



ERIKA CARLA DA SILVEIRA

**HISTÓRIA DE VIDA DE *Euseius concordis*
(Chant, 1959) TENDO COMO PRESA *Oligonychus
ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Phytoseiidae,
Tetranychidae)**

**LAVRAS-MG
2013**

ERIKA CARLA DA SILVEIRA

**HISTÓRIA DE VIDA DE *Euseius concordis* (Chant, 1959) TENDO COMO
PRESA *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Phytoseiidae,
Tetranychidae)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós Graduação
em Agronomia/Entomologia, área de concentração em
Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de
“Mestre”.

Orientador
Dr. Paulo Rebelles Reis

**LAVRAS – MG
2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Silveira, Erika Carla da.

História de vida de *Euseius concordis* (Chant, 1959) tendo como presa *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) / Erika Carla da Silveira. – Lavras : UFLA, 2013.
69 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.
Orientador: Paulo Rebelles Reis.
Bibliografia.

1. Cafeeiro. 2. Ácaro-vermelho-do-cafeeiro. 3. Controle biológico. 4. Acarologia agrícola. 5. Tabela de vida de fertilidade. 6. Respostas funcional e numérica. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD – 595.42

ERIKA CARLA DA SILVEIRA

**HISTÓRIA DE VIDA DE *Euseius concordis* (Chant, 1959) TENDO COMO
PRESA *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Phytoseiidae,
Tetranychidae)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação
em Agronomia/Entomologia, área de concentração em
Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de
“Mestre”.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2013

Dr. Mauricio Sergio Zacarias
Embrapa/EPAMIG Sul de Minas/EcoCentro

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira
UFLA

Dr. Paulo Rebelles Reis
Orientador

LAVRAS – MG

2013

A DEUS, pelo dom da vida e fonte do saber.

AGRADEÇO.

Aos meus pais, Ana Maria (*in memoriam*) e Geraldo (*in memoriam*), que me ensinaram e fizeram de tudo pra eu chegar ate aqui, pelo amor eterno.

Aos meus avós, Cleria e Manoel (*in memoriam*), por todo o carinho.

Aos meus familiares.

Em especial, a Lizete e ao Gualter, pelo incentivo, conselhos e apoio nos momentos difíceis.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia (DEN), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG Sul de Minas/EcoCentro, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Paulo Rebelles Reis, pelo exemplo de dedicação e de profissional, pela oportunidade, pela orientação, pela confiança e pela amizade.

Aos professores do Departamento de Entomologia, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos amigos da EPAMIG Sul de Minas/EcoCentro, Laboratório de Acarologia, Fernanda, Giselle, Melissa e Patrícia, pelos conselhos, apoio, paciência e amizade. Agradeço, em especial, a Andreane, Carolina e Melina, pela grande ajuda no decorrer deste trabalho e ao bolsista Thiago. A todos vocês, obrigada, principalmente, pela amizade.

Aos pesquisadores e funcionários da EPAMIG Sul de Minas/EcoCentro, pelo incentivo e apoio, principalmente Dr. Júlio, Dra. Lenira, Dr. Rogério, Dra. Vanda e Dr. Vicente, Claudinha, Vicentina, Dr. Zacarias e Dona Maritza, obrigada pelo apoio e pelos momentos de alegria e descontração.

Aos colegas do mestrado, pelos momentos de convivência, Aline, Valéria, Pablo, Rafaella e Rodrigo. À amiga Ana Luiza, pela amizade.

Aos meus amigos Breno, Elisa, Juliana, Jussara, Hudson, Oliver, Priscilla, Rafael e Silvania, pelo apoio e carinho demonstrados em momentos tão importantes e pelas caronas nos finais de semana.

À Thais, pela amizade, companheirismo e paciência.

Aos meus amigos Lívia, Samuel e Enrico, por todo carinho, amizade e companheirismo.

Aos meus familiares: avó, tios, tias, primos e primas. Em especial, a Alexandre e Sara. Todos vocês moram em meu coração.

A todas as pessoas que, de alguma forma, mesmo não sendo nominalmente lembradas, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, meu sincero agradecimento.

“A felicidade às vezes é uma bênção, mas geralmente é uma conquista.”

Paulo Coelho

RESUMO

Entre as pragas que se destacam como problemas na cultura do cafeeiro se encontra o ácaro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae). A utilização de produtos fitossanitários para o controle desse ácaro tem causado, além do desenvolvimento de resistência, a eliminação dos inimigos naturais presentes na cultura. Ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae, entre eles *Euseius concordis* (Chant, 1959), têm sido encontrados em cafeeiros e fragmentos florestais a eles adjacentes, na região de Lavras, MG, associados a *O. ilicis*. Diante disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar, em laboratório, parâmetros biológicos, visando avaliar o potencial de predação de *E. concordis* como agente de controle biológico de *O. ilicis* em cafeeiro. Foram estudados os aspectos biológicos, a tabela de vida de fertilidade, a atividade predatória e as respostas funcional e numérica, em função da densidade da presa *O. ilicis*, em laboratório a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase. Para o desenvolvimento embrionário, inicialmente, fêmeas do ácaro predador foram transferidas da criação estoque para discos confeccionados com folha de cafeeiro (3 cm de diâmetro). Após um período de 8 horas, as unidades foram examinadas, retirando-se as fêmeas de onde ocorreu a oviposição, repetindo-se o processo até se obter um total de 103 ovos do predador. Após a eclosão das larvas, foi observada a duração, em dias, de cada estágio, larva, protoninfa, deutoninfa e calculado o período ovo-adulto. Na fase de deutoninfa, foram formados casais com machos retirados da criação estoque. A partir da formação dos casais, foram observados os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e a longevidade da fêmea e do macho. Foram colocadas, diariamente, como presas, *O. ilicis* nas fases imaturas, em número mais que suficiente para a alimentação e o desenvolvimento do predador. Os dados para o cálculo e a confecção da tabela de vida de fertilidade foram provenientes das fêmeas sobreviventes, fertilidade específica e razão sexual. Foram calculadas a taxa líquida de reprodução, a razão finita de aumento, a capacidade inata de crescimento da população e a duração média de uma geração. Nos bioensaios de capacidade predatória foram oferecidos 30 espécimes de *O. ilicis*, de cada fase de desenvolvimento, em arena de folha de cafeeiro (3 cm de diâmetro), para um espécime de cada fase do ácaro predador, em experimentos separados. Para o estudo das respostas funcional e numérica, a presa foi oferecida nas densidades de 0,1 a 17,6 imaturos de *O. ilicis* por cm² de arena, por serem as fases preferidas para predação. Foi constatada longevidade de 21,09 dias, para as fêmeas e de 14,57 dias, para os machos alimentados com *O. ilicis*. A estimativa da capacidade inata de crescimento da população do predador (r_m) foi de 0,17 fêmeas/fêmea/dia e a duração média de uma geração (T) de 11,2 dias. A população dobrou a cada 4,08 dias. Para a

capacidade predatória, constatou-se que a fêmea foi mais eficiente no consumo de todas as fases do desenvolvimento de *O. ilicis*. As respostas funcional e numérica, a capacidade de predação e a oviposição de *E. concordis* aumentaram em função do aumento da densidade de presa, apresentando correlação positiva e altamente significativa. Pelas análises de regressão realizadas, infere-se uma resposta funcional do tipo I.

Palavras-chave: Acarologia agrícola. Tabela de vida de fertilidade. Respostas funcional e numérica. Ácaro-vermelho-do-cafeeiro. Cafeeiro. *Coffea arabica*. Controle biológico.

ABSTRACT

Among the pests that stand out as problems in the coffee crops is the mite *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae). The use of pesticides, to control these mites, has caused in addition to the development of resistance, the elimination of natural enemies present in the crop. Predatory mites belonging to the family Phytoseiidae, including *Euseius concordis* (Chant, 1959), have been found in coffee plants and in its adjacent forest fragments in Lavras, MG, associated with *O. ilicis*. Therefore, the aimed of this study is to determinate in laboratory the biological parameters to evaluate the potential predation of *E. concordis* as a biological control agent of *O. ilicis* in coffee plants. It were studied the biological fertility life table, predatory activity and functional and numerical responses related with the density of the prey *O. ilicis*; in the laboratory conditions at $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH and 14 h photophase. For embryonic development, initially female mite was transferred from the rearing stock to discs made with coffee leaf (3cm diameter). After a period of 8 hours, the units were examined and removed the female were the oviposition occurred. These process were repeated until a total of 103 eggs from predators were obtained. After the larvae hatching was observed the duration (in days) of each stage, larva, protonymph, deutonymph and calculated the egg-adult period. In the deutonymph phase couples were formed with male separated from the rearing stock. After the couples formation it were observed the periods of pre-oviposition, oviposition, post-oviposition and longevity of female and male. The immature stages of the prey *O. ilicis* were daily replaced, in a quantity enough for the predator development. The data for the calculation and making of fertility life table came from females' survivors, fecundity and sex ratio. It were calculated the net reproductive rate, finite increase rate, the innate capacity of population growth and the average length of a generation. For the predatory capacity bioassays were offered 30 specimens of *O. ilicis* of each development phase per arena in coffee leaf (3 cm diameter) for a specimen of each predator phase, in separate experiments. To study the functional and numerical responses, the prey was offered in densities from 0.1 to 17.6 immature *O. ilicis* per cm^2 arena, because are the most preferred stages to predation. The females show 21.09 days of longevity and 14.57 days for males, feeding on *O. ilicis*. The estimate of the innate ability of the growth in the predator population (r_m) was 0.17 females / female / day and average length of a generation (T) of 11.2 days. The population doubled every 4.08 days. For predatory capacity, it was found that the female was more efficient in the consumption of all development phases of *O. ilicis*. In the study of functional and numerical responses, the predatory ability and oviposition of *E. concordis* increased with the increase of prey

density, presenting a positive and highly significant response. For the regression analyzes conducted, it is inferred a functional response of type I.

Keywords: Agricultural acarology. Fertility life table. Functional and numerical responses. Coffee red spider mite. Coffee. *Coffea arabica*. Biological control.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Sobrevivência e fecundidade do ácaro *Euseius concordis* em relação à idade da fêmea, em laboratório a 25°C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase..... 46
- Figura 2** Porcentagem de predação de *Oligonychus ilicis* em seus diferentes estágios do desenvolvimento, por larva, ninfa e adulto macho e fêmea de *Euseius concordis* em laboratório a 25°C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase..... 50
- Figura 3** Número de *Oligonychus ilicis* predados por uma fêmea de *Euseius concordis* por dia, de acordo com a densidade oferecida, em laboratório a 25°C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase..... 54
- Figura 4** Número de ovos postos por uma fêmea de *Euseius concordis* por dia, de acordo com a densidade de *Oligonychus ilicis* oferecida, em laboratório a 25°C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase..... 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Duração em dias dos estágios do desenvolvimento de <i>Euseius concordis</i> , a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 h de fotofase, quando alimentado com <i>Oligonychus ilicis</i>	40
Tabela 2	Duração em dias dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, número de ovos postos por dia pela fêmea de <i>Euseius concordis</i> a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 h de fotofase, quando alimentada com <i>Oligonychus ilicis</i>	42
Tabela 3	Tabela de vida de fertilidade de <i>Euseius concordis</i> , em laboratório a 25°C , $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase, tendo como alimento <i>Oligonychus ilicis</i>	44
Tabela 4	Parâmetros de crescimento populacional de <i>Euseius concordis</i> em laboratório a 25°C , $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase.....	46
Tabela 5	Número de ácaros <i>Oligonychus ilicis</i> predados (Média \pm EP) em seus diferentes estágios do desenvolvimento por larva, ninfa e adulto (macho e fêmea) do ácaro predador <i>Euseius concordis</i> (n = 30) em laboratório a 25°C , $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase.....	49
Tabela 6	Respostas funcional e numérica do ácaro predador <i>Euseius concordis</i> , tendo como presa o ácaro praga <i>Oligonychus ilicis</i> em laboratório a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase.....	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	História do café.....	19
2.2	A cultura do cafeeiro no Brasil.....	20
2.3	Áreas de cultivo.....	21
2.4	Ácaros-praga do cafeeiro.....	22
2.4.1	<i>Oligonychus ilicis</i> (McGregor, 1917) Tetranychidae.....	24
2.5	Controle de ácaros-praga do cafeeiro.....	25
2.6	Ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae	27
2.6.1	<i>Euseius concordis</i> (Chant, 1959).....	28
2.7	Tabela de vida de fertilidade.....	29
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1	Criação de <i>Oligonychus ilicis</i>	33
3.2	Criação de <i>Euseius concordis</i>	33
3.3	Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de <i>Euseius concordis</i> tendo como alimento <i>Oligonychus ilicis</i>	34
3.3.1	Desenvolvimento embrionário.....	34
3.3.2	Desenvolvimento pós-embrionário.....	35
3.3.3	Tabela de vida de fertilidade.....	35
3.4	Potencial de predação e respostas funcional e numérica de <i>Euseius concordis</i> sobre as diferentes fases do desenvolvimento de <i>Oligonychus ilicis</i>	36
3.4.1	Potencial de predação.....	36
3.4.2	Respostas funcional e numérica.....	37
3.5	Análise estatística.....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1	Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de <i>Euseius concordis</i> tendo como alimento <i>Oligonychus ilicis</i>	39
4.1.1	Desenvolvimento embrionário.....	39
4.1.2	Desenvolvimento pós-embrionário.....	39
4.1.3	Tabela de vida de fertilidade.....	43
4.2	Potencial de predação e respostas funcional e numérica de <i>Euseius concordis</i> sobre as diferentes fases do desenvolvimento de <i>Oligonychus ilicis</i>	48
4.2.1	Potencial de predação.....	48
4.2.2	Respostas funcional e numérica.....	53
5	CONCLUSÃO.....	60
	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

O café é uma bebida estimulante, agradável e reanimadora, que apresenta aroma e sabor característico, capaz de agradar aos mais variados paladares. O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) tem grande importância econômica e social para o Brasil, que é o maior produtor e o segundo maior consumidor mundial. A contribuição da cafeicultura para o desenvolvimento humano deve-se à complexidade da cadeia produtiva, que requer, em diferentes proporções, mão de obra qualificada e não qualificada.

A cafeicultura brasileira está distribuída, principalmente, nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná, Rondônia e Rio de Janeiro, cada um com suas características próprias de ambiente e nível tecnológico. A área plantada, no Brasil, com a espécie arábica e cultivar Conillon, é de 2.339,6 mil hectares, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012).

A terceira estimativa da CONAB (2012) indica que a produção de café (arábica e 'Conillon'), para a safra de 2012, é de 50,48 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado. A produção de café arábica apresenta um crescimento de 5.759,0 mil sacas e a do 'Conillon', de 1.239,4 mil sacas de café beneficiado. Minas Gerais destaca-se no cenário brasileiro como principal produtor e o estado em que se concentra a maior área plantada, com 1.217,4 mil hectares, predominando a espécie arábica em 99,4% dessa área (CONAB, 2012).

O cafeeiro, como outras culturas, abriga uma diversidade de artrópodes, dos quais alguns são pragas que causam sérios danos à cultura. Entre as pragas que se destacam como problemas na cultura do cafeeiro se encontra o ácaro-vermelho *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae).

O ácaro-vermelho-do-cafeeiro, como é conhecido no Brasil, já foi considerado a segunda praga de maior importância para o cafeeiro 'Conillon',

Coffea canephora Pierre & Froehner, no estado do Espírito Santo. Esta cultivar se mostra mais sensível à ação do ácaro-vermelho do que o café arábica.

O ácaro-vermelho-do-cafeeiro vive na superfície superior das folhas que, quando atacadas, ficam recobertas por uma delicada teia, tecida pelos ácaros, à qual aderem detritos e poeira, dando às folhas um aspecto de sujeira. Para se alimentar, na superfície superior das folhas, os ácaros perfuram as células e absorvem parte do conteúdo celular. Como consequência, as folhas perdem o brilho natural, tornam-se bronzeadas, dando um péssimo aspecto às plantas. O ataque, geralmente, ocorre em reboleiras, mas pode atingir toda a lavoura. Períodos de seca com estiagem prolongada são condições propícias ao desenvolvimento do ácaro, podendo causar desfolha das plantas. Em lavouras novas (até três anos), as plantas podem ter seu desenvolvimento retardado (REIS; ALVES; SOUZA, 1997; REIS; ZACARIAS, 2007).

O controle de *O. ilicis* tem sido realizado, principalmente, por meio da aplicação de produtos fitossanitários (REIS; ZACARIAS, 2007). A utilização desses produtos no controle de Tetranychidae tem causado, além do desenvolvimento de resistência, a eliminação dos inimigos naturais presentes na cultura (HERRON; EDGE; ROPHAIL, 1993; SATO et al., 1994; VIDAL; KREITER, 1995). O controle químico, se necessário, deve ser realizado com acaricidas que sejam seletivos, em especial aos predadores pertencentes à família Phytoseiidae, mais comumente encontrados no cafeeiro e relatados associados aos ácaros-praga (MINEIRO et al., 2006; 2009; SILVA et al., 2010; SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005).

Algumas espécies de ácaros do gênero *Euseius* (Phytoseiidae) têm sido relatadas como predadoras eficientes no controle biológico de várias espécies de ácaros fitófagos, em diversos cultivos. Uma das espécies desse gênero é a *Euseius concordis* (Chant, 1959), já estudada no controle de ácaros na cultura do citros (*Citrus* spp.) (KOMATSU; NAKANO, 1988; MORAES; LIMA, 1983).

No Brasil, além dos relatos e dos estudos em pomares de citros, essa espécie tem sido relatada em cafeeiro, variando em número de uma região para outra. O ácaro *E. concordis* tem sido consideravelmente abundante nos cafezais de Minas Gerais e de São Paulo (FRANCO et al., 2008; MINEIRO et al., 2006; 2009; SILVA et al., 2010; SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005).

A preservação dos inimigos naturais presentes em um cultivo é importante para programar o manejo ecológico de pragas (DIEZ-RODRÍGUEZ; OMOTO, 2001). Diversos programas de controle biológico têm tido experiências de sucesso em todo o mundo (MORAES, 1991; OLIVEIRA et al., 2007; WATANABE et al., 1994). Considerando a importância do predador no controle biológico e com menor impacto ambiental, este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar os parâmetros biológicos de *E. concordis*, visando avaliar o seu potencial de predação como agente de controle biológico de *O. ilicis* em cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História do café

A origem do café é bastante discutida. A mais aceita refere-se a um pastor de cabras chamado Kaldi, que viveu na Etiópia. Em certa noite, o pastor notou que suas cabras não haviam retornado ao rebanho e, ao sair para procurá-las, notou que estavam saltitando próximo a um arbusto. Observou também que as cabras consumiam seus frutos, os quais eram fontes da alegria e da motivação, e que somente quando as cabras alimentavam-se deles o rebanho conseguia caminhar por vários quilômetros e por subidas íngremes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, ABIC, 2009; REIS; CUNHA, 2010).

Após constatação de tal fato, Kaldi relatou o acontecimento para um monge da região, que decidiu experimentar para constatar o poder de tais frutos. No monastério, o monge ferveu os frutos e observou que o preparado despertava-o, fazendo com que ele pudesse rezar por mais horas, sem que tivesse sono. A partir dos resultados, o consumo da infusão se disseminou por todos os monges e pela região, o que era restrito aos mosteiros e mercadores (ABIC, 2009; REIS; CUNHA, 2010). Essa grande descoberta do potencial do grão, mais tarde, contribuiu para a história do Brasil.

A classificação botânica do cafeeiro teve várias mudanças até se enquadrar na atual, assim como sua história ao longo dos tempos. O produto foi rotulado, pela Igreja Católica, como bebida dos pagãos, além de seu consumo ser proibido por algumas sociedades, até conquistar as terras brasileiras, onde se instalou e adaptou. O cafeeiro é uma planta perene de clima tropical, pertencente à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, que reúne diversas espécies. *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* (Pierre e Froehner) ('Robusta' e 'Conillon') são

as espécies de maior interesse econômico, correspondendo a 70% e a 30% da produção mundial, respectivamente (AGRIANUAL, 2010; MARTINS, 2008; REIS; CUNHA, 2010).

2.2 A cultura do cafeeiro no Brasil

O café é uma importante *commodity* do comércio mundial de produtos agropecuários, representando importante fonte de renda para vários países da América Latina, África e Ásia (DAMATTA, 2004). Desde o início do século XX, é um dos produtos mais representativos da economia brasileira, com relevante participação no desenvolvimento nacional, contribuindo para os setores de indústria e serviço, além do próprio setor primário. As exportações de café verde e industrializado (solúvel, torrado, torrado e moído) garantem divisas ao país, gerando, ainda, impactos na indução do produto interno bruto (PIB) e na absorção de mão de obra. A contribuição da cafeicultura para o desenvolvimento humano deve-se à complexidade da cadeia produtiva, que requer, em diferentes proporções, mão de obra qualificada e não qualificada (SEREIA; CAMARA; CINTRA, 2008).

No Brasil, o cafeeiro chegou pelo estado do Pará, por volta de 1727, trazido pelo sargento-mor Francisco de Melo Palheta, designado para esta missão oficial, a qual não foi fácil, pois era estritamente proibido ceder exemplares de grãos de café a estrangeiros, a não ser que as sementes estivessem sem o pergaminho, pois assim não germinariam. Após o sucesso da missão, o cafeeiro foi cultivado, inicialmente, na região norte, ao entorno de Belém, estado do Pará. Com o desenvolvimento, a cultura avançou para o nordeste, até chegar ao Rio de Janeiro, no ano de 1773. A partir desse período alcançou o Vale do Paraíba, em 1825, chegando aos estados de Minas Gerais e São Paulo, onde se adaptou perfeitamente às condições encontradas (OLIVEIRA; MALUF, 2007).

2.3 Áreas de cultivo

A cafeicultura brasileira está distribuída, principalmente, nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná, Rondônia e Rio de Janeiro, cada um com suas características próprias de ambiente e nível tecnológico. A área plantada com a espécie arábica e cultivar Conillon, em 2012, era de 2.339,6 mil hectares, resultado que mostra um crescimento de 2,7%, comparado com a área da safra de 2011 (CONAB, 2012).

De acordo com a terceira estimativa da CONAB (2012), a produção de café (arábica e 'Conillon'), para a safra de 2012, indica uma colheita de 50,48 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado, resultando num crescimento de 16,1%, quando comparado à produção do ano anterior (43,48 milhões de sacas). A produção de café arábica teve um crescimento de 5.759,0 mil sacas e a do 'Conillon', de 1.239,4 mil sacas de café beneficiado. De acordo com a CONAB, o crescimento se deve, principalmente, ao ano de alta produção, considerando a bienalidade do cafeeiro e, com os resultados, esta será a maior safra já produzida no país, superando a de 2002/2003, cujo volume foi de 48,48 milhões de sacas (CONAB, 2012).

Minas Gerais destaca-se no cenário brasileiro como principal produtor. É o estado que concentra a maior área plantada, com 1.217,4 mil hectares, predominando a espécie arábica com 99,4%. A área total estadual representa 52% da área cultivada com cafeeiros no país e, conseqüentemente, o primeiro na classificação nacional. A produção de arábica, para 2012, de acordo com a terceira estimativa da CONAB é 26,63 milhões de sacas de café. Em comparação com a safra anterior, a estimativa sinaliza um aumento da produção cafeeira em 20,07% (CONAB, 2012).

O estado do Espírito Santo tem a segunda maior área plantada com

cafeeiros, totalizando 491,5 mil hectares, sendo 305,6 mil hectares com a cultivar Conillon (*C. canephora*) e 185,8 mil hectares de café arábica. É o maior produtor nacional da cultivar Conillon (CONAB, 2012).

No Brasil, são mais de trezentos mil cafeicultores. Além do setor produtivo, a comercialização movimenta um considerável número de pessoas e de dinheiro no país, sendo incalculável o número de profissionais que atuam nessa área. Existem, aproximadamente, 150 empresas com registro de exportação, 1.700 indústrias de torrefação e moagem, 11 indústrias de café solúvel e, ainda, cooperativas, maquinistas e corretores que atuam no mercado diariamente, efetuando negócios com café (BROGGIO; DROULERS; GRANDJEAN, 1999; CONAB, 2012).

A cadeia agroindustrial brasileira de café, segundo Teixeira (2002), é um dos setores mais importantes da economia brasileira, pela sua expressiva participação na pauta de exportações e na geração de emprego e renda, representando, a médio e a longo prazo, um dos principais produtos estratégicos para o país.

Segundo a CONAB (2012), nas últimas quatro safras de café, o efeito da bienalidade foi positivo, ou seja, a produção manteve um crescimento constante, demonstrando que a maior utilização da mecanização e as inovações tecnológicas, as exigências do mercado, a qualidade do produto e a boa gestão da atividade são fatores extremamente importantes e necessários para o avanço e a modernização da cafeicultura.

2.4 Ácaros-praga do cafeeiro

O cafeeiro abriga uma grande diversidade de artrópodes, dos quais alguns são pragas de importância econômica por causarem danos à cultura, enquanto outros são benéficos, pois, além de não causarem danos, são capazes

de reduzir a população daqueles considerados pragas. Entre os organismos que habitam o cafeeiro (*Coffea* spp.) destacam-se os ácaros, dos quais pelo menos três espécies são consideradas pragas, capazes de causar danos à produção e à qualidade do café. As espécies de ácaros-pragas mais frequentemente encontradas são o ácaro-vermelho *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Tetranychidae), o ácaro da mancha-anular *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Tenuipalpidae) e o ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Tarsonemidae) (FRANCO et al., 2008; REIS; CUNHA, 2010).

O ácaro *O. ilicis* não é considerado praga-chave para essa cultura, embora já tenha sido relatado como segunda praga em importância para o cafeeiro ‘Conillon’, *C. canephora*, no estado do Espírito Santo (FRANCO et al., 2010; INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, IBC, 1985). Ele ataca as folhas na superfície superior, dando a elas um aspecto de coloração bronzeada e sem brilho, diminuindo de tamanho, além de reduzir a área foliar e a fotossíntese, ocorrendo, assim, queda das folhas e perda de produção (FRANCO et al., 2008; REIS; CUNHA, 2010; REIS; ZACARIAS, 2007).

O ácaro *B. phoenicis*, também conhecido como ácaro-plano e da mancha-anular, segundo Reis e Chagas (2001), é importante em cafeeiro, por ser o vetor do vírus causador da mancha-anular (grupo *Rhabdovirus*), doença responsável por queda de folhas e má qualidade da bebida do café. Os sintomas ocasionados pela transmissão do vírus ficam, geralmente, restritos à região da lesão, associados ao local onde o ácaro se alimenta. A dispersão da doença pela planta ocorre pelo movimento de ácaros virulíferos e cada nova lesão é decorrente da transmissão do vírus, pelo vetor, pelo ato de se alimentar (COLARICCIO et al., 1995; KITAJIMA et al., 1972; RODRIGUES et al., 2003).

O ácaro-branco, *P. latus*, é frequentemente encontrado em viveiros de mudas de cafeeiro, podendo também atacar plantas no campo, em locais com maior umidade do ar. Vive na superfície inferior das folhas, principalmente das

mais novas. É um ácaro muito pequeno e de difícil observação a olho nu ou com lupa. Tem coloração branco-leitosa e movimenta-se rapidamente. As folhas atacadas tornam-se encurvadas, deformadas e ásperas, ficam de tamanho reduzido, ocorrendo pequena queda (REIS; CUNHA, 2010; REIS; ZACARIAS, 2007).

2.4.1 *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) Tetranychidae

O ácaro *O. ilicis*, conhecido como ácaro-vermelho-do-cafeeiro, se destaca como uma das pragas do cafeeiro (*Coffea* spp.). Embora não seja considerado praga-chave, pode causar sérios danos à cultura, levando à redução na produção e na qualidade. Segundo IBC (1985), no estado do Espírito Santo, o cafeeiro ‘Conillon’ (*C. canephora*) mostrou-se mais sensível ao ácaro *O. ilicis*, tendo sido considerado como a segunda maior praga, em relação ao arábica (*C. arabica*) (REIS; CUNHA, 2010; REIS; ZACARIAS, 2007).

Esta espécie de ácaro vive na superfície superior das folhas que, quando atacadas, apresentam-se recobertas por uma delicada teia, tecida pelo próprio ácaro, onde aderem detritos e poeira, dando às folhas um aspecto de sujeira (REIS; ALVES, E; SOUZA, 1997; REIS; ZACARIAS, 2007). Para se alimentar, na superfície superior das folhas, perfura as células e absorve parte do conteúdo celular. Em consequência, as folhas perdem o brilho natural, tornam-se bronzeadas, dando um péssimo aspecto às plantas. O ataque, geralmente, ocorre em reboleiras, mas pode atingir toda a lavoura. Principalmente em períodos de seca, com estiagem prolongada, condições propícias ao desenvolvimento do ácaro, pode causar desfolha das plantas. Em lavouras novas, ainda em formação, as plantas podem apresentar seu desenvolvimento retardado (FRANCO et al., 2008; REIS; SOUZA, 1986).

O ovo do ácaro é de formato arredondado, apresenta coloração vermelho-escuro a rósea, brilhante, com um filamento saindo da parte superior e quase invisível a olho nu. As fêmeas ovipositam na superfície superior da folha, próximo às nervuras. O tempo de incubação encontrado por Reis, Alves e Souza (1997) foi de, aproximadamente, 5,5 dias, em média, para machos e fêmeas. As larvas recém-eclodidas apresentam coloração rósea, são piriformes, hexápodes e se locomovem com dificuldade. A fase de larva tem duração média de 1,6 dia. No estágio de ninfa, o ácaro apresenta quatro pares de pernas (octópodes). Para passar de larva a protoninfa, o ácaro entra em estado de quiescência, chamado de protocrisálida, que tem duração média de 0,8 dias. Como protoninfa, o ácaro vive cerca de 1,2 dia. Antes de se transformar em deutoninfa, passa por outro estágio quiescente, denominado de deutocrisálida, com duração média de 0,7 dias. O estágio de deutoninfa dura, em média, 1,2 dia, a mesma duração da protoninfa, ao final do qual passa novamente por um estágio de quiescência chamado de teleiocrisálida, com duração média de 0,9 dias. Todos os estágios, entre ovo e adulto, apresentam durações semelhantes para machos e fêmeas. (REIS; ALVES; SOUZA, 1997).

O ciclo de ovo a adulto, a 25° C, para fêmeas é, em média, de 11,6 dias e, para machos, de 11,8 dias, praticamente não havendo diferença entre eles (REIS et al., 1997). Já Calza e Sauer (1952), a 23,5 °C, relataram um ciclo de 11 a 17 dias, com média de 14 dias, sem distinção entre sexos.

2.5 Controle de ácaros-praga do cafeeiro

O método de controle mais utilizado para o manejo dos ácaros-praga, em especial do *O. ilicis*, é o químico, porém, ele tem sido utilizado exageradamente e, além de causar contaminação ambiental e risco ao aplicador, tem provocado um aumento considerável da população desses ácaros, visto que alguns desses

defensivos químicos não são seletivos aos artrópodes predadores que se encontram associados ao cafeeiro (DIEZ-RODRÍGUEZ; OMOTO, 2001; REIS, 2005; REIS; ZACARIAS, 2007; REIS; SILVA; CARVALHO, 1974; SILVA et al., 2010). A utilização inadequada ou intensa de produtos fitossanitários pode causar a redução de sua eficiência, visto que, facilmente, os ácaros adquirem resistência a esses produtos, assim como podem também ser responsáveis por desequilíbrio biológico (OMOTO, 1995).

O controle químico, se necessário, deve ser realizado com acaricidas que sejam seletivos, em especial aos ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae, mais comumente encontrados no cafeeiro, o que proporcionará a conservação e o aumento dos mesmos. Frequentemente, esses ácaros predadores são relatados associados os ácaros-praga. Spongowski, Reis e Zacarias (2005), em estudos sobre a acarofauna cafeeira no cerrado mineiro, em Patrocínio (MG), destacaram um maior número de espécimes da família Phytoseiidae, como os mais abundantes predadores, sendo *Euseius citrifolius* Denmark e Muma, 1970, *Amblyseius herbicolus* (Chant, 1959) e *Euseius concordis* (Chant, 1959), as espécies mais frequentes.

Segundo Mineiro et al. (2009), os fitoseídeos foram os mais encontrados em cafeeiro no estado de São Paulo e as espécies mais comuns foram *E. citrifolius*, *E. concordis* e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, 1972.

Os cafezais e os fragmentos florestais vizinhos estudados por Silva et al. (2010) demonstraram grande diversidade de espécies de fitoseídeos nas duas áreas de estudos, porém, dos 2.348 fitoseídeos identificados, 2.090 foram encontrados nos fragmentos florestais e 258, nos cafezais. A espécie *I. zuluagai* foi a mais encontrada em cafeeiros e *A. herbicolus*, *E. citrifolius*, *E. concordis* e *Euseius alatus* DeLeon, 1966, entre outras, também foram relatadas no agroecossistema cafeeiro. Nos fragmentos florestais, *A. herbicolus* e *E. alatus* foram as espécies dominantes.

A preservação de inimigos naturais de ácaros-praga na vegetação nativa e na cultura cafeeira é uma estratégia para o desenvolvimento programas de manejo ecológico. Os ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae podem reduzir altas densidades de ácaros fitófagos e, com isso, o controle biológico de *O. ilicis* pelos fitoseídeos pode ser viável em cafeeiro. Além de não causar contaminação ambiental, risco ao aplicador e nem selecionar populações resistentes, o controle biológico constitui uma alternativa eficiente, e ecológica, a ser utilizada no MIP (MORAES, 1992).

2.6 Ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae

Os ácaros predadores, entre outros artrópodes, são inimigos naturais muito efetivos no controle natural dos ácaros fitófagos. Os principais ácaros predadores estudados pertencem à família Phytoseiidae Berlese, 1916, que pode ser considerada a primeira em importância, do ponto de vista do controle biológico (MORAES, 2002). Essa família destaca-se como um grupo importante em várias culturas e apresentava, até 2004, cerca de 2.250 espécies descritas mundialmente. No Brasil, até o início de 2004, haviam sido relatadas 131 espécies pertencentes a 24 gêneros (McMURTRY; CROFT, 1997; MORAES; FLECHTMANN, 2008; MORAES et al., 2004).

Os ácaros fitoseídeos são objeto de importantes estudos taxonômicos, biológicos e ecológicos, por serem, principalmente, predadores e de grande importância no controle de ácaros fitófagos, sobretudo os da família Tetranychidae (FLECHTMANN, 1975). São predadores de movimentos rápidos, fototrópicos negativos, que buscam ativamente suas presas (MORAES, 2002).

Segundo Chant (1985), o ciclo de vida desses predadores é composto por cinco estágios de desenvolvimento: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. Entre cada estágio ocorre um curto período de quiescência, quase imperceptível,

(SANDERSON; McMURTRY, 1984). O ciclo de vida é bastante curto, aproximadamente uma semana (HOY, 1985).

2.6.1 *Euseius concordis* (Chant, 1959)

Dentre as espécies de fitoseídeos, as do gênero *Euseius* têm sido relatadas como predadoras eficientes de várias espécies de ácaros fitófagos e em diversos cultivos. Segundo Muma (1971), as espécies de ácaros desse gênero são polífaras e alimentam-se de grande número de insetos e ácaros.

Espécie do gênero *Euseius* que tem merecido vários estudos é *E. concordis*, já estudada no controle de ácaros na cultura dos citros (KOMATSU; NAKANO, 1988; MORAES; LIMA, 1983). Esta espécie foi encontrada em *Citrus* sp., em Concordia, Entre Rios, Argentina (CHANT, 1959) e também já foi registrada no Brasil, na Colômbia, na Costa Rica, na Guatemala e em Portugal, entre outros países (MORAES et al., 2004).

No Brasil, além dos relatos e estudos em pomares de citros, essa espécie tem sido relatada na cultura cafeeira, variando em número de uma região para outra. O ácaro *E. concordis* tem sido relatado como consideravelmente abundante nos cafezais dos estados de Minas Gerais e de São Paulo (FRANCO et al., 2008; MINEIRO et al., 2009; SILVA et al., 2010; SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005).

Trabalhos científicos utilizando ácaros predadores fitoseídeos no controle biológico, como uma tática no manejo ecológico de ácaros-praga, têm sido realizados, principalmente, no controle de ácaros da família Tetranychidae (FRANCO et al., 2007; GRAVENA et al., 1994; MARAFELI et al., 2011; REIS et al., 2000). Contudo, poucos estudos sobre aspectos biológicos são conhecidos para *E. concordis*. Moraes e Lima (1983) estudaram, em laboratório, o ciclo biológico desse predador e verificaram que a taxa de oviposição, quando

alimentado com *Aculops lycopersici* (Masse, 1937) (Eriophyidae) ou com pólen de mamoneira, *Ricinus communis* L., foi praticamente a mesma, com média diária de 1,7 e 2,1 ovos por fêmea, respectivamente. Entretanto, quando alimentado com *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 ou a combinação de *A. lycopersici* mais *T. evansi*, a média diária de oviposição foi baixa, 0,05 e 0,14, respectivamente.

Assim, torna-se necessária a realização de estudos dos parâmetros biológicos de *E. concordis*, sendo esse conhecimento de suma importância para o pleno sucesso do manejo integrado de ácaros em cafeeiro, o que contribuirá para a preservação e o aumento desses ácaros predadores na cultura (REIS; SOUZA; ALVES, 1999).

2.7 Tabela de vida de fertilidade

A tabela de vida de fertilidade auxilia tanto na compreensão da dinâmica populacional de uma espécie como na avaliação do impacto que os inimigos naturais podem causar sobre a população de uma determinada praga. O crescimento populacional é estimado com base nos dados de sobrevivência e fertilidade (BELLOWS JR.; DRIESCHE; ELKINTON, 1992; LENTEREN; WOETS, 1988).

A tabela de vida permite uma visão integrada das características biológicas de uma população em condições ambientais controladas (COPPEL; MERTINS, 1977). Segundo Silveira-Neto et al. (1976), a tabela de vida se baseia no estudo de dados essenciais de um grupo de organismos de mesma idade cronológica, por meio da relação da taxa de mortalidade, da sobrevivência e da esperança de vida da espécie. Cada espécime, na tabela de vida de fertilidade, apresenta sua própria velocidade de desenvolvimento, longevidade e

fecundidade, sendo tais fatores comumente expressos em termos médios da população.

Tal tabela é confeccionada com base nas seguintes informações: início da fase adulta e longevidade de cada fêmea (dias, semanas etc.), número de ovos colocados/fêmea/dia, proporção de fêmeas na descendência, porcentagem de descendentes (fêmeas) que sobrevivem até a fase adulta e número de fêmeas vivas a cada dia, desde o início da fase adulta da fêmea mais precoce até a morte da última fêmea (BOSCH; MESSENGER; GUTIERREZ, 1982).

Segundo Andrewartha e Birch (1954), os principais parâmetros associados à tabela de vida de fertilidade são os seguintes:

- a- R_0 - taxa líquida de reprodução (taxa de aumento populacional), refere-se ao total de descendentes produzidos por fêmeas que são geradas por fêmea ao final da geração, ou seja, o número de vezes que uma espécie consegue aumentar de uma geração para outra;
- b- r_m - taxa intrínseca de aumento populacional, descreve o potencial de crescimento de uma população. Este parâmetro indica quantas vezes cresceu a população no intervalo de uma geração de fêmeas, relacionada com a velocidade de crescimento;
- c- T - intervalo médio entre gerações, duração média do período entre o nascimento dos espécimes de uma geração e da geração seguinte;
- d- λ - razão finita de crescimento, fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo. Corresponde à taxa diária de crescimento populacional, indicando o número de adultos fêmeas adicionados por fêmea, ao dia, ao longo de uma geração, e quanto maior esse parâmetro, maior o número de espécimes adicionados à população;
- e- TD - tempo que a população leva para duplicar, em número.

Existem fatores que podem determinar as taxas de natalidade e de mortalidade em populações de insetos, dentre elas a qualidade do alimento, a temperatura, a umidade e o fotoperíodo (BOSCH; MESSENGER; GUTIERREZ, 1982). Estes são os fatores principais que, normalmente, governam as características biológicas de uma população em condições controladas ou não. Ainda considera-se não somente a taxa de reprodução, mas também a taxa de sobrevivência e a mortalidade dentro do potencial reprodutivo de uma espécie. A taxa líquida de reprodução (R_0) é um parâmetro utilizado para determinar se a população está crescendo ou não, ou seja, quando os valores de R_0 são maiores que 1 e r_m maiores que zero indicam que há aumento populacional e valores menores que 1 indicam declínio da população (BELLOWS JR.; DRIESCHE; ELKINTON, 1992).

O parâmetro principal da tabela de vida é designado como a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), definida como a capacidade inata de aumento numa população crescendo em condições ótimas, ou seja, corresponde à expressão do potencial biótico de uma população (PRICE, 1984). Para Pedigo e Zeiss (1996), r_m é o parâmetro mais importante obtido de uma tabela de vida, pois permite a comparação do potencial de crescimento do organismo, além de facilitar a avaliação do papel de um predador em uma comunidade ou verificar se ele será bem sucedido como agente de controle biológico.

Um agente de controle biológico somente será considerado efetivo na redução de uma determinada praga se, pelo menos, o parâmetro r_m de ambos os organismos forem semelhantes e, neste caso, é necessário que introduções regulares sejam feitas, para que o controle desejado seja obtido (LENTEREN, 2000). Segundo Andrewartha e Birch (1954), se o r_m de um predador for superior às taxas intrínsecas encontradas para sua presa, favorecerá o estabelecimento do inimigo natural em uma determinada área.

A taxa finita de aumento populacional (λ) representa um fator de multiplicação da população a cada dia, diferindo de r_m por ser uma taxa finita de aumento populacional e não instantânea. Quando λ for igual a 1, a população se mantém estável e, neste caso, r_m é igual a zero. O parâmetro λ assume valores menores que 1 quando r_m é negativo, logo, a taxa de mortalidade é maior do que a de nascimento e a população tende a desaparecer. Se λ for igual a zero, r_m torna-se negativo e, neste caso, nenhum inseto em idade reprodutiva é adicionado à população, havendo 100% de mortalidade dos estágios imaturos (SILVEIRA NETO et al., 1976).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no Centro de Pesquisa em Manejo Ecológico de Pragas e Doenças de Plantas - EcoCentro, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, campus da UFLA, em Lavras, MG, a 25 ± 2 °C, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 14 horas de fotofase.

3.1 Criação de *Oligonychus ilicis*

A criação foi realizada e mantida no Laboratório de Acarologia da EPAMIG Sul de Minas/EcoCentro. Os ácaros foram coletados nos cafezais localizados no campus da UFLA. As folhas utilizadas para criação foram coletadas da cultivar Mundo Novo (*Coffea arabica* L.).

Foram utilizadas folhas de cafeeiro livre de agroquímicos, conforme metodologia descrita por Reis, Alves e Souza (1997). Os ácaros foram confinados em arenas confeccionadas com folhas de cafeeiro e colocadas sobre uma esponja de 1 cm de espessura que ocupava todo o fundo de uma placa de Petri de 20 cm de diâmetro por 2 cm de profundidade, sem tampa, e diariamente umedecida com água destilada. As bordas das folhas foram recobertas por uma fina camada de algodão hidrófilo de aproximadamente 2 cm de largura, ficando também em contato com a esponja umedecida. Dessa forma, foi mantida a turgescência das folhas e os ácaros permaneciam nas arenas.

3.2 Criação de *Euseius concordis*

A criação estoque do ácaro predador foi realizada em arenas confeccionadas com discos flexíveis de lâmina plástica, de cor preta, com 9 cm de diâmetro, flutuando em água, no interior de placas de Petri de 15 cm de

diâmetro. As arenas tiveram um pequeno orifício no centro, para a passagem de um alfinete que ficou preso no fundo da placa com o auxílio de um adesivo à base de silicone. O alfinete ficou com a ponta voltada para cima e a água contida no interior das placas serviu tanto como barreira, evitando a fuga, como para a ingestão dos ácaros (REIS; CHIAVEGATO; ALVES, 1998; REIS et al., 1998).

Em cada arena foi colocada uma lamínula de vidro transparente, contendo, embaixo, fios de algodão hidrófilo, que serviu de abrigo e de local para oviposição dos ácaros, facilitando também a observação. Os ácaros receberam como alimento pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.), coletado conforme metodologia descrita por Komatsu e Nakano (1988) e armazenado, posteriormente, em vidro bem vedado, em refrigerador, à temperatura de 3 a 5 °C. O estoque de pólen foi renovado mensalmente. Quando as arenas estavam sujas de pólen e exúvias, os ácaros eram transferidos para outra arena.

3.3 Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de *Euseius concordis* tendo como alimento *Oligonychus ilicis*

3.3.1 Desenvolvimento embrionário

Para a observação do período embrionário de *E. concordis*, inicialmente, uma fêmea do ácaro predador foi transferida da criação estoque para cada unidade de criação ou discos confeccionados com folha de café com 3 cm de diâmetro, onde ficou, sem alimento, durante 24 horas e, posteriormente, foi alimentada com *O. ilicis* (REIS; CHIAVEGATO; ALVES, 1998). Após um período de 8 horas, as unidades foram examinadas retirando-se as fêmeas da arena onde ocorreu a oviposição, assim como os ovos excedentes, deixando-se somente um ovo por unidade. O restante das unidades foi examinado novamente após outro período de 8 horas, repetindo-se o processo até a obtenção de um

total de 103 ovos do predador. Os ovos assim obtidos foram observados diariamente, às 8 e às 16 horas, para que fosse conhecido o momento da eclosão da larva.

3.3.2 Desenvolvimento pós-embrionário

Após a eclosão das larvas, foi observada a duração, em dias, de cada estágio: larva, protoninfa e deutoninfa, e calculado o período ovo-adulto. Foram utilizados 103 espécimes para avaliação do período imaturo do predador, obtidos do estudo do desenvolvimento embrionário. Em todos os estágios imaturos, as observações dos espécimes foram feitas duas vezes ao dia, às 8 e às 16 horas.

Na fase adulta, os ácaros machos e fêmeas foram observados apenas uma vez ao dia, às 8 horas, e foram formados casais com fêmeas ainda no estágio de deutoninfa. Os machos que morriam eram substituídos por outros, oriundos da criação estoque. Cada casal ficou confinado em discos confeccionados com folha de cafeeiro com 3 cm de diâmetro, flutuando em água destilada, totalizando oito arenas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro. A partir da formação dos casais, foram observados os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e a longevidade da fêmea e do macho, de acordo com a metodologia utilizada por Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007) e Reis et al. (2007). Foram colocados diariamente, como presas, *O. ilicis*, em número mais que suficiente para a alimentação e o desenvolvimento do predador. Foram utilizadas presas nas fases imaturas, devido à preferência do ácaro predador por elas (REIS; CHIAVEGATO; ALVES, 1998; REIS et al., 2007; REIS; TEODORO; PEDRO NETO, 2007).

3.3.3 Tabela de vida de fertilidade

No estudo da longevidade, cada fêmea do predador junto com o macho foi avaliada a cada 24 horas, com a contagem, a retirada dos ovos e a eliminação dos ácaros *O. ilicis* mortos e não consumidos. Os machos que morreram foram substituídos por outros da criação estoque. Foram colocadas, diariamente, como presas, *O. ilicis*, em número mais que suficiente para a alimentação e o desenvolvimento do predador. Foram utilizadas presas nas fases imaturas, pela preferência do ácaro predador.

Para a confecção da tabela de vida de fertilidade foi utilizada a metodologia de Andrewartha e Birch (1954), também citados por Silveira Neto et al. (1976). Os dados para o cálculo da tabela foram provenientes de fêmeas sobreviventes (l_x), fertilidade específica (m_x) e razão sexual. Foram calculadas a taxa líquida de reprodução ($R_0 = \sum m_x l_x$), a razão finita de aumento ($\lambda = e^{rm}$) e a duração média de uma geração ($T = \sum m_x x / \sum m_x l_x$). A capacidade inata de crescimento da população ($r_m = \ln R_0 / T$) foi corrigida iterativamente, de acordo com a equação de Lotka (CAREY, 1993), por meio da equação: $\sum e^{-rm \cdot x} \cdot l_x \cdot m_x = 1$. Com o valor corrigido de r_m , foi calculada a duração média de uma geração ($T = \ln R_0 / r_m$). O tempo necessário para que a população dobrasse foi calculada pela relação $\ln 2 / r_m$ (TANIGOSHI et al., 1975).

3.4 Potencial de predação e respostas funcional e numérica de *Euseius concordis* sobre as diferentes fases do desenvolvimento de *Oligonychus ilicis*

3.4.1 Potencial de predação

O potencial de predação de *E. concordis*, tendo como alimento *O. ilicis*, foi avaliado por meio de bioensaios em arenas de 3 cm de diâmetro, confeccionadas com folhas de cafeeiro, em placas de Petri, conforme metodologia descrita por Reis, Chiavegato e Alves (1998a).

Foram estudadas as combinações possíveis entre cada fase de desenvolvimento do ácaro predador *E. concordis* (larva, ninfa, adulto fêmea e macho) e cada fase do desenvolvimento de *O. ilicis* (ovo, larva, ninfa e adulto), com 10 repetições.

Em cada arena foram fornecidos, para cada fase do predador, 30 ácaros-praga de cada fase a ser estudada. Todas as fases do predador, antes de serem colocadas nos bioensaios, foram mantidas sem alimentos por 24 horas. As avaliações foram feitas após 24 horas, a partir do fornecimento das presas para o predador em cada arena. Foram contabilizados os números dos ácaros fitófagos totalmente predados, parcialmente predados, mortos naturalmente, mortos na água e, também, ácaros vivos, sendo os ácaros-presa provenientes da criação estoque.

3.4.2 Respostas funcional e numérica

As fêmeas adultas do ácaro predador foram confinadas, por oito dias, em arenas confeccionadas com discos de folhas de cafeeiro de 3 cm de diâmetro, flutuando em água destilada, em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, a 2 cm de profundidade, como descrito no item anterior. As presas foram colocadas nas quantidades de 1, 2, 5, 10, 20, 30, 35, 45, 55, 70, 100 e 125, nas formas imaturas do ácaro-praga por arena. Foram realizadas sete repetições, para 1, 2, 5, 10, 20, 30 e 35 ácaros/arena, quatro repetições para 45, três repetições para 55, 70, 100 e 125, de acordo com a metodologia utilizada por Reis et al. (2003), Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007) e Reis et al. (2007).

Foram utilizadas larvas e ninfas de *O. ilicis*, devido à preferência dos fitoseídeos por formas imaturas da presa para predação (GRAVENA et al., 1994; REIS; TEODORO; PEDRO NETO, 2000).

O número de presas consumidas (resposta funcional) e o número de ovos colocados pelo predador (resposta numérica) foram avaliados a cada 24 horas, durante 8 dias. O número de presas fornecidas foi mantido constante durante os oito dias e, para isso, foi feita a reposição diária das presas que foram predadas ou que morreram naturalmente ou na água, em número igual ao inicial. Diariamente, foram retirados os restos das presas e dos ovos predados.

3.5 Análise estatística

Os valores obtidos do teste de predação foram submetidos à análise de variância (ANOVA), em delineamento inteiramente ao acaso, no esquema fatorial 4x4, sendo o primeiro fator os estágios do predador e o segundo fator, os diferentes estágios da presa. As análises foram realizadas com o uso do programa computacional Sisvar para Windows, versão 4.0 (FERREIRA, 2011). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância, as quais foram empregadas no cálculo da porcentagem de eficiência de predação, segundo Abbott (1925).

Para o teste de respostas funcional e numérica, os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, com o uso do *software* SigmaPlot (SIGMAPLOT, 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de *Euseius concordis* tendo como alimento *Oligonychus ilicis*

4.1.1 Desenvolvimento embrionário

A duração média da fase de ovo de *E. concordis*, dos 103 avaliados foi de 1,71 dias, sem distinção de macho e fêmea. Para a avaliação de fêmeas e machos, foram utilizados 39 e 37 ovos e a duração do desenvolvimento embrionário foi de 1,67 e 1,79 dias, respectivamente (Tabela 1), com 100% de viabilidade.

4.1.2 Desenvolvimento pós-embrionário

A fase larva apresentou duração, respectivamente para fêmeas e machos, de 1,20 e 1,28 dias e no total referente às 103 larvas avaliadas, sem a distinção de sexos, foi de 1,16 dia, com 100% de viabilidade. Na fase de protoninfa, a média total referente a 90 espécimes avaliados foi de 1,10, com 87,38% de viabilidade e, para fêmea e macho, foi de 1,10 e 1,24 dia. Na fase de deutoninfa, foram avaliados 78 espécimes, com duração média, em dias, de 1,19, com 89,26% de viabilidade, sendo a duração média para fêmea e macho, respectivamente, de 1,09 e 1,31 dia.

A média de desenvolvimento de ovo a adulto de *E. concordis* foi de 6,64 dias, para fêmeas e 7,05 dias, para machos (Tabela 1).

Tabela 1 Duração, em dias, dos estágios do desenvolvimento de *Euseius concordis*, a 25 ± 2 °C, $70\pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase, quando alimentado com *Oligonychus ilicis*.

Fase do ciclo de vida	Fêmeas		Machos	
	n ¹	Média±EP	n ¹	Média±EP
Ovo	39	1,67±0,08	37	1,79±0,07
Larva	39	1,20±0,08	37	1,28±0,11
Protoninfa	39	1,10±0,09	37	1,24±0,10
Deutoninfa	39	1,09±0,08	37	1,31±0,12
Ovo – adulto	39	6,64±0,21	37	7,05±0,25
Longevidade	39	21,09±0,63	37	14,57±0,58
Razão Sexual	0,5			

n¹ = número de ácaros estudados após a separação do sexo.

Os dados obtidos neste estudo se assemelham aos apresentados por Moraes e Lima (1983), quando estudaram a biologia dessa mesma espécie de predador. Esses autores verificaram que a fêmea de *E. concordis*, alimentando-se tanto de *A. lycopersici* quanto de pólen de mamoneira, apresentou, aproximadamente, as mesmas médias de duração, em dias, para as fases de ovo (1,5 e 1,6), larva (1,2 e 1,3), protoninfa (1,0 e 1,2) e deutoninfa (1,2 e 1,2), respectivamente. Komatsu e Nakano (1988), estudando o mesmo predador, verificaram que a duração da fase de ovo foi de 2,02 dias, de 1,03 dia para larva, de 1,21 dia para protoninfa e de 1,18 dia para a deutoninfa, dados semelhantes aos obtidos neste estudo. Resultados também semelhantes foram obtidos por Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007), para o ácaro *Amblyseius compositus* Denmark & Muma, 1973, cujas médias de duração foram de 2,0 dias para ovo, 1,3 dia para larva, 1,9 dia para protoninfa e 1,6 dia para deutoninfa. Reis e Alves

(1997), em estudos com o ácaro *Euseius alatus* DeLeon, 1966, relataram que as médias de duração, em dias, do ovo foram de 1,2; 1,2 da larva; 1,1 da protoninfa e 1,0 da deutoninfa. Melo et al. (2009) também encontraram resultados semelhantes para o ácaro *E. alatus*, nas temperaturas de 24 e 27 °C, para as mesmas fases.

O período de ovo a adulto de *E. concordis* observado é semelhante aos apresentados por Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007), para o predador *A. compositus*, cuja média, em dias, foi de 7,0, para a fêmea e de 6,5, para o macho. Reis et al. (2007) encontraram média de 6,88 dias para o período de ovo-adulto das fêmeas de *Amblyseius herbicolus* (Chant, 1959), dados não apresentados para machos, por não ter sido constatada a presença deles na criação de manutenção. Porém, esse período, para *E. concordis*, foi maior do que o apresentado por Reis e Alves (1997), quando estudaram a biologia do ácaro predador *E. alatus* alimentado com pólen de mamoneira, verificando que a duração de ovo a adulto foi de 4,5 dias, para ambos os sexos. Estes resultados estão próximos daqueles apresentados por Moraes e McMurtry (1981), segundo os quais a duração de ovo a adulto de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, 1970 foi de 5,1, para fêmea e de 5,0, para o macho. Moraes e Lima (1983) relataram, para o predador *E. concordis*, que as médias de duração, em dias, para fêmea e macho, alimentados com *A. lycopersici* e pólen de mamoneira, foram de 5,0 e 4,9, e 5,3 e 5,1, respectivamente. O fato de as diferentes espécies dos predadores apresentarem um período maior ou menor de ovo a adulto pode ser devido ao tipo e à preferência alimentar.

A longevidade de *E. concordis* foi, em média, de 21,09 e 14,57 dias, para fêmeas e machos, respectivamente, dados que diferem dos apresentados por Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007), para *A. compositus*, em que a longevidade, em dias, da fêmea foi de 47,9 dias. Reis et al. (2007) relataram longevidade da fêmea de *A. herbicolus* de 37,9 dias, também maior que a do predador *E.*

concordis em estudo. A característica que torna os fitoseídeos promissores no controle biológico é o fato de eles apresentarem taxas reprodutivas elevadas e ciclo biológico curto, haja vista que, para a maioria das espécies, o período de desenvolvimento de ovo a adulto é de uma semana (CROFT; BAAN, 1988; HOY, 1985). Estas características foram apresentadas por *E. concordis*, quando alimentado com ácaro-vermelho-do-cafeeiro e foram encontradas neste trabalho.

O período médio de pré-oviposição foi de 2,19 dias, o de oviposição foi de 15,15 dias e de pós-oviposição foi de 2,95 dias. A média de ovos postos pela fêmea durante sua vida foi de 25,20 e a média de ovos postos por fêmea por dia foi de 0,60 (Tabela 2).

Tabela 2 Duração, em dias, dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, número de ovos postos por dia pela fêmea de *Euseius concordis*, a 25 ± 2 °C, $70\pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase, quando alimentada com *Oligonychus ilicis*.

Fase do ciclo de vida	Fêmeas	
	n ¹	Média±EP
Pré-oviposição	39	2,19±0,18
Oviposição	39	15,15±1,50
Pós-oviposição	21	2,95±0,42
Número de ovos/fêmea	39	25,20±2,42
Número de ovos/fêmea/dia	39	0,60±0,08

n¹= número de ácaros estudados

Moraes e Lima (1983) relataram que a média de oviposição diária de *E. concordis* alimentado com *A. lycopersici* ou *R. communis* foi praticamente a mesma, com médias diárias de 1,7 e 2,1 ovos por fêmea, respectivamente. Porém, quando alimentado com *T. evansi* e combinação de *T. evansi* mais *A.*

lycopersici, as médias foram de 0,14 e 0,05, respectivamente, resultados que não foram similares aos obtidos quanto a este parâmetro neste trabalho. Os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição foram similares quando *E. concordis* foi alimentado só com *A. lycopersici*. Resultados semelhantes foram relatados por Mesa, Braun e Bellotti (1990), quando compararam cinco espécies de fitoseídeos alimentados com *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) e *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Tetranychidae). Esses autores verificaram que o período de oviposição de *E. concordis* foi de 15,1 e 14,5 dias, respectivamente, para os dois tipos de alimento.

Reis e Alves (1997) encontraram, para *E. alatus*, período médio de oviposição de 26,5 dias, número de ovos por fêmea de cerca de 38, com uma média de 1,4 ovos/fêmea/dia, sendo superior a *E. concordis*, neste estudo. Melo et al. (2009) relataram, para o predador *E. alatus*, que a duração, em dias, do período de oviposição foi de 28,1 e o número de ovos por fêmea foi de 33,8, dados que também diferem dos encontrados neste estudo.

Alguns autores relatam que ácaros da família Phytoseiidae se desenvolvem muito bem quando alimentados com ácaros da família Tetranychidae (GRAVENA et al., 1994; MA; LAING, 1973; PUTMAN, 1962; REIS; TEODORO; PEDRO NETO, 2000). Moraes e Lima (1983), em estudos com *E. concordis* alimentado com *T. evansi* e com o eriofídeo *A. lycopersici*, observaram que o predador se desenvolveu melhor quando alimentado só com *A. lycopersici* (Eriophyidae). No presente trabalho, observou-se que *E. concordis* se desenvolveu e reproduziu bem quando alimentado com *O. ilicis* (Tetranychidae).

4.1.3 Tabela de vida de fertilidade

Analisando-se os parâmetros da tabela de vida de fertilidade (Tabela 3), verificou-se que a estimativa da capacidade inata de crescimento da população

do predador *E. concordis* (r_m) foi de 0,17 fêmea/fêmea/dia. A duração média de uma geração (T) foi de 11,2 dias, a taxa líquida de reprodução (R_o) foi de 6,7 fêmeas/fêmea e a razão finita de aumento (λ), de 1,18. A população é estimada a dobrar (TD) a cada 4,08 dias (Tabela 4). Também foi observado que a taxa de sobrevivência (l_x) e fecundidade (m_x) das fêmeas do ácaro *E. concordis* diminuiu com o aumento da idade da fêmea (Figura 1).

Tabela 3 Tabela de vida de fertilidade de *Euseius concordis*, em laboratório, a 25 °C, 70±10% de UR e 14 horas de fotofase, tendo como alimento *Oligonychus ilicis*.

x^1	Lx^2	Mx^3	$Lx.Mx$	$Lx.Mx.x$
7,3	0,75	0	0	0
8,3	0,75	0	0	0
9,3	0,75	0,14	0,105	0,9765
10,3	0,75	0,515	0,38625	3,978375
11,3	0,75	0,615	0,46125	5,212125
12,3	0,73	0,705	0,51465	6,330195
13,3	0,73	0,795	0,58035	7,718655
14,3	0,71	0,82	0,5822	8,32546
15,3	0,69	0,835	0,57615	8,815095
16,3	0,63	0,835	0,52605	8,574615
17,3	0,59	0,665	0,39235	6,787655
18,3	0,57	0,655	0,37335	6,832305
19,3	0,57	0,55	0,3135	6,05055
20,3	0,57	0,515	0,29355	5,959065
21,3	0,53	0,49	0,2597	5,53161
22,3	0,51	0,425	0,21675	4,833525
23,3	0,45	0,385	0,17325	4,036725
24,3	0,43	0,385	0,16555	4,022865
25,3	0,43	0,35	0,1505	3,80765

Continua...

Continuação

x^1	Lx^2	Mx^3	$Lx.Mx$	$Lx.Mx.x$
26,3	0,41	0,255	0,10455	2,749665
27,3	0,36	0,245	0,0882	2,40786
28,3	0,36	0,18	0,0648	1,83384
29,3	0,34	0,255	0,0867	2,54031
30,3	0,3	0,205	0,0615	1,86345
31,3	0,3	0,205	0,0615	1,92495
32,3	0,22	0,13	0,0286	0,92378
33,3	0,19	0,22	0,0418	1,39194
34,3	0,15	0,115	0,01725	0,591675
35,3	0,15	0,13	0,0195	0,68835
36,3	0,13	0,09	0,0117	0,42471
37,3	0,11	0,075	0,00825	0,307725
38,3	0,09	0,04	0,0036	0,13788
39,3	0,09	0,075	0,00675	0,265275
40,3	0,09	0,065	0,00585	0,235755
41,3	0,09	0,065	0,00585	0,241605
42,3	0,07	0,04	0,0028	0,11844
43,3	0,05	0,04	0,002	0,0866
44,3	0,05	0,015	0,00075	0,033225
45,3	0,05	0,015	0,00075	0,033975
46,3	0,03	0,03	0,0009	0,04167
47,3	0,03	0,015	0,00045	0,021285
48,3	0,03	0,015	0,00045	0,021735
49,3	0,03	0,025	0,00075	0,036975
50,3	0,01	0,025	0,00025	0,012575
51,3	0,01	0	0	0
52,3	0,01	0	0	0
53,3	0,01	0	0	0
54,3	0	0	0	0
Σ			$R_0= 6,6959$	116,7282

¹Intervalo de idades, ²Probabilidade de sobrevivência, ³Fertilidade específica.

Tabela 4 Parâmetros de crescimento populacional de *Euseius concordis*, em laboratório, a 25 °C, 70±10% de UR e 14 horas de fotofase.

R_o (Fêmea)	r_m (Fêmea/Fêmea/Dias)	λ (Fêmea/Dias)	T (Dias)	TD (Dias)
6,7	0,17	1,18	11,2	4,08

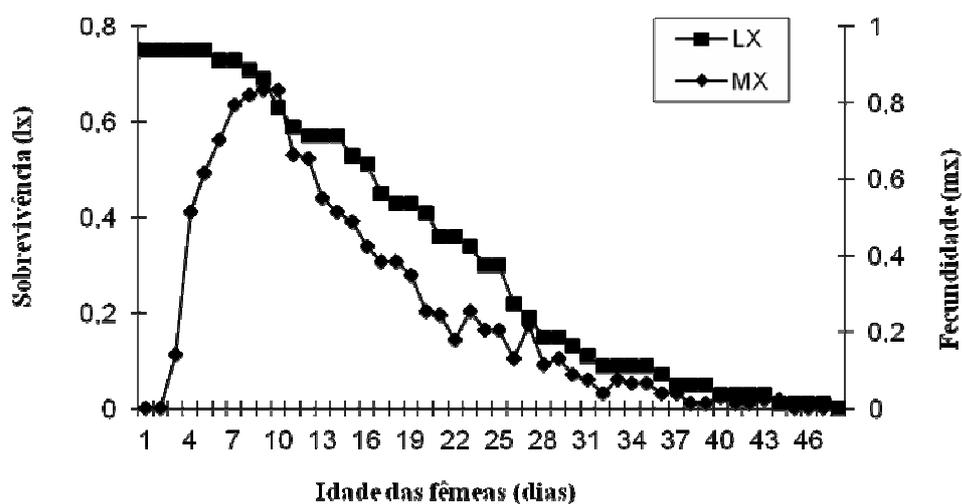


Figura 1 Sobrevivência e fecundidade da fêmea do ácaro *Euseius concordis* alimentado com *Oligonychus ilicis* em relação à idade, em laboratório, a 25 °C, 70±10% de UR e 14 horas de fotofase.

Diante dos resultados, observou-se que o predador *E. concordis* desenvolveu-se e reproduziu-se muito bem, nas condições deste trabalho. Foi relatado que esse predador reproduziu-se e desenvolveu-se bem quando alimentando de pólen de mamoneira, sendo a taxa diária de oviposição de 2,1

(MORAES; LIMA, 1983). Esses resultados são semelhantes aos apresentados por Reis e Alves (1997), para o predador *E. alatus* alimentado com pólen de mamoneira; por Reis et al. (1998 a), quando construíram a tabela de vida de *I. zuluagai*; por Reis et al. (2007a), ao estudarem a história de vida de *A. compositus* e para o predador *A. herbicolus*, estudado por Reis et al. (2007). Todos os predadores em questão são relatados na cultura cafeeira (REIS; TEODORO; PEDRO NETO, 2000; SILVA et al., 2010).

Entretanto, diferentemente deste estudo, Mesa, Braun e Bellotti (1990) relataram que *E. concordis*, comparado com os outros fitoseídeos em estudo e alimentados com *M. tanajoa* e *T. urticae*, foi o predador que apresentou menor taxa intrínseca de aumento populacional e menor taxa líquida de reprodução, sendo as duas espécies oferecidas como alimento pertencentes à mesma família da presa *O. ilicis*, que foi o alimento oferecido a *E. concordis* neste estudo. Essas diferenças podem ser devido às condições experimentais de cada trabalho, como temperatura, umidade, fotoperíodo e também à espécie de presa oferecida como alimento.

É conhecido que quanto maior for a razão finita de aumento, maior será o crescimento diário da população. A razão finita (λ) de *E. concordis* foi de 1,18, um pouco maior do que as apresentadas por Reis, Chiavegato e Alves (1998) para o predador *I. zuluagai* (1,13), por Reis et al. (2007a) para o predador *A. compositus* (1,13) e por Reis et al. (2007) para o predador *A. herbicolus* (1,16). Reis e Alves (1997) apresentaram a razão finita de aumento de *E. alatus* de 1,2, semelhante à de *E. concordis*, neste trabalho.

Um predador será efetivo como agente de controle biológico na redução de uma determinada população de praga, se o r_m desse for, pelo menos, igual ao da praga (LENTEREN, 2000). Reis, Alves e Souza (1997), ao estudarem a biologia do ácaro *O. ilicis*, relataram que a duração média de uma geração (T) foi de 20 dias, com a população aumentando 20 vezes (R_0) nesse período. A taxa

finita de crescimento observada foi de 1,16 (λ) e a população desse ácaro dobrou a cada 4,8 dias. A taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) foi de 0,149, menor que a taxa finita de crescimento observada no presente estudo, para o predador *E. concordis* (0,17).

Todavia, os predadores estão sujeitos a diversos fatores ambientais e ecológicos (precipitação, vento, temperatura, produção de teia e exúvias) que podem alterar sua capacidade reprodutiva e desenvolvimento, tanto em casa de vegetação como em campo, visto que as condições de laboratório são consideradas ideais para a reprodução e o desenvolvimento do ácaro (GANJISAFFAR; FATHIPOUR; KAMALI, 2011; MORAES; LIMA, 1983).

4.2 Potencial de predação e respostas funcional e numérica de *Euseius concordis* sobre as diferentes fases do desenvolvimento de *Oligonychus ilicis*

4.2.1 Potencial de predação

Houve efeito significativo na interação predador-presa, mostrando que existe relação entre os diferentes estágios do predador (adulto fêmea, adulto macho, ninfa e larva) com todos os diferentes estágios da presa (ovo, larva, ninfa e adulto). Todas as fases de *E. concordis* consumiram todas as fases de *O. ilicis*. De acordo com a análise dos dados, houve diferença significativa em todas as fases do *O. ilicis*, ovo ($F_{3;36} = 5,62$; $P < 0,000$), larva ($F_{3;36} = 7,68$; $P < 0,000$), ninfa ($F_{3;36} = 30,51$; $P < 0,000$) e adulto ($F_{3;36} = 12,63$; $P < 0,000$), consumidas por todas as fases do predador *E. concordis* (Tabela 5).

A fase de larva de *O. ilicis* foi a mais consumida por todas as fases do predador, seguida das ninfas. A fase de ovo foi a menos consumida por todas as fases de desenvolvimento do predador (Tabela 5 e Figura 2).

As fêmeas adultas do predador foram as mais eficientes na predação de todas as fases de *O. ilicis*, predando 65,7% das ninfas, 54% das larvas, 37% dos adultos e 6,7% dos ovos. As ninfas também apresentaram alta capacidade de predação, sendo a segunda fase mais eficiente (Tabela 5 e Figura 2). Os machos e larvas predaram menos fases imaturas de *O. ilicis* que as outras fases do predador, sendo a fase de larva do predador a menos eficiente (Tabela 5 e Figura 2).

Tabela 5 - Número de ácaros *Oligonychus ilicis* predados (Média±EP) em seus diferentes estágios do desenvolvimento por larva, ninfa e adulto (macho e fêmea) do ácaro predador *Euseius concordis* (n = 30), em laboratório, a 25 °C, 70±10% de UR e 14 horas de fotofase.

Tratamento	Estágios de <i>O. ilicis</i> ¹				
	Ovo	Larva	Ninfa	Adulto	Total
Adulto (fêmea)	2,03 ± 0,94 b D	16,20 ± 2,16 a B	19,70 ± 2,09 a A	11,10 ± 4,84 a C	12,25 ± 1,36 a
Adulto (macho)	4,40 ± 2,46 a B	8,60 ± 1,61 c A	5,70 ± 0,94 b B	4,60 ± 0,80 b B	5,82 ± 0,59 b
Ninfa	1,04 ± 0,79 b C	12,4 ± 1,54 b A	6,50 ± 1,26 b B	5,10 ± 0,46 b B	6,26 ± 0,84 b
Larva	1,82 ± 0,53 b B	5,80 ± 1,03 d A	2,80 ± 0,36 c B	2,60 ± 0,40 b B	3,25 ± 0,39 c
Total	2,30 ± 0,42 D	10,75 ± 1,00 A	8,68 ± 1,22 B	5,85 ± 0,67 C	
Valor de p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e de maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste Scott-knott (P≤0,05).

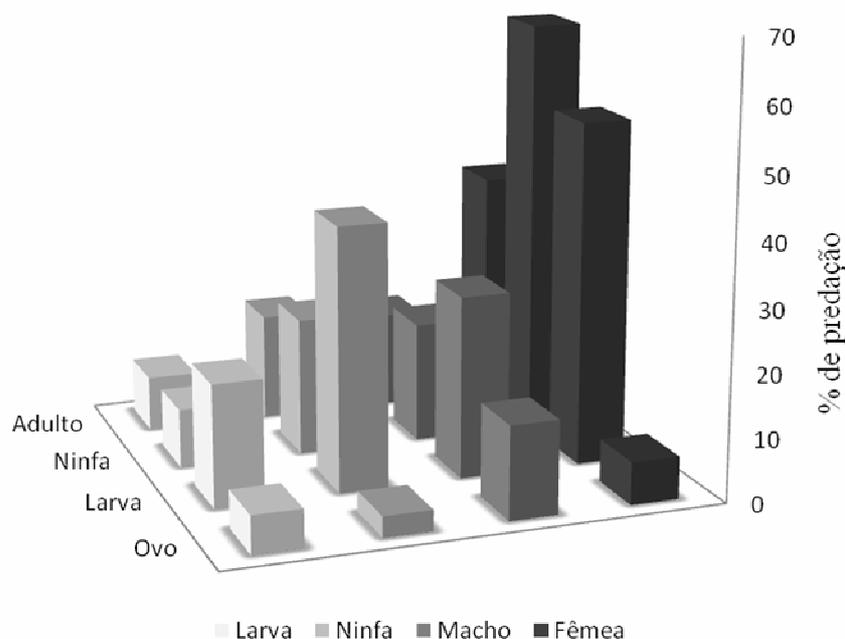


Figura 2 Porcentagem de predação de *Oligonychus ilicis* em seus diferentes estágios do desenvolvimento, por larva, ninfa e adulto macho e fêmea de *Euseius concordis*, em laboratório, a 25 °C, 70±10% de UR e 14 horas de fotofase.

A aceitação de *O.ilicis* como fonte alimentar indica que *E. concordis* pode desempenhar papel de agente de controle biológico em cafeeiro. O estágio de fêmea adulta dos fitoseídeos é considerado o mais voraz na predação, o que foi evidente nos dados obtidos neste trabalho. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos visando o manejo do ácaro da leprose em citros por meio da predação por *E. concordis*, realizados por Komatsu e Nakano (1988), em que a fase adulta foi a mais eficiente na predação das demais fases de *B. phoenicis*, predando 61,41% das formas jovens. Resultados semelhantes também foram obtidos por Gravena et al. (1994), quando estudaram o ácaro *Euseius*

citrifolius Denmark & Muma, 1970, predando o ácaro *B. phoenicis*, em citros. Esses autores relatam a eficiência da fêmea do predador em comparação com as demais fases. Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007) estudaram a capacidade predatória de *Amblyseius compositus* Denmark & Muma, 1973 predando *B. phoenicis* e se referem às fêmeas como estágio mais eficiente do predador.

O mesmo foi relatado por Franco et al. (2007), quando estudaram o potencial de predação de três espécies de fitoseídeos sobre *O. ilicis*. Tanto para *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, 1972, como para *Amblyseius herbicolus* (Chant, 1959) e *E. citrifolius*, as fêmeas foram as mais eficientes na predação de *O. ilicis*. Os dados são similares aos apresentados por Reis, Teodoro e Pedro Neto (2000), quando estudaram a atividade predatória de *I. zuluagai* e *Euseius alatus* DeLeon, 1966 e concluíram que, para ambos os predadores, o estágio de fêmea adulta foi mais eficiente no consumo de todas as fases do desenvolvimento de *B. phoenicis*, principalmente as fêmeas do *E. alatus*. Marafeli et al. (2011) relataram, em estudo sobre a atividade predatória do ácaro *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954), que as fêmeas e os machos foram as fases mais eficientes na predação de *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Tetranychidae), consumindo 86,3% e 54,8% dos ácaros, respectivamente.

O fato de as fêmeas serem mais vorazes que as demais fases do predador pode ser, possivelmente, pelo fato de serem maiores, apresentarem mais agilidade, maior mobilidade e um elevado gasto energético para a produção de ovos, necessitando, assim, de um maior consumo de presas. Essas características são as que tornam os fitoseídeos mais estudados e utilizados no controle biológico (McMURTRY; HUFFAKER; VRIE, 1970; MORAES, 1991).

A fase de larva dos predadores foi a menos eficiente na predação, talvez pelo tamanho reduzido, mas não deixando de exercer atividade predatória. Alguns autores relataram que várias espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae não se alimentam na fase de larva (CHANT, 1959; MA; LAING,

1973; MORAES; McMUTRY, 1981; PUTMAN, 1962), entretanto, este fato não foi constatado no presente trabalho, bem como também por Gravena et al. (1994), Reis, Huffaker e Vrie (2000) e Franco et al. (2007). Contudo, Reis e Alves (1997), quando estudaram a biologia de *E. alatus* e Reis, Chiavegato e Alves (1998), em estudos da biologia de *I. zuluagai*, verificaram que tanto as larvas de *I. zuluagai* como de *E. alatus* não foram vistas se alimentando, porém, esses trabalhos foram feitos com pólen de *R. communis*.

Quanto à atividade predatória das ninfas, observou-se que elas foram a segunda fase mais eficiente na predação, após o estágio de fêmea adulta, contribuindo para o controle da população de *O. ilicis*. Esta observação se assemelha com as relatadas por Franco et al. (2007), Gravena et al. (1994), Reis, Teodoro e Pedro Neto (2000), Reis et al. (2007) e Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007).

As fases de ninfa e larva de *O. ilicis* foram mais predadas que outras fases. Provavelmente, isso ocorre pelo menor tamanho dessas fases em comparação com a adulta e também por serem menos ágeis, constituindo presas mais fáceis, fato também constatado por Franco et al. (2007), Gravena et al. (1994), Komatsu e Nakano (1988, Reis, Teodoro e Pedro Neto (2000), Reis et al. (2007) e Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007). Marafeli et al. (2011) observaram que todas as fases de *N. californicus* consumiram mais larvas de *T. urticae* que outros estágios.

Os adultos e os ovos foram menos consumidos por todas as fases do predador *E. concordis*; os ovos, provavelmente pela dificuldade em romper o córion, e os adultos, talvez, por serem maiores, o que dificulta a imobilização da presa. Resultados similares foram obtidos por Franco et al. (2007), Gravena et al. (1994), Reis, Teodoro e Pedro Neto (2000), Reis et al. (2007) e Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007).

Franco et al. (2007) observaram que os ovos de *O. ilicis* foram mais predados pelas fêmeas e ninfas de *I. zuluagai*, porém, as espécies *E. citrifolius* e *A. herbicolus* consumiram menos ovos, o que se assemelha aos dados apresentados pelo predador *E. concordis*, neste estudo (Figura 1).

4.2.2 Respostas funcional e numérica

Pelos resultados obtidos verifica-se que a predação (resposta funcional) e a oviposição (numérica) de *E. concordis* aumentam em função do aumento da densidade de presa, apresentando correlação positiva e altamente significativa (Figuras 3 e 4), com coeficiente de determinação igual a 0,96 e 0,71, respectivamente, com cerca de 100 a 80% de predação até a densidade 1,4 ácaros *O. ilicis*/cm², e oviposição máxima de 1,3 ovo/dia nas densidades de 9,8 e 17,6 presas/cm² (Tabela 6, Figuras 3 e 4).

De acordo com análises de regressão, a resposta funcional seguiu o modelo linear ($F= 242,89$; $P < 0,001$), representada pela equação $y = 0,2892x + 3,3896$ e $R^2 = 0,96$. Desse modo, infere-se uma resposta funcional do tipo I, em que o número de presas consumidas por uma fêmea do predador eleva-se linearmente (Figura 3), resposta que, conforme Hassel (1978), é típica de artrópodes aquáticos e a resposta tipo II de artrópodes predadores e parasitoides.

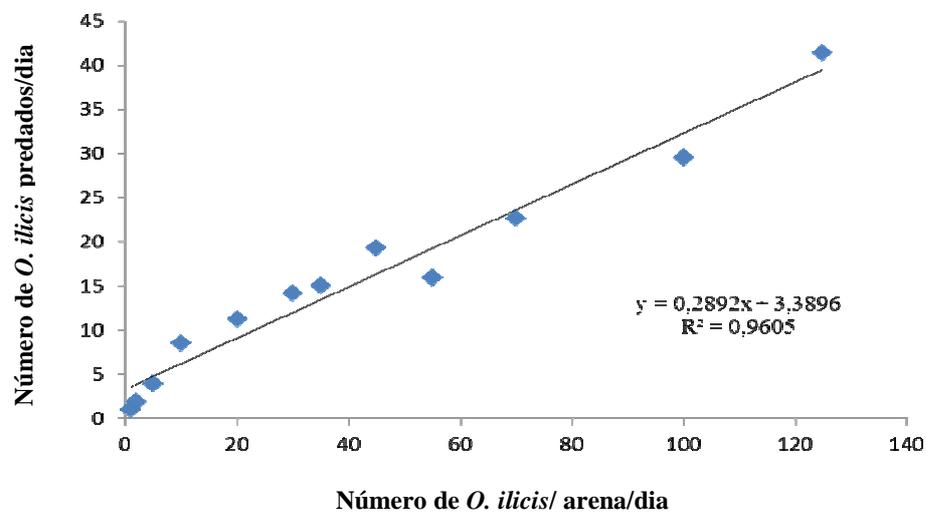


Figura 3 Número de *Oligonychus ilicis* predados por uma fêmea de *Euseius concordis* por dia, de acordo com a densidade oferecida, em laboratório, a 25 °C, 70±10% de UR e 14 horas de fotofase.

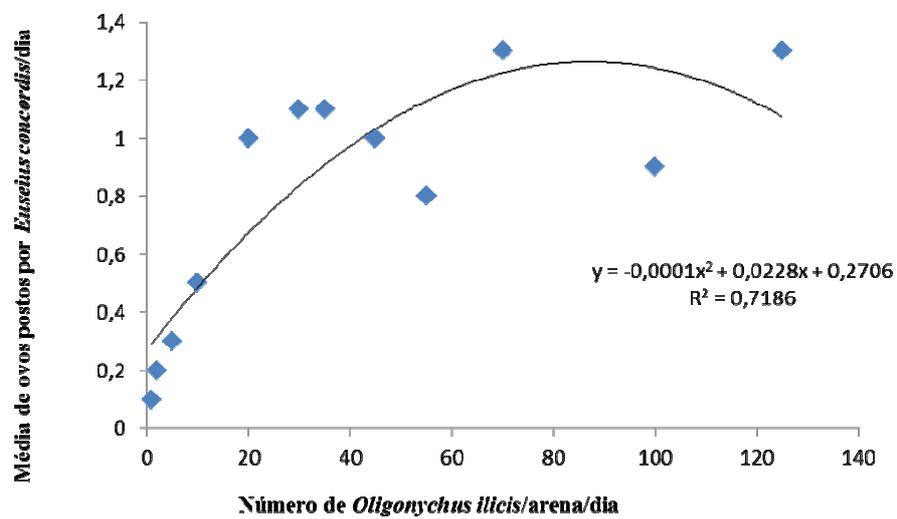


Figura 4 Número de ovos postos por uma fêmea de *Euseius concordis* por dia, de acordo com a densidade de *Oligonychus ilicis* oferecida, em laboratório, a 25 °C, 70±10% de UR e 14 horas de fotofase.

Tabela 6 Respostas funcional e numérica do ácaro predador *Euseius concordis*, tendo como presa o ácaro praga *Oligonychus ilicis*, em laboratório, a 25 ± 2 °C, $70\pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase.

Densidade de presa		Número (Média±EP)		Predação (%)
Por arena de 3 cm Ø	Ácaros/cm ²	Consumo (presa/dia)	Ovos/dia	
1	0,1	1,0±0,0	0,10±0,05	100,0
2	0,3	1,92±0,03	0,23±0,04	95,0
5	0,7	4,0±0,29	0,30±0,07	80,0
10	1,4	8,51±0,25	0,50±0,08	85,0
20	2,8	11,29±0,44	1,03±0,09	56,5
30	4,2	14,23±0,90	1,12±0,09	47,3
35	4,9	15,01±0,75	1,12±0,08	42,9
45	6,3	19,28±1,85	1,03±0,08	42,9
55	7,7	15,90±3,86	0,83±0,12	28,9
70	9,8	22,70±1,97	1,30±0,13	32,4
100	14,1	29,50±3,90	0,91±0,13	29,5
125	17,6	41,40±1,86	1,30±0,05	33,1

O modelo predador-presa relatado por Koehler (1999), em geral, suporta a observação de que o controle de ácaros por predadores é muito eficiente, particularmente em baixas densidades de presa. Os ácaros da família Phytoseiidae, importante ácaros predadores, se incluem nesta observação, sendo à qual pertence a espécie *E. concordis*, utilizada neste estudo.

Muitos trabalhos realizados com fitoseídeos apresentam uma resposta funcional do tipo II, o que não foi observado neste estudo para *E. concordis*. Os

resultados aqui obtidos são iguais aos apresentados por Chant (1961) que observou resposta do tipo I para o predador *T. occidentalis*, quando alimentado de *T. urticae*. Reis et al. (2003) estudaram o efeito da densidade de presa nas respostas funcional e numérica das espécies *I. zuluagai* e *E. alatus* e relataram que o ácaro predador *I. zuluagai* apresentou resposta funcional do tipo I e *E. alatus*, resposta do tipo II.

Sarmiento et al. (2011), estudando os ácaros predadores *I. zuluagai* e *E. concordis* no controle *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Tarsonemidae) e *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales, 1977 (Acari: Tetranychidae), relataram que *I. zuluagai* consumiu mais *P. latus* que *T. bastosi*, e *E. concordis* predou tanto *T. bastosi* como *P. latus*, mas o número de presas mortas foi sempre menor em comparação com *I. zuluagai*. No entanto, concluíram que as duas presas são adequadas para o desenvolvimento de *I. zuluagai* e *E. concordis*.

Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007), estudando a história de vida de *A. compositus* predando *B. phoenicis*, encontraram resposta funcional do tipo II, com predação máxima entre 30 e 35 *B. phoenicis*/arena/fêmea. Reis et al. (2007) também estudaram a história de vida de *A. herbicolus* alimentado de *B. phoenicis* e verificaram que a predação e a oviposição de *A. herbicolus* aumentaram com o aumento densidade de presas, com uma correlação positiva e altamente significativa. Estes autores sugeriram, de acordo com a análise de regressão, uma resposta funcional do tipo II, com predação máxima diária de, aproximadamente, 35 *B. phoenicis*/cm²/fêmea adulta. Marafeli et al. (2011), estudando *N. californicus* predando *T. urticae*, concluíram que o predador apresentou uma resposta funcional do tipo II, predando, no máximo, 60 espécimes de *T. urticae* por dia. Ali, Naif e Huang (2011) estudaram a resposta funcional de *Neoseiulus womersleyi* (Schicha, 1975) alimentado com *Tetranychus macfarlanei* Baker & Pritchard, 1960, e relataram que o predador

apresentou resposta funcional do tipo II, sugerindo que ele poderia ser um agente de controle biológico altamente eficiente de *T. macfarlanei*, pelo menos em baixa densidade de presa.

Fantinou et al. (2012) mostraram, em seus estudos sobre a taxa de consumo, que a resposta funcional do predador *Iphiseius degenerans* (Berlese, 1889), quando alimentado em densidades crescentes com *T. urticae* e *Eutetranychus orientalis* (Klein, 1936) (Tetranychidae), apresentou resposta funcional do tipo II, que é comum para a maioria dos predadores fitoseídeos (SABELIS, 1986).

O número de ovos postos por *E. concordis* por dia aumentou em função do número de presas consumidas e começou a decrescer após atingir um ponto máximo de 1,3 ovo/dia (Tabela 6 e Figura 4). A resposta numérica (oviposição) seguiu o modelo de regressão polinomial de segunda ordem ($F = 11,493$; $P = 0,008$) representada pela equação $y = -0,0001x^2 + 0,0228x + 0,2706$ e $R^2 = 0,71$ (Figura 4).

Nas densidades maiores, a taxa de oviposição de *E. concordis* foi maior que nas densidades menores (Tabela 6, Figura 4). Esse fato sugere que, quando expostos a densidades maiores de presas, as fêmeas se alimentam mais, devido ao alto gasto energético utilizado na reprodução. Esses resultados são coerentes com os apresentados por Reis, Teodoro e Pedro Neto (2007), para o predador *A. compositus*, que relataram que a oviposição máxima do predador foi de 1,4 ovo/dia, na densidade de 9,8 presas/cm² (= 70 presa/arena de 3 cm). Corroboram também os resultados obtidos por Reis et al. (2003), com as duas espécies de predadores estudadas, *I. zuluagai* e *E. alatus*, e os de Marafeli et al. (2011), em estudos com o predador *N. californicus*. Em ambos os trabalhos, os autores relataram que a oviposição aumentou com o aumento da densidade de presa. Porém, Ferla e Moraes (2003) relataram que *E. concordis* colocou cerca de um ovo por fêmea por dia, quando alimentado com pólen de *Typha angustifolia*

(taboa), enquanto que, com os demais alimentos estudados, que foram cinco espécies de pragas, a oviposição foi significativamente menor e sempre muito baixa.

Moraes e Lima (1983), em estudo da biologia de *E. concordis*, verificaram que o pólen de *R. communis* foi mais favorável à oviposição do ácaro do que quando foi alimentado com *A. lycopersici*, sendo que, quando alimentado com o eriofídeo *A. lycopersici*, a média de oviposição foi de 1,7 e com pólen, foi de 2,1.

Em geral, as fêmeas de fitoseídeos necessitam da presença do macho para que produzam ovos (HUFFAKER, 1958; CHANT, 1959) e, na sua ausência, podem parar de ovipositar. Esse fato, talvez, tenha ocorrido neste trabalho pela menor oviposição de *E. concordis* neste estudo, visto que o mesmo ficou confinado durante 8 dias sem a presença do macho.

Em condições de laboratório, *E. concordis* reduziu a população de *O. ilicis*, em altas e em baixas densidades de presa em cafeeiro, demonstrando, assim, ser um importante inimigo natural dessa praga. Portanto, *E. concordis* deve ser preservado e, se possível, ter sua população aumentada mediante um manejo integrado.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que, em condições de laboratório, *E. concordis* pode ser criado com *O. ilicis*, apresentando crescimento populacional satisfatório e características biológicas muito semelhantes às de outras espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae encontrados em cafeeiro.

A espécie *E. concordis* se desenvolve rapidamente, tendo um ciclo de vida considerado curto, característica favorável a um predador.

E. concordis mostra-se eficiente na predação de *O. ilicis*, predando todas as fases de desenvolvimento da presa.

A aceitação de *O. ilicis* como fonte alimentar indica que *E. concordis* desempenha um papel de agente de controle biológico do ácaro-vermelho-do-cafeeiro, em baixas e altas densidades da praga e, por ser de ocorrência natural em cafeeiros no Brasil, deve ser conservado e, se possível, ter aumentada a sua população.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, p. 265-267, 1925.

AGRIFANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010. p. 212-230.

ALI, M. P.; NAIF, A. A.; HUANG, D. Prey consumption and functional response of a phytoseiid predator, *Neoseiulus womersleyi*, feeding on spider mite, *Tetranychus macfarlanei*. **Journal of Insect Science**, v. 11, n. 167, p. 1-11, 2011.

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in numbers. In: _____. (Ed.). **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago, 1954. p. 31-54.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **A lenda do café**. 2009. Disponível em:
<<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>>.
Acesso em: 1 ago. 2012.

BELLOWS JR., T. S.; DRIESCHE, R. G. van; ELKINTON, J. S. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 37, p. 587-614, 1992.

BOSCH, R. van den; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. P. Life table analysis in population ecology. In: _____. (Ed.). **An introduction to biological control**. New York: Plenum, 1982. Chap.7, p. 95-116.

BROGGIO, C.; DROULERS, M.; GRANDJEAN, P. A dinâmica territorial da cafeicultura brasileira: dois sistemas de produção em Minas Gerais. **Revista Território**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 6, p. 73-91, 1999.

CALZA, R.; SAUER, H. F. G. A aranha vermelha dos cafezais. **O Biológico**, São Paulo, v. 18, n. 12, p. 201-208, 1952.

CAREY, J. R. **Applied demography for biologists with special emphasis on insects**. New York: Oxford University, 1993. 206 p.

- CHANT, D. A. Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part II. A taxonomic review of the family Phytoseiidae, with descriptions of 38 new species. **The Canadian Entomologist**, Quebec, v. 12, p. 45-166, 1959. Supplement.
- CHANT, D. A. The effect of prey density on prey consumption and oviposition in adults of *Typhlodromus (T.) occidentalis* Nesbitt (Acarina: Phytoseiidae) in the laboratory. **Canadian Journal of Zoology**, revue canadienne de zoologie, Ottawa, v. 39, p. 311-315, 1961.
- CHANT, D. A. The Phytoseiidae: external anatomy. In: RELLE, W.; SABELIS, M. W. (Ed.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam, 1985. v. 1B, p.5-9.
- COLARICCIO, A. et al. Mechanical transmission and ultrastructural aspects of citrus leprosis disease. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 208-213, 1995.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira, café safra 2012: terceira estimativa, setembro/2012**. Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/levantamentos de safra](http://www.conab.gov.br/levantamentos-de-safra)>. Acesso em: 1 out. 2012.
- COPPEL, H. C.; MERTINS, J. M. **Biological insect pest suppression**. New York: Springer-Verlag, 1977. 314 p.
- CROFT, B. A.; BAAN, H. E. van de. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 4, p. 277-300, 1988.
- DAMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2004.
- DÍEZ-RODRIGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 2, p. 311-316, 2001.
- FANTINOU, A. A. et al. Consumption rate, functional response and preference of the predaceous mite *Iphiseius degenerans* to *Tetranychus*

urticae and *Eutetranychus orientalis*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 58, p. 133–144, 2012.

FERLA, N. J.; MORAES, G. J. Oviposição dos ácaros predadores *Agistemus floridanus* Gonzales, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant e Baker) (Acari) em resposta a diferentes tipos de alimentos. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 153-155, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FLECHTMANN, C. A. H. **Elementos de acarologia**. São Paulo: Nobel, 1975. 344 p.

FRANCO, R. A. et al. Dinâmica populacional de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em cafeeiro e de fitoseídeos associados a ele. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 38-46, 2008.

FRANCO, R. A. et al. Influência da Teia de *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) sobre os Fitoseídeos Predadores Associados. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, p. 97-100, 2010.

FRANCO, R. A. et al. Potencial de predação de três espécies de fitoseídeos sobre *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae). **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 175-182, Jul./Dec. 2007.

GANJISAFFAR, F.; FATHIPOUR, Y.; KAMALI, K. Effect of temperature on prey consumption of *Typhlodromus bagdasarjani* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 37, n. 6, p. 556-560, Dec. 2011.

GRAVENA, S. et al. *Euseius citrifolius* Denmark & Muma predation on citrus leprosis mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 209-218, 1994.

HASSEL, M. P. **The dynamics of arthropod predator-prey systems**. Princeton: Princeton University, 1978. 237 p.

HERRON, G. A.; EDGE, V.; ROPHAIL, J. Clofentezine and hexythiazox resistance in *Tetranychus urticae* Koch in Australia. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, p. 433-440, 1993.

HOY, M. A. Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 30, p. 345-370, 1985.

HUFFAKER, C. B. Experimental studies on predation: dispersion factors and predator-prey oscillations. **Hilgardia: a journal of agricultural science**, Berkeley, v. 27, p. 343-383, 1958.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Cultivo do café conillon. In: _____. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1985. p. 527-556.

KITAJIMA, E. W. et al. Short rod-like particles associated with citrus leprosis. **Virology**, New York, v. 50, p. 254-258, 1972.

KOEHLER, H. H. Predatory mites (Gamasina, Mesostigmata). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1/3, p. 395-410, June 1999.

KOMATSU, S. S.; NAKANO, O. Estudo visando o manejo do ácaro da leprose em citros através do ácaro predador *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae). **Laranja**, Cordeirópolis, v. 9, p. 125-146, 1988.

LENTEREN, J. C. van. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy. **Crop Protection**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 375-384, July 2000.

LENTEREN J. C. van; WOETS, J. Biological and integrated pest control in greenhouses. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 33, p. 239-269, 1988.

MA, W. L.; LAING, J. E. Biology, potential for increase and prey consumption of *Amblyseius chilensis* (Dosse) (Acarina: Phytoseiidae). **Entomophaga**, Paris, v. 18, p. 47-60, 1973

MARAFELI, P. P. et al. *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) preying in different life stages of *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Acarologia**, Paris, v. 51, n. 4, p. 499-506, 2011.

- MARTINS, A. L. **História do café**. São Paulo: Contexto, 2008. 316 p.
- McMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 42, p. 291-321, 1997.
- McMURTRY, J. A.; HUFFAKER, C. B.; VRIE, M. van de. Ecology of Tetranychidae mites and their natural enemies: a revision. **Hilgardia**: a journal of agricultural science, Berkeley, v. 40, n. 11, p. 331-390, Dec. 1970.
- MELO, J. W. da S. et al. Biologia do ácaro predador *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) em diferentes temperaturas. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 391-396, 2009.
- MESA, N. C.; BRAUN, A. R.; BELLOTTI, A. C. Comparison of *Mononychellus progresivus* and *Tetranychus urticae* as prey for five species of phytoseiid mites. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 9, p. 159-168, 1990
- MINEIRO, J. L. C. et al. Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea* spp.) no estado de São Paulo, Brasil. Parte I. Mesostigmata. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 1, p. 37-46, 2009.
- MINEIRO, J. L.C. et al. Diversidade de ácaros (Arachnida: Acari) em *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo, nos municípios de Jariquera e Garça, Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, 15 p. 2006.
- MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 225-237.
- MORAES, G. J. de. Controle biológico dos ácaros fitófagos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, p. 55-62, 1991.
- MORAES, G. J. et al. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, Auckland, v. 434, p. 1-494, 2004.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.

MORAES, G. J.; LIMA, H. C. Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) a predator of tomato russet mite. **Acarologia**, Paris, v. 24, n. 3, p. 251-255, 1983.

MORAES, G. J.; McMURTRY, J. A. Biology of *Amblyseius citrifolius* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). **Hilgardia**: a journal of agricultural science, Berkeley, v.49, p. 1-49, 1981.

MORAES, G. J. Perspectivas para o uso de predadores no controle de ácaros fitófagos no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 263-270, 1992.

MUMA, M. H. Food habits of Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) including common species on Florida citrus. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 54, n. 1, p. 21-34, 1971.

OLIVEIRA, A. C. B.; MALUF, M. P. Diversidade em *Coffea sp*. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n. 1, 2007.

OLIVEIRA, H. et al. A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, Orlando, v. 42, p. 105–109, 2007.

OMOTO, C. Manejo da resistência de ácaros e insetos aos produtos químicos na citricultura. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 16, p. 187-208, 1995.

PEDIGO, L. P.; ZEISS, M. R. Developing a degree-day model for predicting insect development. In: _____. (Ed.). **Analyses in insect ecology and management**. Ame: Iowa State University, 1996. p. 67-74.

PRICE, P. W. **Insect ecology**. 2. ed. New York: J. Wiley, 1984. 607 p.

PUTMAN, W. L. Life history and behavior of the predaceous mite *Typhlodromus caudiglans* Schuster (Acarina: Phytoseiidae) in Ontario, with notes on the prey of related species. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 94, p. 163-177, 1962.

REIS, P. R. Ácaro-vermelho. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 7, n. 72, p. 14-17, 2005.

- REIS, P. R.; ALVES, E. B. Biologia do ácaro predador *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 359-363, 1997.
- REIS, P. R.; ALVES, E. B.; SOUZA, E. O. Biologia do ácaro-vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 260-266, 1997.
- REIS, P. R.; CHAGAS, S. J. R. Relação entre o ataque do ácaro-plano e da mancha-anular com indicadores da qualidade do café. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, n. 25, p. 72-76, 2001.
- REIS, P. R.; CHIAVEGATO, L. G.; ALVES, E. B. Biologia de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 185-191, 1998.
- REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café arábica**: do plantio a colheita. Lavras: EPAMIG Sul de Minas, 2010. v. 1, 896 p.
- REIS, P. R. et al. Effect of prey density on the functional and numerical response of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 3 p. 461-467, 2003.
- REIS, P. R. et al. Life history of *Amblyseius herbicolus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) on coffee plants. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 282-287 2007.
- REIS, P. R. et al. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 265-274, 1998.
- REIS, P. R.; SILVA, C. M. da; CARVALHO, J. G. de. Fungicida cúprico atuando como fator de aumento da população do ácaro *Oligonychus (O.) ilicis* (McGregor, 1919) (Acari: Tetranychidae) em cafeeiro. **Fitopatologia**, Lima, v. 9, n. 2, p. 67, 1974.
- REIS, P. R.; SOUZA, E. O.; ALVES, E. B. Seletividade de produtos fitossanitários ao ácaro predador *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 350-355, 1999.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Pragas do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 323-378.

REIS, P. R.; TEODORO, A. V.; PEDRO NETO, M. História de vida de *Amblyseius compositus* Denmark & Muma predando *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Phytoseiidae, Tenuipalpidae). **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 150-158, July/Dec. 2007.

REIS, P. R.; TEODORO, A. V.; PEDRO NETO, M. Predatory activity of Phytoseiidae mites on the developmental stages of coffee ringspot mite (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 547-553, 2000.

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

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

SABELIS, M. W. The functional response of predatory mites to the density of two-spotted spider mites. In: METZ, J. A. J.; DIEKMANN, O. (Ed.). **Dynamics of physiologically structured populations**. Berlin: Springer. 1986. p. 298-328.

SANDERSON, J. P.; McMURTRY, J. A. Life history studies of the predaceous mite *Phytoseiulus hawaiiensis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 35, n. 3, p. 227-234, 1984.

SARMENTO, R. A. et al. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 53, n. 3 p. 203–214, Mar. 2011.

SATO, M. E. et al. Resistência do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) a diversos acaricidas em morangueiro (*Fragaria* sp.) nos municípios de Atibaia-SP e Piedade-SP. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 19, p. 40-46, 1994.

SEREIA, V. J.; CAMARA, M. R.; CINTRA, M. V. Competitividade internacional do complexo cafeeiro brasileiro e paranaense. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 557-578, 2008.

SIGMAPLOT. 2004. **For windows, version 9.01**. Systat Software, 2004.

SILVA, E. A. et al. Fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) associados a cafezais e fragmentos florestais vizinhos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1146-1153, 2010.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.

SPONGOSKI, S.; REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. Acarofauna da cafeicultura de cerrado em Patrocínio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 9-17, 2005.

TANIGOSHI, L. K. et al. Influence of temperature on population increase of *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 68, p. 979-986, 1975.

TEIXEIRA, T. D. Política estratégica para a cafeicultura brasileira. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2002. p. 169-176.

VIDAL, C.; KREITER, S. Resistance to a range of insecticides in the predaceous mite *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae): Inheritance and physiological mechanisms. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 88, n. 5, p. 1097-1105, Oct. 1995.

WATANABE, M. A. et al. Controle biológico do acaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 75-81, jan./abr. 1994.