**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Criação em larga escala de *Euseius concordis* e sua eficácia como
agente de controle biológico de *Aculops lycopersici* (Acari:
Phytoseiidae, Eriophyidae) em tomateiros**

Elias Soares de Figueiredo

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2017**

Elias Soares de Figueiredo
Licenciado em Ciências Biológicas

Criação em larga escala de *Euseius concordis* e sua eficácia como agente de controle biológico de *Aculops lycopersici* (Acari: Phytoseiidae, Eriophyidae) em tomateiros

Orientador:
Prof. Dr. **GILBERTO JOSE DE MORAES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

Piracicaba
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Figueiredo, Elias Soares de

Criação em larga escala de *Euseius concordis* e sua eficácia como agente de controle biológico de *Aculops lycopersici* (Acari: Phytoseiidae, Eriophyidae) em tomateiros / Elias Soares de Figueiredo. - - Piracicaba, 2017.

55 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Ácaros predadores 2. Controle biológico 3. Criação massal 4. Pólen I.
Título

AGRADECIMENTOS

Ao criador do universo, obrigado pela força.

Ao Dr. José Eudes de Moraes Oliveira e Dra. Carla Patrícia Oliveira de Assís, da Embrapa Semi-árido, pela colaboração na coleta de *Euseius concordis* para a realização do presente trabalho.

Aos meus pais Raimundo Foro de Figueiredo e Mirian Soares de Figueiredo pelas orações, incentivo, por entenderem minha ausência neste período e por sempre acreditarem em mim.

A todos os membros de minha família que me incentivam sempre na busca pelo conhecimento e aprendizado.

Ao meus amigos Marcia Danizett Venâncio e Dr. Wilton Pires pela amizade e pela palavras de incentivo nos momentos difíceis.

Às amigadas que fiz durante o período de mestrado e que se tornaram pessoas importantes que levarei comigo, Karen Missi, Murilo Gaspar, Camila Gatcher, Taciana Azevedo, Fernando Sujimoto.

À equipe do Laboratório de Acarologia, pela amizade e ajuda em determinados momentos de atividades, em especial aos doutorandos Marcia Daniela dos Santos, Carlos Alberto Ojeda, Elsa Liliana Molina, Fernanda Esteca e ao Dr. Jandir Cruz Santos.

Aos meus professores de graduação, em especial a professora Evanira Santos, que mesmo longe me apoiaram e me incentivaram durante este período.

À Dra. Cristiane Krug, da Embrapa Amazônia Ocidental, pela amizade, pelo grande incentivo em minha carreira profissional desde a graduação. Pelos conselhos nos momentos difíceis, pela preocupação, por acreditar em mim. Também agradeço o fornecimento do pólen de dendê usado no experimento.

À Dra. Flávia Batista Gomes, da Embrapa Amazônia Ocidental, pela amizade, pelo incentivo e por toda a atenção que me foi dada em todos os momentos que a procurei.

À Profa. Dra. Sônia Maria De Stefano Piedade, do Departamento do Departamento de Ciências Exatas (ESALQ/USP) pela imensa colaboração com as análises estatísticas em nosso trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa durante o mestrado.

À equipe da Biblioteca Central ESALQ/USP pela imensa colaboração na busca de artigos e por todos os demais serviços prestados.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, por toda a estrutura fornecida, tornando possível este trabalho.

Ao Programa de Pós graduação em Entomologia, sob a coordenação do Prof. Dr. Luiz Fernando Cênsoli, por todo o apoio necessário durante o período do mestrado.

Ao Prof. Dr. Gilberto José de Moraes pela convívio neste período. Agradeço sua disponibilidade em orientar-me durante o mestrado. Sou grato pela forma como sua orientação foi conduzida, compartilhando conhecimento, ensinamento, possibilitando êxito na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS	14
2. DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA A PRODUÇÃO EM LARGA ESCALA DO PREDADOR FITOSEÍDEO <i>Euseius concordis</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE)	19
RESUMO	19
ABSTRACT	19
2.1. INTRODUÇÃO	20
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.2.1. ESTABELECIMENTO DA COLÔNIA	22
2.2.2. SOBREVIVÊNCIA DE <i>Euseius concordis</i> SOBRE FOLHAS DE DIFERENTES PLANTAS NA AUSÊNCIA DE ALIMENTO SUPLEMENTAR	22
2.2.3. AUMENTO POPULACIONAL DE <i>Euseius concordis</i> EM PLANTAS DE <i>Canavalia ensiformis</i> COM ADIÇÃO DE PÓLEN	24
2.2.4. COMPOSIÇÃO DO PÓLEN DE <i>Typha domingensis</i> E <i>Elaeis guineensis</i>	26
2.2.5. PARÂMETROS BIOLÓGICOS E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE <i>E. concordis</i>	26
2.3. RESULTADOS	27
2.3.1. SOBREVIVÊNCIA DE <i>Euseius concordis</i> SOBRE FOLHAS DE DIFERENTES PLANTAS NA AUSÊNCIA DE ALIMENTO SUPLEMENTAR	27
2.3.2. AUMENTO POPULACIONAL DE <i>Euseius concordis</i> EM PLANTAS DE <i>Canavalia ensiformis</i> COM ADIÇÃO DE PÓLEN	28
2.3.3. COMPOSIÇÃO DO PÓLEN DE <i>Typha domingensis</i> E <i>Elaeis guineensis</i>	29
2.3.4. PARÂMETROS BIOLÓGICOS E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE <i>Euseius concordis</i>	30
2.4. DISCUSSÃO	31
REFERÊNCIAS	33
3. EFICÁCIA DE <i>Euseius concordis</i> COMO AGENTE DE CONTROLE DE <i>Aculops lycopersici</i> EM TELADO	37
RESUMO.....	37
ABSTRACT.....	37
3.1. INTRODUÇÃO.....	38
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	40
3.2.1. LIBERAÇÃO DE <i>Euseius concordis</i> E SUPRIMENTO DE ALIMENTO	41
3.2.2. LIBERAÇÃO DE <i>Aculops lycopersici</i>	42

3.2.3. AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DOS ÁCAROS	43
3.2.4. AVALIAÇÃO DE INJÚRIAS	43
3.2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	44
3.3. RESULTADOS	44
3.3.1. DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE <i>Aculops lycopersici</i>	44
3.3.2. DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE <i>Euseius concordis</i> em tomateiros	45
3.3.3. INJÚRIA CAUSADA POR <i>Aculops lycopersici</i>	47
3.4. DISCUSSÃO	47
REFERÊNCIAS	50
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55

RESUMO

Criação em larga escala de *Euseius concordis* e sua eficácia como agente de controle biológico de *Aculops lycopersici* (Acari: Phytoseiidae, Eriophyidae) em tomateiros

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L., assume mundialmente grande importância econômica na cadeia produtiva de olerícolas, contribuindo para a geração de empregos e renda. Este cultivo está susceptível à incidência de pragas e doenças durante todo o seu ciclo. Insetos e ácaros pragas causam danos em todas as regiões em que o tomateiro é cultivado, exigindo cuidados constantes e muitos tratos culturais para evitar perdas da produtividade da cultura. Dentre os ácaros fitófagos, *Aculops lycopersici* (Massee) (Eriophyidae), microácaro do tomateiro, assume grande importância econômica na cultura. Embora o uso de produtos químicos seja o principal método de combate às pragas deste cultivo, outros métodos menos explorados podem apresentar potencial adequado. Existe hoje interesse em se viabilizar o controle biológico de *A. lycopersici* com o uso de ácaros predadores. Dentre estes, *Euseius concordis* (Chant) (Phytoseiidae) parece apresentar grande potencial. Diante disso, existe a necessidade de se estabelecer métodos piloto de criação em larga escala deste predador, tornando possível seu uso em campo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de se estabelecer um método piloto de criação em larga escala deste predador com o uso de pólen polvilhado sobre plantas de *Canavalia ensiformis* L. em condições de laboratório, e de avaliar seu potencial de predação sobre *A. lycopersici* em tomateiro, em telados. Os resultados mostraram que a provisão de pólen de *Typha domingensis* (Pers.) sobre plantas de *C. ensiformis* permite a produção de grandes números de *E. concordis* em condições controladas. Mostraram também que este predador pode causar redução considerável da densidade de *A. lycopersici* quando liberado à quantidade de 60 a 120 predadores de maneira preventiva em tomateiros, com a provisão paralela de pólen de *T. domingensis*. Estudos complementares que visem ao uso prático desse processo devem envolver a liberação de 60 a 120 predadores por planta e avaliação do efeito durante todo o ciclo fenológico da cultura.

Palavras-chave: Ácaros predadores; Controle biológico; Criação massal; Pólen

ABSTRACT

Large scale production of *Euseius concordis* and its effectiveness as biological control agent of *Aculops lycopersici* (Acari: Phytoseiidae; Eriophyidae) on tomato plants

Worldwide, *Solanum lycopersicum* L. is one of the main horticultural crops, contributing to the generation of jobs and income. This crop is susceptible to the incidence of pests and diseases throughout its cycle. Insects and pest mites cause damage in all regions where the tomato is grown, requiring constant care and numerous cultural treatments to avoid losses of crop yield. Among the phytophagous mites, *Aculops lycopersici* (Massee), the tomato russet mite, is of great economic importance to this crop. Although the use of chemicals is the main method of pest control on this crop, other alternative methods may have adequate potential. There is great interest now on the use of biological methods including the use of predatory mites for the control of *A. lycopersici*. Among these predators, *Euseius concordis* (Chant) (Phytoseiidae) seems to present great potential. Given this, there is a need to establish methods of pilot large scale production of this predator, making possible its use in the field. The objective of this work was to evaluate the possibility of establishing a pilot large scale production method of this predator with the use of pollen provisioned on plants of *Canavalia ensiformis* L. under laboratory conditions and to evaluate its predation potential on *A. lycopersici* on tomato plants, in a screen-house. The results showed that the provision of pollen of *Typha domingensis* (Pers.) on *C. ensiformis* plants allows the production of large numbers of *E. concordis* under controlled conditions. They also showed that this predator can cause a considerable reduction of the density of *A. lycopersici* when released at the quantity of 60 to 120 predators per tomato plant with the parallel supply of pollen of *T. domingensis*. Complementary studies envisioning the practical use of this process should involve the releasing 60 to 120 predators per plant and evaluating the effect during the whole phenological cycle of the crop.

Keywords: Predatory mites; Biological control; Large scale rearing; Pollen

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Tipo de unidade experimental utilizada na avaliação da sobrevivência de <i>Euseius concordis</i> na ausência de presa	23
FIGURA 2. Gaiola telada onde foi estabelecido a criação de <i>Euseius concordis</i> sobre plantas de <i>Canavalia ensiformis</i> (A); ponteira fixada na haste da planta para a liberação do predador (B)	25
FIGURA 3. Tipo de unidade experimental utilizada na determinação dos parâmetros da tabela de vida de <i>Euseius concordis</i> alimentado com pólen de taboa	27
FIGURA 4. Região basal da planta de tomateiro mostrando a fixação da ponteira de micropipeta para liberação de <i>Euseius concordis</i>	42
FIGURA 5. Folíolos de tomateiro com aspersão de pólen após a liberação de <i>Euseius concordis</i>	42
FIGURA 6. Níveis de injúrias causadas por <i>Aculops lycopersici</i> em folíolos de tomateiro, cada um correspondente à nota constante no círculo azul	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Período médio de sobrevivência e oviposição de <i>Euseius concordis</i> obtidos de colônias mantidas em folhas/folíolos de <i>Canavalia ensiformis</i> ou <i>Solanum lycopersicum</i> e transferidos para unidades de criação constituídas de folhas/folíolos de quatro espécies vegetais	28
TABELA 2. Números médios de ácaros obtidos em 90 plantas de <i>Canavalia ensiformis</i> providas de pólen de duas espécies vegetais em um período de 21 dias, após a liberação de 300 fêmeas adultas de <i>Euseius concordis</i> , e respectivas taxas instantânea de reprodução	29
TABELA 3. Proporções (%) dos constituintes de pólen desidratado de <i>Typha domingensis</i> (obtido em Piracicaba, São Paulo) e <i>Elaeis guineensis</i> (obtido em Manaus, Amazonas)	29
TABELA 4. Duração (dias $\pm$ desvio padrão) e sobrevivência (%) dos estágios imaturos e fases adultas e parâmetros da tabela de vida de fertilidade de <i>Euseius concordis</i> alimentados com <i>Typha domingensis</i> a 25 ± 1 °C, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase	30
TABELA 5. Número médio de <i>Aculops lycopersici</i> e <i>Euseius concordis</i> (N= 200) por folíolo de tomateiro nos estratos apical, mediano e basal em cada tratamento em 15 e 30 dias após a liberação da praga nos tomateiros em telado, de acordo com o número de predadores liberados por planta	46
TABELA 6. Médias de notas de injúrias ($\pm$ desvio padrão) atribuídas às plantas de tomateiro após quatro semanas de infestação com <i>Aculops lycopersici</i> em telado de acordo com diferentes níveis de liberação do predador <i>Euseius concordis</i>	47

1. INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça originária da região andina da América do Sul. Foi domesticada no México de onde foi levada à Europa, sendo hoje cultivada amplamente em várias regiões do globo (Filgueira, 2000; Almeida, 2006; Naika et al., 2006).

Ocupa o primeiro lugar em valor e segundo em volume de produção e consumo dentre as hortaliças (IBGE, 2015; Cunha et al., 2014).

Dados da FAOSTAT indicam que em 2014 foram produzidas cerca de 134 milhões de toneladas de tomate no mundo. China, Índia, Estados Unidos da América, Turquia, Egito, Irã, Itália, Espanha, Brasil e México são, pela ordem, os maiores produtores. A produção chinesa corresponde a 39,5% da produção mundial.

O Brasil é o maior produtor da América Latina. Cerca de 60% da produção brasileira concentra-se nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, sendo Goiás, São Paulo e Minas Gerais os maiores estados produtores. No entanto, a produção brasileira corresponde a apenas cerca de 3,2% da produção mundial (IBGE, 2015).

A cultura é formada por duas cadeias produtivas distintas, caracterizadas pelos segmentos de mesa, em que os frutos são destinados ao consumo *in natura*, e de indústria, destinados ao processamento (Melo e Vilela, 2005). Cada cadeia tem suas características no que diz respeito ao plantio, processamento, beneficiamento e comercialização. Do total produzido, cerca de 70% é destinado ao consumo *in natura* e 30% ao processamento industrial (Oriani et al., 2011).

Assim como algumas outras hortaliças, o tomateiro está sujeito ao ataque de várias pragas e doenças. Estes ataques podem ocorrer em qualquer fase do cultivo, desde a germinação até a colheita, causando grandes prejuízos. Isto exige cuidados constantes e inúmeros tratos culturais afim de evitar maiores perdas na cultura (Leite, 2004; Luz et al., 2007).

Os ataques são causados principalmente por nematoides, fungos, bactérias, vírus, insetos e ácaros. Dentre os insetos e ácaros, os danos podem ser causados principalmente pela injúria aos órgãos vegetais, injeção de toxinas ou transmissão de vírus (Pereira et al., 2008; Firdaus et al., 2012; Moura et al., 2014; Murungi et al., 2014).

Dentre os ácaros fitófagos, *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae) e *Aculops lycopersici* (Massee) (Eriophyidae) são os que assumem maior importância econômica, causando danos em todas as regiões onde o tomateiro é cultivado (Moraes e Flechtmann, 2008). Em certas regiões, também *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard causa danos significativos (Ferrero et al., 2008).

Aculops lycopersici, microácaro ou ácaro-do-bronzeamento do tomateiro, apresenta ampla distribuição, ocorrendo em todas as regiões onde o tomateiro é cultivado. Além do tomateiro, tem também sido relatado em mais de vinte e quatro hospedeiros, das famílias Convolvulaceae, Rosaceae e Solanaceae. Entretanto, danos significativos têm sido relatados apenas em tomateiro (Moraes e Flechtmann, 2008; Gerson e Weintraub, 2007; Lara et al., 2012).

O microácaro desenvolve-se rapidamente em condições favoráveis, podendo sua população aumentar consideravelmente em poucas semanas (Ramalho, 1978; Moraes et al., 1986). A visualização deste é dificultada por seu tamanho reduzido, sendo sua presença detectada apenas quando começam aparecer os sintomas nas plantas (Haque e Kawai, 2002). Estes sintomas, as vezes podem ser confundidos com aqueles causados por deficiência nutricional da planta, por vírus ou distúrbios fisiológicos (Kashyap e Sharma, 2015).

Os sintomas são percebidos inicialmente na região basal da planta, aparecendo gradualmente nas partes medianas e apical a medida que o ácaro move-se pra cima. Ataca as hastes e os folíolos, introduzindo os estiletes no tecido vegetal retirando o conteúdo celular, causando a ruptura do parênquima, resultando em crescimento anormal das plantas (Leite et al., 1999). Provoca o bronzeamento dessas estruturas, culminando com secamento e morte da planta. Se o ataque ocorrer no período de frutificação da cultura, podem ocorrer abortamento das flores, e os frutos não se desenvolvem de forma adequada, apresentando rachaduras e epiderme áspera, inviabilizando a comercialização do produto (Mason e Huber, 2002; Moraes e Flechtmann, 2008).

O principal método de controle do microácaro é o uso de produtos químicos (Moraes e Flechtmann, 2008). O volume dos produtos utilizados está relacionado à capacidade de injúria do ácaro e às exigências cosméticas do produto. Atualmente, 14 produtos são registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para esta finalidade (AGROFIT, 2017).

Entretanto, os produtos químicos são muitas vezes utilizados erroneamente, aumentando os custos de produção, além dos danos econômicos, sociais e aos agroecossistemas (Moraes et al., 1986). O uso indiscriminado de produto químico pode também contribuir para a resistência da praga dificultando seu manejo no campo (Bueno et al., 2016).

Existe hoje interesse em se viabilizar o uso de outros métodos de controle do microácaro no tomateiro. Dentre estes está o controle biológico. Algumas espécies de ácaros predadores das famílias Phytoseiidae, Stigmaeidae e Iolinidae têm sido estudados para esta finalidade (Carrilo et al., 2015).

Vários trabalhos têm sido conduzidos avaliando-se o microácaro como presa a diferentes predadores. Em laboratório, os fitoseídeos estudados foram *Euseius concordis* (Chant) (Moraes e Lima, 1983); *Neoseiulus cucumeris* Oudemans, *Neosiulus fallacis* (Garman) e *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Brodeur et al., 1997); *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Castagnoli et al., 2003); *Typhlodromalus lailae* (Schica) (Steiner et al., 2003); *Amblyseius andersoni* (Chant) (Fischer et al., 2005; Lara et al., 2012); *Typhlodromus athiasae* Porath e Swirski, *Paraseiulus talbii* (Athias-Henriot) (Momen e Khalek, 2008); *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Momen e Khalek, 2008; Park et al., 2010); *Proprioseiopsis badri* (Yousef & El-Borolossy) (Momen et al., 2014). Ainda em laboratório, foram também estudados o estigmeídeo *Agistemus exsertus* Gonzalez (Osman e Zaki, 1986) e o iolinídeo *Homeopronematus anconai* (Baker) (Heissen e Perring, 1986; Brodeur et al., 1997; Kawai e Haque, 2004).

Em casa-de-vegetação, foram avaliados os fitoseídeos, *N. californicus* e *N. cucumeris* (Trottin-Caudal et al., 2003), assim como *E. concordis* (Lopes, 2015). Dentre os predadores avaliados em laboratório ou casa-de-vegetação, apenas *A. andersoni*, *P. talbii*, *P. persimilis* e *P. badri* não foram considerados promissores.

Os fitoseídeos do gênero *Euseius* Wainstein estão associados a diversas culturas, sendo também comuns na vegetação natural (Sato et al., 1994; Reis et al., 2000; Demite et al., 2014, 2017). Os resultados de Moraes e Lima (1983) despertaram o interesse de Lopes (2015) em continuar a avaliação da possibilidade de uso de *E. concordis* para o controle desta praga. Os resultados conseguidos por aquela autora sugeriram a possibilidade de que a praga pudesse ser controlada com a liberação do predador na fase inicial de ataque ao tomateiro.

Sabe-se que além do hábito predatório, espécies de *Euseius* alimentam-se também de pólen e mesmo da própria planta hospedeira (Adar et al., 2012; McMurtry et al., 2013). Esta característica permite se assumir que a disponibilização de pólen em tomateiros possa incrementar a eficiência do controle biológico do microácaro com a liberação de *E. concordis*. Grãos de pólen são hoje utilizados comercialmente como suplemento para sustentar predadores liberados preventivamente nas culturas (Abou-setta et al., 1997; Nomikou et al., 2010; Duarte et al., 2015).

As hipóteses do presente trabalho são de que pólen possa ser utilizado sobre plantas em condições controladas para a produção em larga escala de *E. concordis*, e que liberações estratégicas deste predador em tomateiros, com a disponibilização de pólen, possam levar ao controle efetivo do microácaro.

Referências

- Adar E, Inbar M, Gal S, Doron N, Zhang ZQ, Palevsky E, (2012). Plant-feeding and non-plant feeding phytoseiids: differences in behavior and cheliceral morphology. *Exp. Appl. Acarol.* 58: 341-357
- Abou-Setta MM, Fouly AH, Hilders CC, (1997). Biology of *Proprioseiopsis rotundus* (Acari: Phytoseiidae) reared on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) or pollen. *Florida Entomologist* 80: 27-34
- AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 10 agosto, 2017
- Almeida DP, (2006). Manual de culturas hortícolas. Editorial Presença, vol II, 3972
- Bueno VHP, Lenteren JC, Bettiol W, Ravensberg W, (2016). Controle Biológico em cultivo protegido. In: Halfeld-Vieira BA, Marinho-Prado JS, Nechet KL, Morandi MAB, Bettiol W. Defensivos agrícolas naturais. Uso e perspectivas. Embrapa Meio Ambiente, DF. 457-504
- Brodeur J, Bouchard A, Turcotte G, (1997). Potential of four species of predatory mites as biological control agents of the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Massee) (Eriophyidae). *The Canadian Entomologist* 129: 1-6
- Castagnoli M, Simoni S, Liguori M, (2003). Evaluation of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) as a candidate for the control of *Aculops lycopersici* (Tryon) (Acari: Eriophyoidea): a preliminary study. *Redia* 86: 97-100

- Cunha JPB, Machado TA, Santos FL, Coelho LM, (2014). Perdas na colheita de tomate industrial em função da regulação da colhedora. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 44: 363-369
- Carrillo D, Moraes GJ, Peña JP, (2015). Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. *Progress in biological control* v. 19: 44-56
- Demite PR, McMurtry JA, Moraes GJ, (2014). Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa* 3795: 571-577
- Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC, (2017). Phytoseiidae database. Available from: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae (accessed 09/08/2017)
- Duarte MVA, Venzon M, Bittencourt MCS, Rodríguez-Cruz FA, Pallini A, Janssen A, (2015). Alternative food promotes broad mite control on chilli pepper plants. *BioControl* 60, 817-825
- FAOSTAT (2014). Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 26 Jun. 2017
- Ferrero M, Kreiter S, Tixier MS, (2008). Ability of *Phytoseiulus longipes* to control spider mite pests on tomato in European greenhouses. 6^o European Congress of Acarology, Jul 2008, Montpellier, France. Universidad Politecnica de Valencia.
- Filgueira FAR, (2000). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 402
- Fischer S, Kloetzli F, Falquet L, Celle O, (2005). An investigation on biological control of the tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Massee) with *Amblyseius andersoni* (Chant). *IOBC-WPRS Bull.* 28, 99-102
- Firdaus S, Heusden AWW, Hidayati N, Supena EDJ, Visser RGF, Vosman B, (2012). Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. *Euphytica* 187: 31-45
- Gerson U, Weintraub PG, (2007). Review Mites for the control of pests in protected cultivation. *Pest Management Science* 63: 658-676
- Haque MM, Kawai I, (2002). Population growth of tomato russet mites, *Aculops lycopersici* (Acari, Eriophyidae) and its injury effect on the growth of tomato plants. *Journal of the Acarology Society of Japan* 11: 1-10
- Heissen NA, Perring TM, (1986). Feeding habits of the Tydeidae with evidence of *Homeopronematus anconai* (Acari: Tydeidae) predation on *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). *International Journal of Acarology* 12: 215-221
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), (2015). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/agropecuaria/ispa/>. Acesso em: 19 agosto, 2017

- Kawai A, Haque MM, (2004). Population dynamics of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Massee), and its natural enemy, *Homeopronematus anconai* (Baker). Japan Agricultural Research Quarterly 38: 161-166
- Kashyap L, Sharma DC, (2015). Infestation and management of russet mite, *Aculops lycopersici* in tomato, *Solanum lycopersicum*, under protected environment in North-Western India. Environment & Ecology 33: 87-90
- Lara L, Cano M, Salvador E, Tellez MM, (2012). Evaluación de la eficacia de *Amblyseius andersoni* (Chant) em el control biológico de *Aculops lycopersici* (Massee) en cultivo de tomate de invernadero. Bol. San. Veg. Plagas 38: 203-211
- Leite GLD, Picanço M, Guedes RNC, (1999). Influence of canopy height and fertilization levels on the resistance of *Lycopersicon hirsutum* to *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). Exp. Appl. Acarol. 33: 633-642
- Leite GLD, (2004). Tomato resistance to pest. Unimontes Científica 6: 129-140
- Luz JMQ, Shinzato AV, Silva MAD, (2007). Comparison of conventional and organic tomato growing under protected cultivation. Biosciência 23: 7-15
- Lopes PC, (2015). Eficiência de populações de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) e espécies afins no controle de microácaro-do-tomateiro, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Tese de doutorado, Piracicaba
- Mason PG, Huber JT, (2002). Biological Control Programmes in Canada 1981-2000. Bulletin of Entomological Research 5: 27-29
- Melo PCT, Vilela NJ, (2005). Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. Horticultura Brasileira 23: 154-157
- Moraes GJ, Ramalho FS, Oliveira CAV, Freire LC, (1986). Artrópodos associados ao tomateiro industrial em Petrolina, PE, e a racionalização do uso de defensivos agrícolas. Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido - CPATSA. Boletim de pesquisa, 28: 12-30
- Moraes GJ, Lima HC, (1983). Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) a predator of the tomato russet mite. Acarologia 24: 251-255
- Momen FM, Abdel-Khalek A, (2008). Effect of the tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae) on the development and reproduction of three predatory phytoseiid mites. International Journal of Tropical Insect Science 28: 53-57
- Momen FM, Metwally AEM, Nasr AEK, Abdallah AA, Saleh KM, (2014). Life history of *Proprioseiopsis badri* feeding on four eriophyid mite species (Acari: Phytoseiidae and Eriophyidae). Phytoparasitica 42: 23-30

- Moraes GJ, Flechtmann CHW, (2008). Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos Ed.: 176-177
- McMurtry JA, Moraes GJ, Famah Sourassou N, (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic & Applied Acarology* 18: 297-320
- Moura AP, Michereff Filho M, Guimarães JA, Liz RS, (2014). Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial. Embrapa Hortaliças, Circular técnica 129. ISSN 1415-3033: 1-24
- Murungi LK, Salifu D, Masinde P, Wesonga J, Nyende A, Knapp M, (2014). Effects of the invasive tomato red spider mite (Acari: Tetranychidae) on growth and leaf yield of African nightshades. *Crop Protection* 59: 57-62
- Nomikou M, Sabelis MW, Janssen A, (2010). Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *BioControl* 55: 253-260
- Naika S, Jeude JVL, Goffau M, Hilmi M, Dam B, (2006). A cultura do tomate. Produção, processamento e comercialização. Agrodok 17. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen: 7-10
- Osman AA, Zaki AM, (1986). Studies on the predation efficiency of *Agistemus exsertus* Gonzalez (Acarina, Stigmaeidae) on the eriophyid mite *Aculops lycopersici* (Massee). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 59: 135-136
- Oriani MAG, Vendramin JD, Vasconcelos CJ, (2011). Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera, Aleyrodidae) on tomato genotypes. *Sci Agric*. 68: 37-4
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R, (2010). Predation, development, and oviposition by the predatory mite *Amblyseius swirkii* (Acari: Phytoseiidae) on tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). *J. Econ. Entomol.* 103: 563-69
- Pereira GVN, Maluf WR, Gonçalves LD, Nascimento IR, Gomes AA, Licursi V, (2008). Selection towards high acylsugar levels in tomato genotypes and its relationship with resistance to spider mite (*Tetranychus evansi*) and to the South American pinworm (*Tuta absoluta*). *Ciênc. Agrotec.* 32: 996-1004
- Ramalho FS, (1978). Níveis de infestação de *Aculops lycopersici* (Massee, 1937) em diferentes fases de desenvolvimento do tomateiro. *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira* 7: 26-29
- Reis PR, Chiavegato LG, Alves EB, Souza EO, (2000). Ácaros da família Phytoseiidae associados ao citros no município de Lavras, Sul de Minas Gerais. *A. Soc. Entomol. Brasil.* 29: 95-104

- Sato ME, Raga A, Cerávolo LC, Rossi AC, Potenza MR, (1994). Ácaros predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, Estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23, 435-441
- Steiner YM, Goodwin S, Wellham TM, Barchia MI, Spohr LJ, (2003). Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromalus lailae* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae). *Australian Journal of Entomology* 42, 131-137
- Trottin-Caudal Y, Fournier C, Leyre JM, (2003). Biological control of *Aculops lycopersici* (Massee) using the predatory mites *Neoseiulus californicus* McGregor and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) on tomato greenhouse crops. *Integrated Crop Protection and Organic Production*, Avignon: 153-157

2. DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA A PRODUÇÃO EM LARGA ESCALA DO PREDADOR FITOSEÍDEO *Euseius concordis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE)

Resumo

Várias espécies de ácaros predadores, principalmente os da família Phytoseiidae, apresentam grande potencial de predação de ácaros fitófagos e insetos-praga. Algumas destas espécies estão sendo comercializados por dezenas de empresas, principalmente na América do Norte, Ásia e Europa e hoje também no Brasil. Dentre os fitoseídeos, *Euseius concordis* (Chant) tem mostrado resultados interessantes quanto a predação de ácaros fitófagos em alguns cultivos. É um ácaro comumente encontrado no Brasil e em outros países americanos em várias culturas, principalmente em frutíferas, mas também em tomateiro, sendo comuns e abundantes também na vegetação nativa que ocorre no entorno destes cultivos. O objetivo deste trabalho foi determinar a viabilidade de produção de *E. concordis* em plantas de *Canavalia ensiformis* L. suplementadas com pólen *Typha domingensis* (Pers.) (taboa) e *Elaeis guineensis* Jacquin (dendê) para sua alimentação. Inicialmente os ácaros foram mantidos em folhas/folíolos destacados de *Solanum lycopersicum* L., *Canavalia ensiformis* L., *Rosa x Amora* L. e *Citrus x Limonia* Osbeck, avaliando o tempo de sobrevivência e oviposição na ausência de alimento. Os melhores resultados foram obtidos com plantas de *C. ensiformis* e estas foram utilizadas para estabelecer a criação em larga escala do predador tendo como alimento os dois tipos de pólen. O pólen de taboa apresentou o melhor resultado na criação e foi utilizado para construir a tabela de vida do predador. Os resultados mostraram que a provisão de pólen de taboa em plantas de *C. ensiformis* permite a produção de grandes quantidades de *E. concordis*. Estudos futuros poderão confirmar a viabilidade econômica do uso de pólen de taboa na produção em larga escala deste predador para uso no controle biológico.

Palavras-chave: Ácaros predadores; *Euseius*; MIP; Produção em larga escala

Abstract

Several species of predatory mites, especially those of the family Phytoseiidae, present great potential of predation of phytophagous mites and pest insects. Some of these species are being marketed by dozens of companies, mainly in North America, Asia and Europe and now also in Brazil. Among the phytoseiids, *Euseius concordis* (Chant) has shown interesting results regarding the predation of phytophagous mites in several crops. It is a mite commonly found in Brazil and other American countries in several crops, mainly on fruit, but also in tomato plants, being common and abundant also in the native vegetation that occurs around these crops. The objective of this work was to determine the viability of *E. concordis* production in plants of *Canavalia ensiformis* L. supplemented with pollen for their food. Initially the mites were kept in prominent leaves / leaflets of *Solanum lycopersicum*, *Canavalia ensiformis*, *Rosa x Amora* and *Citrus x Limonia*, evaluating the survival time and oviposition in the absence of food. The best results were obtained with *C. ensiformis* plants and these were used to establish the mass rearing of the predator with pollen from *Typha domingensis*

(Pers.) (cattail) and *Elaeis guineensis* Jacquin (oil palm). The cattail pollen presented the best result in the creation and was used to realize the table of life of the predator. The results showed that the provision of cattail pollen in *C. ensiformis* plants allows the production of large quantities of *E. concordis*. Future studies may confirm the economic viability of using cattail pollen in the mass production of this predator for use in biological control.

Keywords: Predatory mites; *Euseius*; MIP; Large-scale

2.1. Introdução

O manejo integrado de pragas tem se mostrado cada vez mais importante, principalmente no que diz respeito a diminuição de defensivos agrícolas no combate às pragas. Neste contexto, estudos com ácaros predadores que apresentam potencial de regulação de pragas têm sido cada vez mais requeridos dentro do controle biológico (Carrilo et al., 2015).

Muitas espécies de ácaros predadores, principalmente os da família Phytoseiidae, apresentam grande potencial de predação de ácaros fitófagos e insetos, como tripes e moscas-brancas (Cuellar et al., 2001; Carrilo et al., 2015). Algumas destas espécies estão sendo comercializados por dezenas de empresas, principalmente na América do Norte, Ásia e Europa e hoje também no Brasil.

As espécies de fitoseídeos pertencentes ao gênero *Euseius* Wainstein têm sido relatadas como bons predadores de várias espécies de ácaros fitófagos e em diversos cultivos (Zhimo e McMurtry, 1990; Furtado e Moraes, 1998; Liu et al., 2006; Melo et al., 2009; Cardoso et al., 2010; Costa et al., 2012; Put et al., 2016). Dentre as espécies deste gênero, *Euseius concordis* (Chant) apresenta resultados interessantes quanto à predação de ácaros fitófagos (Sarmiento et al., 2011; Costa et al., 2014; Lopes, 2015; Marques et al., 2015). É um ácaro comumente encontrado no Brasil e em outros países americanos em várias culturas como citros, morango, tomateiro, mandioca, entre outras, sendo comuns e abundantes também na vegetação natural que ocorre no entorno destes cultivos (Sato et al., 1994; Demite et al. 2014, 2017; Cavalcante et al., 2017). Há situações que algumas espécies de predadores são encontradas em diferentes espécies vegetais, em que não existem pragas ou outra fonte alimentar de que este possa se alimentar, sugerindo que estes se mantenham vivos retirando nutriente do próprio substrato, favorecendo sua permanência local (Porres et al., 1975;

Magalhães e Bakker, 2002; Adar et al., 2012). Esta característica já foi observada em outras espécies de fitoseídeos ocorrendo, provavelmente, também com *E. concordis*.

Pólen tem sido usado para a manutenção várias espécies em condições de laboratório, principalmente para aquelas consideradas polinípagas (Duso et al., 2004; Rodriguez-Cruz et al., 2013), muito embora estes predadores possam facultativamente alimentar-se de grande número de insetos e ácaros-pragas (McMurtry et al., 2013). A exploração de alimentos como grãos de pólen, néctar e exsudados permite que o ácaro permaneça na cultura e na vegetação circundante mesmo quando presas estão ausentes ou escassas. Este recurso alimentar fornece importantes elementos nutricionais tais como proteínas, aminoácidos, carboidratos, lipídios, vitaminas, flavonoides e minerais (Goleva e Zebit, 2013). Estes elementos variam em quantidade entre os diferentes tipos de pólen, interferindo na qualidade nutricional disponível, influenciando na dinâmica populacional dos ácaros, assim como a digestibilidade e assimilação de nutrientes (Marques et al., 2014).

Tendo em vista a boa aceitação de pólen como alimento por *E. concordis*, este pode ser usado para se estabelecer criação em larga escala do predador em condições de laboratório. Outros ácaros predadores utilizados comercialmente e que apresentam o mesmo hábito alimentar de *E. concordis* são mantidos em casa de vegetação com suplemento de grãos de pólen sobre a cultura após a liberação em campo, favorecendo a manutenção, estabelecimento, aumento populacional e sobrevivência destes, principalmente quando a população de ácaros fitófagos se encontra em baixa densidade (Nomikou et al., 2010; Delisle e Brodeur, 2015).

Dada a importância de *E. concordis* para o uso em programas de controle biológico, existe a necessidade de se estabelecer métodos de criação em larga escala do predador, tornando possível o seu uso em campo. O objetivo deste trabalho foi determinar a viabilidade de produção de *E. concordis* em plantas suplementadas com pólen para sua alimentação. Neste sentido, o primeiro aspecto a ser avaliado referiu-se ao tipo de planta a ser utilizado (tomando em conta o fato de que tem sido demonstrado que ácaros deste gênero podem se alimentar da planta em que se encontra) e o segundo, o tipo de pólen. Avaliações preliminares indicaram a adequação de folíolos de *Canavalia ensiformis* L. para esta finalidade. Portanto, procurou-se inicialmente confirmar este fato, comparando-se o desempenho do predador em quatro espécies vegetais (incluindo *C. ensiformis*) como substrato vegetal, avaliando-se a seguir duas fontes de pólen, de *Typha domingensis* (Pers.) e

Elaeis guineensis Jacquin, facilmente disponíveis, avaliando-se em seguida a eficiência de um processo com o substrato e os pólenes escolhidos, em um sistema piloto de produção.

2.2. Material e métodos

2.2.1. Estabelecimento da colônia

A população de *E. concordis* utilizada no experimento foi coletada no município de Petrolina – PE (Brasil), em plantas de *Manihot esculenta* Crantz, visto que em estudos preliminares a população do predador coletado nesta região apresentou bons resultados de predação em *Aculops lycopersici* (Masse). Cerca de quarenta ácaros foram coletados no campo (entre maio e julho de 2016) para o estabelecimento das colônias.

A manutenção das colônias e os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola de Ensino Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). Os ácaros foram mantidos em unidades de criação semelhante à utilizada por McMurtry e Scriven (1965), mas cujo substrato constituiu de folhas de *C. ensiformis*. Os predadores foram alimentados com pólen de mamona (*Ricinus communis* L.) adicionado sobre uma lamínula e substituído a cada dois dias. As colônias foram mantidas em câmara climatizada, a $25,0 \pm 1$ °C, $70,0 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase. Os testes foram iniciados após as colônias conterem o número suficiente para a condução do trabalho, cerca de cinco meses após a coleta dos ácaros.

2.2.2. Sobrevivência de *Euseius concordis* sobre folhas de diferentes plantas na ausência de alimento suplementar

Quatro espécies vegetais foram avaliadas neste teste: *Solanum lycopersicum* L., *Canavalia ensiformis* L., *Rosa x Amorosa* L. e *Citrus x limonia* Osbeck (limão-cravo). Cada planta constituiu um tratamento.

As unidades experimentais foram constituídas de bandejas plásticas (16 x 22 x 7 cm) com pedaços de espuma de polietileno (2 cm de altura) em seu interior e adicionada água destilada para manter os folíolos umedecidos. Folhas/folíolos das

plantas avaliadas foram colocados sobre a espuma, com a face ventral voltada para cima, com as bordas cobertas com tiras de algodão umedecido para evitar a fuga dos ácaros (Figura 1).

Figura 1. Tipo de unidade experimental utilizada na avaliação da sobrevivência de *Euseius concordis* na ausência de presa.

Para verificar o possível efeito do substrato em que os predadores foram criados inicialmente, este teste foi realizado com predadores procedentes das colônias mantidas no laboratório em folhas de *C. ensiformis* e predadores coletados em tomateiros infestados por *Aculops lycopersici* (Massee) em que *E. concordis* havia sido liberado para a avaliação de sua eficácia no controle daquele ácaro.

Aproximadamente duzentas fêmeas adultas foram retiradas ao acaso das colônias de manutenção e transferidas com auxílio de um pincel para uma unidade experimental para obtenção dos ovos. Após 24 h, as fêmeas foram devolvidas às colônias e os ovos foram mantidos nas unidades em que foram obtidos. As larvas foram alimentadas com pólen de *R. communis* até a idade adulta. Após a emergência dos adultos, machos e fêmeas foram deixados juntos permitindo a cópula por um período de 24 horas. Após este período, as fêmeas foram individualizadas em cada folíolo das plantas escolhidas. Após este procedimento nenhum tipo de alimento foi oferecido ao ácaro. Com auxílio de um estereomicroscópio, cada folíolo foi observado diariamente, determinando a presença de ovos e sobrevivência das fêmeas, iniciando-se 24 horas após a individualização dos ácaros e continuando até a morte destes. Os

ovos encontrados no primeiro dia de avaliação não foram contabilizados, pois poderiam ser resultados da alimentação que o ácaro consumiu anteriormente.

O experimento foi conduzido em cinco etapas (cada um correspondendo a um bloco), sendo realizadas 10 repetições de cada planta em cada etapa. As bandejas foram mantidas em câmara climatizada, a $25,0 \pm 1$ °C, $70,0 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase.

Ambos os dados de sobrevivência e oviposição foram testados para normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados de sobrevivência foram considerados normais e por isso analisados pelo teste Tukey. Já os dados de oviposição não foram considerados normais, sendo analisados pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis.

2.2.3. Aumento populacional de *Euseius concordis* em plantas de *Canavalia ensiformis* com adição de pólen

As mudas de *C. ensiformis* foram produzidas em vasos plásticos (3 L), semeando-se 15 sementes por vaso, mantendo-os em telado.

Quando as plantas atingiram cerca de 15 cm de altura, os vasos foram divididos em dois grupos de seis vasos, sendo cada grupo um tratamento, mantido no interior de uma gaiola telada medindo 80 x 110 x 50 cm colocado em uma bancada dentro da sala de criação (Figura 2A).

Um grupo de plantas foi polvilhado com aproximadamente 3 mg de pólen de taboa (*Typha domingensis* Pers.; tratamento 1) e outro com a mesma quantidade de grãos de pólen de dendê (*Elaeis guineensis* Jacquin; tratamento 2). O pólen de taboa foi coletado no campus da ESALQ em Piracicaba, no estado de São Paulo, e o pólen de dendê foi coletado no banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, estado do Amazonas. Ambos ficaram armazenados em frascos plásticos herméticos, acondicionados em refrigerador por cerca de três meses a 0,4 °C até que os experimentos tivessem início.

Sob um estereomicroscópio e com auxílio de uma ponteira de micropipeta acoplada a um sugador, 50 fêmeas de *E. concordis* foram retiradas da colônia de criação. A ponteira foi então fixada à haste da planta com um fio de algodão permitindo que os ácaros se dispersassem (Figura 2B). Cada vaso continha uma ponteira com 50 ácaros totalizando 300 ácaros nos vasos da parcela de cada tratamento.

Figura 2. Gaiola telada onde foi estabelecido a criação de *Euseius concordis* sobre plantas de *Canavalia ensiformis* (A); ponteira fixada na haste da planta para a liberação do predador (B).

A irrigação das plantas foi feita manualmente e o monitoramento das condições ambientais de cada tratamento foi realizado por meio de um termo-higrômetro (Instrutherm®, modelo HT-500) registrando-se diariamente a cada seis horas, a temperatura e umidade no interior de cada gaiola.

Ao final de três semanas, foram retirados aleatoriamente 15 folíolos de cada vaso sendo os predadores, presentes nestes contabilizados sob um estereomicroscópio e retirados com auxílio de uma ponteira acoplada a um sugador. A estimativa do total de predadores nas plantas de cada parcela foi obtido multiplicando-se o número médio de predadores de cada folíolo pelo número total de folíolos que havia em cada vaso. Foram realizadas 10 repetições de cada tratamento. Os valores das populações finais foram analisados estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

O potencial reprodutivo de *E. concordis* para cada tratamento foi avaliado pela estimativa da taxa instantânea de reprodução (r_i), com o uso da fórmula de Hall (1964):

$$r_i = \ln(n_f / n_o) / \Delta t$$

Em que:

n_f : População final

n_o : População inicial

Δt : Intervalo de tempo entre o início e o final do período de avaliação

Seguindo a escala adotada por Gomez-Moya et al. (2017), os valores de r_i foram classificados como de alto potencial reprodutivo ($r_i > 0,05$), baixo potencial reprodutivo ($r_i = 0,05 - 0,00$) ou potencial reprodutivo nulo ($r_i < 0,00$).

Após a constatação dos resultados deste teste, decidiu-se conduzir uma avaliação complementar, determinando-se a capacidade de aumento da população do predador quando liberado em plantas de *C. ensiformis* sem adição de pólen como alimento. O mesmo procedimento mencionado no início desta seção foi utilizado neste estudo, sendo este repetido três vezes.

2.2.4. Composição do pólen de *Typha domingensis* e *Elaeis guineensis*

Numa tentativa de explicar as diferenças obtidas no teste anterior, realizou-se a análise bromatológica dos grãos dos tipos de pólen utilizados em cada tratamento. Cerca de 25 gramas de cada tipo foram necessárias para a realização da análise afim de verificar a composição dos principais nutrientes contidos em cada um. Foram analisados os teores de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, matéria mineral, extrativo não nitrogenado e nutrientes digestíveis totais (N.D.T.). Estas análises foram realizadas pelo Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

2.2.5. Parâmetros biológicos e tabela de vida de fertilidade de *Euseius concordis*

Tendo em vista resultados obtidos com o pólen de taboa nos testes anteriores, um experimento foi conduzido para estimar os parâmetros biológicos de *E. concordis* quando alimentado com este tipo de pólen.

Sessenta fêmeas adultas de *E. concordis* foram transferidas das unidades de manutenção para unidades experimentais (uma fêmea por unidade) constituída cada uma de um disco de folha de *C. ensiformis* (3,0 cm de diâmetro) posto sobre a superfície de um gel de carragenina (5,0 mg dissolvido em 250 ml de água) que cobria o fundo de uma unidade experimental (3,0 cm de altura x 2,0 cm de diâmetro) (Figura 3). As unidades foram vedadas com um filme de plástico transparente (Magipack™) para evitar a fuga dos predadores, e mantidas em câmara climatizada a $25,0 \pm 1$ °C e $70,0 \pm 3$ % de umidade relativa e 12 horas de fotofase. Doze horas mais tarde, as fêmeas foram retiradas das unidades e devolvidas para a colônia de manutenção e as unidades contendo ovos (48 unidades) foram separadas para serem avaliadas.

A partir de então, as unidades foram examinadas uma vez a cada 12 horas, observando-se o desenvolvimento dos ácaros até atingirem a fase adulta, para se determinar a duração de cada estágio. Após as fêmeas atingirem a fase adulta, transferiu-se para cada unidade um macho obtido de outra unidade experimental ou retirado das colônias de manutenção. Cada fêmea foi mantida com um macho por um período de 24 horas para permitir a cópula. Na fase adulta, as unidades experimentais foram examinadas uma vez ao dia, para determinar a longevidade e a oviposição de *E. concordis*. A cada dois dias, cada ácaro foi transferido para uma nova unidade experimental provido com uma quantidade mais que suficiente para sua alimentação.

Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade [taxa líquida de reprodução (r_0), taxa intrínseca de aumento (r_m), taxa finita de aumento (λ) e tempo médio de geração (T)] foram calculados pelo programa TWOSEX-MSChart (Chi, 1988, 2008).

Figura 3. Tipo de unidade experimental utilizada na determinação dos parâmetros da tabela de vida de *Euseius concordis* alimentado com pólen de *Typha domingensis*.

2.3. Resultados

2.3.1. Sobrevivência de *Euseius concordis* sobre folhas de diferentes plantas na ausência de alimento suplementar

Tanto para *E. concordis* criado em folhas de *C. ensiformis* quanto em folhas de *S. lycopersicum*, o tempo médio de sobrevivência foi maior quando o ácaro foi mantido em folhas de *C. ensiformis* e *Citrus x Limonia* (Tabela 1). Foram observadas diferenças significativas na oviposição apenas quando o ácaro foi criado em folhas de

C. ensiformis, sendo a maior média observada quando o ácaro foi mantido no mesmo substrato.

Tabela 1: Período médio de sobrevivência e oviposição de *Euseius concordis* obtidos de colônias mantidas em folhas/folículos de *Canavalia ensiformis* ou *Solanum lycopersicum* e transferidos para unidades de criação constituídas de folhas/folículos de quatro espécies vegetais.

Substratos	Sobrevivência (dias) ¹		Oviposição total ²	
	<i>C. ensiformis</i>	<i>S. lycopersicum</i>	<i>C. ensiformis</i>	<i>S. lycopersicum</i>
<i>C. ensiformis</i>	6,1±1,3 a A	5,7±1,0 a A	0,8±0,5 a A	0,6± 0,5 a A
<i>Citrus x limonia</i>	4,9±0,9 b A	5,0±0,7 b A	0,6±0,5 ab A	0,5± 0,5 a A
<i>Rosa x amorosa</i>	3,7±0,7 c A	3,9±0,7 c A	0,5±0,5 b A	0,4± 0,5 a A
<i>S. lycopersicum</i>	3,8±0,6 c A	4,0±0,5 c A	0,5±0,5 b A	0,5± 0,5 a A

Em cada coluna, médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente (¹teste Tukey a 5% de significância, ²Kruskal-Wallis). Em cada linha e para uma mesma variável, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não são estatisticamente diferentes (¹teste Tukey de a 5% de significância, ²Kruskal-Wallis).

2.3.2. Aumento populacional de *Euseius concordis* em plantas de *Canavalia ensiformis* com adição de pólen

Tendo em vista que no teste anterior os melhores resultados foram obtidos com *C. ensiformis* como substrato, o presente teste foi conduzido com plantas desta espécie. O número médio de todos os estágios pós-embrionários de *E. concordis* foi significativamente maior em plantas providas com pólen de taboa (Tabela 2), resultando em um valor de r_i também significativamente maior. Em plantas com pólen de dendê, o número médio de ácaros foi em média apenas cerca de 1,4 vezes maior que o número liberado nas plantas inicialmente.

Tabela 2: Números médios de ácaros obtidos em 90 plantas de *Canavalia ensiformis* providas de pólen de duas espécies vegetais em um período de 21 dias, após a liberação de 300 fêmeas adultas de *Euseius concordis*, e respectivas taxas instantânea de reprodução.

Tratamentos	População final ¹	<i>r_i</i>
<i>Typha domingensis</i>	5790,8±2068 a	0,1432
<i>Elaeis guineensis</i>	426,1±126 b	0,0145

¹Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

No teste complementar, observou-se que o número médio de todos os estágios pós-embrionários de *E. concordis* foi em média de 499,5±39,9 indivíduos 21 dias após a liberação dos predadores, correspondendo a um *r_i* de 0,0252.

2.3.3. Composição do pólen de *Typha domingensis* e *Elaeis guineensis*

As fibras brutas foram os únicos constituintes de concentração marcadamente maiores em pólen de taboa *T. domingensis*, enquanto as proteínas brutas foram os únicos constituintes de concentração distintamente maiores em pólen de dendê (Tabela 3). As concentrações dos demais constituintes foram muito próximas nos dois tipos de pólen, embora a matéria mineral, o extrativo não nitrogenado (composto por amido, sacarose e frutose) e os nutrientes digestivos totais tivessem sido ligeiramente maiores em pólen de dendê.

Tabela 3. Proporções (%) dos constituintes de pólen desidratado de *Typha domingensis* (obtido em Piracicaba, São Paulo) e *Elaeis guineensis* (obtido em Manaus, Amazonas).

	<i>Typha domingensis</i>	<i>Elaeis guineensis</i>
Matéria seca	78,1	83,8
Proteína bruta	17,9	38,3
Fibra bruta	31,2	2,1
Extrato etéreo	1,7	1,9
Materia mineral	4,2	6,7
Extrato não nitrogenado	44,9	50,7

N.D.T.¹

60,5

84,9

¹Nutrientes digestivos totais.

2.3.4. Parâmetros biológicos e tabela de vida de fertilidade de *Euseius concordis*

O desenvolvimento de cada estágio imaturo requereu praticamente o mesmo período (1,6 a 1,7 dias), resultando em um período de $6,7 \pm 0,15$ dias para o desenvolvimento total da fase imatura (Tabela 4). A sobrevivência de todos os estágios foi alta (pelo menos 89%, fase de protoninfa).

O período de oviposição correspondeu a cerca de 61% da duração da fase adulta. A fecundidade foi $14,1 \pm 1,0$ ovos por fêmea, com a razão sexual de 65% de fêmeas. Esses parâmetros levaram à determinação de $0,12 \pm 0,01$ fêmea/fêmea/dia para a taxa intrínseca de aumento populacional, 7,42 fêmeas/fêmeas/geração de taxa líquida de reprodução (R_0) e 1,12 de taxa finita de aumento (λ).

Tabela 4. Duração (dias $\pm$ desvio padrão) e sobrevivência (%) dos estágios imaturos e fases adultas e parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Euseius concordis* alimentados com *Typha domingensis* a 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase.

Parâmetros avaliados		
	Duração	Sobrevivência
Ovo	$1,6 \pm 0,05$	93
Larva	$1,6 \pm 0,04$	95
Protoninfa	$1,7 \pm 0,04$	89
Deutoninfa	$1,7 \pm 0,04$	97
Ovo-adulto	$6,7 \pm 0,15$	77,5
Pre-oviposição	$3,6 \pm 0,57$	
Oviposição	$14,6 \pm 3,36$	
Pós-oviposição	$5,7 \pm 1,3$	
Longevidade da fêmea	$22,4 \pm 1,68$	
Fecundidade	$14,5 \pm 1,01$	
Tempo médio de geração (T)	$16,6 \pm 0,23$	
Razão sexual (% fêmeas)	65%	
Taxa intrínseca de aumento (r_m)	$0,12 \pm 0,01$	
Taxa líquida de reprodução (R_0)	7,42	
Taxa intrínseca de aumento (λ)	$1,12 \pm 0,01$	

2.4. Discussão

Os resultados do primeiro estudo sugerem que *C. ensiformis* seja uma espécie adequada para uso na produção em larga escala de *E. concordis*. O período relativamente longo de sobrevivência do ácaro nas unidades de criação, sem alimento complementar, sugeriram a possibilidade de que este estivesse se alimentando do próprio substrato (folíolo de *C. ensiformis*). Em uma avaliação complementar conduzida após a condução deste experimento, verificou-se que quando fêmeas deste ácaro foram mantidas em uma unidade experimental semelhante à descrita para este estudo, mas cujo substrato era inerte (placa de resina Paviflex®), sua sobrevivência foi de apenas $2,9 \pm 0,6$ dias ($n = 30$).

A ausência de diferenças significativas para os períodos médios de sobrevivência, em cada hospedeiro, de predadores provenientes de *C. ensiformis* e *S. lycopersicum* sugerem a preferência do predador por *C. ensiformis* em relação a outras plantas avaliadas. É possível, entretanto que um padrão diferente de respostas seja observado quando outras espécies vegetais forem avaliadas.

Evidências de que ácaros fitoseídeos extraem nutrientes das células das plantas já vem sendo obtidas desde a década de 1970. Porres et al. (1975) constataram a extração do conteúdo celular de folhas de abacateiro por *Euseius hibisci* (Chant), enquanto constataram Magalhães e Bakker (2002) a extração do conteúdo celular das folhas de mandioca por *Typhlodromalus aripo* DeLeon. Trabalhos mais detalhados conduzidos recentes comprovaram aquela observação, relacionando a forma da quelícera com a capacidade alimentação em substrato vegetal (Adar et al., 2012).

Não foi objetivo do presente trabalho determinar a causa das diferenças observadas entre os substratos avaliados. No entanto, observou-se neste estudo que a partir do terceiro dia após destacado da planta, os folíolos de *S. lycopersicum* e de *Rosa x Amora* perdiam a turgescência, precisando ser substituídos por novos folíolos no transcorrer do trabalho. Esse fator pode ter levado à menor sobrevivência do predador nestes folíolos, que se tornaram inadequados para sua aparente alimentação.

No segundo passo deste trabalho, verificou-se que, como esperado, a adição de pólen de taboa a plantas intactas de *C. ensiformis* resultou em um aumento

expressivo do número de predadores dentro de um período de três semanas (pouco mais que o período médio de uma geração, determinado neste trabalho como sendo de 16,6 dias). Os resultados sugeriram a possibilidade de se obter cerca de 6.500 predadores por m² com os métodos adotados. Estudos posteriores poderão avaliar a viabilidade econômica da produção, que obviamente dependerá de diversos fatores, especialmente do número a ser liberado para o controle efetivo da praga considerada. Existe no momento interesse no uso de *E. concordis* para o controle do microácaro-do-tomateiro, tendo em vista os resultados promissores observados em laboratório ou em telados, sob condições controladas (Moraes e Lima, 1983; nossas observações não publicadas). A metodologia adotada neste trabalho poderá servir de modelo para estudos subsequentes envolvendo outros predadores que também se alimentem de pólen.

Pólen de distintas espécies vegetais tem sido bastante usado para a manutenção de ácaros predadores em unidades de criação em laboratório (Park et al., 2011). Tem também sido utilizado para a suplementação alimentar de predadores após sua liberação em certas culturas (Palevsky et al., 2007; Nomikou et al., 2010). No entanto, a possibilidade de uso de pólen para a produção massal de predadores não tem sido muito explorada. Pólen de taboa pode ser conseguido com relativa facilidade, sendo inclusive encontrado comercialmente, para uso na suplementação alimentar de fitoseídeos. Arenas e Scarpa (2003), afirmam que a produção do pólen puro fornecido por *T. domingensis* pode variar de 216 a 4.000 kg. ha⁻¹. Rozycki et al. (1997) observaram que este alimento apresenta um alto aporte energético de macro e micronutrientes de 287,71 kcal/100g.

O pólen de dendê não se mostrou adequado no presente estudo. Embora tenha se notado um aumento do número de predadores sobre as plantas depois de um período de três semanas, este aumento foi pouco expressivo. O teste complementar realizado, em que os predadores foram liberados em plantas de *C. ensiformis* sem a adição de pólen, sugeriu que a presença de pólen de dendê em nada contribuiu para o diminuto aumento observado. Massaro et al. (2016) avaliaram os parâmetros biológicos de *E. concordis* quando alimentado com pólen de dendê, constatando que a taxa instantânea de aumento populacional (r_m) foi de apenas de 0.07 fêmea/fêmea/dia, valor muito menor que determinado no presente estudo em pólen de taboa (0,12 fêmea/fêmea/dia). Como discutido por aqueles autores, a possibilidade de uso deste tipo de pólen seria altamente desejável, por diferentes motivos. Naquele

trabalho os predadores tiveram acesso apenas aos grãos de pólen como alimento (a unidade experimental era uma pequena placa de Petri cuja base era coberta por uma mistura de gesso e carvão). Portanto, a expectativa no presente estudo era de que quando oferecido sobre folhas de *C. ensiformis*, o mesmo tipo de pólen poderia proporcionar melhor desenvolvimento e oviposição do predador, o que não se confirmou.

Os resultados da análise bromatológica comparativa não permitiu determinar o real fator responsável pela superioridade do pólen de taboa em relação ao pólen de dendê. Análise mais detalhadas da composição de cada pólen pode elucidar quais componentes são importantes para o desenvolvimento e manutenção do predador. Embora o pólen de dendê tenha apresentado um alto valor proteico em sua composição e quantidade de nutrientes digestíveis totais maiores que o pólen de taboa, ainda assim não se mostrou um alimento que pudesse promover o aumento populacional do ácaro. Não se sabe se este complexo proteico é digerível pelo ácaro, sendo necessária a realização de análises mais detalhadas para avaliar os componentes que podem ser assimilados pelo predador. Além dos fatores ligados à qualidade nutricional, outros fatores podem estar envolvidos na menor aceitação do pólen de dendê pelo por *E. concordis*, como por exemplo sua morfologia, assim como a resistência e a ornamentação da exina, que pode dificultar a perfuração dos grãos de pólen, impedindo sua alimentação.

Em resumo, os resultados do presente estudo mostraram que a provisão de pólen de taboa em plantas de *C. ensiformis* permite a produção de grandes quantidades de *E. concordis*. Estudos futuros poderão confirmar a alimentação deste predador das folhas de *C. ensiformis*, a avaliação de outros tipos de pólen que pudessem ser mais convenientes que taboa e a viabilidade econômica da produção deste predador para uso pelos agricultores.

Referências

- Adar E, Inbar M, Gal S, Doron N, Zhang ZQ, Palevsky E, (2012). Plant-feeding and non-plant feeding phytoseiids: differences in behavior and cheliceral morphology. *Exp. Appl. Acarol.* 58: 341-357
- Arenas PA, Scarpa GF, (2003). The consumption of *Typha domingensis* (Pers.) (Typhaceae) Pollen among the ethnic groups of the Gran Chaco, South America. *Economic Botany* 57: 181-188

- Chi H, (1988). Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environ Entomol* 17: 26-34
- Chi H, (2008). TWOSEX-MSCHART. A computer program for age stage, two-sex life table analysis. [http:// 140.120.197.173/Ecology/](http://140.120.197.173/Ecology/)
- Cardoso MSM, Vieira MR, Figueira JC, Silva HAS, (2010). Atividade predatória de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) sobre *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae). *Arq. Inst. Biol.* 77: 471-476
- Cavalcante ACC, Sourassou NF, Moraes GJ, (2017). Potential predation of the exotic *Amblyseius swirskii* on *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae), a predatory mite commonly found in Brazil. *Biocontrol Science and Technology* 27 1-7
- Costa EC, Teodoro AV, Rêgo AS, Maciel AGS, Sarmento RA, (2012). Population structure and dynamics of the cassava green mite *Mononychellus tanajoa* (Bondar) and the predator *Euseius ho* (DeLeon) (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Arthropods* 1: 55-62
- Costa EC, Teodoro AV, Rêgo AS, Pedro-Neto M, Sarmento RA, (2014). Functional response of *Euseius concordis* to densities of different developmental stages of the cassava green mite. *Exp. Appl. Acarol.* 64: 277-286
- Carrillo D, Moraes GJ, Peña JP, (2015). Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms. *Progress in Biological Control* v. 19. ISBN 978-3-319-15041-3 DOI 10.1007/978-3-319-15042-0
- Cuellar ME, Calatayud PA, Melo EL, Smith L, Bellotti AC, (2001). Consumption and oviposition rates of six phytoseiid species feeding on eggs of the cassava green mite *Mononychellus tanajoa* (acari: tetranychidae). *Florida Entomologist* 84: 602-607
- Duso C, Malagnini V, Paganelli A, Aldegheri L, Bottini M, Otto S, (2004). Pollen availability and abundance of predatory phytoseiid mites on natural and secondary hedgerows. *BioControl* 49, 397-415
- Delisle JF, Brodeur LSJ, (2015). Apple pollen as a supplemental food source for the control of western flower thrips by two predatory mites, *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae), on potted chrysanthemum. *Exp. Appl. Acarol.* 65, 495-509
- Demite PR, McMurtry JA, Moraes GJ, (2014). Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa*, 3795: 571-577
- Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC, (2017). Phytoseiidae Database. Available from: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae (accessed 09/08/2017)

- Furtado IP, Moraes GJ, (1998). Biology of *Euseius citrifolius*, a candidate for the biological control of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). Systematic and Applied Acarology 3: 43-48
- Goleva I, Zebitz CPW, (2013). Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol. 61: 259-283
- Gomez-Moya CA, Lima TPS, Morais EGF, Gondim Jr MGC, Moraes GJ, (2017). Hosts of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) Native to the Brazilian Amazon. Journal of Agricultural Science 9: 86-94
- Liu C, Yan L, Li H, Wan J G, (2006). Effects of predator- mediated apparent competition on the population dynamics of *Tetranychus urticae* on apples. BioControl 51: 453-463
- Lopes PC, (2015). Eficiência de populações de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) e espécies afins no controle de microácaro-do-tomateiro, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Tese de doutorado, Piracicaba
- Magalhães S, Bakker FM, (2002). Plant feeding by a predatory mite inhabiting cassava. Experimental and Applied Acarology 27: 27-37
- Marques RV, Sarmento RA, Ferreira VA, Venzon M, Lemos F, Pedro-Neto M, Erasmo EALE, Pallini A, (2014). Alternative food sources to predatory mites (Acari) in a *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) crop. Revista Colombiana de Entomologia 40: 74-79
- Marques CC, Oliveira CHCM, Oliveira CRF, Matioli AL, Lima Neto IF, (2015). Biologia e tabela de vida do ácaro predador *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) em pinhão-mansão. Revista Caatinga 28: 249-255
- Massaro M, Martin JPI, Moraes GJ, (2016). Factitious food for mass production of predaceous phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) commonly found in Brazil. Exp. Appl. Acarol 70: 411-420
- McMurtry JA, Moraes GJ, Famah Sourassou N, (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. Systematic & Applied Acarology 18: 297-320
- Melo JWS, Domingos C, Gondim Jr MGC, Moraes GJ, (2009). Can *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) Prey on *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) in Coconut Palm?. Neotropical Entomology 38: 139-143
- Moraes GJ, Lima HC, (1983). Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) a predator of the tomato russet mite. Acarologia 24: 251-255

- Nomikou M, Maurice E, Sabelis W, Janssen A, (2010). Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *BioControl* 55: 253-260
- Palevsky E, Maoz I, Gal S, Argov Y, Berkeley M, Zilberstein M, Noy M, Izhar Y, Abrahams J, Coll M, (2007). Potential indigenous and exotic predators for the biological control of the newly introduced perseia mite, *Oligonychus perseae*. In avocado orchards of Israel. VI World Avocado Congress. ISBN No 978-956-17-0413-8
- Park H, Shipp L, Buitenhuis R, Ahn JJ, (2011). Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 14: 497-501
- Porres MA, McMurtry JA, March RB, (1975). Investigations of Leaf Sap Feeding by Three Species of Phytoseiid Mites by Labelling with Radioactive Phosphoric Acid ($H_3^{32}PO_4$)². *Annals of the Entomological Society of America*, 68: 871-872
- Put K, Bollens T, Wackers F, Pekas A, (2016). Non-target effects of commonly used plant protection products in roses on the predatory mite *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier (Acari: Phytoseiidae). *Pest Management Science* 72: 1373-1380
- Rodriguez-Cruz FA, Venzon M, Pinto CMF, (2013). Performance of *Amblyseius herbicolus* on broad mites and on castor bean and sunnhemp pollen. *Exp Appl Acarol* 60, 497-507
- Rozycki VR, Baigorria CM, Freyre MR, Bernard CM, Zannier MS, (1997). Composición de nutrientes en especies vegetales autóctonas de la región Chaqueña, Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion* 47: 265-270
- Sato ME, Raga A, Cerávolo LC, Rossi AC, Potenza MR, (1994). Ácaros predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, Estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23, 435-441
- Sarmiento RA, Rodrigues DM, Faraji F, Erasmo EAL, Lemos F, Teodoro AV, Kinuchi WT, Santos GR, Pallini A, (2011). Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 53: 203-214
- Zhimo Z, McMurtry JA, (1990). Development and reproduction of three *Euseius* (Acari: Phytoseiidae) species in the presence and absence of supplementary foods. *Exp. App. Acarol.* 8: 233-242

3. EFICÁCIA DE *Euseius concordis* COMO AGENTE DE CONTROLE DE *Aculops lycopersici* EM TELADO

Resumo

O cultivo de tomate esta sujeito a um grande número de pragas e doenças, que podem ocorrer desde a germinação até a colheita, causando grandes perdas econômicas. Entre os ácaros fitotófagos, *Aculops lycopersici* (Massee) (Eriophyidae) é uma praga importante desta cultura, causando grandes danos ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta. O controle deste eriofídeo é geralmente feito com o uso de produtos químicos, porém métodos alternativos, como controle biológico com o uso de ácaros predadores, podem ser eficazes no controle da praga. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de predação do predador *Euseius concordis* (Chant) (Phytoseiidae) em *A. lycopersici*, sob condições controladas. O estudo foi realizado sob condição de telado entre novembro de 2016 e maio de 2017, utilizando tomateiros da variedade Kada Gigante, tipo Santa Cruz. Os predadores produzidos em plantas de *Canavalia ensiformis* L. providas com pólen de *Typha domingensis* (Pers.) foram liberados nos tomateiros, adicionando-se aproximadamente 3 mg de pólen de *Typha domingensis* (Pers.) em cada planta após a liberação. Os tratamentos corresponderam respectivamente à liberação dos seguintes números de predadores por planta: 120 (tratamento 1), 60 (2); 30 (3) e nenhum (4, controle). Cada tratamento foi repetido quatro vezes. Uma semana após a liberação do predador, 12 espécimes de *A. lycopersici* foram liberados em cada planta. Quinze e trinta dias após sua liberação, as densidades e distribuições destes ácaros e do predador liberado foram avaliadas. Além disso, na segunda avaliação, o dano causado por *A. lycopersici* às plantas também foi avaliado. Observou-se que os predadores foram encontrados nos estratos basal, mediano e apical da planta. Densidades mais elevadas de *A. lycopersici* e dos danos por este produzidos foram observados em plantas em que *E. concordis* não foi liberado, sugerindo que este predador conseguiu reduzir consideravelmente a população de *A. lycopersici* e seus danos às plantas.

Palavras-chave: Ácaro fitófago; Phytoseiidae; Controle biológico

Abstract

Tomato cultivation is subject to attack by a large number of pests and diseases, which can occur from germination to harvesting, causing great economic losses. Among the phytophagous mites, *Aculops lycopersici* (Massee) (Eriophyidae) is an important pest of this crop, causing great damage throughout the development cycle of the plant. The control of this eriophid mite is usually done with the use of chemicals, however alternative methods, as biological control with the use of predatory mites, can be efficacious in the control of the pest. Therefore, the objective of this work was to evaluate the predation potential of the predator *Euseius concordis* (Chant) (Phytoseiidae) on *A. lycopersici* under controlled conditions. The study was conducted under screen-housed condition between November 2016 and May 2017, using tomato plants of the variety Kada Gigante, type Santa Cruz. Predators produced on *Canavalia ensiformis* L. plants provisioned with pollen of *Typha domingensis* (Pers.) were released onto tomato plants. Approximately 3 mg of *Typha domingensis* (Pers.) pollen was provisioned on each plant after predator release. Treatments corresponded respectively to the release of the following numbers of predators per plant: 120

(treatment 1), 60 (2); 30 (3) and none (4, control). Each treatment was repeated four times. One week after the release of the predator, 12 specimens of *A. lycopersici* were released onto each plant. Fifteen and thirty days after their release, pest and predator densities and distributions were evaluated. Additionally, in the second evaluation, plant damage was also evaluated. It was observed that the predators were found in the basal, median and apical plant strata. Higher densities of *A. lycopersici* and mean damage rates were observed on plants onto which *E. concordis* was not released, suggesting that the predator was able to reduce considerably the population of *A. lycopersici* and the damage it caused to the plants.

Keywords: Phytophagous mite; Phytoseiidae; Biological control

3.1. Introdução

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L., é uma hortaliça amplamente cultivada em regiões tropicais, subtropicais e de clima temperado (Almeida, 2006; Naika et al., 2006). Dentre as hortaliças, o tomateiro assume grande importância econômica com posição de destaque tanto em área plantada, como também em produção (Melo e Vilela, 2005; Figueiredo et al, 2016), ocupando o segundo lugar em volume de produção e consumo mundial. Em 2014 foram produzidas mais de 130 milhões de toneladas, sendo a China o maior produtor mundial. O Brasil ocupa o nono lugar na produção desta hortaliça, representando cerca de 3,0% da produção mundial (FAOSTAT, 2014).

A produção brasileira de tomate concentra-se principalmente nas regiões sudeste e centro-oeste, sendo estas responsáveis por cerca de 60% da produção. O Estado de Goiás é o maior produtor nacional, contribuindo em média com 32,0% do que é produzido no País (IBGE, 2015).

O tomateiro está sujeito ao ataque de grande número de doenças e pragas. As doenças são causadas por nematoides, fungos, bactérias e vírus. As pragas, espécies de insetos e ácaros, podem causar desfolhas ou danificar frutos, agir como vetores ou injetar toxinas (Pereira et al., 2008; Murungi et al., 2014).

O microácaro-do-tomateiro, *Aculops lycopersici* (Masse), é uma praga desta cultura em quase todas as regiões onde esta é cultivada. No Brasil, sua presença foi registrada nos anos de 1970 (Flechtmann e Aranda, 1970; Ramalho, 1978). Seu desenvolvimento é rápido em condições de alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, podendo tolerar variações consideráveis destes fatores (Haque e Kawai, 2003).

Devido ao seu tamanho diminuto, a presença deste eriofídeo é percebida somente quando os sintomas começam a aparecer nas plantas, período em que a população já se encontra elevada. Ataca principalmente as folhas e as hastes, que inicialmente se tornam bronzeadas, passando posteriormente a amareladas, secando e caindo prematuramente. Quando atacados precocemente, os frutos passam pelo mesmo processo de alteração de cores, com rachaduras superficiais, tornando-se queimados pela exposição direta à luz solar, inviabilizando a comercialização (Moraes e Flechtmann, 2008; Gerson e Weintraub, 2012; Kashyap e Sharma, 2014).

O controle químico é o principal método de manejo empregado para o controle desta praga. Entretanto, muitas vezes as aplicações são feitas de forma não planejada elevando o custo de produção, trazendo sérios problemas aos tomaticultores, além dos danos ambientais, afetando com frequência os inimigos naturais. Por estas razões, métodos alternativos de controle desta praga são muito desejados.

Estudos com ácaros predadores, principalmente os da família Phytoseiidae, tem sido conduzidos visando ao controle de *A. lycopersici*, tendo algumas espécies mostrado resultados promissores (Moraes e Lima, 1983; Steiner et al., 2003; Momen e Khalek, 2008).

Ácaros do gênero *Euseius* Wainstein são capazes de se alimentar de presas, sobretudo das famílias Eriophyidae, Tarsonemidae, Tenuipalpidae e Tetranychidae, embora alimentam-se preferencialmente de pólen (Abou-Setta e Childers, 1989; McMurtry e Croft, 1997; McMurtry et al, 2013). O uso de pólen tem sido adotado para manutenção de fitoseídeos em diferentes culturas após sua liberação em ambiente controlado, otimizando a permanência do predador na cultura. A presença deste alimento alternativo pode aumentar a densidade de inimigo natural e subsequentemente causar uma redução das populações da praga (Van Rijn et al., 2002; Bouras e Papadoulis, 2005; Maoz et al., 2014; Vangansbeke et al., 2016; Put et al., 2016).

Dentre os fitoseídeos, *Euseius concordis* (Chant) tem mostrado resultados relevantes quanto à predação de ácaros fitófagos em tomateiros e alguns outros cultivos (Komatsu e Nakano, 1988; Sarmento et al., 2011; Costa et al., 2014; Marques et al., 2014; Marques et al., 2015; Lopes, 2015). É um ácaro comumente encontrado no Brasil e em outros países americanos em várias culturas, principalmente em frutíferas, mas também em tomateiro, entre outras, sendo comum e abundante

também na vegetação natural que ocorre no entorno daqueles cultivos (Sato et al., 2002; Mineiro et al., 2006; Marsaro Junior et al., 2012; Demite et al. 2014; 2017).

O potencial de predação de *E. concordis* sobre *A. lycopersici* têm sido avaliado em condições de laboratório e em telado obtendo-se resultados interessantes do predador sobre a praga (Moraes, Lima 1983; Lopes, 2015). Os resultados obtidos sugerem que *E. concordis* seja promissor para uso em cultivos de tomate para o controle de *A. lycopersici*. Hipoteticamente, *E. concordis* pode atuar sobre a população de *A. lycopersici*, mantendo-a em baixos níveis em telados, se liberado de forma preventiva sobre os tomateiros. Entretanto, estudos mais detalhados em condições de semi campo e campo devem ser realizados, em que aspectos como o número de predadores a serem liberados, região da planta mais apropriada para a liberação destes sejam considerados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de *E. concordis* como agente de controle de *A. lycopersici* em condições de telado.

3.2. Material e métodos

O estudo foi conduzido no campo experimental da Escola Superior de agronomia “Luiz de Queiroz”, entre novembro de 2016 e maio de 2017. Foram utilizadas plantas de tomate da variedade Kada Gigante, tipo Santa Cruz. Para obtenção das plantas utilizadas no experimento, as sementes foram enviadas ao viveiro IBS Mudas, Piracicaba, sendo semeadas em bandejas de poliestireno contendo substrato comercial Basaplant® (mistura de casca de pínus e fibras de coco). Trinta dias após a semeadura, quando as plantas tinham aproximadamente 10 cm de altura, duas plantas foram transplantadas para cada vaso de 3 litros, quase totalmente preenchido com solo, ao qual se adicionou 1 g de N-P-K (10-10-10). Cerca de 15 dias mais tarde, quando as plantas tinham aproximadamente 30 cm de altura, as mesmas foram adubadas com 1g de N-P-K (12-6-12), colocado em cada vaso, repetindo-se esta mesma adubação 15 dias mais tarde. A irrigação foi feita por um sistema de gotejamento automático, às 6, 12 e 18 h, por um período de 10 minutos, com a liberação de aproximadamente 1 L d'água por vaso em cada irrigação. Nenhum defensivo agrícola foi usado durante o experimento. Os vasos (num total de 60) foram mantidos em um telado de 4,0 x 3,0 m e 1,6 m de altura.

Cerca de 30 dias após o transplante, realizou-se a retirada da planta menos desenvolvida de cada vaso, dividindo-se em seguida os vasos em quatro grupos (10 vasos cada), transferindo-se cada um para outros telados com as mesmas dimensões descritas anteriormente, distribuindo-se as plantas de forma a manter a homogeneidade destas entre os distintos telados.

Dentro de cada telado, as plantas foram distribuídas em duas linhas, mantendo-se a distância de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas em cada linha. No mesmo dia, as plantas foram então tutoradas, fixando-as a estacas de bambu com fios de barbante. O sistema de irrigação foi o mesmo descrito anteriormente. A temperatura e a umidade relativa em cada telado foram monitoradas a cada 6 h com um termohigrômetro (Instrutherm®, modelo HT-500). A temperatura no interior dos telados variou entre 18,8 e 37,5 °C e a umidade relativa entre 24,1 e 93,4% durante o período em que o experimento foi conduzido.

3.2.1. Liberação de *Euseius concordis* e suprimento de alimento

Um dia após a distribuição das plantas nos quatro telados, realizou-se a aplicação dos distintos tratamentos, correspondendo à liberação de diferentes números de fêmeas adultas de *E. concordis* nos tomateiros.

Os predadores utilizados foram obtidos como descrito no capítulo 2. Folhas de *C. ensiformis* foram destacadas e, sob estereomicroscópio, os ácaros foram coletados usando uma ponteira de micropipeta acoplada a um tubo sugador. Ao se atingir o número de predadores desejado para liberação em cada planta, as extremidades da ponteira foram vedadas com filme plástico transparente (Magipack™), para evitar a fuga dos predadores. As ponteiros foram então transportadas aos telados para a liberação, feita pela fixação de cada uma à região basal de uma planta com barbante e retirando-se o filme plástico (Figura 4).

O delineamento experimental consistiu de quatro tratamentos (liberação de 0 (controle), 30, 60 ou 120 predadores por planta), cada um aplicado a um telado. A borda de cada vaso foi coberta com cola entomológica Promip®, para evitar a dispersão dos ácaros entre plantas. Os telados estavam localizados lado a lado no campo (distância de 1,0 m entre telados vizinhos), sendo a distribuição dos tratamentos aleatorizada em cada repetição do estudo. O estudo foi repetido em quatro ocasiões, a partir de 09/12/2016, 21/2, 11/3 e 23/5/2017.

Figura 4. Região basal da planta de tomateiro mostrando a fixação da ponteira de micropipeta para liberação de *Euseius concordis*.

Após a liberação dos predadores, aproximadamente 3 mg de pólen de *Typha domingensis* (Pers.) foram polvilhados em cada planta (Figura 5). A cada três dias, uma igual quantidade de pólen foi polvilhada sobre as plantas.

Figura 5. Folíolos de tomateiro com aspersão de pólen de *Typha domingensis* após a liberação de *Euseius concordis*.

3.2.2. Liberação de *Aculops lycopersici*

Uma semana após a liberação dos predadores, realizou-se a liberação de *A. lycopersici* nas plantas, sendo estes ácaros retirados de tomateiros infestados. Com o auxílio de um estereomicroscópio, 12 espécimes (estágios não diferenciados) foram

transferidos com pincel de folíolos infestados para uma secção de folíolo de tomateiro até então não infestada, cada uma colocada em um recipiente de PVC (3,0 cm diâmetro x 2 cm altura) para transporte aos respectivos telados.

Cada secção de folíolo foi transferida com uma pinça do recipiente para a face superior de um dos folíolos basais de cada planta.

3.2.3. Avaliação da densidade dos ácaros

Duas avaliações foram realizadas, a primeira 15 dias após a liberação de *A. lycopersici* e a segunda 15 dias mais tarde. Para tanto, tomaram-se aleatoriamente cinco folíolos de cada estrato (basal, mediano e apical) de cada planta dos distintos tratamentos. Os folíolos de cada estrato de cada planta foram acomodados em um saco de papel, sendo os sacos acondicionados em uma caixa de poliestireno contendo bolsas de Gelox® (cerca de 10 °C no interior da caixa), para diminuir a movimentação dos ácaros durante o transporte ao laboratório. No mesmo dia, os folíolos foram avaliados com auxílio de estereomicroscópio, quantificando-se os espécimes de *E. concordis* e *A. lycopersici* em cada folíolo.

3.2.4. Avaliação de injúrias

Em cada repetição, uma única avaliação foi realizada para avaliar o nível de injúria, um dia após a coleta dos folíolos para a última avaliação da densidade dos ácaros. O nível de injúria foi avaliado com o uso de uma escala de notas adaptada de Hussey e Scopes (1985). As notas variaram de 1 a 4, como se segue: 1- folíolos sem danos; 2- folíolos com danos iniciais; 3- folíolos totalmente danificados porém não secos; 4- folíolos totalmente secos (Figura 6). Esta avaliação foi realizada nos telados, tomando-se aleatoriamente cinco folíolos de cada estrato de cada planta, atribuindo uma nota para cada folíolo avaliado.

Figura 6. Níveis de injúrias causadas por *Aculops lycopersici* em folíolos de tomateiro, cada um correspondente à nota constante no círculo azul.

3.2.5. Análise estatística

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Os dados foram transformados em logaritmo para assegurar a normalidade dos dados e a homogeneidade de variância. Inicialmente realizou-se a análise de variância, e, tendo-se determinado a significância do teste F para os tratamentos, estes foram subsequentemente comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas usando o software SAS, versão 9.3.

3.3. Resultados

3.3.1. Densidade e distribuição de *Aculops lycopersici*

Com exceção da primeira avaliação no estrato apical, diferenças significativas foram observadas entre os tratamentos, observando-se em cada caso maior densidade em plantas do tratamento em que *E. concordis* não foi liberado, nas quais *A. lycopersici* atingiu as densidades de 8,0, 27,2 e 42,2 ácaros por folíolo apical, mediano e basal, respectivamente (Tabela 5). Além disso, na segunda avaliação, a densidade de *A. lycopersici* foi sempre menor com a liberação de 120 predadores por planta do que com a liberação de apenas 30 predadores por planta.

No tratamento em que o predador não foi liberado, detectou-se uma quantidade expressiva de *Pronematus* aff. *elongatus* Baker, da família Iolinidae. Nos 600 folíolos

avaliados nestas plantas ao longo do experimento, um total de 1.364 destes ácaros (56,8 ácaros/ folíolo) foram encontrados.

Para todos os tratamentos e nas duas avaliações, a densidade de *A. lycopersici* foi significativamente maior nos folíolos basais que nos apicais, enquanto em quatro situações (primeira avaliação após a liberação de 0, 30 ou 60 *E. concordis* por planta, ou segunda avaliação após a liberação 120 *E. concordis* por planta) a densidade de *A. lycopersici* não foi maior nos folíolos basais que nos medianos.

3.3.2. Densidade e distribuição de *E. concordis* em tomateiros

Diferenças significativas entre os tratamentos foram observadas nos três estratos nas duas avaliações, observando-se sempre a ausência deste em folíolos do tratamento em que este não foi liberado e sua presença nos demais tratamentos (Tabela 5). Entre estes últimos, diferenças significativas só foram observadas na segunda avaliação dos folíolos basais e medianos, sendo a densidade de predadores maior nas plantas em que 60 predadores foram liberados.

Em apenas três situações (primeira avaliação após a liberação de 30 ou 120 *E. concordis* por planta e na segunda avaliação após a liberação de 60 *E. concordis* por planta), a densidade de *E. concordis* foi significativamente maior nos folíolos basais que nos apicais, enquanto as densidades de *E. concordis* nos folíolos basais e medianos não foram significativamente diferentes.

Tabela 5. Número médio de *Aculops lycopersici* e *Euseius concordis* (n= 200) por folíolo de tomateiro nos estratos basal, mediano e apical em cada tratamento 15 e 30 dias após a liberação de *A. lycopersici* nos tomateiros em telado, de acordo com o número de predadores liberados por planta.

Tratamento ²	15º dia			30º dia		
	Estrato ¹			Estrato ¹		
	A	M	B	A	M	B
<i>Aculops lycopersici</i>						
120	0,4±0,6 a A	2,5±1,7 a B	4,3±2,8 ab C	2,7±2,2 a A	8,2±5,4 a AB	9,5±5,3 a B
60	0,3±0,5 a A	2,4±2,1 a AB	3,7±2,5 a B	3,1±2,5 a A	9,5±6,1 ab B	13,0±7,5 ab C
30	0,3±0,5 a A	2,8±2,9 a AB	5,2±4,1 b B	5,0±3,5 b A	14,5±7,0 bc B	23,5±13,1bc C
0	0,5±0,7 a A	5,7±4,5 b AB	8,8±6,0 c B	8,0±6,7 c A	27,2±18,5 c B	42,2±25,8 c C
<i>Euseius concordis</i>						
120	0,6±0,5 a A	1,4±0,8 a B	1,5±1,1 a AB	1,2±0,7 a A	1,5±0,9 a A	1,6±1,0 a A
60	0,6±0,5 a A	1,1±0,8 a A	1,0±0,5 a A	1,1±0,6 a A	3,0±1,5 b B	3,2±1,5 b B
30	0,5±0,4 a A	1,3±0,6 a B	1,5±1,0 a B	1,8±0,5 a A	1,4±0,8 a A	1,6±0,9 a A
0	0 b A	0 b A	0 b A	0 b A	0 c A	0 c A

¹A: apical; M: mediano; B: basal. ²Predadores liberados por planta. Médias seguidas por letras minúsculas comparam tratamentos nas colunas e médias seguidas por letras maiúsculas comparam estratos nas linhas. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si (teste Tukey ao nível 5% de significância).

3.3.3. Injúria causada por *Aculops lycopersici*

Diferenças significativas entre os tratamentos somente não foram observadas nas avaliações de folíolos do estrato apical (Tabela 6). Para os folíolos do estrato mediano, a única diferença significativa observada foi a ocorrência de maior injúria no tratamento em que *E. concordis* não foi liberado. Para os folíolos do estrato basal, os níveis estatisticamente mais elevados também foram observados em plantas daquele tratamento, enquanto os níveis mais baixos foram observados em plantas em que 60 e 120 *E. concordis* foram liberados, não sendo estes significativamente diferentes entre si.

O nível máximo de injúria (3,2, ou seja, folíolos amarelos, já começando a secar) foi observado em folíolos basais de plantas em que o predador não foi liberado. Por outro lado, os níveis mínimos de injúria obtidos com os dois níveis maiores de liberação do predador alcançaram 1,7 a 1,8 nos folíolos basais.

Tabela 6. Médias de notas de injúrias ($\pm$ desvio padrão) aos folíolos de tomateiros após quatro semanas de infestação com *Aculops lycopersici* em telado de acordo com diferentes níveis de liberação do predador *Euseius concordis*.

Estratos ²	Tratamentos ¹			
	0	30	60	120
A	1,4 $\pm$ 0,1 a A	1,2 $\pm$ 0,1 a A	1,2 $\pm$ 0,1 a A	1,3 $\pm$ 0,1 a A
M	2,5 $\pm$ 0,2 b B	1,7 $\pm$ 0,1 a A	1,4 $\pm$ 0,1 a A	1,5 $\pm$ 0,7 a A
B	3,2 $\pm$ 0,1 c C	2,4 $\pm$ 0,1 b B	1,8 $\pm$ 0,8 ab A	1,7 $\pm$ 0,1 ab A
Médias	2,3	1,7	1,4	1,5

¹Número de predadores liberados/ planta. ²A: apical; M: mediano; B: basal. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas comparando os estratos, nas colunas. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, comparando os tratamentos, nas linhas. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si (teste Tukey ao nível 5% de significância).

3.4. Discussão

Ao final de cada repetição do presente estudo, detectou-se altas densidades de *A. lycopersici* no tratamento controle, evidenciando a alta capacidade reprodutiva

da praga, de vez que foram liberados apenas 12 espécimes nos estratos basais de cada planta e no período de quatro semanas a população da praga já se encontrava bastante elevada e bem dispersa na planta.

Por outro lado, com a liberação de 60 ou 120 predadores por plantas, os níveis de injúria causados a estes folíolos foram muito menores (próximos da nota 2, ou seja, “folíolos com início de injúria”).

Os resultados obtidos indicam a eficácia de *E. concordis* na redução da população de *A. lycopersici*, embora não sendo linear a relação entre o número de predadores liberados e a redução da praga. Os resultados poderiam sugerir que a liberação de aproximadamente 60 predadores por planta fosse um número recomendável, visto que a liberação 120 resultou em redução adicional pequena da densidade de *A. lycopersici*.

Há que se considerar que a inoculação artificial da praga refletiu de forma eficiente a situação comumente observada no campo, tendo em vista as injúrias severas constatadas ao final do experimento no tratamento em que o predador não foi liberado. No entanto, é concebível que maiores densidades da praga do que estabelecida neste experimento possam ocorrer em certas ocasiões. Nesta nova situação, seria possível que a liberação de 120 predadores por planta pudesse ter resultado em reduções mais contundentes da praga do que observado, em comparação com a liberação de apenas 60 predadores por planta.

Além disso, os resultados indicaram a habilidade de *E. concordis* de sobreviver nos três estratos de tomateiros da variedade Kada Gigante, tipo Santa Cruz. No entanto, as diferenças observadas entre as densidades de *A. lycopersici* nos diferentes estratos sugerem que as liberações de *E. concordis* devam ser direcionadas às regiões mediana ou basal das plantas, onde as densidades são mais elevadas.

No entanto, há que se considerar que em outras variedades, tanto *A. lycopersici* quanto *E. concordis* poderão apresentar diferentes comportamento em função das características das plantas (Sato et al., 2011). Tem-se observado que tricomas dos folíolos de certas variedades de tomateiro dificultam a ação de ácaros predadores sobre ácaros fitófagos, afetando negativamente seu controle. Além disso, folíolos jovens apresentam maior densidade de tricomas, o que pode dificultar a locomoção do predador sobre a planta (Leite et al., 1999; Park et al., 2010; Houten et al., 2013).

Os resultados sugerem que a incidência de *A. lycopersici* não foi suficientemente alta para causar danos no estrato apical. Tendo a densidade de *A. lycopersici* variado neste estrato entre 0,3 e 8,0 ácaros por folíolo e os níveis correspondentes de injúria variado de 1,2 a 1,4 (ou seja, muito próximo da “ausência de injúria”, nota 1), é possível que injúrias consideráveis sejam causadas apenas quando o nível populacional do ácaro for maior que 8,0 *A. lycopersici* por folíolo.

Por outro lado, os resultados sugerem que níveis acima de 42,2 *A. lycopersici* por folíolo basal (aproximadamente 2,6 ácaros/ cm²) esteja próximo da densidade mínima capaz de causar injúria máxima aos folíolos, tendo em vista que àquela densidade o nível de injúria alcançado (3,2) aproximou-se da nota máxima adotada no presente estudo (4,0), em que o folíolo atacado estaria totalmente seco.

Apesar de ser observado no presente estudo a habilidade de *E. concordis* em reduzir a população de *A. lycopersici*, na verdade, a eficiência das liberações de *E. concordis* pode ter sido subestimada no presente estudo. Ácaros da família Iolinidae apresentam hábitos predatórios (Haque e Kawai, 2002). Assim, a presença destes nas plantas sem liberação de *E. concordis* pode ter reduzido o número de *A. lycopersici*, embora trabalhos conduzido por outros autores tenham relatado ser pequena a eficiência do iolinídeo *H. anconai* como predadores de *A. lycopersici* (Brodeur et al., 1997; Gerson e Wentraub, 2012). Os iolinídeos não foram encontrados em plantas de outros tratamentos, talvez por terem sido eles predados por *E. concordis*. A predação de iolinídeos por fitoseídeos tem sido relatada na literatura (Momen, 2011).

Os resultados mostraram que o pólen de taboa pode contribuir para a manutenção de *E. concordis* em condições em que foi liberado. A aspersão de pólen sobre as plantas se mostrou importante para a manutenção do ácaro predador nos tomateiros, mesmo na ausência da praga. Avaliações complementares conduzidas 45 e 60 dias após a liberação de *A. lycopersici* nas plantas de tomate, mostraram a redução do número de *E. concordis* com a paralização do oferecimento de pólen sobre as plantas, observando-se um novo aumento quando o pólen voltou a ser oferecido.

Embora tenha se observado uma redução da praga nas plantas onde houve a liberação do predador, estudos complementares fazem-se necessários para a viabilização de seu uso prático. Uma das prioridades deve ser a condução do estudo com a liberação de 60 a 120 *E. concordis* por planta, acompanhando-se a dinâmica dos organismos envolvidos durante todo o ciclo fenológico do tomateiro. Estudo

futuros poderão confirmar se *E. concordis* consegue manter *A. lycopersici* sob controle adequado.

Referências

- Almeida DP, (2006). Manual de culturas hortícolas. Editorial Presença 2: 39-72
- Abou-Setta MM, Childers CC, (1989). Biology of *Euseius mesembrinus* (Acari: Phytoseiidae): Life tables and feeding behavior in Tetranychidae mite in citrus. Entomological Society of América, 18: 665-669
- Brodeur J, Bouchard A, Turcotte G, (1997). Potential of four species of predatory mites as biological control agents of the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Massee) (Eriophyidae). The Canadian Entomologist 129: 1-6
- Bouras SL, Papadoulis GT, (2005). Influence of selected fruit tree pollen on life history of *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology 36, 1-14
- Costa EC, Teodoro AD, Rêgo AS, Pedro-Neto M, Sarmiento RA, (2014). Functional response of *Euseius concordis* to densities of different developmental stages of the cassava green mite. Exp. Appl. Acarol. 64: 277-86
- Demite PR, McMurtry JA, Moraes GJ, (2014). Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). Zootaxa 3795: 571-577
- Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC, (2017). Phytoseiidae database. Available from: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae (accessed 09/08/2017)
- FAOSTAT (2014). Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 26 Jun. 2017
- Flechtmann CHW, Aranda BRC, (1970). New records and note on eriophyid mites from Brasil and Paraguay, with a list of Eriophyidae from South America. Proceedings of the Entomological Society of Washington 72: 94-98
- Figueiredo AST, Resende JTV, Faria MV, Paula JT, Rizzardi DA, Meert L, (2016). Agronomic evaluation and combining ability of tomato inbred lines selected for the industrial segment. Horticultura Brasileira 34: 86-92
- Gerson U, Weintraub PG, (2012). Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. Annu. Rev. Entomol. 57: 229-47
- Haque MM, Kawai A, (2002). Population Growth of Tomato Russet Mite, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae) and Its Injury Effect on the Growth of Tomato Plants. J. Acarol. Soc. Jpn., 11: 1-10

- Haque MM, Kawai A, (2003). Effect of temperature on development and reproduction of the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae). Appl. Entomol. Zool. 38: 97-101
- Houten YM, Glas JJ, Hoogerbrugge H, Rothe J, Bolckmans KJF, Simoni S, Arkel J, Alba JM, Kant MR, Sabelis MW, (2013). Herbivory-associated degradation of tomato trichomes and its impact on biological control of *Aculops lycopersici*. Exp Appl Acarol 60: 127-138
- Hussey NW, Scopes NEA, (1985). Greenhouse vegetables (Britain), In: Helle W, Sabelis MW (Ed.). Spider mites their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier: 285-297
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), (2015). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/agropecuaria/ispa/>. Acesso em: 19 agosto, 2017
- Komatsu SS, Nakano O, (1988). Estudos visando o manejo do ácaro da leprose em citros através do ácaro predador *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae). Laranja 9: 125-146.
- Kashyap L, Sharma DC, (2014). Infestation and management of russet mite, *Aculops lycopersici* in tomato, *Solanum lycopersicum*, under protected environment in North-Western India. Environment & Ecology 33: 87-90
- Leite GLD, Picanço M, Guedes RNC, (1999). Influence of canopy height and fertilization levels on the resistance of *Lycopersicon hirsutum* to *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). Experimental & Applied Acarology 33: 633-642
- Lopes PC, (2015). Eficiência de populações de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) e espécies afins no controle de microácaro-do-tomateiro, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Tese de doutorado, Piracicaba
- Marsaro Júnior AL, Sato ME, Aguiar RM, Vieira GB, Silva Júnior RJ, Mineiro JLC, (2012). Efeito de acaricidas sobre *Schizotetranychus hindustanicus* (hirst) (acari: Tetranychidae) e ácaros predadores em citros no Estado de Roraima, Brasil. Arq. Inst. Biol., São Paulo 79: 75-83
- Maoz Y, Shira G, Argov Y, Domeratzky S, Melamed E, Gan-mor S, Coll M, Palevsky E, (2014). Efficacy of indigenous predatory mites (Acari: Phytoseiidae) against the citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora* (Acari: Eriophyidae): augmentation and conservation biological control in Israeli citrus orchards. Experimental & Applied Acarology 63: 295-312
- Marques RV, Sarmento RA, Ferreira VA, Venzon M, Lemos F, Pedro-neto M, Erasmo EAL, Pallini A, (2014). Alternative food sources to predatory mites (Acari) in a *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) crop. Revista Colombiana de Entomología 40: 74-79

- Marques CC, Oliveira CHCM, Oliveira CRF, Matioli AL, Lima Neto IF, (2015). Biologia e tabela de vida do ácaro predador *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) em pinhão-mansão. *Revista Caatinga* 28: 249-255
- McMurtry JA, Croft BA, (1997). Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 291-321
- McMurtry JA, Moraes GJ, Sourassou NF, (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae). *Syst Appl Acarol* 18: 297-320
- Melo PCT, Vilela NJ, (2005). Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. *Horticultura Brasileira* 23: 154-157
- Mineiro JLC, Sato ME, Raga A, Arthur V, Moraes GJ, Sarreta, FO, Carrijo A, (2006). Diversity of mites (Arachnida: Acari) on *Coffea arabica* L. cv. 'Mundo Novo' in Jeriquara and Garça counties, state of São Paulo. *Biota Neotrop.* 6, 2-15.
- Momen FM, Abdel-Khalek A, (2008). Effect of the tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae) on the development and reproduction of three predatory phytoseiid mites. *International Journal of Tropical Insect Science* 28: 53-57
- Momen FM, (2011). Life tables and feeding habits of *Proprioseiopsis cabonus*, a specific predator of tydeid mites (acari: phytoseiidae and tydeidae). *Acarina* 19: 103-109
- Moraes GJ, Lima HC, (1983). Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) a predator of the tomato russet mite. *Acarologia* 24: 251-255
- Moraes GJ, Flechtmann CHW, (2008). Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos: 176-177
- Murungi LK, Salifu D, Masinde P, Wesonga J, Nyende A, Knapp M, (2014). Effects of the invasive tomato red spider mite (Acari: Tetranychidae) on growth and leaf yield of African nightshades. *Crop Protection* 59: 57-62
- Naika S, Jeude JVL, Goffau M, Hilmi M, Dam B, (2006). A cultura do tomate. Produção, processamento e comercialização. *Agrodok* 17. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, 7-10
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R, (2010). Predation, development, and oviposition by the predatory mite *Amblyseius swirkii* (Acari: Phytoseiidae) on tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). *J. Econ. Entomol.* 103: 563-69
- Pereira GVN, Maluf WR, Gonçalves LD, Nascimento IR, Gomes AA, Licursi V, (2008). Selection towards high acylsugar levels in tomato genotypes and its relationship with resistance to spider mite (*Tetranychus evansi*) and to the South American pinworm (*Tuta absoluta*). *Ciênc. agrotec.* 32: 996-1004

- Put K, Bollens T, Wackers F, Pekas A, (2016). Non-target effects of commonly used plant protection products in roses on the predatory mite *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier (Acari: Phytoseiidae). *Pest Management Science* 72: 1373-1380
- Ramalho FS, (1978). Níveis de infestação de *Aculops lycopersici* (Masse) em diferentes fases de desenvolvimento do tomateiro. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 7: 26-29
- Sato ME, Raga A, Cerávolo LC, Souza Filho MF, Rossi AC, Moraes GJ, (2002). Effect of insecticides and fungicides on the interaction between members of the mite families Phytoseiidae and Stigmaeidae on citrus. *Experimental and Applied Acarology* 25: 809-818
- Sato MM, Moraes GJ, Haddad ML, Wekesa VW, (2011). Effect of trichomes on the predation of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) by *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) on tomato, and the interference of webbing. *Exp. Appl. Acarol.* 54: 21-32
- Sarmiento AR, Rodrigues DM, Faraji F, Erasmo EAL, Lemos F, Teodoro AV, Kikuchi WT, Santos GR, Pallini A, (2011). Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 53: 203-214
- Steiner YM, Goodwin S, Wellham TM, Barchia MI, Spohr LJ, (2003). Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromalus lailae* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae). *Australian Journal of Entomology* 42, 131-137
- Van Rijn PCJ, Van Houten YM, Sabelis MW, (2002). How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology* 83, 2664-2679
- Vangansbeke D, Nguyen DT, Audenaert J, Verhoeven R, Gobin B, Tirry L, De Clercq P, (2016). Supplemental food for *Amblyseius swirskii* in the control of thrips: feeding friend or foe?. *Pest Manag Sci* 72: 466-473

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se pretende utilizar uma determinada espécie de ácaro predador dentro de um sistema de manejo integrado, é fundamental que se tenha conhecimento sobre os parâmetros biológicos desta espécie. A obtenção destes conhecimentos facilita o manejo desta em laboratório e no campo, otimizando seu uso.

Euseius concordis (Chant) provou ser capaz de se manter em plantas de *Canavalia ensiformis* (L.), mesmo quando nada é adicionado sobre estas para sua alimentação, aparentemente alimentando-se da própria planta. Quando pólen de *Typha domingensis* (Pers.) foi adicionado às folhas de plantas desta espécie, *E. concordis* conseguiu se desenvolver e reproduzir adequadamente, demonstrando ser este um sistema promissor para sua multiplicação em larga escala.

Euseius concordis mostrou ter atributos promissores para ser utilizado como agente de controle de *A. lycopersici* em tomateiro em telados. A população deste cresce rapidamente na ausência de *E. concordis*, mas é reduzida na presença do predador, especialmente quando 60 a 120 destes são liberados por planta na presença de pólen, antes da chegada da praga. Os tricomas de tomateiros da variedade Kada Gigante, tipo Santa Cruz não impediram o crescimento populacional de *A. lycopersici* e *E. concordis* ácaro nos estratos da planta.

Os resultados deste trabalho são promissores, demonstrando o potencial do uso da população petrolinense de *E. concordis* para o controle de *A. lycopersici*. Estes resultados justificam a condução de novos estudos na tentativa de viabilizar o uso deste predador pelos produtores. Em uma próxima etapa, uma das prioridades deve ser a condução do estudo ao longo de todo o ciclo do tomateiro, com a liberação de 60 a 120 *E. concordis* por planta.