada fase. Ao atingirem a fase adulta, os indivíduos permaneceram solitários e as avaliações foram realizadas a cada 24 horas, onde registrou-se a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, fecundidade e longevidade. Todos os parâmetros avaliados foram submetidos a ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) com auxílio do programa SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

### **2.3 Requerimento térmico do *O. punicae***

A duração de cada fase de desenvolvimento de *O. punicae*, obtido nas diferentes temperaturas, foram utilizados para determinação da constante térmica (K) expressa em graus-dias (GD) e do limite térmico inferior de desenvolvimento ou temperatura base ( $T_b$ ), expresso em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Estes foram calculados pelo método da hipérbole (HADDAD et al., 1999) e com auxílio do programa SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

### **2.4 Tabela de fertilidade de *O. punicae* em diferentes temperaturas**

O programa de computador TWOSEX-MSChart (CHI, 2017) foi utilizado para a análise dos dados brutos e cálculo dos parâmetros populacionais. Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade (taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), taxa intrínseca de aumento ( $r_m$ ), duração média de uma geração ( $T$ ), razão finita de aumento ( $\lambda$ ), taxa de sobrevivência específica à idade ( $l_x$ ) e taxa específica de idade fecundidade ( $m_x$ ) assim

como os erros associados a estes foram estimados pelo método de bootstrap, com 100.000 bootstrap. O teste de bootstrap pareado foi usado para comparar os tratamentos (EFRON; TIBSHIRANI, 1993).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Ciclo biológico, longevidade e parâmetros reprodutivos de *O. punicae* em diferentes temperaturas

Imaturos de *O. punicae* desenvolveram-se até a idade adulta ao longo do intervalo de temperatura de 21 a 33°C, com sobrevivências de 98% a 21°C e 100% nas temperaturas 25°C, 29°C e 33°C. Na temperatura de 37°C não houve eclosão dos ovos (Tabela 1). Houve diferença estatística significativa para duração das fases de ovo ( $F= 2202,25$ ;  $P<0,0001$ ), larva ( $F= 23,54$ ;  $P<0,0001$ ), protocrisálida ( $F=230,52$ ;  $P<0,0001$ ), protoninfa ( $F= 48,22$ ;  $P<0,0001$ ), deutocrisálida ( $F=141,07$ ;  $P<0,0001$ ), deutoninfa ( $F=25,94$ ;  $P<0,0001$ ), teliocrisálida ( $F=358,83$ ;  $P<0,0001$ ) e ovo a adulto ( $F=2313,25$ ;  $P<0,0001$ ) nas diferentes temperaturas. Uma relação inversa foi verificada entre a duração de desenvolvimento de *O. punicae* e as temperaturas. Os períodos do estágio de ovo e ciclo de fêmeas de *O. punicae* foram cerca de duas vezes maiores a 21°C quando comparados a 33°C. Todos os ovos viáveis de *O. punicae* originaram fêmeas.

**Tabela 1.** Duração média das fases de desenvolvimento de *O. punicae* em folhas de *E. tereticornis*, em diferentes temperaturas, UR = 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Fase	Duração (dias) ± EP <sup>1</sup>				
	21°C (n = 49)	25°C (n = 40)	29°C (n = 47)	33°C (n = 46)	37°C (n = 50)*
Ovo	7,89±0,05a	5,02±0,05b	3,70±0,04c	3,08±0,05d	-
Larva	1,61±0,05a	1,29±0,03bc	1,30±0,05b	1,14±0,03c	-
Protocrisálida	1,14±0,03a	0,74±0,01b	0,47±0,02c	0,48±0,01c	-
Protoninfa	1,33±0,04a	1,17±0,04b	0,94±0,04c	0,68±0,04d	-
Deutocrisálida	1,07±0,03a	0,69±0,02b	0,44±0,03c	0,44±0,02c	-
Deutoninfa	1,53±0,04a	1,18±0,02b	1,23±0,03b	1,14±0,04b	-
Teliocrisálida	1,27±0,03a	0,80±0,02b	0,47±0,01c	0,38±0,02d	-
Ovo a adulto	15,84±0,10a	10,89±0,08b	8,55±0,07c	7,34±0,06d	-

<sup>1</sup>Erro padrão. Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*Ovos não eclodiram.

Informações de desenvolvimento dependentes da temperatura, exigências térmicas e os limiares de temperatura podem ser utilizados para prever a ocorrência, o número de gerações e dinâmica das populações de *O. punicae* associado a *E. tereticornis* em minijardim clonal.

Os ácaros normalmente têm temperaturas ótimas em que seu desenvolvimento e reprodução são potencializados, no entanto, alterações na temperatura podem interferir na aptidão e dinâmica da população destes organismos (LIN 2013; GOTOH *et al.* 2014; GOTOH *et al.* 2015; HASANVAND *et al.* 2019).

A taxa de mortalidade total de imaturos neste estudo foi de 2%, para a variação de temperatura de 21°C. Uma taxa de mortalidade próxima foi relatada para *T. kanzawai* para temperaturas de 15°C a 35°C. (ULLAH *et al.*, 2011). Isto sugere a adaptação dos ácaros a temperaturas baixas ou altas, a depender da espécie.

O aumento na temperatura diminuiu a duração de desenvolvimento para cada estágio imaturo de *O. punicae*, fazendo com que estes cheguem a fase adulta em menor tempo. O estágio de ovo teve a maior duração em relação aos outros estágios imaturos em cada temperatura avaliada. Resultados semelhantes foram registrados em *Oligonychus litchii* associado a *Litchi chinensis* Sonn (QUAN *et al.*, 2019), *Oligonychus mangiferus* associado a *Mangifera indica* L. (LIN, 2013), *Eotetranychus frosti* associado a *Malus domestica* Borkh (JAFARIAN; JAFARI, 2016) e *Tetranychus turkestanii* associado a *Cucumis sativus* L. (KARAMI-JAMOUR; SHISHEHBOR, 2012). A menor duração de desenvolvimento em temperaturas elevadas pode ser devido ao aumento da ingestão do alimento e aceleração do metabolismo, permitindo que o ácaro alcance o próximo estágio (PONCIO *et al.*, 2016).

Os períodos de pré-oviposição (F=39,91; P<0,0001), oviposição (F=78,26; P<0,0001), fecundidade (F=61,38; P<0,0001) e longevidade (F=80,07; P<0,0001) de fêmeas adultas de *O. punicae* foram afetados pela temperatura e tendem a diminuir com o aumento da temperatura. O período de pós-oviposição (F=0,93; P=0,4283) das fêmeas não foi afetado (Tabela 2). A duração do período de oviposição a 21°C (21,19 dias) foi mais longo do que nas outras três temperaturas, sendo cerca de quatro vezes maior que a 33°C (4,92 dias). A fecundidade média por fêmea diminuiu significativamente com o aumento da temperatura de 21°C (51,43 ovos/fêmea) a 33°C (11,57 ovos/fêmea), no entanto, não diferiu nas temperaturas mais baixas (21 e 25°C). A longevidade foi cerca de três vezes maior na mesma variação da temperatura 21°C a 33°C.

**Tabela 2.** Duração média dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, fecundidade e longevidade de *O. punicae* em folhas de *E. tereticornis*, nas diferentes temperaturas, UR = 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Período	Duração (dias) ± EP <sup>1</sup>			
	21°C (n = 49)	25°C (n = 40)	29°C (n = 47)	33°C (n = 46)
Pré-oviposição	1,79±0,05a	1,43±0,04b	1,17±0,04c	1,24±0,79c
Oviposição	21,19±1,18a	15,30±0,13b	10,22±0,47c	4,92±0,24d
Pós-oviposição	1,67±0,11a	1,73±0,13a	1,77±0,11a	1,93±0,13a
Fecundidade <sup>2</sup>	51,43±3,00a	44,75±3,62a	24,25±1,05b	11,57±0,79c
Longevidade	24,65±1,18a	18,51±0,93b	13,15±0,50c	8,10±0,25d

<sup>1</sup>Erro padrão. <sup>2</sup>Ovos por fêmea. Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Existe uma mudança nos padrões de oviposição de ácaros em resposta ao aumento de temperatura. Os parâmetros reprodutivos de fêmeas adultas de *O. punicae* foram afetados pela temperatura e tendem a diminuir com o aumento da temperatura. A duração do período de oviposição a 21°C foi mais longo do que nas outras três temperaturas, sendo cerca de quatro vezes maior. O ácaro *E. frosti* apresentou seu maior período de oviposição (37,97 dias) na menor temperatura estudada, ou seja, a 16°C (JAFARIAN; JAFARI, 2016), enquanto *O. mangiferus* teve o período de postura mais curto (13,4 dias) em temperatura de 17°C (LIN, 2013).

A fecundidade média de fêmeas de *O. punicae* não diferiu nas temperaturas 21 e 25°C. Porém, houve uma diminuição significativa com o aumento das temperaturas para 29 e 33°C. O número de ovos por fêmeas de *O. punicae* foi inferior ao de *O. litchii*, em *L. chinensis*, que foi de 77 ovos a 26°C e 30 ovos a 20°C (QUAN et al., 2019) e superior ao número de ovos por fêmeas de *T. turkestanii*, em *C. sativus*, que foi de 50 ovos a 20°C (KARAMI-JAMOUR; SHISHEHBOR, 2012). Contudo, apesar da quantidade de ovos serem diferentes, estes ácaros reduziram sua postura com o aumento da temperatura.

A longevidade das fêmeas adultas de *O. punicae*, como esperado, foi reduzida com o aumento da temperatura. Variou de 24,65 a 8,10 dias nas temperaturas estudadas. Resultados semelhantes foram observados fêmeas de *O. magiferus* em *M. indica* tiveram sua longevidade variando entre 13,3 dias a 21°C e 4,8 dias a 33°C (LIN, 2013), enquanto que, fêmeas de *E. frosti* tiveram a longevidade variando de 45,59 dias a 16°C para 9,37 dias a 37°C (JAFARIAN; JAFARI, 2016). A resposta de longevidade destes ácaros Tetranychidae a variação da temperatura pode ser explicada pela diferença das espécies e a qualidade alimentar do hospedeiro.

### 3.2 Tabela de fertilidade de *O. punicae* em diferentes temperaturas

A taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ) diminuiu com o aumento da temperatura, passando de 50,22 a 21°C para 11,39 a 33°C, não havendo diferenças entre as temperaturas de 21 e 25°C. A mesma tendência foi observada para o tempo média da geração ( $T$ ), sendo mais longa a 21°C (26,27 dias) e mais curta 33°C, havendo diferença em todas as temperaturas. A taxa intrínseca de aumento ( $r_m$ ) variou de 0,15 (a 21°C) a 0,20 (a 33°C). As taxas de razão finita de aumento ( $\lambda$ ) foram todas maiores que 1,00, variando de 1,16 a 1,20 nas temperaturas de 21 a 33°C. No entanto, a taxa intrínseca de aumento e a taxa de razão finita de aumento, foram estatisticamente semelhantes nas temperaturas de 25 e 29°C, diferindo das temperaturas 21°C e 33°C (Tabela 3).

**Tabela 3.** Parâmetros populacionais (média  $\pm$  EP<sup>1</sup>) do *O. punicae* em folhas de *E. tereticornis*, nas diferentes temperaturas, UR = 70  $\pm$  10% e 12h de fotofase.

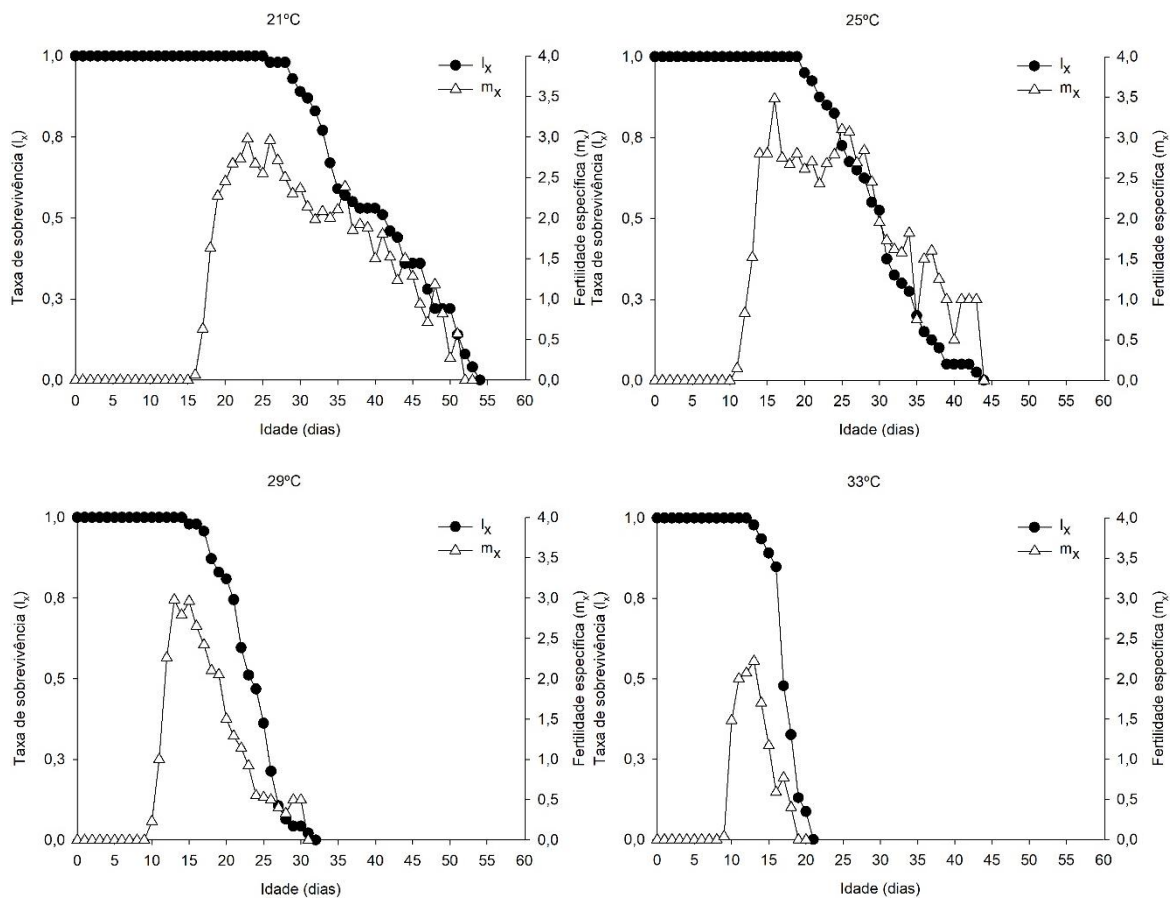
Temperatura	$R_o$	$T$ (dias)	$r_m$	$\lambda$
21°C	50,22 $\pm$ 2,76a	26,27 $\pm$ 0,28a	0,15 $\pm$ 0,002c	1,16 $\pm$ 0,002c
25°C	44,85 $\pm$ 3,53a	19,67 $\pm$ 0,34b	0,19 $\pm$ 0,003a	1,21 $\pm$ 0,004a
29°C	24,57 $\pm$ 1,07b	16,07 $\pm$ 0,18c	0,20 $\pm$ 0,003a	1,22 $\pm$ 0,003a
33°C	11,39 $\pm$ 0,79c	13,39 $\pm$ 0,16d	0,18 $\pm$ 0,005b	1,20 $\pm$ 0,006b

<sup>1</sup>Erro padrão.  $R_o$  = taxa líquida de reprodução.  $T$  = duração média de uma geração.  $r_m$  = taxa intrínseca de aumento.  $\lambda$  = razão finita de aumento. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de bootstrap pareado.

Os parâmetros de crescimento populacional de *O. punicae* variaram de acordo com a temperatura utilizada. Os maiores valores de taxa intrínseca de aumento e razão finita de aumento foram observadas nas temperaturas 25 e 29°C e a taxa líquida de reprodução foi superior nas temperaturas de 21 e 25°C. Resultados semelhantes de taxa intrínseca de aumento foram encontrados em *O. litchii* na temperatura de 29°C (0,17) e em 32°C (0,12) (QUAN et al., 2019). A taxa intrínseca de aumento é um parâmetro importante para descrever o potencial de crescimento de uma população em um determinado ambiente, pois é produto da influência mútua entre a fecundidade, taxa de reprodução, mortalidade de imaturo, proporção entre os sexos e taxa de desenvolvimento (GOTOH et al., 2014; HASANVAND et al., 2019).

A análise de sobrevivência de fêmeas de *O. punicae* mostrou diminuição do tempo de vida com o aumento da temperatura. As curvas apontam que a fertilidade específica oscila ao longo do período de oviposição, diminuindo não só com o avançar

da idade da fêmea mas também com a elevação das temperaturas avaliadas (Figura 1). O tempo máximo de vida de *O. punicae* foi mais longo em 21°C, chegando até 54 dias e mais curto a 33°C, com sobrevivência máxima de 21 dias. O início da oviposição foi registrado com 17, 12, 10 e 9 dias de idade, nas temperaturas de 21, 25, 29 e 33°C, respectivamente. O pico de oviposição foi diminuída com o aumento da temperatura, no 22º dia a 21°C a no 13º dia a 33°C (Figura 1).



**Figura 1.** Fertilidade específica ( $m_x$ ) e taxa de sobrevivência ( $l_x$ ) de *O. punicae* associado a *E. tereticornis*, em diferentes temperaturas (UR = 70 ± 10% UR e 12h de fotofase).

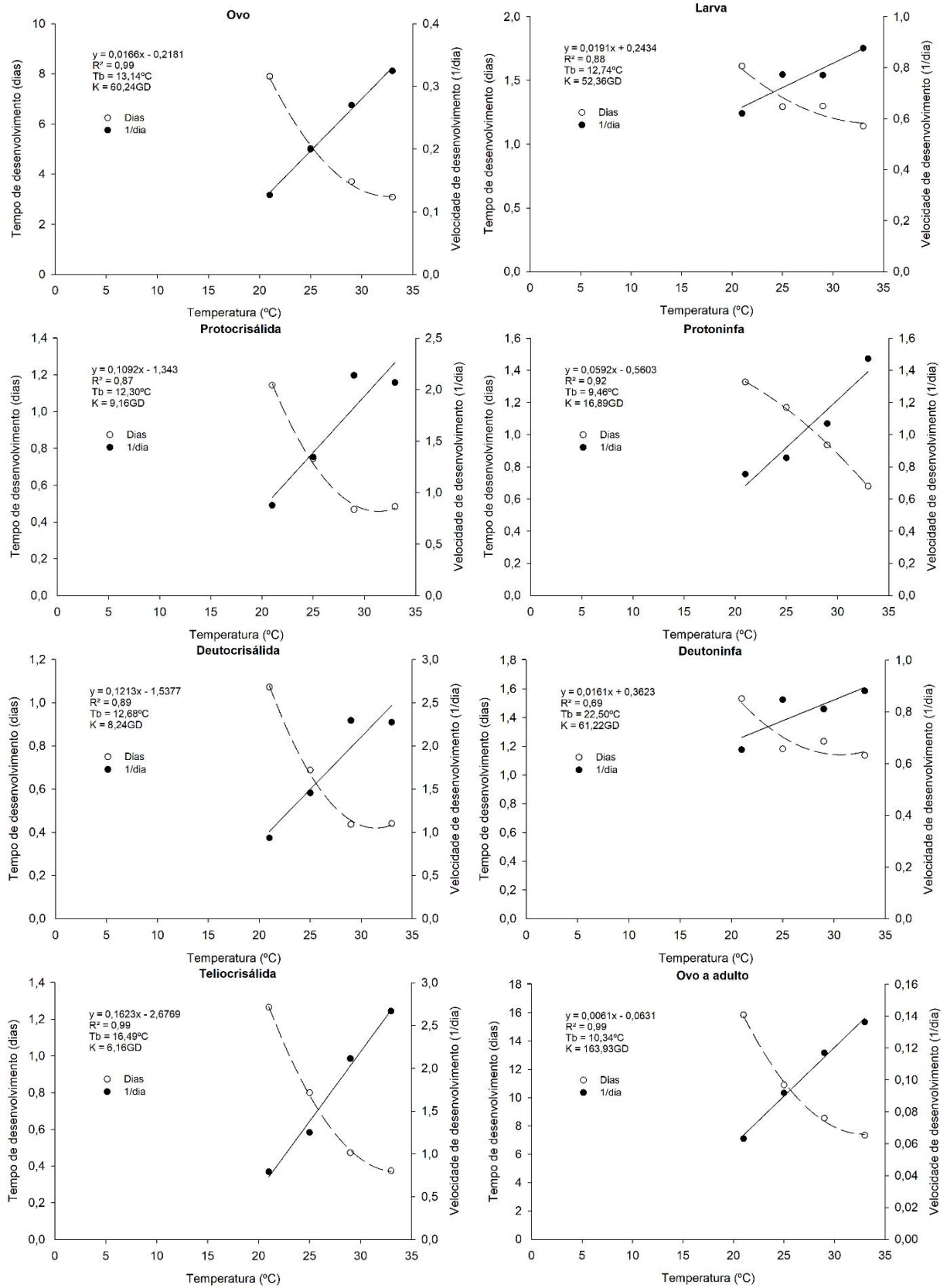
A interação da sobrevivência com a fertilidade específica contribui para o crescimento populacional, estes parâmetros tiveram uma redução com o aumento da temperatura. O tempo de sobrevivência encontrado se aproxima com o de fêmeas de *O. litchei* a 20°C (76 dias) e a 32°C (27 dias) (QUAN et al., 2019). Em *E. frosti* este tempo foi de 81 dias a 22°C e 29 dias a 33,5°C (JAFARIAN; JAFARI, 2016) e em fêmeas de *T. kanzawai* foi de 78 dias a 20°C e 19 dias a 35°C (HASANVAND et al., 2019). A idade de maior oviposição de *O. punicae* assemelha-se a *O. litchei* que teve seu pico registrado no 42º dia a 20°C e ao 13º dia a 32°C (QUAN et al., 2019), em *E.*

*frosti* foi no 22º dia a 22°C e no 10º dia a 33,5°C (JAFARIAN; JAFARI, 2016) e em fêmeas de *T. kanzawai* foi no 31º dia a 20 °C e no 8º dia a 35°C (HASANVAND et al., 2019).

### 3.3 Requerimento térmico do *O. punicae*

O limiar térmico inferior para o desenvolvimento de ovo a adulto de *O. punicae* foi de 10,34°C. O menor limiar térmico inferior para o desenvolvimento de *O. punicae* foi de 9,46°C no estágio de protoninfa. Considerando os limites térmicos, foi necessário uma média de 163,93 graus-dia para fêmeas de *O. punicae* completarem o seu desenvolvimento de ovo a adulto (Figura 2). Os valores da constante térmica para estágios imaturos de fêmeas de *O. punicae* apresentaram uma sequência decrescente para deutoninfa > ovo > larva > protoninfa > protocrisálida > deutocrisálida > teliocrisálida. De acordo com os valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o método da hipérbole mostrou um ajuste aceitável para a taxa de desenvolvimento de vários estágios imaturos de *O. punicae* (Figura 2).





**Figura 2.** Relação entre a temperatura, a velocidade de desenvolvimento (1/dia) e tempo de desenvolvimento (dias) dos estágios imaturo de *O. punicae* em folhas de *E. tereticornis* (UR de  $70 \pm 10\%$  e 12h de fotofase).

A temperatura limiar de desenvolvimento de *O. punicae* durante o período de ovo a adulto foi ligeiramente inferior ao de *O. mangiferus* associado a *M. indica*, que necessitou de 11,1°C (LIN, 2013) e a *O. litchii* registrado em 14,7°C (QUAN et al., 2019). O requerimento térmico de *O. punicae* em todas as fases imatura foi de 163,9 graus-dia, muito próximo aos valores registrados em *O. mangiferus* (175,7 graus-dia) (LIN, 2013) e *O. litchii* (172,4 graus-dia) (QUAN et al., 2019). A obtenção do requerimento térmico é importante devido a temperatura ser a principal responsável pela velocidade de desenvolvimento, reprodução e dispersão de ácaros (FERREIRA et al., 2006).

Os resultados destes estudos sobre *O. punicae* mostram que a faixa de temperatura ótima para o desenvolvimento, sobrevivência e reprodução está dentro do intervalo de 25 a 29°C. Isto significa que, na ausência de outros fatores de mortalidade, *O. punicae* tem o maior potencial para causar danos quando a temperatura está no referido intervalo.

Estas são as primeiras informações que mostram a influência da temperatura sobre o tempo de desenvolvimento e reprodução do ácaro fitófago *O. punicae*. Mais pesquisas devem ser feitas para investigar os parâmetros da tabela de vida de sob condições de campo, sob a interação dos fatores: manejo de produção, inimigos naturais, precipitação, umidade, luminosidade e outros.

#### 4 CONCLUSÃO

A temperatura ótima para desenvolvimento e reprodução de *O. punicae* está entre 25 e 29°C e a 37°C não ocorre desenvolvimento do ácaro.

Os valores de temperatura-base e constante térmica variam conforme o estágio de desenvolvimento de *O. punicae*.

O limiar térmico inferior e a constante térmica para fêmeas de *O. punicae* foi de 10,34°C e 163,93 graus-dia, respectivamente, para o período de ovo-adulto.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLLAND, H. R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C. H. W. **World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)**. Leiden, Brill Academic Publishers, 1998. 392p.

CHI, H. 2017. **TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis**. (<http://140.120.197.173/Ecology/prod02.htm>) (accessed 26 August 2019).

DOLATYARI, S. H.; JAFARI, S. H.; PAKYARI, H. Effect of temperature on the development of *Eotetranychus hirsti* (Tetranychidae) on fig leaves. **Acarologia**, v. 55, n. 3, p. 247–254, 2015.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. **An introduction to the bootstrap**. Chapman & Hall, NY, 1993.

FIDELIS, E. G.; REIS, M. A. S.; NEGRINI, M.; NAVIA, D. Life table parameters of the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) at various temperatures and for sexual and asexual reproduction. **Experimental and Applied Acarology**, v. 78, p. 535–546, 2019.

FERES, R. J. F.; LOFEGO, A. C.; OLIVEIRA, A. R. Ácaros plantícolas (Acari) da “Estação Ecológica do Noroeste Paulista”, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 43-56, 2005.

FERRAZ, J. C. B.; SILVA, P. R. R.; AMARANES, M. P.; MELO, J. W. da S.; LIMA, D. B. de; FRANÇA, S. M. *Oligonychus punicae* as a pest of *Eucalyptus urophylla* in cultivation and potential new host species in Brazil. **International Journal of Acarology**, v.45, n.1-2, p.75-78, 2019.

FERRAZ, J. C. B.; SILVA, P. R. R.; AMARANES, M. P.; MELO, J. W. S.; LIMA, D. B.; FRANÇA, S. M. Biology and fertility life table of *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) associated with eucalyptus in a clonal minigarden. **Systematic & Applied Acarology**, 25, 103–112, 2020a.

FERRAZ, J. C. B.; SILVA, S. M.; FRANÇA, S. M.; SILVA, P. R. R.; MELO, J. W. S.; LIMA, D. B. Host preference, population dynamics, distribution, and injuries of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) in a eucalyptus clonal minigarden. **Systematic & Applied Acarology**, 25, 1649–1660, 2020b.

FERREIRA, R. C. F.; OLIVEIRA, J. V.; HAJI, F. N. P.; GONDIM JR, M. G.C. Biologia, exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em videira (*Vitis vinífera* L.) cv. Itália. **Neotropical Entomology**, v.35, n.1, p.126-132, 2006.

FLECHTMANN, C. H. W.; BAKER, E. W. Um relatório preliminar sobre os Tetranychidae (Acarina) do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica da América**, v. 63, p. 156-163, 1970.

FLECHTMANN, C. H. W.; MORAES, R. C. B. 2017. **Banco de dados de Tetranychidae**. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/tetranychidae/>>. Acessado em: 16 de julho de 2019.

GOTOH, T.; MORIYA, D.; NACHMAN, G. Development and reproduction of five *Tetranychus* species (Acari: Tetranychidae): Do they all have the potential to become major pests? **Experimental and Applied Acarology**, v. 66, p. 453–479, 2015.

GOTOH, T.; SAITO, M.; SUZUKI, A.; NACHMAN, G. Effects of constant and variable temperatures on development and reproduction of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 64, p. 465–478, 2014.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29 p.

HASSANVAND, I.; JAFARI, S.; KHANJANI, M. Life table parameters of Iranian population, *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) fed on soybean leaves. **Systematic and Applied Acarology**, v. 24, n. 2, p. 231, 2019.

JAFARIAN, F.; JAFARI, S. The effect of temperature on life history and demographic parameters of *Eotetranychus frosti* (Acari: Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 21, n. 7, p. 957, 2016.

KARAMI-JAMOUR, T.; SHISHEHBOR, P. Development and life table parameters of *Tetranychus turkestanii* (Acarina: Tetranychidae) at different constant temperatures. **Acarologia**, v. 52, n. 2, p. 113–122, 2012.

LIN, M. Y. Temperature-dependent life history of *Oligonychus mangiferus* (Acari: Tetranychidae) on *Mangifera indica*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 61, p. 403–413, 2013.

MIGEON, A.; DORKELD, F. (2019). **Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae**. Disponível em: <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Acesso em 10 de setembro de 2019.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Piracicaba, Holos, 2008. 288pp.

PONCIO, S.; DEQUECH, S. T. B.; BOLZAN, A.; GÜTHS, C.; WALKER, M. P.; STURZA, V. S.; NAVA, D. E. Effect of temperature on immature of *Stiretrus decastigmus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Brazilian Journal of Biology**, 76, 495–499, 2016.

QUAN, L.; XU, H.; CHEN, B. Effects of Temperature on the Development and Reproduction of *Oligonychus litchii* Lo and Ho (Acari: Tetranychidae) when Reared on Litchiee. **Florida Entomologist**, v. 102, n. 1, p. 43-48, 2019.

SAEIDI, Z.; NEMATI, A.; RIAHI, E. Temperature-dependent development and life table parameters of *Schizotetranychus smirnovi* (Acari: Tetranychidae) on Almond. **Systematic & Applied Acarology**, 25, 1373–1383, 2020.

SAS. **SAS Software**. Version 8.02. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 2001.

ULLAH, M. S.; HAQUE, M. A.; NACHMAN, G.; GOTOH, T. Temperature-dependent development and traits of *Tetranychus macfarlanei* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 56, p. 327–344, 2012.

ULLAH, M. S.; HAQUE, M. A.; NACHMAN, G.; GOTOH, T. Temperature-dependent development and traits of *Tetranychus macfarlanei* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, 56, 327–344, 2012.

## ANEXO A - Artigo publicado na International Journal of Acarology, v. 44, 2019.

INTERNATIONAL JOURNAL OF ACAROLOGY  
2019, VOL. 45, NOS. 1–2, 75–78  
<https://doi.org/10.1080/01647954.2018.1543349>



## *Oligonychus punicae* as a pest of *Eucalyptus urophylla* in cultivation and potential new host species in Brazil

José C. B. Ferraz<sup>a</sup>, Paulo R. R. Silva<sup>a</sup>, Matheus P. Amaranes<sup>b</sup>, Mayara F. dos Santos<sup>a</sup>, José W. da S. Melo<sup>c</sup>, Debora B. de Lima<sup>d</sup> and Solange M. de França<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Department of Plant Science, Federal University of Piauí, Graduate Program in Sciences – Tropical Agriculture, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Teresina, Brazil; <sup>b</sup>Department of Plant Science, Federal University of Piauí, Graduating in Agronomic Engineering, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Teresina, Brazil; <sup>c</sup>Department of Plant Science, Federal University of Ceará, Fortaleza, Brazil; <sup>d</sup>Department of Agronomy – Entomology, Federal Rural University of Pernambuco, Recife, Brazil

### ABSTRACT

This study identified a mite species associated with *Eucalyptus urophylla* in clonal mini-garden of nursery seedling production and determined its instantaneous growth rate on several species of eucalypts. Mites were collected on the leaves of *E. urophylla* strains grown in clonal mini-garden and mounted on microscopy slides to species identification, while other were kept rearing on arenas. To determine the instantaneous growth rate of mites on *Eucalyptus brassiana*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* and *Corymbia citriodora* grown on pots, arenas were assembled with Petri dishes containing foam, filter paper and leaf discs of each species of eucalypt and five adult mite females from the breeding colony. The “arenas” were kept in climatic chambers under controlled conditions. After 10 days the instantaneous growth rate was determined. The experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments and six replicates. Data were submitted to Kruskal Wallis non-parametric test. The mite was identified as *Oligonychus punicae*. This is the first record of *O. punicae* associated with *E. urophylla* plants in clonal mini-garden of nursery seedling production. The instantaneous growth rate of *O. punicae* was positive in the six species of eucalypts suggesting the mite might damage clonal mini-gardens.

### ARTICLE HISTORY

Received 14 August 2018  
Accepted 25 October 2018  
Published Online 5  
December 2018

### KEYWORDS

Clonal mini-garden; seedling production; population growth; mite; Tetranychidae

### Introduction

Eucalypt seedlings host a complex of arthropods, especially acarofauna (Santos et al. 2008). Seedlings subject to infestation by mites under certain circumstances suffer irreparable damage, especially mini-strains of clonal mini-gardens used as source of propagules for seedling production (Alfenas et al. 2009).

Some species of mites in the Tetranychidae family are associated with eucalypt plants. In Brazil, there are reports of *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) from *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. camaldulensis* Dehn, *E. pellita* F. Muell and *E. tereticornis* Smith (Bolland et al. 1998; Queiroz and Flechtmann 2011; Migeon and Dorkeld 2017); *Oligonychus yothersi* (McGregor, 1914) from *E. urophylla* S.T. Blake (Pinto et al. 2012) and *E. grandis* (Pereira et al. 2005); *O. ununguis* (Jacobi, 1905) from hybrids of *E. urophylla* x *E. grandis* (Castro et al. 2017); *O. punicae* (Hirst 1926) from *Eucalyptus* sp. (Flechtmann and Baker 1970); and *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) from *E. grandis* (Bolland et al. 1998; Queiroz and Flechtmann 2011; Migeon and Dorkeld 2017).

Tetranychidae comprises strictly phytophagous mites, which are among the most important pests in the world. Due to their wide geographic distribution, high number of hosts and high reproductive potential, mites can cause losses and raise the breeding cost (Seeman and Beard 2011). In this family, more than 1,300 species and 71 genera were described (Migeon and Dorkeld 2017). *Oligonychus* Berlese is the largest genus with 207 species described, out of which 28 species were recorded in Brazil (Castro et al. 2017; Migeon and Dorkeld 2017).

Tetranychidae mites have rapid development, short generation time and high reproduction rate, which allow them to reach harmful population rates very quickly when growth conditions

are favourable (Najafabadi 2012). This results in injury and declining quality of the host plant (Silveira Neto et al. 1976; Najafabadi 2012). Thus, the instantaneous growth rate is a parameter to evaluate the association of mites and host plants (Silveira Neto et al. 1976).

Studies relating the occurrence of phytophagous mites in the production of eucalypt seedlings are incipient and lack technical-scientific information (Flechtmann 1985; Pereira et al. 2005; Moraes and Flechtmann 2008; Santos et al. 2008; Queiroz and Flechtmann 2011). There is a wide diversity of mite species associated with other botanical species and lack of survey on mite species from eucalypts. Therefore, we believe there may be a new record of mite occurrence on *Eucalyptus* spp.

This study identified mites associated with *E. urophylla* in clonal mini-garden of nursery seedling production and potential new host species.

### Material and methods

Strains of *E. urophylla* in clonal mini-garden were monthly sampled for pest mites in nursery seedling production in the municipality of Monsenhor Gil, state of Piauí, northeastern Brazil (5°34'50.9"S, 42°37'20.8"W) between May and July 2017. About 100 leaves of *E. urophylla* strains were analyzed under a stereomicroscope microscope. Mites on the adaxial surface of leaves were quantified at different stages of development (egg, larva, nymph and adult). Adult mites were mounted on microscopic slides in Hoyer's medium. Males and females were individualized (Flechtmann 1985) by totalling 30 mite females dorsoventrally positioned and 20 males laterally position (Moraes and Flechtmann 2008). Slides were observed under

**CONTACT** José C. B. Ferraz [claudioagronomia@gmail.com](mailto:claudioagronomia@gmail.com) Department of Plant Science, Federal University of Piauí, Graduate Program in Sciences – Tropical Agriculture, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Ininga, 64049-550, Teresina, PI, Brazil

© 2018 Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group

## ANEXO B - Artigo publicado na revista Systematic &amp; Applied Acarology, v. 25, 2020.

Systematic & Applied Acarology 25(6): 1649–1660 (2020)  
<https://doi.org/10.111158/saa.25.9.10>

ISSN 1362-1971 (print)  
 ISSN 2056-6069 (online)

Artigo

## Host preference, population dynamics, distribution, and injuries of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) in an eucalyptus clonal minigarden

JOSÉ CLÁUDIO BARROS FERRAZ<sup>1,2\*</sup>, SILVESTRE MOREIRA DA SILVA<sup>1</sup>, SOLANGE MARIA DE FRANÇA<sup>1</sup>, PAULO ROBERTO RAMALHO SILVA<sup>1</sup>, JOSÉ WAGNER DA SILVA MELO<sup>3</sup> & DEBORA BARBOSA DE LIMA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Agricultura Tropical, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portela, Teresina, PI, Brazil.

<sup>2</sup>Instituto Federal do Piauí, Campus Avançado José de Freitas, José de Freitas, Piauí, Brazil.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Campus do Pici - Fortaleza, Ceará, Brazil.

<sup>4</sup>Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brazil.

\*Corresponding author: [claudioagronomia@gmail.com](mailto:claudioagronomia@gmail.com); +5589999310030

### Abstract

*Oligonychus punicae* has potential for development in several species of eucalyptus. In this study was evaluated the preference for permanence and oviposition of *O. punicae* in different eucalyptus species. Additionally, we evaluated its dynamics and population distribution, as well as injuries in strains of *Eucalyptus urophylla* in a clonal minigarden. The preference for permanence and oviposition of *O. punicae* was evaluated using a test with and without choice in six species of *Eucalyptus*. We also analyzed the dynamics, population distribution and injury levels by *O. punicae* on *E. urophylla* in a clonal minigarden. We collected samples for 24 months and counted the number of eggs, immature and adult individuals. We calculated the Morisita dispersion index. We estimated injuries on leaves of *E. urophylla* using visual notes. In the test with choice, *Eucalyptus urophylla* was the preferred host of *O. punicae* for permanence and oviposition. In the test without choice, the oviposition of *O. punicae* in eucalyptus species did not differ statistically until 24 hours of evaluation. However, there was a significant difference after 48 hours, with greater oviposition on *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus tereticornis* and *Eucalyptus grandis*. In the population survey, we collected 3,293 mites. The population peak of *O. punicae* occurred in March and April 2018 and April 2019. *Oligonychus punicae* presented an aggregate distribution and caused injuries of 20% on average in leaves. These results are important to guide management strategies in specific infestation foci and optimizing the use of phytosanitary products.

**Keywords:** Population fluctuation, spatial distribution, foliar damage, oviposition.

### Introduction

The mite *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) has a wide range of hosts. It is reported in more than 30 hosts, including cultivated and non-cultivated species (Flechtmann & Moraes 2017; Ferraz *et al.* 2019; Migeon & Dorkeld 2019). This mite has the potential to reach “pest” status in eucalyptus species in clonal minigardens (Ferraz *et al.* 2019; Ferraz *et al.* 2020). The injuries caused by this mite in eucalyptus species initially occur on the adaxial surface of leaves, close to the central vein, causing tanning, necrosis, and possibly leaf fall (Ferraz *et al.* 2019; Ferraz *et al.* 2020).

The development and reproduction of phytophagous mites are related to the quantity and quality of the food eaten (Sabelis 1985). A polyphagous species can feed on different plant species during

## ANEXO C - Artigo publicado na revista Systematic &amp; Applied Acarology, v. 25, 2020.

Systematic & Applied Acarology 25(1): 103–112 (2020)  
<https://doi.org/10.1111/saa.25.1.8>

ISSN 1362-1971 (print)  
 ISSN 2056-6069 (online)

## Artigo

## Biology and fertility life table of *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) associated with eucalyptus in a clonal minigarden

JOSÉ CLÁUDIO BARROS FERRAZ<sup>1,2\*</sup>, PAULO ROBERTO RAMALHO SILVA<sup>1</sup>, MATHEUS PINHEIRO AMARANES<sup>3</sup>, JOSÉ WAGNER DA SILVA MELO<sup>4</sup>, DEBORA BARBOSA DE LIMA<sup>5</sup> & SOLANGE MARIA DE FRANÇA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Agricultura Tropical, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portela, Teresina, Piauí, Brazil.

<sup>2</sup>Instituto Federal do Piauí, Campus Avançado José de Freitas, José de Freitas, Piauí, Brazil.

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Agrônoma, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portela, Teresina, Piauí, Brazil.

<sup>4</sup>Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Campus do Pici - Fortaleza, Ceará, Brazil.

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brazil.

\*Corresponding author: [claudioagronomia@gmail.com](mailto:claudioagronomia@gmail.com); +5589999310030

### Abstract

The mite *Oligonychus punicae* has potential for development in *Eucalyptus* spp. in clonal minigardens. However, there is no information on its biological and reproductive parameters on eucalyptus species. The objective of this study is to evaluate the biological and reproductive performance of *O. punicae* on different species of eucalyptus cultivated in a clonal minigarden. Development time, survival, longevity, fecundity and life table parameters of *O. punicae* were determined on six species of eucalyptus (*Eucalyptus wrophylla*, *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita* and *Corymbia citriodora*). All eggs of *O. punicae* originated females and completed the cycle in all hosts. Differences were observed in development, longevity, pre-oviposition, oviposition and post-oviposition, and fecundity of females of *O. punicae* when different eucalyptus species were used as hosts for *O. punicae*. The best performance of *O. punicae* was observed on *E. tereticornis*, while the worst performance was observed on *C. citriodora*, on which the net reproductive rates ( $R_0$ ) ranged from 5.09 to 44.85, the intrinsic rate of population increase ( $r_m$ ) ranged from 0.09 to 0.19, the finite rate of population increase ( $\lambda$ ) ranged from 1.10 to 1.21, and the mean generation time ( $T$ ) ranged from 0.09 to 0.19. These results suggest that *E. tereticornis* is an excellent host for *O. punicae*.

**Keywords:** *Eucalyptus*, production of seedlings, mites, biological parameters

### Introduction

A clonal minigarden is necessary for the success of the production of clonal eucalyptus seedlings. Its purpose is to provide apical minicutting for propagation and subsequent formation of seedlings. The eucalyptus minicuttings in the clonal minigarden become perennial (Alfenas *et al.* 2009). As a result, the minicuttings are subjected to the appearance of insects and phytophagous mites that deserve management so as not to compromise production (Santos *et al.* 2008).

Phytophagous mites of the families Tetranychidae and Eriophyidae are reported in eucalyptus crops. Only one species of the latter family is reported: *Rhombaculus eucalypti* (Ghosh & Chakrabarti, 1987) (Queiroz and Flechtmann 2011). The main phytophagous mites of the Tetranychidae family associated with eucalyptus cultivation in Brazil are *Oligonychus punicae* (Hirst, 1926) (Queiroz and