

HENRY EDUARDO VACACELA AJILA

***Ricoseius loxocheles* (ACARI: PHYTOSEIIDAE): RELAÇÕES
BIOLÓGICAS E FONTES ALIMENTARES**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de
Viçosa - Campus Viçosa

T

V112r
2015
Vacacela Ajila, Henry Eduardo, 1983-
Ricoseius loxocheles (Acari: Phytoseiidae) relações biológicas e fontes alimentares / Henry Eduardo Vacacela Ajila. - Viçosa, MG, 2015.
viii, 43f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Angelo Pallini Filho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Ricoseius loxocheles*. 2. *Brevipalpus phoenicis*. 3. *Hemileia vastatrix*. 4. Café - Doenças e pragas - Controle biológico. 5. Ferrugem do cafeeiro. 6. Pólen. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Animal. Programa de Pós-graduação em Entomologia. II. Título.

CDD 22. ed. 595.42

HENRY EDUARDO VACACELA AJILA

***Ricoseius loxocheles* (ACARI: PHYTOSEIIDAE): RELAÇÕES
BIOLÓGICAS E FONTES ALIMENTARES**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

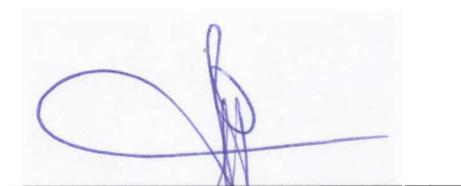
APROVADA: 19 de fevereiro de 2015



Eliseu José Guedes Pereira



Mateus Chediak



Angelo Pallini Filho
(Orientador)

*La vie m'a enseigné au moins une chose: si
quelqu'un avance avec confiance en direction de ses
rêves et qu'il s'efforce de mener l'existence qu'il a
imaginée, il jouira d'une réussite hors du commun.*

Henry David Thoreau

AGRADECIMENTOS

Meu eterno agradecimento com Deus por me dar as forças e a valentia para sair em frente neste desafio para a conquista do título de Mestre.

De maneira especial agradeço à minha mãe Elsa Ajila, ao meu pai Segundo Vacacela, aos meus irmãos Nancy, Wilmer, Franklin, Mirian, Jaime e à meus sobrinhos e sobrinhas Ariana, Paola, Juan Andres, Adamaris, Milena, Maria José e Scarlet, por sempre acreditar em minha capacidade e por todas as mostras de apoio e carinho que tiveram comigo em todo momento... Vocês merecem todo meu agradecimento!

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia pela oportunidade de fazer meus estudos de pós-graduação, nesta instituição de ensino considera das melhores do Brasil e do mundo.

Agradeço de forma especial ao Professor Angelo Pallini, pela oportunidade que me deu para fazer parte de sua equipe de trabalho, pela paciência, orientação, conselhos e sugestões para a realização desta dissertação.

Aos pesquisadores João Alfredo Marinho Ferreira e Madelaine Venzon pelas sugestões para o desenvolvimento desta pesquisa durante o trabalho e até na conclusão do mesmo.

A todos os professores que tive a chance de conhecer durante todo este tempo no Brasil; obrigado pelos conhecimentos, amizade e conselhos transmitidos que serviram de muito para crescer pessoal e academicamente.

A todas as pessoas que colaboraram de alguma forma nas coletas de campo, criações no laboratório, experimentos, análises estatísticas, discussões. Em especial agradeço à meus amigos Cleber Oliveira, João A. Ferreira, Felipe Lemos e João Carvalho.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e do Laboratório de Acarologia Cleide, Felipe, Ana, Marcus, Celia, Cleber, Livia e João pela amizade e ajuda que sempre me deram para a realização deste trabalho.

A todos meus amigos estrangeiros e brasileiros que tive a oportunidade de conhecer no Brasil, graças a amizade de vocês foi mais fácil esquecer a saudade de ficar longe de casa.... obrigado.

A todos meus amigos e professores de Equador que estiveram dando suas mostras de carinho e conselhos para a consecução deste reto, mas a pesar da distância sempre estiveram presentes a través de mensagens, chamadas torcendo sempre para que tudo dei certo e possa conseguir o objetivo de chegar a ser “Mestre”. Graças pelo apoio incondicional, vai ser difícil colocar o nome de cada um de vocês nesta folha, mas em verdade agradeço muito o carinho que eu recebei de todos...

BIOGRAFIA

Henry Eduardo Vacacela Ajila, filho de Elsa Leonila Ajila Cuenca e Segundo Juan Vacacela Belduma, nasceu em Loja, Província de Loja, Equador em 26 de Novembro de 1983.

Formou-se como Engenheiro Agrônomo pela Universidade Nacional de Loja (UNL) em abril de 2008 sob a orientação do professor Toño Jaramillo. Durante a graduação foi estagiário no laboratório de fitopatologia do Serviço Equatoriano de Sanidade Agropecuária SESA atualmente AGROCALIDAD sob orientação do professor Toño Jaramillo. Durante o ano 2010 e 2012 trabalhou no Ministério de Agricultura, Pecuária, Aquicultura e Pesca MAGAP na área de transferência de tecnologia.

Em agosto de 2013 iniciou o curso de Mestrado em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do pesquisador Angelo Pallini Filho e coorientação de João Alfredo Marinho Ferreira e Madelaine Venzon. Em fevereiro de 2015 submeteu-se a defesa da dissertação que é aqui apresentada.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO GERAL	1
Referência Bibliográfica	6
CAPÍTULO I	10
Predação e sobrevivência de <i>Ricoseius loxocheles</i> nos diferentes estágios do ácaro da mancha-anular <i>Brevipalpus phoenicis</i>	10
Resumo	10
Introdução	11
Material e métodos	12
Criação de <i>R. loxocheles</i>	12
Criação de <i>B. phoenicis</i>	13
Experimentos	14
Capacidade predatória de <i>R. loxocheles</i> em <i>B. phoenicis</i>	14
Resultados	16
Discussão	19
Referência Bibliográfica	22
CAPÍTULO II	25
Desempenho, sobrevivência e oviposição de <i>Ricoseius loxocheles</i> em diferentes fontes de alimento	25
Resumo	25
Introdução	26
Material e métodos	28
Criação de <i>R. loxocheles</i>	28
Taxa instantânea de crescimento populacional (<i>r</i>)	28
Desempenho de <i>R. loxocheles</i> em dois tipos de ferrugem e pólen	30
Resultados	32
Discussão	35
Referência Bibliográfica	40
Conclusões Gerais	44

RESUMO

VACACELA AJILA, Henry Eduardo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2015. ***Ricoseius loxocheles* (ACARI: PHYTOSEIIDAE): RELAÇÕES BIOLÓGICAS E FONTES ALIMENTARES** Orientador: Angelo Pallini Filho. Coorientadores: João Alfredo Marinho Ferreira e Madelaine Venzon.

O café constitui um dos principais produtos agrícolas mundiais devido às grandes rendas econômicas que gera nos países onde é cultivado. Nesta cultura, comumente podemos observar pragas como *Brevipalpus phoenicis* e doenças como *Hemileia vastatrix* que podem ocasionar grandes perdas econômicas, caso medidas de controle não sejam tomadas. O controle destas pragas e doenças usualmente é feito com a aplicação de agrotóxicos, que podem ocasionar problemas tanto nas pragas que se deseja atingir (resistência) como nos inimigos naturais que podem ser afetados indiretamente. O controle biológico torna-se uma opção viável para a diminuição do uso de agrotóxicos e o ácaros predadores fitoseídeos são objeto de muitas pesquisas sobre sua capacidade de explorar diversos recursos na sua alimentação e sua aplicabilidade nesse tipo de controle. O predador *Ricoseius loxocheles* (Ácari: Phytoseiidae) tem a capacidade de se alimentar e carregar esporos de ferrugem do cafeeiro e por ser membro de uma família de ácaros predadores possui potencial para agente de controle biológico. No entanto, pouca informação existe sobre sua função ecológica no sistema cafeeiro. Nesse contexto, o objetivo do estudo foi determinar a capacidade predatória de *R. loxocheles* sobre *B. phoenicis* e o desempenho do fitoseídeo em diferentes fontes alternativas de alimento avaliando sua sobrevivência e reprodução. Os resultados mostraram que o ácaro *B. phoenicis* não representa uma presa potencial para o fitoseídeo *R. loxocheles*, já que o sucesso reprodutivo desse ácaro predador foi negativo quando unicamente tinha a presença da praga, ocasionando a morte do fitoseídeo. O crescimento populacional (r_i) de *R. loxocheles* foi positivo em mudas de café infectadas por ferrugem. Adicionalmente, foi demonstrado que o ácaro aproveita diversos recursos alimentícios alternativos, como ferrugem de café, ferrugem de trevo e o pólen de taboa para seu sucesso reprodutivo. Das fontes testadas, apenas o pólen apícola foi o único recurso não viável que reduziu a oviposição e ocasionou a sua morte.

ABSTRACT

VACACELA AJILA, Henry Eduardo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february 2015. ***Ricoseius loxocheles* (ACARI: PHYTOSEIIDAE): BIOLOGICAL RELATIONS AND FOOD SOURCES.** Adviser: Angelo Pallini Filho. Co-Advisers: João Alfredo Marinho Ferreira and Madelaine Venzon.

Coffee is one of the main crops in the world, due to the large economic importance that generates in the countries where it is cultivated. This culture is commonly attacked by some pests and diseases, such as *Brevipalpus phoenicis* and *Hemileia vastatrix*, respectively, that can produce great economic losses if a not appropriate control is used. The control of these pests and diseases is usually done applying chemicals products that can cause several problems: the target pests can become resistant and the natural enemies can be also indirectly affected. So, biological control becomes a viable option for the reduction of pesticide use, considering that the phytoseiids has been the subject of many studies due their ability to explore various food sources. The phytoseiid mite *Ricoseius loxocheles* (Acari: Phytoseiidae) has the ability to feed and carry coffee leaf rust spores. However, the little information about this behavior limits to understand their role in agricultural systems, especially in the coffee crops. Then, the objective of this study was to evaluate the predatory ability of *R. loxocheles* on *B. phoenicis* and the performance (survival and reproduction) of this phytoseiid on different food sources. The results showed that *B. phoenicis* does not represent a potential prey for *R. loxocheles*, considering that the reproductive success of this predatory mite was negative when this pest was the diet, resulting in the death of the phytoseiid. Population growth (r_i) of *R. loxocheles* was positive on coffee plants infected by the rust, but the mite had also good population performance on several alternative food resources, such as coffee rust, rust clover and the cattail pollen for their reproductive success. However, from all alternative food sources tested bee pollen was the only non-viable resource that reduced oviposition of *R. loxocheles* and caused the death of the phytoseiid mite.

INTRODUÇÃO GERAL

O estudo dos ácaros da família Phytoseiidae vêm recebendo grande importância nos últimos anos, o que se constata pelo alto número de pesquisas que se desenvolvem nesta área (Moraes & Flechtmann, 2008). Vários estudos investigaram a eficiência de predação de ácaros que podem contribuir para o controle biológico (McMurtry, 2010; McMurtry & Croft, 1997; Swirski & Ragusa, 1976). Estes ácaros predadores se alimentam de outros ácaros e contribuem para o controle natural de ácaros fitófagos em cultivos agrícolas (Chant & Fleschner, 1960; Muma, 1964). A família Phytoseiidae agrupa um grande número de espécies que se destacam por serem os mais importantes inimigos naturais dos ácaros herbívoros (Huffaker *et al.*, 1969; Moraes, 2001). Predadores fitoseídeos como *Iphiseiodes zuluagai*, *Euseius citrifolius* e *Amblyseius herbicolus* se encontram associados ao cultivo de café (Pallini Filho *et al.*, 1992; Reis & Zacarias, 2007; Spongowski *et al.*, 2004) e constituem as principais espécies de ácaros predadores associados ao controle biológico de *Oligonychus ilicis* e *Brevipalpus phoenicis* no Sul de Minas Gerais (Pallini Filho *et al.*, 1992).

Várias pragas podem ocorrer na cultura de café no Brasil. Dentre essas, as espécies *O. ilicis*, *B. phoenicis* e *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) são consideradas pragas de importância econômica pelos danos diretos ou indiretos que podem causar (Moraes & Flechtmann, 2008; Reis & Zacarias, 2007).

O ácaro *B. phoenicis* é vulgarmente conhecido como o ácaro da mancha-anular devido à capacidade que tem de transmitir a doença “mancha-anular do cafeeiro” ou Coffee Ringspot Virus-CoRSV (Chagas, 1973; Chagas *et al.*, 2003). Atualmente essa doença se encontra estabelecida nos principais estados produtores de café no Brasil (Chagas *et al.*, 2003). Ao contrário dos indivíduos de *O. ilicis*, essa espécie habita a face inferior das folhas e próximo à nervura central (Moraes & Flechtmann, 2008). Em ataques muito intensos, as folhas e frutos podem cair como consequência do desenvolvimento da doença. As medidas de controle químico não são eficientes e proporcionam apenas um controle temporal. Além do mais, este método de controle é oneroso e pode gerar populações resistentes em função do uso contínuo do produto (Chagas *et al.*, 2003).

Além das várias espécies de ácaros que atacam o cafeeiro, alguns patógenos também podem ocorrer em função da susceptibilidade das plantas tanto na fase de viveiro como em campo. A incidência destes patógenos na cultura resulta em redução na qualidade de produto e na produtividade, com aumentos nos custos de produção (Carvalho *et al.*, 2012; Godoy *et al.*, 1997; Nyambo & Masaba, 1997).

A ferrugem do cafeeiro é uma das principais doenças em cafeeiros e é causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome. (Kushalappa & Eskes, 1989; Rodrigues Jr *et al.*, 1975; Schieber, 1972). Possui 32 raças e ao menos quatro delas são listadas em 14 países do continente americano (Godoy *et al.*, 1997; Kushalappa & Eskes, 1989; Schieber & Zentmyer, 1984). É um fungo fitopatogênico específico em cafeeiros e que ocorre na face abaxial das folhas, chegando a ocasionar prejuízos entre 30 e 50% da produção nas plantas atacadas (Monaco, 1977; Schieber, 1972; Shiomi *et al.*, 2006). Além de reduzir a área fotossintética, podem também ocasionar a queda das folhas. Em ataques severos, o patógeno chega a produzir uma desfolha total das plantas, causando a morte regressiva dos ramos (Kushalappa & Eskes, 1989; Zambolim *et al.*, 1997). Atualmente o controle desta doença é baseado no uso de fungicidas sistêmicos cúpricos que apresenta resultados satisfatórios e que podem ser usados em aplicações foliares, fumigação do solo ou combinados com inseticidas. Mas caso o controle seja inadequado, pode favorecer o aparecimento de novas raças do patógeno que ocasionam danos irreversíveis à cultura (Agrios, 2005; Zambolim & Vale, 1999).

Estudos recentes têm permitido conhecer e compreender algumas características biológicas e comportamentais de algumas espécies da família Phytoseiidae (McMurtry & Croft, 1997; McMurtry *et al.*, 2013). Dentre eles, foi provado que algumas espécies de ácaros predadores normalmente se alimentam de pequenos artrópodes e nematóides, mas também podem aproveitar outros recursos como fonte alimentares, dentre esses alguns fungos, exudados de plantas e pólen (Broufas & Koveos, 2000; McMurtry *et al.*, 2013; Overmeer, 1985; Van Rijn & Tanigoshi, 1999). Em função dessa diversidade alimentar, os fitoseídeos são classificados em diferentes grupos ou tipos: os tipos I e II constituídos por predadores especialistas em ácaros tetraniquídeos; o tipo III é composta por ácaros predadores de hábitos alimentares generalistas; e o tipo IV, é constituído por espécies predadoras generalistas

que se alimentam de pólen de plantas (McMurtry & Croft, 1997). Apesar de não haver uma classificação para espécies que se alimentam de fungos, vários estudos mostraram resultados positivos no controle biológico de desses patógenos com o uso de espécies de ácaros pertencentes às famílias Phytoseiidae e Tydeidae (English-Loeb *et al.*, 2005; English-Loeb *et al.*, 1999; Melidossian *et al.*, 2005; Norton *et al.*, 2000; Zemek & Prenerova, 1997). Melidossian *et al.* (2005) concluíram que o ácaro *Orthotydeus lambi* (Baker) (Acari: Tydeidae) reduziu a severidade do míldio da uva, *Uncinula necator* (Schwein), em frutas e folhas. E essa redução pode ter sido resultado da eficiência dos ácaros durante a alimentação sobre os fungos, rasgando o micélio e conídios e ocasionando uma rápida perda de turgor e colapso das hifas do fungo.

Ricoseius loxocheles (De Leon) é uma espécie de ácaro pertencente à família Phytoseiidae e está associada aos cafezais da Zona de Mata Mineira (Oliveira, 2012; Oliveira *et al.*, 2014). Apesar de ser pertencente à família Phytoseiidae, que é composta por espécies predadoras, ácaros desta espécie podem ser encontrados em folhas de cafeeiro infestadas de ferrugem (Oliveira *et al.*, 2014). Os adultos e as formas imaturas ficam sempre cobertos por esporos de ferrugem em seu dorso, o qual é possível de ser usado para sua alimentação. Adicionalmente, os ácaros se movimentam dentro da planta e entre plantas, fazendo também supor que poderiam desempenhar um papel na disseminação da doença (Flechtmann, 1976). Contudo, nenhuma dessas duas hipóteses ainda foram comprovadas.

Ainda existe pouca informação publicada sobre o fitoseídeo *R. loxocheles*, sendo que os primeiros trabalhos enfatizaram sua descrição taxonômica (De Leon, 1965; Denmark & Muma, 1970) e ocorrência (Denmark & Muma, 1970; Flechtmann, 1976; Ramos & Rodríguez, 2006). Mais recentemente Oliveira (2012); Oliveira *et al.* (2014) sugeriram que este fitoseídeo se alimenta de *H. vastatrix* e é possível que tenha um papel no controle biológico da ferrugem do cafeeiro.

É bastante conhecido na literatura que espécies de ácaros fitoseídeos podem se alimentar de pólen e outras fontes de alimento. Inclusive, algumas espécies não só conseguem sobreviver, mas também se reproduzir com estes alimentos sobretudo em épocas onde há escassez da presa (Broufas & Koveos, 2000; McMurtry, 1977; McMurtry & Croft, 1997; Sabelis & Van Rijn,

2006; Van Rijn & Tanigoshi, 1999). Adicionalmente, esses alimentos têm sido utilizados com sucesso em programas de controle biológico como fator de manutenção dos ácaros nas plantas (Delisle *et al.*, 2015; Kumar *et al.*, 2015; McMurtry *et al.*, 1992; McMurtry & Scriven, 1964; Van Rijn & Tanigoshi, 1999). Algumas espécies de plantas, tais como cerejeira, pessegueiro, damasco e nozes proporcionam pólen com um alto valor nutritivo e que serve como alimento para os ácaros predadores (Broufas & Koveos, 2000). No Brasil, a mamona (*Ricinus communis* L.) (Reis & Alves, 1997; Yamamoto & Gravena, 1996) e a taboa (*Typha* sp.) (Bellini *et al.*, 2010; Lofego & Moraes, 2005) são as espécies vegetais mais comuns em pesquisas, conseguindo manter estáveis populações de ácaros fitoseídeos com sucesso. Mas, apesar de todas as propriedades acima citadas, a colheita e o custo são alguns limitantes para um produto elaborado ser aplicado nos cultivos (Messelink *et al.*, 2009). Também existem trabalhos indicando que alguns tipos de pólen de plantas nem sempre são aceitos por determinadas espécies de ácaros predadores e até existem casos onde o mesmo pode ser rejeitado (Kolokytha *et al.*, 2011). Kolokytha *et al.* (2011) compararam dois tipos de pólen de diferente origem (pólen de amendoeira e pólen apícola) e obtiveram como resultado uma taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) mais alta no pólen de amendoeira em comparação ao pólen apícola. No entanto, Messelink *et al.* (2009) manifestam que o pólen apícola é um recurso viável pela disponibilidade e baixo custo para a manutenção dos ácaros predadores nas plantas.

A falta de informação sobre o ácaro *R. loxocheles* limita compreender suas relações biológicas e seus hábitos alimentares no sistema do cafeeiro. Oliveira (2012); Oliveira *et al.* (2014) comprovaram que *O. ilicis*, umas das principais pragas do café, não foi a melhor presa para o fitoseídeo *R. loxocheles* mas que provavelmente *B. phoenicis* poderia se constituir uma presa potencial por ser ácaros que também co-habitam plantas de cafeeiro.

Ricoseius loxocheles aproveita os esporos de ferrugem do café para sua alimentação (Oliveira *et al.*, 2014). Mas considerando que a ferrugem não esta presente durante todo o ano, é possível hipotetizar que essa espécie possui outras fontes de alimento alternativas ou que plantas espontâneas que poderiam oferecer refugio e alimento para esses fitoseídeos dentro do sistema cafeeiro. Dessa forma, estudos que permitam compreender os diversos recursos que podem ser explorados por esse fitoseídeo são ainda necessários.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi investigar o papel biológico do ácaro *R. loxocheles* na predação de *B. phoenicis*, praga importante do cafeeiro, e seu desempenho em diferentes fontes de alimento.

No Capítulo 1 foi estimada a taxa de predação e de sobrevivência de *R. loxocheles* quando alimentado de diferentes estádios do ácaro da mancha-anular *B. phoenicis*. No Capítulo 2 foi estimado o desempenho de *R. loxocheles* em diferentes fontes de alimento.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Agrios GN (2005) Plant Pathology. Department of Plant Pathology, University of Florida: USA: Elsevier Academic Press, p. 922.
- Bellini MR, Araujo RV, Silva ES, Moraes GJ & Berti Filho E (2010) Ciclo de vida de *Proprioseiopsis cannaensis* (Muma)(Acari: Phytoseiidae) com diferentes tipos de alimentos. Neotropical Entomology 39: 360-364.
- Broufas G & Koveos D (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). Environmental entomology 29: 743-749.
- Carvalho VL, da Cunha RL & Silva NRN (2012) Alternativas de controle de doenças do cafeeiro. Coffee Science 7: 42-49.
- Chagas CM (1973) Associação do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) à mancha - anular do cafeeiro. O Biológico 39: 229-232.
- Chagas CM, Kitajima EW & Rodrigues JCV (2003) Coffee ringspot virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) in coffee. Experimental & Applied Acarology 30: 203-213.
- Chant D & Fleschner C (1960) Some observations on the ecology of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) in California. Entomophaga 5: 131-139.
- De Leon D (1965) Phytoseiid Mites from Puerto Rico with Descriptions of New Species (Acarina: Mesostigmata). The Florida Entomologist 48: 121-131.
- Delisle J, Shipp L & Brodeur J (2015) Apple pollen as a supplemental food source for the control of western flower thrips by two predatory mites, *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae), on potted chrysanthemum. Experimental and Applied Acarology 65: 495-509. doi:10.1007/s10493-014-9863-2.
- Denmark HA & Muma MH (1970) *Ricoseius loxocheles* (Phytoseiidae: Acarina). The Florida Entomologist 53: 119-121.
- English-Loeb G, Norton AP, Gadoury D, Seem R & Wilcox W (2005) Tri-trophic interactions among grapevines, a fungal pathogen, and a mycophagous mite. Ecological Applications 15: 1679-1688.
- English-Loeb G, Norton AP, Gadoury DM, Seem RC & Wilcox WF (1999) Control of powdery mildew in wild and cultivated grapes by a tydeid mite. Biological Control 14: 97-103.
- Flechtmann CHW (1976) Observações sobre dois ácaros (Mesostigmata/Acari) de vida livre. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 5: 95-96.
- Godoy CV, Bergamin Filho A & Salgado CL (1997) Manual de Fitopatologia: Doenças do Cafeeiro, Vol. 2, p. 706.

- Huffaker C, Vrie M & McMurtry J (1969) The ecology of tetranychid mites and their natural control. *Annual Review of Entomology* 14: 125-174.
- Kolokytha P, Fantinou A & Papadoulis GT (2011) Effect of several different pollens on the bio-ecological parameters of the predatory mite *Typhlodromus athenas* Swirski and Ragusa (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology* 40: 597-604.
- Kumar V, Xiao Y, McKenzie CL & Osborne LS (2015) Early establishment of the phytoseiid mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on pepper seedlings in a predator-in-first approach. *Experimental and Applied Acarology* 65: 465-481. doi:10.1007/s10493-015-9895-2.
- Kushalappa AC & Eskes AB (1989) Coffee rust: epidemiology, resistance, and management: CRC Press, p. 345.
- Lofego A & Moraes G (2005) Taxa de oviposição dos predadores *Amblyseius acalyphus* e *Amblyseius neochiapensis* (Acari: Phytoseiidae) com diferentes tipos de alimento. *Arq. Inst. Biol* 72: 379-382.
- McMurtry J (2010) Concepts of classification of the Phytoseiidae: Relevance to biological control of mites. *Trends in Acarology*: 393-397.
- McMurtry JA (1977) Some predaceous mites (Phytoseiidae) on citrus in the mediterranean region. *Entomophaga* 22: 19-30.
- McMurtry JA & Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology* 42: 291-321. doi:10.1146/annurev.ento.42.1.291.
- McMurtry JA, De Moraes GJ & Sourassou NF (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology* 18: 297-320.
- McMurtry JA, Morse JG & Johnson HG (1992) Studies of the impact of *Euseius species* (Acari: Phytoseiidae) on citrus mites using predator exclusion and predator release experiments. *Experimental and Applied Acarology* 15: 233-248.
- McMurtry JA & Scriven GT (1964) Studies on the feeding, reproduction, and development of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae) on various food substances. *Annals of the Entomological Society of America* 57: 649-655.
- Melidossian HS, Seem RC, English-Loeb G, Wilcox WF & Gadoury DM (2005) Suppression of grapevine powdery mildew by a mycophagous mite. *Plant disease* 89: 1331-1338.
- Messelink G, Ramakers P, Cortez J & Janssen A (2009) How to enhance pest control by generalist predatory mites in greenhouse crops. *Proceedings of the 3rd ISBCA, Christchurch, New Zealand*: 309-318.
- Monaco LC (1977) Consequences of the introduction of coffee rust into Brazil. *Annals of the New York Academy of Sciences* 287: 57-71.

- Moraes GJ (2001) Perspectivas para o Uso de Predadores no Controle de Acaros Fitofagos no Brasil. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 27: 263-270.
- Moraes GJ & Flechtmann CHW (2008) Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil: Holos, Ribeirão Preto, p. 288.
- Muma MH (1964) The population of Phytoseiidae on Florida citrus. Florida Entomologist 47: 5-11.
- Norton AP, English-Loeb G, Gadoury D & Seem RC (2000) Mycophagous mites and foliar pathogens: leaf domatia mediate tritrophic interactions in grapes. Ecology 81: 490-499.
- Nyambo B & Masaba D (1997) Integrated pest management in coffee: Needs, limitations and opportunities. Association Scientifique Internationale du Café 17 th international conference on coffee science in Kenya.
- Oliveira C (2012) Interactions of *Ricoseius loxocheles* (Acari: Phytoseiidae) and coffee leaf rust, Vol. Magister Dissertation: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 49.
- Oliveira CM, Ferreira JAM, Oliveira RM, Santos FO & Pallini A (2014) *Ricoseius loxocheles*, a phytoseiid mite that feeds on coffee leaf rust. Experimental and Applied Acarology 64: 223-233.
- Overmeer W (1985) Alternative prey and other food resources, Vol. 1: Spider mites: their biology, natural enemies and control (ed. by W Helle & M Sabelis) Elsevier, Amsterdam, p. 405.
- Pallini Filho A, Moraes Gd & Bueno V (1992) Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no Sul de Minas Gerais. Ciência e Prática 16: 303-307.
- Ramos M & Rodríguez H (2006) Riqueza de las especies de ácaros fitoseidos (Acari: Mesostigmata) en agroecosistemas de Cuba. Fitosanidad 10: 203-207.
- Reis PR & Alves EB (1997) Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 26: 565-568. doi:10.1590/S0301-80591997000300021.
- Reis PR & Zacarias MS (2007) Ácaros em cafeeiro: EPAMIG, Belo Horizonte, p. 76.
- Rodrigues Jr C, Bettencourt A & Rijo L (1975) Races of the pathogen and resistance to coffee rust. Annual review of phytopathology 13: 49-70.
- Sabelis MW & Van Rijn PC (2006) When does alternative food promote biological pest control? IOBC WPRS BULLETIN 29: 195.
- Schieber E (1972) Economic impact of coffee rust in Latin America. Annual Review of Phytopathology 10: 491-510.

- Schieber E & Zentmyer GA (1984) Coffee rust in the Western Hemisphere. *Plant Disease* 68: 89-90.
- Shiomi HF, Silva HSA, Melo ISd, Nunes FV & Bettiol W (2006) Bioprospecting endophytic bacteria for biological control of coffee leaf rust. *Scientia Agricola* 63: 32-39.
- Spongowski S, Reis PR & Zacarias MS (2004) Acarofauna of cerrado's coffee crops in Patrocínio, Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia* 29: 9-17.
- Swirski E & Ragusa S (1976) Notes on predacious mites of Greece, with a description of five new species (Mesostigmata: Phytoseiidae). *Phytoparasitica* 4: 101-122.
- Van Rijn PC & Tanigoshi LK (1999) Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. *Experimental & applied acarology* 23: 785-802.
- Yamamoto PT & Gravena S (1996) Influência da temperatura e fontes de alimento no desenvolvimento e oviposição de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 25: 109-115.
- Zambolim L & Vale FXR (1999) Princípios de Fitopatologia. ABEAS - Curso de Proteção de Plantas Módulo 5.
- Zambolim L, Vale FXR, Pereira A & Chaves G (1997) Controle de doenças de plantas: : Café (ed. Brasília, DF, Viçosa: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, pp. 83-179.
- Zemek R & Prenerova E (1997) Powdery mildew (Ascomycotina: Erysiphales) - an alternative food for the predatory mite *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & Applied Acarology* 21: 405-414. doi:10.1023/a:1018427812075.

CAPÍTULO I

Predação e sobrevivência de *Ricoseius loxocheles* nos diferentes estágios do ácaro da mancha-anular *Brevipalpus phoenicis*

RESUMO

A espécie *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) é uma praga associada ao cultivo de café e que produz danos a qualidade do grão ou da bebida. A medida mais comum para o controle desta praga é baseada no uso de agrotóxicos que podem afetar de forma direta os inimigos naturais. Atualmente, o controle biológico pode ser considerado como uma alternativa ao controle químico e as espécies de ácaros mais usadas e estudadas para o controle biológico de ácaros pragas pertencem às famílias Phytoseiidae e Tydeidae. Espécies destas famílias são facilmente encontradas em diferentes culturas e em plantas de cafeeiro a espécie *Ricoseius loxocheles* (De Leon) (Acari: Phytoseiidae) é relacionada a plantas infectadas com a ferrugem *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome. Assim, neste estudo foi avaliada a taxa de predação, oviposição e sobrevivência de *R. loxocheles* nas diferentes fases do ácaro da mancha anular *B. phoenicis*. Os resultados mostraram que o fitoseídeo não conseguiu se alimentar de *B. phoenicis* em nenhuma das fases testadas (ovo, larva, adulto) mostrando dessa forma que *R. loxocheles* não possui a capacidade predatória típica das espécies pertencentes a família Phytoseiidae. A sobrevivência e oviposição de *R. loxocheles* foram influenciadas diretamente pelos esporos de ferrugem e não pela presença da presa, considerando que uma dieta só com herbívoros ocasiona a morte de *R. loxocheles*. Finalmente é possível concluir que *R. loxocheles* não é predador de *B. phoenicis* e que deve ser classificado como “fungívoro” de acordo com seu hábito alimentar, pois sua fonte de alimento principal são esporos de fungos.

Palavras chave: Controle biológico, Hábito alimentar, Ferrugem do cafeeiro.

INTRODUÇÃO

Vários ácaros pragas ocorrem no sistema do cafeeiro e dentre elas o ácaro fitófago *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) é responsável por consideráveis perdas (Reis & Zacarias, 2007). Essa espécie apresenta distribuição cosmopolita e é polífago, podendo estar presente em mais de 400 plantas hospedeiras (Childers *et al.*, 2003). Os primeiros relatos dos danos causados pelo *B. phoenicis* no cafeeiro foram desfolhas sofridas pelas plantas associadas às épocas mais secas do ano (Reis & Zacarias, 2007).

Este ácaro também é conhecido comumente como ácaro da “mancha-anular do cafeeiro” pela capacidade de transmitir a doença causada por um vírus do grupo dos Rhabdovirus, o Coffee Ringspot Virus-CoRS (Chagas, 1978). Podem ser encontrados em folhas, ramos e frutos nos terços médio e inferior das plantas de café (Chagas, 1973; Reis, 2000). Em folhas, os ácaros concentram-se na face inferior das mesmas e próximo à nervura central. Em frutos podem ser encontrados nas regiões da coroa e do pedúnculo. Já em ramos, ocorrem nas fendas e nos nós (Moraes & Flechtmann, 2008).

Considerando que o controle dos ácaros fitófagos é exclusivamente através do uso de produtos químicos, essa prática também pode afetar diretamente os inimigos naturais, já que tais produtos são utilizados de forma indiscriminada e sem a consideração da seletividade para organismos não-alvo e inimigos naturais. Por isso, frequentemente ocorrem casos de ressurgência e de resistência dos organismos alvo (Gerson & Cohen, 1989; Rodrigues *et al.*, 2002; Watanabe *et al.*, 1994).

Nos últimos anos, os ácaros da família Phytoseiidae vem sendo objeto de inúmeras pesquisas, principalmente pela importância econômica que esses predadores têm como agentes de controle biológico (McMurtry, 2010; McMurtry & Croft, 1997; Swirski & Ragusa, 1976). Estes fitoseídeos se alimentam de outras famílias de ácaros, contribuindo no controle natural dos ácaros fitófagos em cultivos agrícolas (Chant & Fleschner, 1960; Muma, 1964). Esse grupo de ácaros é bastante diverso e apresentam diversos hábitos alimentares. Por esse motivo, são classificados em diferentes tipos: tipos I e II são espécies predadores especialistas em ácaros tetraniquídeos; tipo III, espécies de ácaros com hábitos alimentares generalistas; e os fitoseídeos do tipo IV são espécies

predadoras generalistas que se alimentam de pólen de plantas (McMurtry & Croft, 1997). Nestas categorias estão considerados ácaros que toleram uma ampla gama de alimentos, como diversos tipos de ácaros, pequenos insetos, pólen, honey-dew e néctar (McMurtry & Croft, 1997).

Nos cafezais da Zona de Mata Mineira, *Ricoseius loxocheles* (De Leon) (Acari: Phytoseiidae) é facilmente encontrado em plantas de café (Marchetti, 2008; Oliveira *et al.*, 2014). Apesar de ser um ácaro pertencente à família Phytoseiidae, composta por espécies predadoras, indivíduos de *R. loxocheles* podem ser encontrados alimentando-se de esporos de ferrugem presentes nas folhas de cafeeiro (Oliveira *et al.*, 2014). Pesquisas recentes sugeriram que *B. phoenicis* poderia se constituir como uma presa viável para *R. loxocheles* devido ao fato de serem ácaros que estão comumente associados ao sistema cafeeiro (Oliveira *et al.*, 2014). Nesse contexto, a hipótese do trabalho foi comprovar se *R. loxocheles* é capaz de preda algum dos estágios do ácaro da mancha anular *B. phoenicis* avaliando sua capacidade predatória e reprodutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

Criação de *R. loxocheles*

As coletas de *R. loxocheles* foram realizadas trimestralmente em plantios de *Coffea arabica* isentos de agrotóxicos em Viçosa, estado de Minas Gerais. O objetivo destas coletas foi manter a variabilidade genética das populações de ácaros mantidos em laboratório. Folhas de cafeeiro com sintomas de ferrugem e com a presença de *R. loxocheles* foram acondicionadas em sacos de papel e transportadas ao laboratório para coleta dos indivíduos de *R. loxocheles*. Esses ácaros foram confinados em arenas confeccionadas com folhas de cafeeiro naturalmente infectadas por ferrugem do cafeeiro (*H. vastatrix*) em sua fase reprodutiva. As bordas das folhas foram recobertas com algodão molhado para impedir a fuga dos ácaros e então acondicionadas sobre uma esponja embebida em água destilada dentro de bandeja plástica (250 x 150 x 50 mm) (Figura 1). Essas arenas foram mantidas em sala climatizada sob temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa em torno de $65 \pm 5\%$ e com um fotoperíodo de 12 horas.



Figura 1. Arenas de criação do ácaro *Ricoseius loxocheles* em folhas de café *Coffea arabica* infectadas por ferrugem.

Criação de *B. phoenicis*.

Indivíduos de *Brevipalpus phoenicis* foram coletados em Viçosa (MG) em plantios de cafeeiro livres do uso de agrotóxicos. A criação e manutenção desta espécie de ácaro praga foi feita em laranjas parafinadas. Frutos de laranja isentos de agrotóxicos foram parcialmente recobertos com uma fina camada de parafina, deixando uma área circular de 3 cm de diâmetro sem parafina para a criação dos ácaros. A parafina tinha a função de evitar a rápida desidratação dos frutos. As áreas circulares de criação foram delimitadas com uma barreira de cola entomológica para dificultar a fuga dos ácaros (Figura 2). A transferência dos ácaros aos frutos novos foi efetuada pela justaposição destes aos frutos de uma criação já existente (Chiavegato, 1986). Os frutos foram dispostos em bandejas plásticas e mantidos em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 5\%$ e fotofase de 14h (Albuquerque *et al.*, 1997).



Figura 2. Criação do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em frutos de laranja (a) e em folhas de café (b).

Experimentos

Capacidade predatória de *R. loxocheles* em *B. phoenicis*.

Para determinar a predação de *R. loxocheles* foram utilizados indivíduos de mesma idade os quais foram obtidos a partir de “egg-waves”. A “egg-wave” consistiu na liberação de várias fêmeas adultas do fitoseídeo para oviposição em folhas de café com sintomas de ferrugem. Após 24 horas, as fêmeas foram removidas sendo possível estimar a idade dos indivíduos quando tornaram-se adultos.

Discos foliares de café de 2,8 cm de diâmetro foram confeccionados e individualizados no interior de potes plásticos de 120 ml. Na base dos potes foi colado um alfinete com a ponta voltada para cima. Os discos foliares foram fixados nestes alfinetes e mantidos flutuando sobre a linha da água (Figura 3). Os potes permaneceram acomodados em bandeja plásticas e equidistantes uns dos outros sem que se tocassem e os discos deslocavam-se apenas para baixo e para cima conforme a variação do nível de água (Oliveira, 2012). A barreira de água tinha a função de impedir a fuga dos ácaros dos discos foliares, além de fornecimento desse recurso aos mesmos (Muma, 1971; Sabelis, 1981).

Foram testadas diferentes combinações de fontes alimentares conforme os seguintes tratamentos: 1- (RI) *R. loxocheles* sem alimento; 2- (RIHv) *R. loxocheles* + esporos de *H. vastatrix*; 3- (RIHvBpola) *R. loxocheles* + esporos de *H. vastatrix* + ovos, larvas e adultos de *B. phoenicis*; 4- (RIBpola) *R.*

loxocheles + ovos, larvas e adultos de *B. phoenicis*; e, 5- (Bpola) somente *B. phoenicis* sem predador.

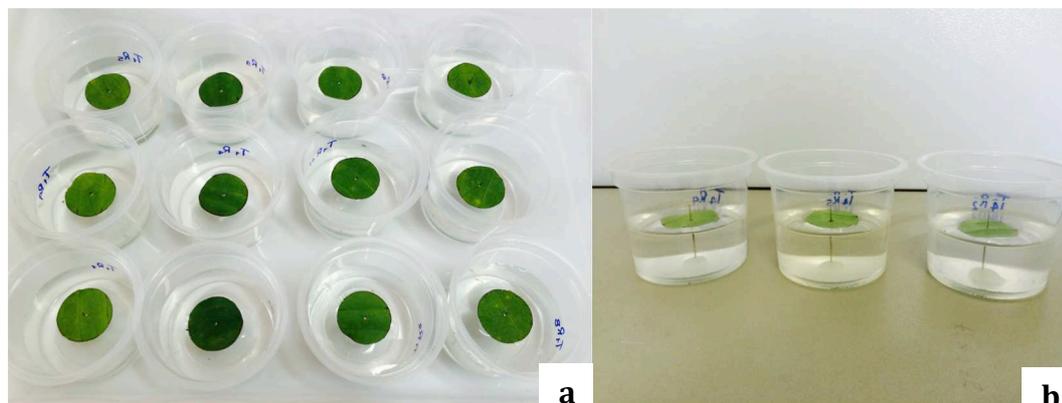


Figura 3. Unidades experimentais usadas no experimento (a) e discos de folha flutuando sobre a linha da água para impedir a fuga dos ácaros (b).

Nos tratamentos em que haviam indivíduos de *B. phoenicis* (tratamentos 3, 4 e 5), quatro dias antes do início do experimento foram liberadas 30 fêmeas desse herbívoro com a finalidade de haver uma quantidade suficiente de ovos nos discos de café suficientes para estimar a predação nesta fase. Após esse período, foi observado que *B. phoenicis* ovipositou em média 22,6 ovos por disco. Para início dos experimentos foram liberadas 20 larvas de *B. phoenicis* e uma fêmea do predador *R. loxocheles* em cada unidade experimental. As fêmeas de *R. loxocheles* apresentavam 14 dias de idade e foram oriundas de egg-wave descrita anteriormente. Todas as unidades experimentais foram mantidas em incubadora tipo B.O.D., sob temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $65 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas.

Foram quantificadas as taxas de predação às 24, 48, 72 e 96 horas após a introdução das fêmeas de *R. loxocheles* nos discos de folha com presa e após esses períodos foi quantificado o número de presas em cada uma das unidades experimentais. Adicionalmente foram observadas a sobrevivência e oviposição do predador nos diferentes tratamentos.

As taxas de predação e oviposição de *R. loxocheles* foram analisadas estatisticamente por meio de Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMER). A sobrevivência do fitoseídeo foi determinada por Análise de Sobrevivência com Distribuição de Weibull e com variável resposta da proporção de ácaros vivos, sendo o tempo a variável explicativa da morte de

ácaros (dias). Todas as análises foram realizadas usando o software estatístico R (R-Development-Core-Team, 2012).

RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos, foi observado que o ácaro *R. loxocheles* não apresentou capacidade predatória nos diferentes estágios de *B. phoenicis* (Figura 4). A fase adulta de *B. phoenicis* demonstrou não ser um recurso alimentício favorável para manter a capacidade reprodutiva de *R. loxocheles* ($X^2=4,8404$, g.l.=2, $p=0,0889$). Na figura 4 também foi possível observar que houve uma diminuição similar no número de adultos da presa em todos os tratamentos, seja com ou sem a presença do fitoseídeo. Isto sugere que essa diminuição pode ter sido o resultado da morte natural do herbívoro ou pela ação de fugir do disco.

Não houve diferença estatística entre o número de indivíduos jovens de *B. phoenicis* predados nos tratamentos ($X^2=3,6201$, g.l.=2, $p=0,1636$), repetindo assim a tendência que já foi observada na predação dos adultos (Figura 4).

A avaliação da predação do fitoseídeo nos ovos de *B. phoenicis* mostrou que não houve diferença estatística entre os tratamentos ($X^2=0,6025$, g.l.=2, $p=0,7399$), confirmando que *R. loxocheles* também não predou ovos de *B. phoenicis* (Figura 4). Além disso, foi possível observar um crescimento no número de ovos de *B. phoenicis* nos diferentes tratamentos ao longo do experimento. Esse incremento foi devido à presença de indivíduos adultos da presa nas unidades experimentais e que continuaram ovipositando.

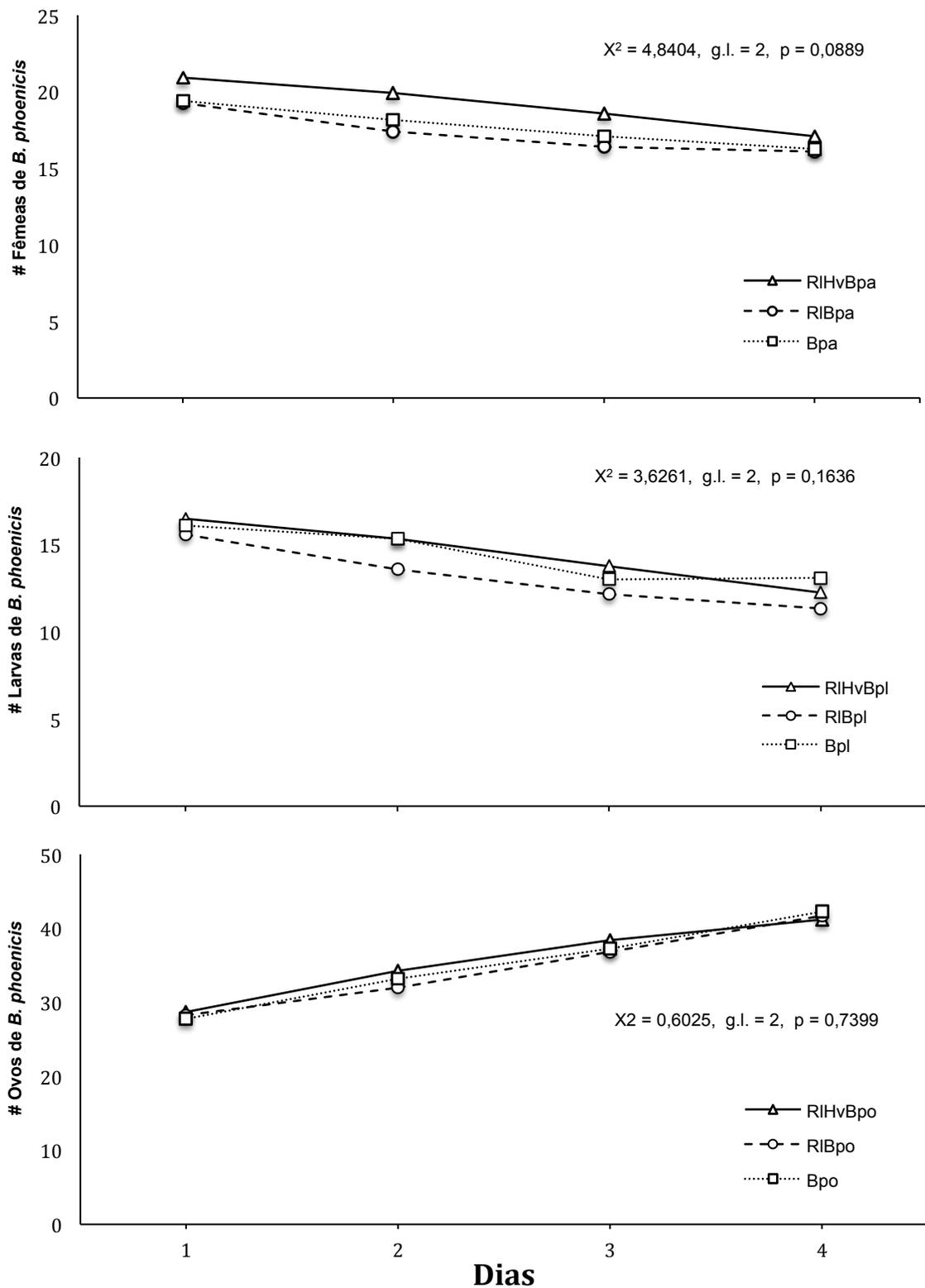


Figura 4. Média de fêmeas adultas, larvas e ovos de *Brevipalpus phoenicis* em discos de cafeeiro com *Ricoseius loxocheles*. 1) RiHvBpa *R. loxocheles* + ferrugem *H. vastatrix* + adultos *B. phoenicis*; 2) RiBpa *R. loxocheles* + adultos *B. phoenicis*; 3) Bpa adultos *B. phoenicis*; 4) RiHvBpl *R. loxocheles* + ferrugem *H. vastatrix* + larvas de *B. phoenicis*; 5) RiBpl *R. loxocheles* + larvas de *B. phoenicis*; 6) Bpl larvas de *B. phoenicis*; 7) RiHvBpo *R. loxocheles* + ferrugem *H. vastatrix* + ovos de *B. phoenicis*; 8) RiBpo *R. loxocheles* + ovos de *B. phoenicis*; 9) Bpo ovos de *B. phoenicis*.

Ao comparar a taxa de oviposição de *R. loxocheles* nos diferentes tratamentos foi observado que houve maior oviposição nos tratamentos em que haviam esporos de ferrugem do cafeeiro (Figura 5). A taxa de oviposição foi diferente estatisticamente de acordo aos tratamentos (Dev=3,8, g.l.=3, p=<0.001). Entretanto, foi observado que não houve diferenças entre os tratamentos com a presença de esporos (Dev=3,76, g.l.=1, p=1) e entre os tratamentos sem esporos de *H. vastatrix* (Dev=0.164, g.l.=1, p=0,69).

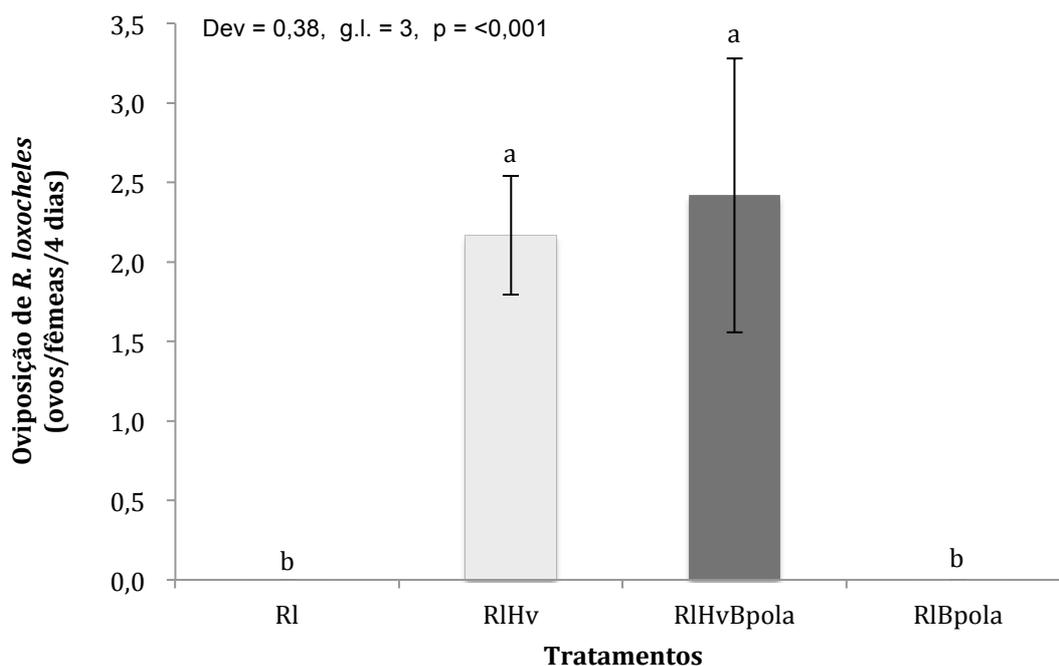


Figura 5. Média de ovos de *Ricoseius loxocheles* durante quatro dias de avaliação nos tratamentos: (RI) *R. loxocheles* sem alimento; (RIBpola) *R. loxocheles* + *B. phoenicis* ovos, larvas e adultos; (RIHv) *R. loxocheles* + *H. Vastatrix*; e (RIHvBpola) *R. loxocheles* + *H. vastatrix* + *B. phoenicis* ovos, larvas e adultos.

Finalmente, analisando a sobrevivência de *R. loxocheles* foi observada uma diferença entre os tratamentos (Dev=59,12, g.l.=3, p=<0.001). Entretanto, este parâmetro não apresentou variações entre os tratamentos com (Dev=0, g.l.=1, p=1) e sem esporos de ferrugem (Dev=0.6826, g.l.=1, p=0,4087) (Figura 6).

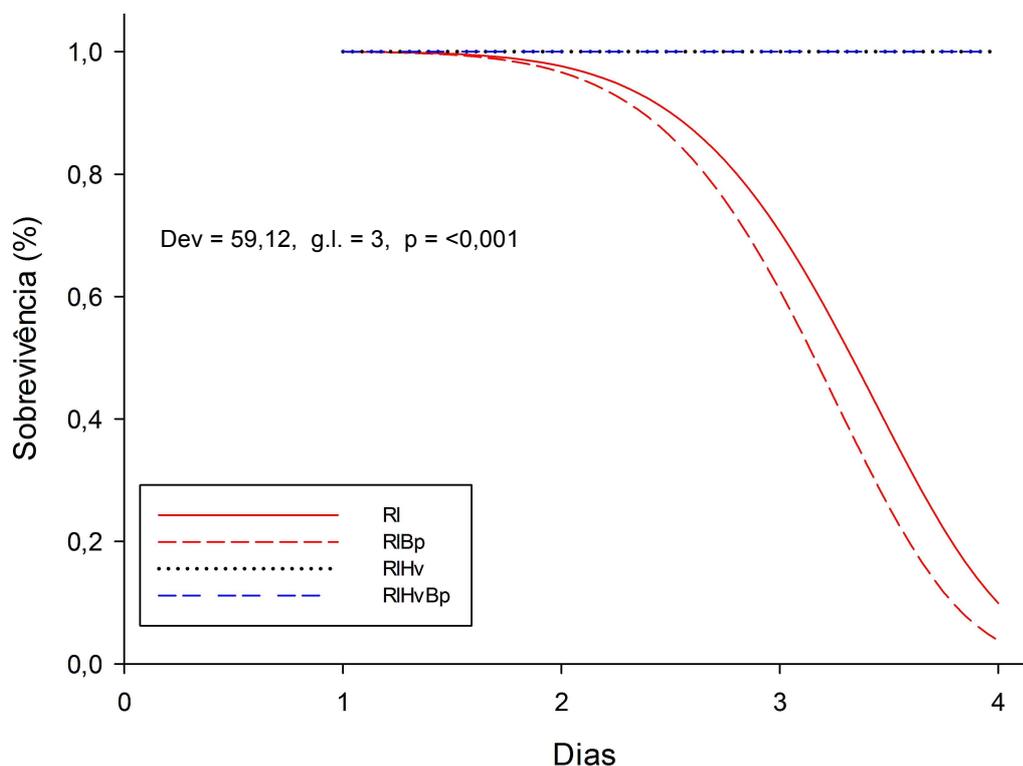


Figura 6. Sobrevivência de *Ricoseius loxocheles* durante quatro dias nos tratamentos: (RI) *R. loxocheles* sem alimento; (RIBp) *R. loxocheles* + *B. phoenicis* ovos, larvas e adultos; (RIHv) *R. loxocheles* + *H. vastatrix*, e (RIHvBp) *R. loxocheles* + *H. vastatrix* + *B. phoenicis* ovos, larvas e adultos.

DISCUSSÃO

O ácaro fitoseídeo *R. loxocheles* foi incapaz de se alimentar de qualquer estágio do ácaro da mancha anular *B. phoenicis*. Oliveira *et al.* (2014) provou que *R. loxocheles* não conseguiu sobreviver alimentando-se somente com a presa *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae), sugerindo que *R. loxocheles* pode ser uma espécie de ácaro que se alimenta de fungos e de outros herbívoros, tais como *B. phoenicis*. Os resultados do estudo e os anteriormente citados permitem confirmar a incapacidade predatória desta espécie para os principais ácaros praga que afetam o cafeeiro. Assim, tanto *O. ilicis* quanto *B. phoenicis* não constituem presas nem ao menos um alimento alternativo para esse fitoseídeo, concordando com a observação citada por Overmeer (1985) que indica que ácaros (Tetranychidae) como *O. ilicis* não são o principal alimento ou o alimento preferido de ácaros fitoseídeos.

Vários trabalhos mostraram que *R. loxocheles* foi encontrado em diversas espécies de plantas, tais como cafeeiro, pinhão manso, amoreira e pessegueiro (De Leon, 1965; Denmark & Muma, 1970; Flechtmann, 1967; Flechtmann, 1976; Oliveira *et al.*, 2014; Verona, 2010). E em outros casos, foi observado alimentando-se de esporos de ferrugem de café (Oliveira *et al.*, 2014), concordando com as observações feitas por Flechtmann (1976). Nesse sentido, estudos que permitam determinar a distribuição e as fontes de alimento que esse ácaro usa para sua manutenção são ainda necessários, o que permitirá compreender a função biológica dessa espécie nos sistemas de cultivo cafeeiro.

Os resultados obtidos indicaram que *R. loxocheles* não conseguiu sobreviver e ovipositar alimentando-se apenas com *B. phoenicis* (Figuras 5 e 6). Esse fitoseídeo somente sobreviveu e ovipositou quando haviam esporos de ferrugem ou esporos de ferrugem e presa, determinando assim que estes parâmetros foram independentes à presença da presa. Os dados de oviposição e sobrevivência aqui observados são semelhantes aos mostrados por Oliveira *et al.* (2014) que indica que a sobrevivência e oviposição de *R. loxocheles* em arenas somente com presas eram semelhantes às arenas sem presa, assumindo assim que o herbívoro não foi utilizado como alimento, contrariando a afirmação de que a família Phytoseiidae é composta principalmente de ácaros predadores e que se alimentam de ácaros herbívoros para seu desenvolvimento e reprodução durante seu ciclo de vida (Dicke *et al.*, 1990).

Os discos de folha de café com ou sem a presença de *B. phoenicis* não apresentaram nenhum efeito na sobrevivência de *R. loxocheles*, confirmando que esse fitoseídeo não é predador de *B. phoenicis*. Dicke *et al.* (1988) indicaram que os fitoseídeos podem ter uma diversificada fonte de recursos alimentares. Existem espécies que se alimentam somente de ácaros herbívoros enquanto outras podem se alimentar de diferentes presas e não limitando-se somente à subclasse Acari (Dicke *et al.*, 1988; Yao & Chant, 1989; Zhang & Croft, 1995), concordando com os resultados da presente pesquisa.

O ácaro herbívoro *B. phoenicis* nos estágios de ovo, larva e adulto não constituem presas para o fitoseídeo *R. loxocheles* (figura 5). A oviposição e sobrevivência do fitoseídeo foi negativa quando havia somente o ácaro praga, ocasionando inclusive a morte de *R. loxocheles* (figura 6). Resultado contrário ocorreu quando o ácaro tinha como alimento esporos de ferrugem, onde seu

sucesso reprodutivo foi positivo. Com esses resultados pode-se assumir que *R. loxocheles* não é um predador, ou pelo menos não preda as duas espécies de ácaros herbívoros de importância econômica que causam danos aos cafezais, *B. phoenicis* neste estudo e *O. ilicis* no estudo de Oliveira *et al.* (2014). O comportamento dos indivíduos desta espécie em carregar e se alimentar de esporos podem ser características com implicações no controle biológico da ferrugem do café, toda vez que o ácaro se alimenta de uma grande quantidade de esporos (observação pessoal) para sua sobrevivência e reprodução. Nesse sentido, futuros trabalhos deveriam estar encaminhados no estudo da relação ácaro-fungo para esclarecer se o fitoseídeo é um agente de disseminação da doença ou se apresenta algum potencial para reduzir ou controlar a ferrugem do café.

Outro aspecto importante que tem que ser pesquisado é a determinação das possíveis relações ecológicas deste fitoseídeo com outros ácaros predadores que habitam os cafezais. Oliveira *et al.* (2014) determinaram que *R. loxocheles* não conseguiu preda nenhum dos estágios de *O. ilicis* e neste estudo foi confirmado que *B. phoenicis* também não constitui uma presa para esse ácaro. Então, baseado nestes resultados, seria necessário estudar a função deste ácaro dentro de uma teia alimentar para desta forma saber se o mesmo atua ecologicamente como presa, predador, agente disseminador de doença na planta ou apenas um ácaro fungívoro.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Albuquerque F, Oliveira CAL & Barreto M (1997) Estudos da relação entre as incidências de verrugose da laranja-doce e leprose dos citros em frutos de laranja-pêra. *Científica*, São Paulo 25: 393-402.
- Chagas CM (1973) Associação do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) à mancha - anular do cafeeiro. *O Biológico* 39: 229-232.
- Chagas CM (1978) Mancha anular do cafeeiro: transmissibilidade, identificação do vetor e aspectos anátomo-patológicos da espécie *Coffea arabica* L. afetada pela moléstia: Tese (Doutorado)-Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 132.
- Chant D & Fleschner C (1960) Some observations on the ecology of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) in California. *Entomophaga* 5: 131-139.
- Chiavegato L (1986) Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 21: 813-816.
- Childers CC, Rodrigues JCV & Welbourn WC (2003) Host plants of *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, and *B. phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) and their potential involvement in the spread of viral diseases vectored by these mites. *Experimental & applied acarology* 30: 29-105.
- De Leon D (1965) Phytoseiid Mites from Puerto Rico with Descriptions of New Species (Acarina: Mesostigmata). *The Florida Entomologist* 48: 121-131.
- Denmark HA & Muma MH (1970) *Ricoseius loxocheles* (Phytoseiidae: Acarina). *The Florida Entomologist* 53: 119-121.
- Dicke M, Sabelis MW & Dejong M (1988) Analysis of prey preference in phytoseiid mites by using an olfactometer, predation models and electrophoresis. *Experimental & Applied Acarology* 5: 225-241. doi:10.1007/BF02366096.
- Dicke M, Sabelis MW, Dejong M & Alers MPT (1990) Do phytoseiid mites select the best prey species in terms of reproductive success. *Experimental & Applied Acarology* 8: 161-173.
- Flechtmann CHW (1967) Phytoseiidae do estado de São Paulo (Acarina, Mesostigmata). *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz* 24: 247-248.
- Flechtmann CHW (1976) Observações sobre dois ácaros (Mesostigmata/Acari) de vida livre. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 5: 95-96.
- Gerson U & Cohen E (1989) Resurgences of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. *Experimental & applied acarology* 6: 29-46.

- Marchetti M (2008) Ácaros do cafeeiro em Minas Gerais com chave de identificação., Vol. Mestrado em Entomologia: Universidade Federal de Viçosa, p. 159.
- McMurtry J (2010) Concepts of classification of the Phytoseiidae: Relevance to biological control of mites. Trends in Acarology: 393-397.
- McMurtry JA & Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annual Review of Entomology 42: 291-321. doi:10.1146/annurev.ento.42.1.291.
- Moraes GJ & Flechtmann CHW (2008) Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil: Holos, Ribeirão Preto, p. 288.
- Muma MH (1964) The population of Phytoseiidae on Florida citrus. Florida Entomologist 47: 5-11.
- Muma MH (1971) Food habits of Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) including common species on Florida citrus. Florida Entomologist 54: 21-34.
- Oliveira C (2012) Interactions of *Ricoseius loxocheles* (Acari: Phytoseiidae) and coffee leaf rust, Vol. Magister Dissertation: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 49.
- Oliveira CM, Ferreira JAM, Oliveira RM, Santos FO & Pallini A (2014) *Ricoseius loxocheles*, a phytoseiid mite that feeds on coffee leaf rust. Experimental and Applied Acarology 64: 223-233.
- Overmeer W (1985) Alternative prey and other food resources, Vol. 1: Spider mites: their biology, natural enemies and control (ed. by W Helle & M Sabelis) Elsevier, Amsterdam, p. 405.
- R-Development-Core-Team (2012) R: A language and environment for statistical computing: R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Reis PR (2000) Onde está o ácaro? Cultivar 2 (17): 8-10.
- Reis PR & Zacarias MS (2007) Ácaros em cafeeiro: EPAMIG, Belo Horizonte, p. 76.
- Rodrigues JR, Miranda NR, Rosas JD, Maciel CM & Torres LM (2002) Side-effects of fifteen insecticides on predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in apple orchards. IOBC WPRS BULLETIN 25: 53-62.
- Sabelis MW (1981) Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators, Part I. Modelling the predator-prey interaction at the individual level: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen p. 242.
- Swirski E & Ragusa S (1976) Notes on predacious mites of Greece, with a description of five new species (Mesostigmata: Phytoseiidae). Phytoparasitica 4: 101-122.

- Verona RLC (2010) Ácaros associados à *Jatropha spp.* (Euphorbiaceae) no Brasil, Vol. Mestrado em Biologia Animal: Universidade Estadual Paulista São José do Rio Preto, p. 71.
- Watanabe M, Moraes Gd, Gastaldo Jr I & Nicolella G (1994) Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Sci. Agric* 51: 75-81.
- Yao D & Chant D (1989) Population growth and predation interference between two species of predatory phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) in interactive systems. *Oecologia* 80: 443-455.
- Zhang Z-Q & Croft BA (1995) Interspecific competition and predation between immature *Amblyseius fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Typhlodromus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & applied acarology* 19: 247-257.

CAPITULO II

Desempenho, sobrevivência e oviposição de *Ricoseius loxocheles* em diferentes fontes de alimento

RESUMO

Ácaros da família Phytoseiidae podem se alimentar de uma variedade de recursos como alguns tipos de fungos e pólen. *Ricoseius loxocheles* (De Leon) (Acari: Phytoseiidae) é uma espécie de ácaro facilmente encontrada na Zona da Mata Mineira e é capaz de se alimentar do fungo da ferrugem do café *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome. Essa espécie pode ser considerada um agente de controle da doença devido à sua capacidade de se alimentar de esporos. Porém, seus hábitos alimentares foram pouco estudados e é sabido apenas que se trata de um fitoseídeo especialista em *H. vastatrix*. Assim, o trabalho teve como objetivo estudar o desempenho de *R. loxocheles* em diferentes fontes de alimento. Foram utilizados como alimentos as ferrugens de café e de trevo (*Puccinia oxalidis*) e os pólenes de taboa (*Typha* sp.) e apícola. Os resultados mostraram um crescimento populacional positivo do ácaro quando as plantas de café estavam infectadas com esporos de ferrugem, permitindo um ótimo sucesso reprodutivo. Também, *R. loxocheles* foi capaz de utilizar a ferrugem de trevo e o pólen de taboa como alimentos alternativos. A sobrevivência e oviposição do fitoseídeo foram similares quando o fitoseídeo foi alimentado com ferrugem de café. Entretanto, apenas o pólen apícola não foi favorável para o fitoseídeo, ocasionando a morte do ácaro. Portanto, pode-se concluir que *R. loxocheles* é capaz de explorar diversos recursos na sua alimentação e que sua população tem crescimento positivo em esporos de ferrugem.

Palavras chave: Fontes de Alimento, Ferrugens, Pólen, Fitoseídeo.

INTRODUÇÃO

Ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae são facilmente encontrados em plantas e têm sido objeto de inúmeras pesquisas com a finalidade de conhecer seus padrões de vida e suas capacidades de crescimento populacional visando o controle biológico (McMurtry, 2010; McMurtry & Croft, 1997; Sabelis & Janssen, 1994; Swirski & Ragusa, 1976). Sua importância é baseada no fato de que estes ácaros podem se alimentar de diferentes recursos, incluindo o pólen (Broufas & Koveos, 2000; Kennett & Hamai, 1980; Van Rijn *et al.*, 2002) e os ácaros herbívoros, contribuindo para o manejo de pragas nas culturas (Chant & Fleschner, 1960; Juan-Blasco *et al.*, 2012; Muma, 1964).

A família Phytoseiidae é muito bem conhecida principalmente pelos estudos realizados sobre a biologia de várias de suas espécies. Mas apesar de todas essas informações, os ácaros que normalmente se alimentam de pequenos artrópodes e nematóides podem também aproveitar outras fontes alimentares, tais como fungos, exudados de plantas e pólen (Broufas & Koveos, 2000; McMurtry & Croft, 1997; Mcmurtry *et al.*, 2013; Overmeer, 1985; Van Rijn & Tanigoshi, 1999). Estes ácaros podem ser encontrados em diversos habitats, os quais devem oferecer alimento e proteção para sua manutenção. Normalmente, estes habitats compreendem estruturas vegetais (domácias ou regiões meristemáticas), partículas que foram transportadas pelo vento nas plantas e folhas pubescentes (Mcmurtry *et al.*, 2013).

O pólen que é provido pelas plantas é de fundamental importância para a sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de ácaros predadores (Dicke & Sabelis, 1988), sobretudo nas épocas de escassez de presas (Van Rijn & Tanigoshi, 1999). Assim, esse recurso vem sendo usado para várias finalidades que variam desde uso como fontes alternativas de alimentos de fitoseídeos para trabalhos de pesquisa ou como fator de manutenção em plantas para o controle biológico de ácaros fitófagos (Delisle *et al.*, 2015b; Kumar *et al.*, 2015; McMurtry, 1992; McMurtry & Scriven, 1964). Neste contexto, também é preciso destacar que alguns fitoseídeos conseguem incrementar seu potencial reprodutivo quando há pólen como alimento alternativo. Pesquisas comprovaram que algumas espécies de ácaros predadores só conseguem ter sucesso reprodutivo caso sua alimentação tenha

uma mistura de ácaros herbívoros com pólen (Marques *et al.*, 2015; Overmeer, 1985). Apesar desta informação, a pouca literatura existente sobre as interações entre ácaros e vegetais não é suficiente para provar a capacidade que os predadores possuem em aproveitar o pólen (Broufas & Koveos, 2000; Van Rijn & Tanigoshi, 1999).

A diversidade de fontes de alimento que podem ser aproveitados pelos ácaros é grande mas é importante destacar que dentre esses recursos alimentares os fungos também podem ter um papel importante na alimentação de algumas espécies de ácaros predadores. Alguns ácaros das famílias Phytoseiidae e Tydeidae podem aproveitar diferentes recursos alimentares, tais como fungos, para incrementar o seu sucesso reprodutivo (English-Loeb *et al.*, 2005; English-Loeb *et al.*, 1999; Melidossian *et al.*, 2005; Norton *et al.*, 2000; Zemek & Prenerova, 1997). Mas também existem outros ácaros que se alimentando de fungos e podem constituir-se em vetores de doenças (Flechtmann, 1984; Moser *et al.*, 1989; Roets *et al.*, 2011).

Alguns registros demonstraram que *Ricoseius loxocheles* (De Leon) (Acari: Phytoseiidae) foi encontrado em várias espécies de plantas, dentre elas o cafeeiro, o pinhão manso, a amoreira e o pessegueiro (Denmark & Muma, 1970; Flechtmann, 1967; Flechtmann, 1976; Oliveira *et al.*, 2014). Mas as informações do hábito alimentar deste fitoseídeo são poucas e limitam-se a dois trabalhos indicando que *R. loxocheles* se alimenta de esporos de ferrugem de café *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome (Flechtmann, 1976; Oliveira *et al.*, 2014). Nesse contexto, é fundamental conhecer os hábitos alimentares deste fitoseídeo devido a limitada informação atualmente publicada. Portanto, pesquisas precisam ser realizadas para determinar se este ácaro é um especialista “fungívoro” da ferrugem de café ou pode se alimentar de outros recursos alimentares.

Ricoseius loxocheles se alimenta de grande quantidade de esporos de ferrugem e essa relação ácaro-fungo, além de servir para o sucesso reprodutivo, indiretamente estaria contribuindo para a diminuição do inóculo no cultivo. Contudo, é conhecido que a ferrugem do café não está presente durante todo o ano. Baseado nessa afirmação, é possível assumir que *R. loxocheles* tem a capacidade de explorar outros recursos alimentícios além da ferrugem sem comprometer sua sobrevivência e reprodução. Assim, a hipótese deste trabalho esteve encaminhada à determinar se *R. loxocheles* é capaz de

aproveitar outras fontes alimentares além da ferrugem de café para seu sucesso reprodutivo e sobrevivência.

MATERIAL E MÉTODOS

Criação de *R. loxocheles*

Para a criação do fitoseídeo foi utilizada a mesma metodologia que já foi descrita no capítulo 1.

Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i)

Para a obtenção dos indivíduos do predador *R. loxocheles* com idades semelhantes para os experimentos foi utilizada a metodologia descrita no Capítulo 2 no item “Capacidade predatória de *R. loxocheles* em *B. phoenicis*”.

O crescimento populacional do ácaro do *R. loxocheles* foi avaliado em plantas de café previamente infectadas por *H. vastatrix*. Para tal, foram inoculados esporos de ferrugem em mudas de cafeeiro sadias de 10 meses de idade. Uma solução foi preparada com esporos de *H. vastatrix* diluídos em água destilada, na proporção de 1µg de esporo para cada 1ml de água destilada. Esta solução permaneceu em agitador por período de 10 minutos, sendo posteriormente aspergida na face abaxial das folhas de mudas de cafeeiro (Catuaí Vermelho, UFV2144) através de um bico atomizador conectado a um compressor de ar. Após aspersão da solução, as mudas foram acondicionadas em câmaras de nevoeiro com temperatura de 25°C ±1°C, umidade relativa de aproximadamente 100% e com ausência de luz por um período de 48 horas. Após este período, as mudas foram transferidas para gaiolas com sistema de aspersão em casa de vegetação, permitindo a manutenção da umidade relativa em torno de 70% até a esporulação em torno de 20-30 dias (Silva, 2000).

A partir do momento em que as mudas apresentavam a presença de esporos (Figura 1), 30 ácaros não sexados de *R. loxocheles* da criação estoque de laboratório foram liberados em cada uma das 20 plantas usadas para esse experimento. Para avaliar o número de ácaros na planta, esta foi

dividida em três extratos (alto, meio e baixo), considerando os dois primeiros pares de folhas a partir da base da planta para o extrato baixo, os três pares de folhas seguintes para o extrato médio e os 2 pares de folhas apicais para o extrato alto. Foi avaliado o crescimento populacional do fitoseídeo sobre as mudas após de 15 dias da liberação. Uma vez transcorrido esse período, as folhas foram destacadas das mudas para quantificar as formas móveis e os ovos de *R. loxocheles* através da visualização em microscópio estereoscópico.

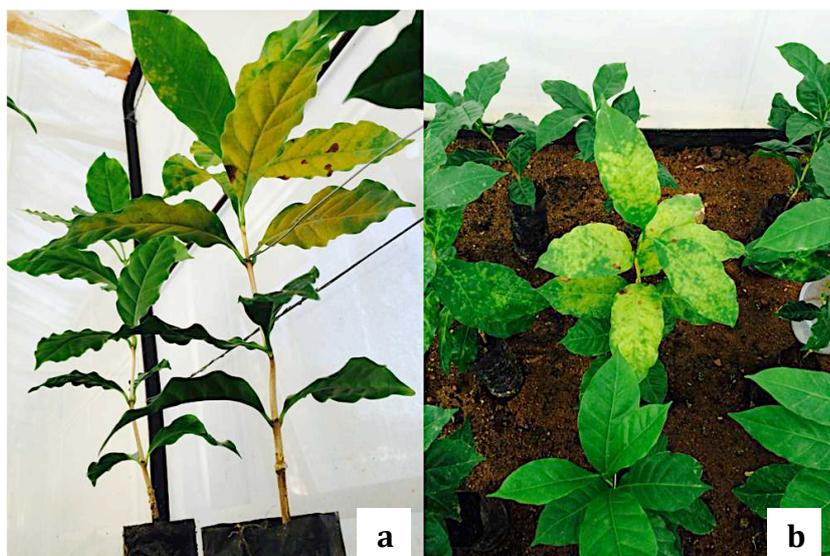


Figura 1. Presença de esporos de ferrugem de café na parte abaxial das folhas (a) e sintomas do ataque de *Hemileia vastatrix* na parte adaxial das mudas de café *Coffea arabica* (b).

Para a estimativa da taxa instantânea de crescimento populacional (r_i), foi utilizada a seguinte fórmula:

$$r_i = \ln \left(\frac{N_f / N_o}{t} \right)$$

Onde:

N_f = número final de indivíduos na população

N_o = número inicial de indivíduos na população

t = variação de tempo (duração do experimento 15 dias)

Valores positivos de r_i significam que a população está em crescimento, $r_i = 0$ indica que a população está estável, enquanto que valores negativos de r_i significam que a população está em declínio e a caminho da extinção.

Desempenho de *R. loxocheles* em dois tipos de ferrugem e pólen.

Discos de folha de café de 2,8 cm de diâmetro foram acondicionadas individualizadas dentro de potes plásticos de 120 ml (68 mm Ø e 50 mm de profundidade). Na base do pote plástico foi fixado um alfinete entomológico em uma porção de adesivo. Os discos de folha de café foram fixados nestes alfinetes e mantidos flutuando sobre a linha da água (Figura 2). Os potes foram colocados de uma forma equidistantes uns dos outros, deslocando-se apenas para baixo e para cima com a variação do nível de água (Oliveira, 2012). A barreira de água serviu para impedir a fuga dos ácaros e que esses também pudessem aproveitar esse recurso (Muma, 1971; Sabelis, 1981).

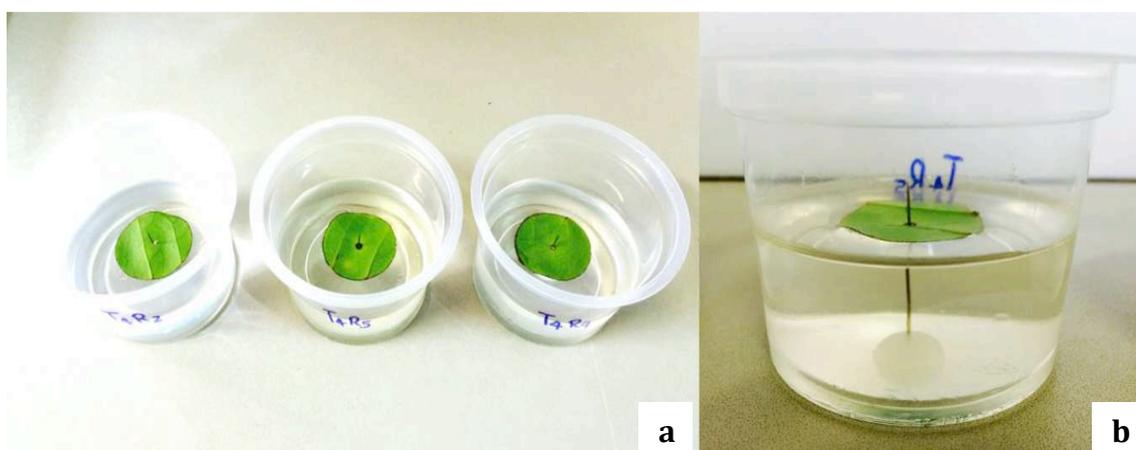


Figura 2. Unidades experimentais utilizadas (a) e discos de folha de café flutuando sobre a linha de água (b).

Foram testadas cinco fontes de alimento distintas: 1) Ferrugem do cafeeiro “*Hemileia vastatrix*”; 2) Ferrugem do Trevo “*Puccinia oxalidis*”; 3) Pólen Taboa “*Typha* sp.”; 4) Pólen apícola; e, 5) sem alimento. Em cada unidade experimental foi liberada uma fêmea grávida do fitoseídeo *R. loxocheles*. Esta fêmea de 14 dias de idade foi obtida da egg-wave como descrito anteriormente. Todas as unidades experimentais foram mantidas em incubadora tipo B.O.D.,

sob temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $65 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas.

Foram feitas avaliações a cada 24 horas durante sete dias após a liberação das fêmeas de *R. loxocheles*, onde foi quantificado o número de ovos em cada uma das unidades experimentais, assim como também a sobrevivência dos ácaros.

A taxa de oviposição de *R. loxocheles* foi analisada estatisticamente por Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLM) com distribuição de erro de tipo Poisson. A sobrevivência do fitoseídeo foi determinada pelo Análise de Sobrevivência com Distribuição de Weibull e como variável resposta a proporção de ácaros vivos e o tempo como uma variável explicativa da morte de ácaros (dias). Todas as análises foram feitas usando o software estatístico R (R-Development-Core-Team, 2012).

RESULTADOS

Os resultados mostraram valores positivos na taxa instantânea de crescimento (r_i) de *R. loxocheles*. Esses resultados indicaram que a população do fitoseídeo aumentou com taxa instantânea de crescimento de $0,12 \pm 0,0132$. Também, foi observado que não existe uma interação significativa entre a ferrugem e os extratos da planta na abundância dos ácaros (Dev=7,65, g.l= 2 p=0,63). Portanto, também foi evidente observar que o ácaro sempre permaneceu nas folhas das plantas que continham a presença de esporos de ferrugem ($0,91 \pm 1,03$) em comparação com as folhas sadias ($0,08 \pm 0,67$), aproveitando esse recurso para obter um bom sucesso reprodutivo (Figura 3).

Da mesma forma, foi notório perceber que a posição das colônias dos ácaros dentro da planta não foi a mesma em todos os extratos, apresentando diferenças estatísticas (Dev=180,23, g.l=2 p=<0.001). *Ricoseius loxocheles* prefere os extratos alto ($0,45 \pm 1,76$) e médio ($0,47 \pm 1,26$) comparados com o extrato baixo ($0,06 \pm 0,63$) onde o número de ácaros encontrados foi menor, fato que foi constatado pelo número de formas móveis e ovos dos fitoseídeos encontrados (Figura 4).

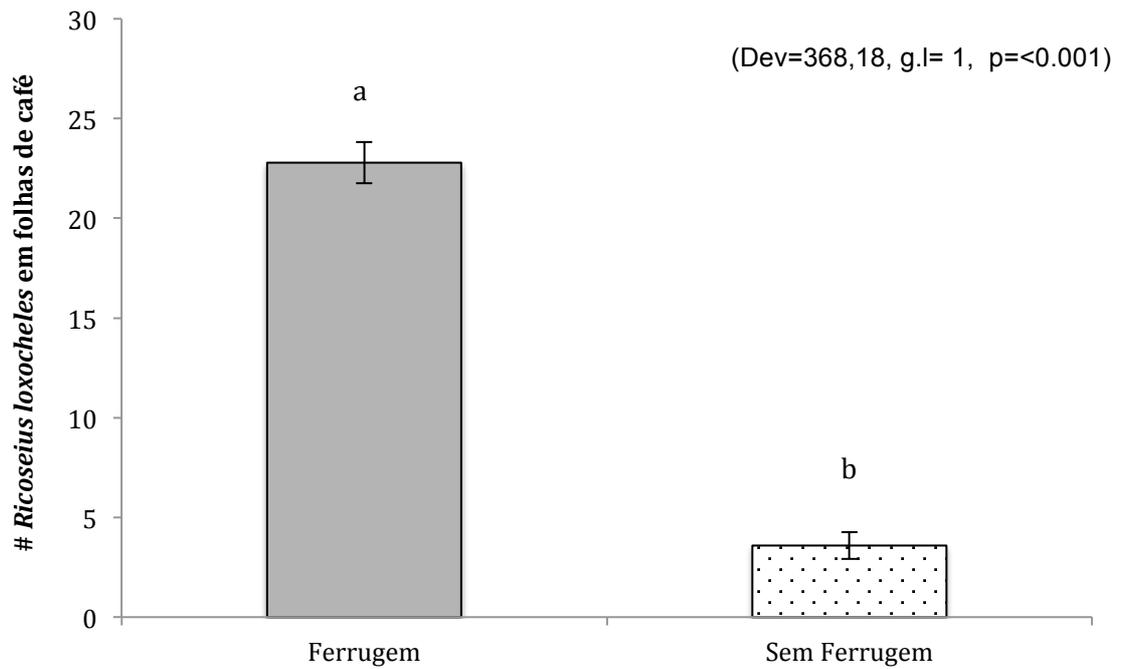


Figura 3. Média de indivíduos de *Ricoseius loxocheles* em folhas de café sadias e infectadas com ferrugem de café *Hemileia vastatrix*.

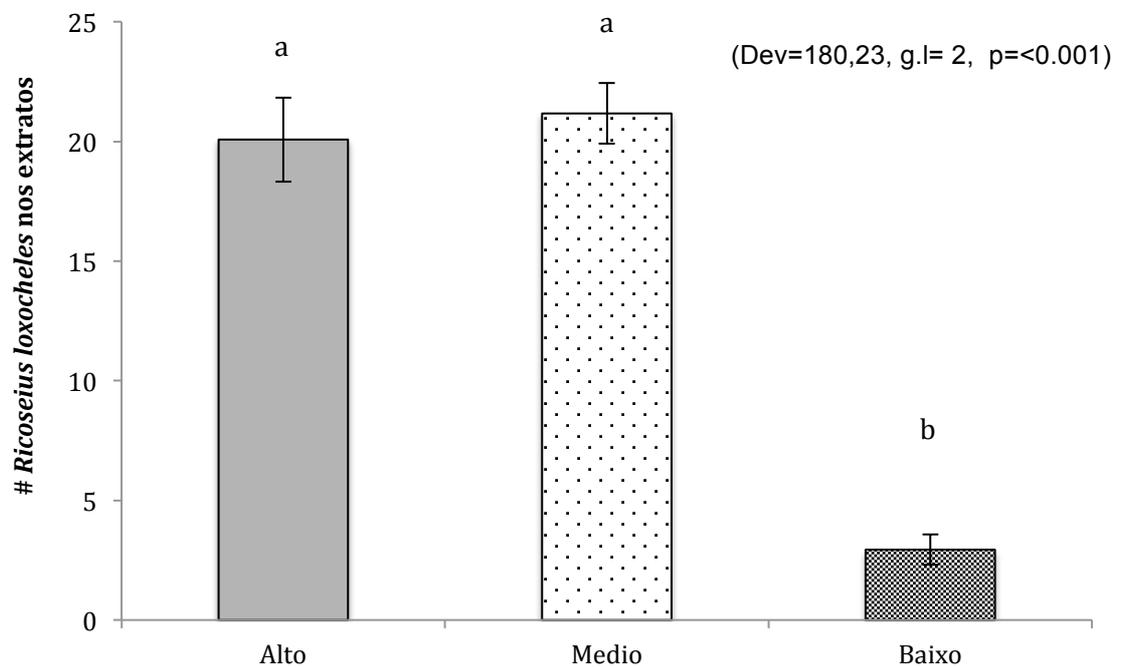


Figura 4. Média de indivíduos de *R. loxocheles* nos diferentes extratos das mudas de café infectadas com ferrugem de café *H. vastatrix*.

Ao analisar a oviposição, foi observado que o ácaro *R. loxocheles* mostrou diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados (Dev=126, g.l.=4, $p < 0.001$) (Figura 5), determinando assim uma capacidade de utilizar alimentos alternativos (pólen e ferrugens) para obter sucesso na oviposição (Dev=3,03, g.l.=2, $p = 1$). No entanto, o tratamento com pólen apícola não mostrou ser uma dieta favorável para *R. loxocheles* pois não houve diferenças estatísticas (Dev=2,98, g.l.=1, $p = 1$) quando comparado com a testemunha onde a oviposição foi zero.

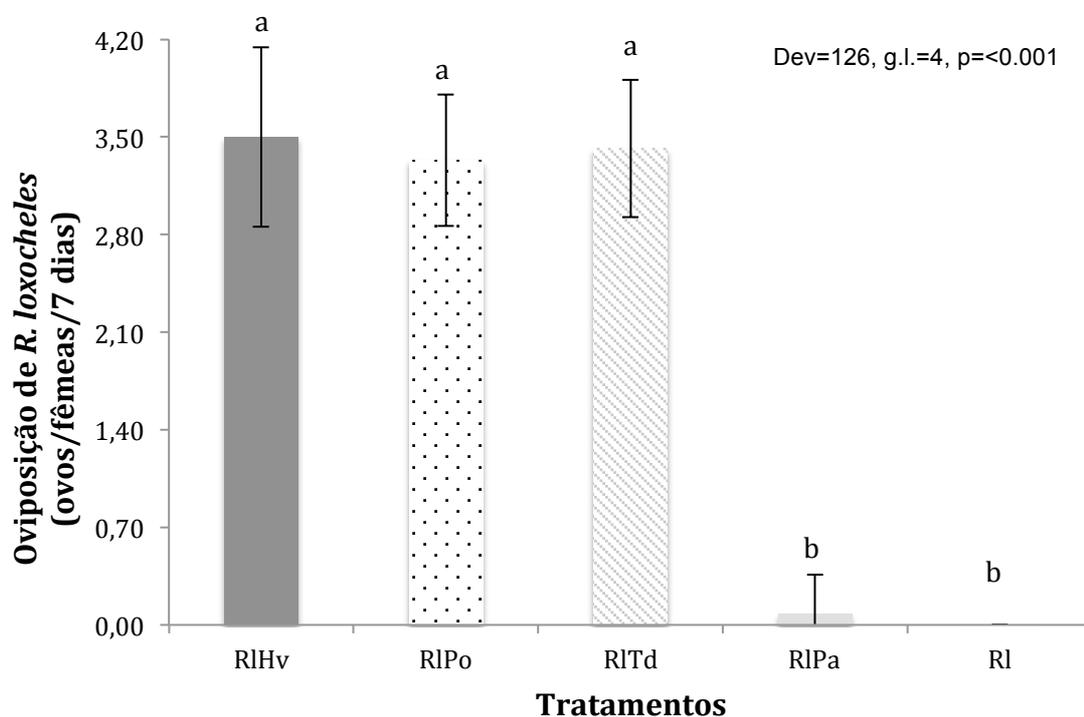


Figura 5. Média de ovos de *Ricoseius loxocheles* durante sete dias de avaliação nos tratamentos: (RIHv) *R. loxocheles* + Ferrugem do café “*H. vastatrix*”; (RIPo) *R. loxocheles* + Ferrugem do Trevo “*Puccinia oxalidis*”; (RITd) *R. loxocheles* + Pólen Taboa “*Typha sp.*”; (RIPa) *R. loxocheles* + Pólen apícola; (RI) *R. loxocheles* sem alimento.

Também foi avaliada a sobrevivência de *R. loxocheles* nos diferentes recursos alimentícios a ele oferecidos e os resultados mostraram uma diferença estatística entre os tratamentos em estudo (Dev=101,2, g.l.=4, $p < 0.001$) (Figura 6). Foram observados valores positivos na sobrevivência do fitoseídeo nos tratamentos que tinham pólen de taboa ou ferrugens de café e

trevo. Contudo, apenas o pólen de abelha resultou um recursos não favorável que ocasionou a morte do ácaro.

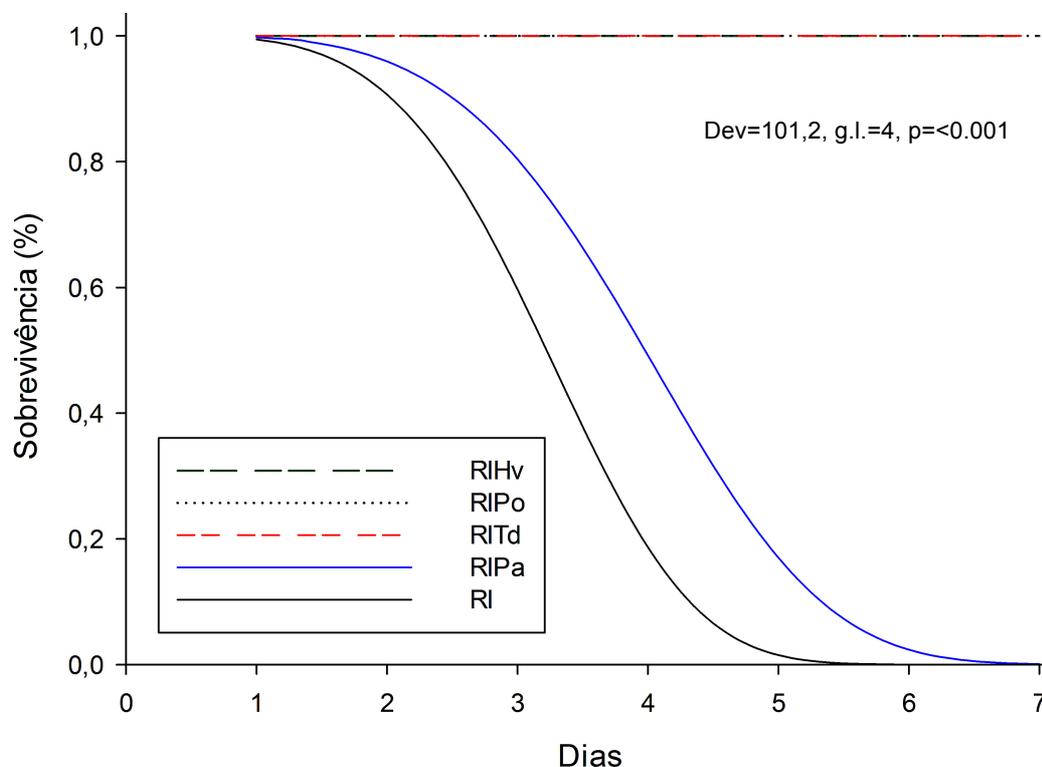


Figura 6. Sobrevivência de *Ricoseius loxocheles* durante sete dias de avaliação, nos tratamentos: (RIHv) *R. loxocheles* + Ferrugem do café “*H. vastatrix*”; (RIPo) *R. loxocheles* + Ferrugem do Trevo “*Puccinia oxalidis*”; (RITd) *R. loxocheles* + Pólen Taboa “*Typha sp.*”; (RIPa) *R. loxocheles* + Pólen apícola; (RI) *R. loxocheles* sem alimento.

DISCUSSÃO

Ricoseius loxocheles usa diversos recursos alimentícios alternativos, como a ferrugem de trevo e o pólen de taboa, indicando que a sua alimentação não está limitada a um único recurso. Isto concorda com o citado por Broufas and Koveos (2000); Kennett and Hamai (1980) e Van Rijn *et al.* (2002) que indicaram que fitoseídeos podem incluir em suas dietas diversos recursos como tecidos de plantas e pólen. No entanto, McMurtry and Croft (1997); Van Rijn and Tanigoshi (1999) sugerem que vários exudados das plantas também

constituem alimentos suplementares que favorecem a sobrevivência de muitas espécies da família Phytoseiidae.

Quase todos os alimentos avaliados mostraram ser favoráveis para o sucesso reprodutivo e a sobrevivência do ácaro (figuras 6 e 7). Apenas o pólen apícola, não resultou em aumento populacional. Esses resultados concordam com o estudo feito por Kolokytha *et al.* (2011) em que o pólen proveniente de amêndoas resultou em uma taxa intrínseca mais alta em comparação com o pólen apícolas que resultou em taxa mais baixa, concluindo que existem tipos de pólen que podem ser aceitado por umas espécies de ácaros e rejeitada por outras.

A incapacidade de se alimentar do pólen apícola como um alimento alternativo pode ser devido às características morfológicas desse recurso, assim como a morfologia interna e externa dos ácaros. Nesse contexto, Van Rijn and Tanigoshi (1999) consideram que a qualidade do pólen como fonte de alimento para os ácaros, não está influenciada pelo tamanho dos grãos. Algumas outras características como a espessura da exina e a composição nutricional também são propriedades mais importantes. Além do mais, os mesmos autores indicam que se alimentar e aproveitar diversos tipos de pólen pode ser o resultado de diferenças na morfologia (aparelho bucal, órgão sensoriais), na fisiologia (sistema digestivo) e no comportamento (preferências alimentares), mas ainda pouco se conhece acerca desta relação.

Desta forma, o pólen apícola não resultou ser um alimento alternativo viável para esta espécie, considerando que esse recurso pode reduzir a oviposição e também levar a extinção ou morte do ácaro (figura 7). Essa afirmação contradiz o citado por Messelink *et al.* (2009) que indica que o pólen apícola poderia ser um recurso promissor para a manutenção das populações dos ácaros predadores nas plantas, alternativa viável pela disponibilidade e preço baixo no mercado. Contudo, o mesmo autor manifesta que diversos tipos de pólen além do apícola tem sido objeto de muitos estudos, mas não se tem produtos elaborados que possam ser aplicados nas culturas devido à limitantes como colheita e custo.

As ferrugens de cafeeiro e do trevo e o pólen de taboa demonstraram ser alimentos viáveis para *R. loxocheles*, já que o desempenho, a sobrevivência e a reprodução tiveram uma tendência positiva similar nestes três recursos (figura 6). Esta informação concorda com o citado por Overmeer (1985) que

sugere que para que um alimento possa ser considerado como alternativo, este deve permitir a sobrevivência e reprodução, caso contrário deveria ser considerado apenas como alimento suplementar. Desta forma, considera-se que até o momento não foi ainda identificado qual é o principal alimento para *R. loxocheles*.

O pólen, recurso que é proporcionado pelas plantas, é importante para a sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de ácaros fitoseídeos (Delisle *et al.*, 2015a; Dicke & Sabelis, 1988; Gerson, 2014). Seu uso é muito versátil e é usado como fonte alternativa de alimento para criações massais em laboratório ou como fator de manutenção em plantas para o controle biológico de ácaros fitófagos (Delisle *et al.*, 2015b; Kumar *et al.*, 2015; McMurtry, 1992; McMurtry & Scriven, 1964). O pólen de taboa *T. augustifolia* tem sido usado em algumas pesquisas como alimento para ácaros sem causar efeitos negativos nas taxas de oviposição de *Amblyseius acalyphus* e *A. neochiapensis* o que demonstra a capacidade dos ácaros em explorar outros recursos alternativos (Lofego & Moraes, 2005).

Os fungos também representam recursos viáveis para o sucesso reprodutivo de ácaros, especialmente os pertencentes às famílias Phytoseiidae e Tydeidae. Assim, esses ácaros são capazes de aproveitar diversas estruturas de fungos na sua alimentação, podendo até serem considerados reguladores biológicos para doenças cosmopolitas como o míldio da uva (English-Loeb *et al.*, 2005; English-Loeb *et al.*, 1999; Melidossian *et al.*, 2005; Norton *et al.*, 2000; Zemek & Prenerova, 1997).

O crescimento populacional de *R. loxocheles* nas plantas de café infestadas com ferrugem *H. vastatrix* foi positivo, recurso que além de representar uma fonte de alimento para seu desenvolvimento contribui também para a reprodução desta espécie. Esta taxa de crescimento populacional demonstrou que a população deste fitoseídeo está em crescimento. Resultados de outros trabalhos mostraram que o fungo provavelmente fornece recursos nutritivos suficientes para a sobrevivência e reprodução dos ácaros (Oliveira *et al.*, 2014), mas ainda é desconhecido os fatores que limitam sua distribuição e abundância (English-Loeb *et al.*, 1999; Melidossian *et al.*, 2005). No terço superior e mediano da planta de café foi observada maior concentração das colônias dos ácaros. No entanto, no terço inferior não houve a mesma presença, o que se justifica devido a ausência da ferrugem neste extrato.

Segundo Faraji *et al.* (2002) muitos artrópodes ovipositam perto de sítios com alimentos para desta forma assegurar a sobrevivência e reprodução da progênie. Provavelmente por esta razão, o ácaro sempre se concentrou nos terços com ferrugem em maior número de indivíduos comparado com o outro extrato da planta.

Existem algumas culturas onde já foi constatada a presença de *R. loxocheles*, dentre elas o cafeeiro, pinhão manso, amoreira e pessegueiro (Denmark & Muma, 1970; Flechtmann, 1967; Flechtmann, 1976; Oliveira *et al.*, 2014; Verona, 2010). Contudo, essa espécie também foi observada se alimentando de esporos de ferrugem de café (Oliveira *et al.*, 2014), concordando com as observações feitas por Flechtmann (1976). Ao usar os esporos de ferrugem como alimento, *R. loxocheles* poderia ter algum efeito no controle na ferrugem, mas esta espécie de ácaro também carrega esporos no seu dorso, podendo assim apresentar algum efeito na disseminação da doença. Essas hipóteses ainda carecem de testes.

No experimento de crescimento populacional foi observado que *R. loxocheles* apresenta um comportamento de forrageamento ativo na planta, sendo encontrado em folhas sem sinais da ferrugem. Esta mobilidade do ácaro dentro da planta pode ter um efeito na disseminação da doença, afirmação que concorda com Flechtmann (1976), em que indicou que adultos e formas imaturas do *R. loxocheles* permaneciam cobertos por esporos de ferrugem em seu dorso e que os ácaros foram ativos dentro da planta e entre plantas, fazendo supor que poderiam desempenhar um papel secundário na disseminação da doença. Este comportamento não deve ser menosprezado, pois ácaros que se alimentam e carregam fungos sugerem que podem se constituir em vetores de doenças (Flechtmann, 1984; Moser *et al.*, 1989; Roets *et al.*, 2011). Moser *et al.* (1989) identificou 739 espécies de ácaros que transportavam um ou mais ascósporos de fungos e que inclusive algumas espécies foram encontrados com seis espécies diferentes de fungos. No entanto, o fungo *Ophiostoma polonicum*, uma doença de *Pinus* sp., foi observado em grandes quantidades em nove espécies de ácaros, destacando que os ácaros com esse hábito do transporte do fungo não precisam de uma estrutura especial. Outras espécies de ácaros também apresentaram potencial de vetores do fungo *Gondwanamyces* spp. associado a flores do gênero *Protea*, destacando que uma espécie de ácaro do gênero *Trichouriopoda*

poderia ser o vetor mais comum. Esporos do fungo foram observadas frequentemente nas patas dos ácaros e foram considerados viáveis (Roets *et al.*, 2011).

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem compreender de melhor forma o comportamento alimentar do fitoseídeo *R. loxocheles*, mostrando que diversos tipos de alimentos podem ser aproveitados na sua dieta sem comprometer sua sobrevivência e reprodução. Essa versatilidade alimentar do ácaro é uma característica própria da espécie que pode ser útil em épocas do ano em que o alimento principal “ferrugem” acaba e é necessário recorrer à outros hospedeiros alternativos que forneçam alimentos viáveis para sua manutenção dentro do cultivo de café. No Brasil, tanto o pólen de taboa como a ferrugem do trevo, constituem recursos que podem ser encontrados facilmente em distintas regiões do país. Inclusive as plantas que fornecem estes recursos para os fitoseídeos podem ser encontradas como vegetação espontânea dentro dos cultivos de café.

Considerando que o fitoseídeo tem a capacidade de se alimentar de uma grande quantidade de esporos de ferrugem, as estratégias de manejo integrado de pragas (MIP) estariam encaminhadas para manutenção desse ácaro dentro dos sistemas de cultivo. Esse hábito alimentar faz supor que presumivelmente *R. loxocheles* poderia diminuir a quantidade de inóculo na cultura de café. Nesse contexto, as dietas avaliadas neste estudo são de fundamental importância se pensamos no planejamento do MIP. Estratégias como a produção massal desse fitoseídeo em laboratório para liberações periódicas, assim como também a manutenção deles no cultivo, poderiam constituir alternativas para o controle da doença com o uso desse ácaro. Finalmente, é positivo dar atenção ao manejo da vegetação espontânea dentro os sistemas de cultivo por que poderiam constituir refugio para *R. loxocheles*.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Broufas G & Koveos D (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). *Environmental entomology* 29: 743-749.
- Chant D & Fleschner C (1960) Some observations on the ecology of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) in California. *Entomophaga* 5: 131-139.
- Delisle J, Brodeur J & Shipp L (2015a) Evaluation of various types of supplemental food for two species of predatory mites, *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 65: 483-494. doi:10.1007/s10493-014-9862-3.
- Delisle J, Shipp L & Brodeur J (2015b) Apple pollen as a supplemental food source for the control of western flower thrips by two predatory mites, *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae), on potted chrysanthemum. *Experimental and Applied Acarology* 65: 495-509. doi:10.1007/s10493-014-9863-2.
- Denmark HA & Muma MH (1970) *Ricoseius loxocheles* (Phytoseiidae: Acarina). *The Florida Entomologist* 53: 119-121.
- Dicke M & Sabelis MW (1988) How plants obtain predatory mites as bodyguards. *Netherlands Journal of Zoology* 38: 148-165.
- English-Loeb G, Norton AP, Gadoury D, Seem R & Wilcox W (2005) Tri-trophic interactions among grapevines, a fungal pathogen, and a mycophagous mite. *Ecological Applications* 15: 1679-1688.
- English-Loeb G, Norton AP, Gadoury DM, Seem RC & Wilcox WF (1999) Control of powdery mildew in wild and cultivated grapes by a tydeid mite. *Biological Control* 14: 97-103.
- Faraji F, Janssen A & Sabelis MW (2002) Oviposition patterns in a predatory mite reduce the risk of egg predation caused by prey. *Ecological Entomology* 27: 660-664.
- Flechtmann CAH (1984) On the biology of *Ameroseius dendrovagans* (Acari, Mesostigmata, Ameroseiidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 2: 397-399.
- Flechtmann CHW (1967) Phytoseiidae do estado de São Paulo (Acarina, Mesostigmata). *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz* 24: 247-248.
- Flechtmann CHW (1976) Observações sobre dois ácaros (Mesostigmata/Acari) de vida livre. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 5: 95-96.
- Gerson U (2014) Pest control by mites (Acari): present and future. *Acarologia* 54: 371-394.
- Juan-Blasco M, Qureshi JA, Urbaneja A & Stansly PA (2012) Predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae), for biological control of Asian

citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). Florida Entomologist 95: 543-551.

Kennett C & Hamai J (1980) Oviposition and development in predaceous mites fed with artificial and natural diets (Acari: Phytoseiidae). Entomologia Experimentalis et Applicata 28: 116-122.

Kolokytha P, Fantinou A & Papadoulis GT (2011) Effect of several different pollens on the bio-ecological parameters of the predatory mite *Typhlodromus athenas* Swirski and Ragusa (Acari: Phytoseiidae). Environmental Entomology 40: 597-604.

Kumar V, Xiao Y, McKenzie CL & Osborne LS (2015) Early establishment of the phytoseiid mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on pepper seedlings in a predator-in-first approach. Experimental and Applied Acarology 65: 465-481. doi:10.1007/s10493-015-9895-2.

Lofego A & Moraes Gd (2005) Taxa de oviposição dos predadores *Amblyseius acalyphus* e *Amblyseius neochiapensis* (Acari: Phytoseiidae) com diferentes tipos de alimento. Arq. Inst. Biol 72: 379-382.

Marques RV, Sarmiento RA, Lemos F, Pedro-Neto M, Sabelis MW, Venzon M, Pallini A & Janssen A (2015) Active prey mixing as an explanation for polyphagy in predatory arthropods: synergistic dietary effects on egg production despite a behavioural cost. Functional Ecology. doi:10.1111/1365-2435.12439.

McMurtry J (2010) Concepts of classification of the Phytoseiidae: Relevance to biological control of mites. Trends in Acarology: 393-397.

McMurtry JA (1992) Dynamics and potential impact of 'generalist' phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. Experimental and Applied Acarology 14: 371-382. doi:10.1007/BF01200574.

McMurtry JA & Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annual Review of Entomology 42: 291-321. doi:10.1146/annurev.ento.42.1.291.

McMurtry JA, De Moraes GJ & Sourassou NF (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. Systematic and Applied Acarology 18: 297-320.

McMurtry JA & Scriven GT (1964) Studies on the feeding, reproduction, and development of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae) on various food substances. Annals of the Entomological Society of America 57: 649-655.

Melidossian HS, Seem RC, English-Loeb G, Wilcox WF & Gadoury DM (2005) Suppression of grapevine powdery mildew by a mycophagous mite. Plant disease 89: 1331-1338.

- Messelink G, Ramakers P, Cortez J & Janssen A (2009) How to enhance pest control by generalist predatory mites in greenhouse crops. Proceedings of the 3rd ISBCA, Christchurch, New Zealand: 309-318.
- Moser JC, Perry TJ & Solheim H (1989) Ascospores hyperphoretic on mites associated with *Ips typographus*. Mycological Research 93: 513-517.
- Muma MH (1964) The population of Phytoseiidae on Florida citrus. Florida Entomologist 47: 5-11.
- Muma MH (1971) Food habits of Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) including common species on Florida citrus. Florida Entomologist 54: 21-34.
- Norton AP, English-Loeb G, Gadoury D & Seem RC (2000) Mycophagous mites and foliar pathogens: leaf domatia mediate tritrophic interactions in grapes. Ecology 81: 490-499.
- Oliveira C (2012) Interactions of *Ricoseius loxocheles* (Acari: Phytoseiidae) and coffee leaf rust, Vol. Magister Dissertation: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 49.
- Oliveira CM, Ferreira JAM, Oliveira RM, Santos FO & Pallini A (2014) *Ricoseius loxocheles*, a phytoseiid mite that feeds on coffee leaf rust. Experimental and Applied Acarology 64: 223-233.
- Overmeer W (1985) Alternative prey and other food resources, Vol. 1: Spider mites: their biology, natural enemies and control (ed. by W Helle & M Sabelis) Elsevier, Amsterdam, p. 405.
- R-Development-Core-Team (2012) R: A language and environment for statistical computing: R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Roets F, Wingfield MJ, Wingfield BD & Dreyer LL (2011) Mites are the most common vectors of the fungus *Gondwanamyces proteae* in *Protea* infructescences. Fungal biology 115: 343-350.
- Sabelis MW (1981) Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators, Part I. Modelling the predator-prey interaction at the individual level: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen p. 242.
- Sabelis MW & Janssen A (1994) Evolution of life-history patterns in the Phytoseiidae: Mites (ed. Springer, pp. 70-98.
- Silva DG (2000) Levantamento de raças fisiológicas de *Hemileia vastatrix* e resistência de clones de *Coffea canephora* var. Conillon à ferrugem: Universidade Federal de Viçosa, p. 67.
- Swirski E & Ragusa S (1976) Notes on predacious mites of Greece, with a description of five new species (Mesostigmata: Phytoseiidae). Phytoparasitica 4: 101-122.

- Van Rijn PC & Tanigoshi LK (1999) Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. *Experimental & applied acarology* 23: 785-802.
- Van Rijn PCJ, Van Houten YM & Sabelis MW (2002) How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology* 83: 2664-2679. doi:10.1890/0012-9658(2002)083[2664:HPBFPP]2.0.CO;2.
- Verona RLC (2010) Ácaros associados à *Jatropha spp.* (Euphorbiaceae) no Brasil, Vol. Mestrado em Biologia Animal: Universidade Estadual Paulista São José do Rio Preto, p. 71.
- Zemek R & Prenerova E (1997) Powdery mildew (Ascomycotina: Erysiphales) - an alternative food for the predatory mite *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & Applied Acarology* 21: 405-414. doi:10.1023/a:1018427812075.

CONCLUSÕES GERAIS

O ácaro da “mancha-anular do cafeeiro” *B. phoenicis* não representa uma presa potencial para o fitoseídeo *R. loxocheles*. O sucesso reprodutivo deste ácaro predador foi negativo quando unicamente tinha a presença da praga como dieta, ocasionando a morte do fitoseídeo.

R. loxocheles aproveita diversos recursos alimentícios alternativos, como ferrugem de café, ferrugem de trevo e o pólen de taboa para seu sucesso reprodutivo. Entretanto, o único recurso não favorável para o fitoseídeo foi o pólen apícola.