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

**Ácaros predadores da família Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) para
o controle do biótipo B da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius)
(Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil**

Ana Cristina Cerqueira Cavalcante

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Entomologia

**Piracicaba
2014**

Ana Cristina Cerqueira Cavalcante
Engenheira Agrônoma

**Ácaros predadores da família Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) para o controle
do biótipo B da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no
Brasil**

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

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2014

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

Cavalcante, Ana Cristina Cerqueira

Ácaros predadores da família Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) para o controle do biótipo B da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil / Ana Cristina Cerqueira Cavalcante. - - Piracicaba, 2014. 93 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Inimigos naturais 2. Controle biológico 3. Ácaros predadores I. Título

CDD 595.42
C376a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

Aos meus pais, José Antônio Oliveira Cavalcante e Djanira Cerqueira Cavalcante, meus primeiros e preciosos educadores.

Agradeço

Dedico,

A Pedro pimentinha, meu filho e a Peterson, meu
companheiro.

"Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça."

Cora Coralina

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela paciência e determinação na minha vida, sempre ao meu lado em todos os momentos e por ter colocado pessoas maravilhosas na minha trajetória.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Antônio e Djanira, e minha irmã Ana Carolina, pelo amor e pela confiança. A toda minha grande família pela torcida, em especial minhas avós Anísia (*in memoriam*) e Melania.

Ao Prof. Dr. Gilberto José de Moraes pela orientação, ensinamentos, correções e sugestões.

Ao pesquisador Dr. André Luiz Lourenção (Instituto Agrônomo de Campinas – IAC) pela colaboração imprescindível a este trabalho e pelo fornecimento das populações iniciais do biótipo B de *Bemisia tabaci*.

Ao Dr. Peterson Rodrigo Demite (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ Universidade de São Paulo - ESALQ/USP) pelas valiosas sugestões.

Ao Prof. Dr. Carlos H. W. Flechmann (ESALQ/USP) pela colaboração e ensinamentos.

Aos pesquisadores Dr. Paulo Rebelles Reis (Empresa Brasileira de Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG) e Dr. Mário E. Sato (Instituto Biológico de Campinas- IB) pelo fornecimento das populações iniciais de *Amblyseius herbicolus* e *Amblydromalus limonicus*, para a condução deste estudo.

À Profa. Dra. Maria do Carmo Estanislau do Amaral (Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP) pela identificação da espécie *Typha domingensis* Persoon.

Ao Prof. Dr. Lindolpho Capellari Júnior (ESALQ/USP) pelo auxílio no preparo da exsicata da *T. domingensis*.

Ao Marcelo Poletti, Diretor Geral da PROMIP Manejo Integrado de Pragas, pelo suporte financeiro.

À M.Sc. Paula C. Lopes (ESALQ/USP) pela obtenção das populações iniciais de *Amblyseius swirskii* na República de Benin e na Holanda.

Ao Danilo S. Pedrazolli, Diretor Industrial da KOPPERT Biological Systems (Brasil), pelo apoio na obtenção das populações iniciais de *A. swirskii*.

À M.Sc. Marina F. de C. Barbosa e ao Dr. Nazer Famah Sourassou (ESALQ/USP) pela identificação de *Aleuroglyphus ovatus* e pelo auxílio nas análises estatísticas, respectivamente.

Ao Prof. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy (ESALQ/USP) por emprestar uma área da estufa, permitindo a realização dos experimentos com as plantas de pimentão.

À Andreia e Marta, secretárias do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP, por todo auxílio prestado.

Ao Lasaro Vanderley da Silva e ao Josenilton Mandro, por todo o auxílio durante o doutorado.

À Dr^a. Aloyséia Noronha (EMBRAPA Amazônia Oriental) por estar sempre presente, pelos conselhos, incentivo e amizade.

Aos alunos da graduação em Engenharia Agrônômica, Emanuelle Paes, Letícia C. Rossi, Lucas R. Borges, Michel R. I. Vargas, Misleide A. Leite, Mathaus E. Mandro, Paulo Pereira Jr. e Victor Vicente, que me auxiliaram na manutenção das criações e execução dos ensaios.

Aos colegas do Laboratório de Acarologia (ESALQ/USP) com os quais convivi durante o doutorado: Daniel, Diana, Enzo, Érika, Fernanda, Grazielle, Jandir, João Paulo, Juliano, Leocadia, Letícia, Marcela, Marielle, Marina, Nazer, Paula, Peterson, Raphael, Rehan, Renan, Samantha, Sofia e Wilton.

Aos funcionários do prédio da Zoologia, Claudia, José Luiz e Rose.

Obrigada a todos aqueles que acreditaram na realização deste trabalho, pela amizade e contribuição na minha formação profissional e pessoal.

SUMÁRIO

RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	17
LISTA DE FIGURAS.....	19
LISTA DE TABELAS.....	21
1 INTRODUÇÃO GERAL	23
1.1 Distribuição de <i>Bemisia tabaci</i>	23
1.2 Plantas hospedeiras	24
1.3 Danos causados por <i>Bemisia tabaci</i>	24
1.4 Aspectos biológicos	25
1.5 Importância econômica	26
1.6 Controle.....	27
1.7 Ácaros predadores da família Phytoseiidae.....	28
Referências.....	30
2 POTENCIAL DE DUAS POPULAÇÕES DE <i>Amblyseius swirskii</i> (ATHIAS-HENRIOT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA O CONTROLE DE <i>Bemisia tabaci</i> (GENNADIUS) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) NO BRASI.....	35
Resumo.....	35
Abstract.....	35
2.1 Introdução.....	36
2.2 Desenvolvimento.....	37
2.2.1 Material e métodos.....	37
2.2.1.1 Obtenção dos ácaros predadores.....	38
2.2.1.2 Obtenção das fontes de alimento.....	38
2.2.1.3 Predadores confinados com um só tipo de alimento.....	39
2.2.1.4 Predadores com livre escolha do alimento (ovos do biótipo B de <i>B. tabaci</i> de diferentes idades).....	39
2.2.1.5 Análise estatística.....	40
2.2.2 Resultados.....	40
2.2.2.1 Predadores confinados com um só alimento.....	40
2.2.2.2 Predadores com livre escolha de alimento.....	41
2.2.3 Discussão	42

2.2.3.1 Predadores confinados com um só alimento.....	43
2.2.3.2 Predadores com livre escolha de alimento.....	44
Referências.....	45
3 POTENCIAL BIÓTICO DE <i>Amblyseius swirskii</i> ATHIAS-HENRIOT (ACARI: PHYTOSEIIDAE) E SUA CAPACIDADE DE PREDAR <i>Euseius concordis</i> (CHANT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE).....	51
Resumo.....	51
Abstract.....	51
3.1 Introdução.....	52
3.2 Desenvolvimento.....	54
3.2.1 Material e métodos.....	54
3.2.1.1 Potencial biótico.....	54
3.2.1.2 Efeito predatório de <i>A swirskii</i> sobre <i>E. concordis</i>	55
3.2.1.3 Análise estatística.....	55
3.2.2 Resultados.....	56
3.2.2.1 Potencial biótico.....	56
3.2.2.2 Efeito predatório de <i>A swirskii</i> sobre <i>E. concordis</i>	59
3.2.3 Discussão.....	60
3.2.3.1 Potencial biótico.....	60
3.2.3.2 Efeito predatório de <i>A swirskii</i> sobre <i>E. concordis</i>	61
Referências.....	63
4 POTENCIAL DE POPULAÇÕES BRASILEIRAS DE FITOSEÍDEOS (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>Bemisia tabaci</i> (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE).....	67
Resumo.....	67
Abstract.....	67
4.1 Introdução.....	67
4.2 Desenvolvimento.....	69
4.2.1 Material e métodos.....	69
4.2.1.1 Obtenção das fontes de alimento.....	70
4.2.1.2 Procedimento experimental.....	70
4.2.1.3 Análises estatísticas.....	71
4.2.2 Resultados.....	71

4.2.3 Discussão	72
Referências.....	74
5 <i>Amblyseius tamatavensis</i> BLOMMERS (ACARI: PHYTOSEIDADE) COMO AGENTE DE CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>Bemisia tabaci</i> (GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) NO BRASIL.....	79
Resumo	79
Abstract.....	79
5.1 Introdução.....	80
5.2 Desenvolvimento.....	81
5.2.1 Material e métodos.....	81
5.2.1.1 Potencial biótico.....	81
5.2.1.2 Eficiência de <i>A. tamatavensis</i> sobre plantas de pimentão.....	82
5.2.1.3 Análises estatísticas.....	83
5.2.2 Resultados	83
5.2.2.1 Potencial biótico.....	83
5.2.2.2 Eficiência de <i>A. tamatavensis</i> sobre pimentão.....	85
5.2.3 Discussão	87
5.2.3.1 Potencial biótico.....	87
5.2.3.2 Eficiência de <i>A. tamatavensis</i> sobre pimentão.....	88
Referências.....	89
6 CONCLUSÕES GERAIS	93

RESUMO

Ácaros predadores da família Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) para o controle do biótipo B da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) é considerada uma das principais pragas agrícolas. Seu controle é realizado principalmente com a utilização de inseticidas, que entretanto não tem funcionado a contento. Uma alternativa seria a utilização de ácaros predadores da família Phytoseiidae, como agentes de controle. O ácaro predador *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot tem se mostrado um eficiente agente de controle desta praga em outros países, porém este não foi até o momento constatado no Brasil. Sua introdução poderia viabilizar o controle biológico da mosca-branca no país, sendo, porém, necessária a condução de estudos prévios, para avaliar sua eficiência como agente de controle do biótipo B de *B. tabaci*, encontrado no Brasil. Uma população de *A. swirskii* coletada na República de Benin e outra comercialmente disponível na Holanda foram recentemente introduzidas no Brasil para estudos. No primeiro estudo relatado neste documento, as duas populações foram comparadas quanto à habilidade de predação e oviposição quando alimentadas com ovos de *B. tabaci* de diferentes idades e com outros alimentos. Melhor desempenho foi apresentado pela população da Holanda, mas para ambas as populações, maiores níveis de predação e oviposição foram observados em ovos mais novos (< 24 h de idade) de *B. tabaci*. No segundo estudo avaliou-se o potencial biótico desta população quando alimentada com ovos de *B. tabaci* ou pólen de *Typha domingensis* Persoon, e o efeito de ambas as populações sobre larvas de *Euseius concordis* (Chant), fitoseídeo comumente encontrado no Brasil. A taxa intrínseca de aumento populacional foi relativamente alta em ambos os alimentos, sendo ligeiramente mais alta em ovos de *B. tabaci* que em pólen (respectivamente 0,29 e 0,25 fêmea/fêmea/dia). Fêmeas adultas de ambas as populações predaram larvas da própria espécie e, em maiores níveis, de *E. concordis*, independentemente da presença de pólen. No terceiro estudo, avaliou-se o potencial de populações brasileiras de fitoseídeos como predadores de *B. tabaci*, assim como o desempenho destes em outros alimentos. Os fitoseídeos avaliados foram *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor), *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Amblyseius largoensis* (Muma), *Amblyseius tamatavensis* (Blommers) e *Neoseiulus tunus* (De Leon). Todos predaram ovos de *B. tabaci*. Contudo, melhores resultados foram observados para *A. herbicolus*, *A. tamatavensis* e *N. tunus*. Os resultados sugerem que estas espécies sejam promissoras como agentes de controle de *B. tabaci*. No quarto estudo, avaliou-se o potencial biótico de *A. tamatavensis* quando alimentado com ovos de *B. tabaci* e seu desempenho no controle desta praga em plantas jovens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). A taxa intrínseca de aumento populacional foi comparável à obtida para *A. swirskii* alimentando-se da mesma presa. Por outro lado, a liberação deste predador resultou em reduções de 60 a 80% nas densidades da praga, sugerindo que *A. tamatavensis* seja promissor como agente de controle de *B. tabaci*. Conclui-se que exista um grande potencial de se controlar *B. tabaci* no Brasil com o uso de espécies de fitoseídeos, seja com uma espécie em fase de introdução, *A. swirskii*, seja com uma espécie já presente no país, *A. tamatavensis*.

Palavras-chave: Inimigos naturais; Controle biológico; Ácaros predadores

ABSTRACT

Predatory mites of the family Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) for the control of biotype B of the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil

The whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) is considered a major agricultural pest. Its control is mainly done with the use of insecticides, which however have not provided satisfactorily. An alternative could be the use of predatory mites of the family Phytoseiidae as control agents. The predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot is an effective control agent of this pest in other countries, nonetheless this species has not been found in Brazil. Its introduction could enable the biological control of whitefly in the country. However, preliminary studies carried are still necessary to evaluate its effectiveness as a control agent of *B. tabaci* biotype B, found in Brazil. One population of *A. swirskii* collected in the Republic of Benin and the other commercially available in the Netherlands, have been recently introduced to Brazil for studies. On the first study reported in this paper, two populations were compared in relation to their ability to prey and oviposit when fed with *B. tabaci* eggs of different ages and with other food sources. The best performance was presented by the Netherlands population, but for both populations, higher predation and oviposition levels were observed on younger eggs (< 24h). In the second study, we evaluated the biotic potential of the same population when fed with *B. tabaci* eggs or pollen of *Typha domingensis* Persoon as well as the effect of both populations on the larvae of *Euseius concordis* (Chant), phytoseiid commonly found in Brazil. The intrinsic rate of population increase was relatively high on both food types, being slightly higher on eggs of *B. tabaci* than on pollen (respectively 0.29 and 0.25 female/female/day). Adults females of both populations preyed on their on larvae and also the highest levels of *E. concordis*, regardless of the presence of pollen. In the third study, we evaluated the potential of Brazilian populations of phytoseiids as predators of *B. tabaci*, as well as their performance on other food sources. The phytoseiid species evaluated were *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor), *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Amblyseius largoensis* (Muma), *Amblyseius tamatavensis* Blommers and *Neoseiulus tunus* (De Leon). All species preyed on eggs of *B. tabaci*, but best results were observed for *A. herbicolus*, *A. tamatavensis* and *N. tunus*. The results suggest that these species are promising as control agents of *B. tabaci*. In the fourth study, we evaluated the biotic potential of *A. tamatavensis* when fed on eggs of *B. tabaci* and its performance in controlling this pest in young bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. The intrinsic rate of population increase was comparable to that of *A. swirskii* fed with the same prey. On the other hand, the release of this predator resulted in a reduction of 60 to 80 % in pest density, suggesting that *A. tamatavensis* is promising as a control agent *B. tabaci*. We conclude that there is a great potential to control *B. tabaci* in Brazil using phytoseiid species, with a species which is now being introduced, *A. swirskii*, or with a species which is already present in the country, *A. tamatavensis*.

Keywords: Natural enemies; Biological control; Predatory mites

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Efeito da idade dos ovos do biótipo B de *B. tabaci* (< 24 h, colunas brancas; > 48 h, colunas pretas) sobre *Amblyseius swirskii*: (A) Números ($\pm$ erro padrão) do predador encontrados com ovos de cada idade; (B) Números ($\pm$ erro padrão) de ovos predados; (C) Números ($\pm$ erro padrão) de ovos postos pelo predador; (D) Proporções ($\pm$ erro padrão) entre número de ovos predados e número de predadores. Em cada período de avaliação, as colunas seguidas por (*) representam que são estatisticamente diferentes (ANOVA; $p < 0,05$)..... 42
- Figura 2 - Fecundidade e sobrevivência de fêmeas de *A. swirskii* alimentado com de *B. tabaci* ou pólen de *T. domingensis* (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10\%$; fotofase= 12 h)..... 58
- Figura 3 - Fecundidade e sobrevivência de fêmeas de *A. tamatavensis* alimentadas com ovos de *B. tabaci* (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10\%$; fotofase= 12 h) (número inicial de fêmeas = 48)..... 84
- Figura 4 - Média do número de ovos + ninfas ($\pm$ erro padrão) de *B. tabaci* por folha de pimentão em diferentes períodos a partir do estabelecimento das colônias de *B. tabaci* nas folhas. Predadores liberados no dia zero. Em cada período de avaliação. Para cada repetição, diferenças significativas (Teste t; $p < 0,05$) foram observadas entre os tratamentos em cada avaliação..... 86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Predação e oviposição diária ($\pm$ erro padrão) de uma população de <i>Amblyseius swirskii</i> adquirida da Koppert (Holanda) e outra obtida da República de Benin com diferentes fontes de alimentos (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10\%$; fotofase= 12 h).....	41
Tabela 2 - Duração média em dias ($\pm$ erro padrão) dos estágios de desenvolvimento de <i>A. swirskii</i> alimentado com ovos de <i>B. tabaci</i> ou pólen de <i>T. domingensis</i> (n= 60), (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10 \%$; fotofase= 12 h).....	56
Tabela 3 - Duração média em dias ($\pm$ erro padrão) dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, longevidade, oviposição média diária, fecundidade e razão sexual de <i>A. swirskii</i> alimentados com ovos de <i>B. tabaci</i> e pólen de <i>T. domingensis</i> (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10 \%$; fotofase= 12 h).....	57
Tabela 4 - Parâmetros da tabela de vida de <i>A. swirskii</i> obtido da Holanda, alimentados com ovos de <i>B. tabaci</i> e pólen de <i>T. domingensis</i> (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10 \%$; fotofase= 12 h).....	59
Tabela 5 - Predação e oviposição diária ($\pm$ erro padrão) de uma população de <i>A. swirskii</i> adquirida da Koppert (Holanda) e outra obtida da República de Benin na presença ou ausência de pólen de <i>T. domingensis</i> , com larvas da mesma espécie ou de <i>E. concordis</i> (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10 \%$; fotofase= 12 h).....	60
Tabela 6 - Predação e oviposição diária ($\pm$ erro padrão) de fitoseídeos alimentados com diferentes fontes de alimento (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR= $75 \pm 10 \%$, fotofase= 12h).....	72
Tabela 7 - Duração média em dias ($\pm$ erro padrão) dos estágios de desenvolvimento e das fases do estágio adulto de <i>A. tamatavensis</i> alimentados com <i>B. tabaci</i> (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10\%$; fotofase= 12 h).....	84
Tabela 8 - Temperatura e umidade relativa registradas no interior das gaiolas, após a liberação de <i>A. tamatavensis</i> , em cada uma das três réplicas do experimento (A, 4 a 18 de janeiro; B, 2 a 16 de fevereiro; C, 26 de fevereiro a 12 de março).....	85

1 INTRODUÇÃO GERAL

Este trabalho refere-se a uma tentativa de se determinar espécies promissoras de ácaros predadores da família Phytoseiidae para o controle do biótipo B de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleurodidae) no Brasil. Esta é a primeira tentativa neste sentido, com uma espécie de fitoseídeo já comercialmente utilizada no exterior para esta finalidade, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, ainda não detectado no país, assim como com espécies já relatadas no país, a maioria das quais ainda não avaliadas para esta finalidade.

1.1 Distribuição de *Bemisia tabaci*

Este inseto é originário do Oriente Médio (BROWN; FROHLICH; ROSELL, 1995), de onde se disseminou para todo o mundo, exceto Antártica (BYRNE; BELLOWS Jr., 1991; DE BARRO et al., 2011). No Brasil, o primeiro relato foi feito em 1923, no estado da Bahia (BONDAR, 1928). Posteriormente, Silva et al. (1968) também registraram este inseto nos estados de São Paulo e Santa Catarina, e Costa et al. (1973), no estado do Paraná. Nesse período, a maior importância da *B. tabaci* era como transmissora de vírus para algumas culturas (YUKI, 2011), sendo considerada uma praga secundária. No início dos anos 90, surtos populacionais de *B. tabaci* foram registrados no estado de São Paulo em diversas plantas cultivadas ou não, sendo os insetos identificados como biótipo B (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994). A partir de então, este inseto disseminou-se rapidamente para todas as fronteiras agrícolas do país.

1.2 Plantas hospedeiras

Bemisia tabaci é uma espécie polífaga, sendo encontrada em cerca de 600 espécies de plantas (mono e dicotiledôneas), incluindo espécies cultivadas ou não (BROWN; FROHLICH; ROSELL, 1995; DE BARRO et al., 2011; LOURENÇÃO; SAKATE; VALLE, 2014).

Segundo Lourenção, Sakate e Valle (2014), as principais culturas de interesse econômico atacadas por este inseto no Brasil são algodoeiro (*Gossypium herbaceum* L.), aboboreiras (*Curcubita* spp.), batata (*Solanum tuberosum* L.), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), melancia (*Citrullus lanatus* L.), meloeiro (*Cucumis*

melo L.), soja, videira (*Vitis* spp.), hortaliças diversas e ornamentais. Dentre as plantas da vegetação espontânea, alguns hospedeiros são amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.), caruru (*Amaranthus* spp.), corda-de-viola (*Ipomoea* sp., *Pavonia cancellata* Cav., *Pavonia humifusa* A. St-Hill), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), joá-bravo (*Solanum viarum* Dun.), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), maria-preta (*Solanum americanum* L.), mata-pasto-liso (*Senna tora* (L.) Roxb., melão-de-São-Caetano (*Mormodica charantia* Moric.), quebra-pedra (*Phyllanthus tenellus*) e serralha-vermelha (*Emilia sonchifolia* (L.) DC. (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994; HAJI et al., 2001; MOREIRA, 2001).

1.3 Danos causados por *Bemisia tabaci*

Esse inseto causa danos diretos e indiretos às plantas atacadas, ocasionando a diminuição do desenvolvimento destas, com redução e comprometimento da qualidade da produção (INBAR; GERLING, 2008). Os danos diretos se referem a alterações bioquímicas, fisiológicas, anatômicas e de desenvolvimento das plantas infestadas, podendo haver diminuição das reservas das plantas, com redução da produção e indução de desordens fisiológicas (INBAR; GERLING, 2008). Segundo Lourenção, Sakate e Valle (2014), as desordens fisiológicas mais comumente induzidas pelo biótipo B de *B. tabaci* abrangem o prateamento das folhas e dos frutos em aboboreiras, o amadurecimento irregular dos frutos do tomateiro, o clareamento das nervuras em poinsettia e outras ornamentais, assim como o clareamento do caule em brássicas.

Com relação aos danos indiretos, o inseto excreta durante o processo de alimentação uma substância açucarada sobre a qual se desenvolve um fungo do gênero *Capnodium* (fumagina). Além de interferir nos processos fisiológicos da planta quando presente nas folhas, como transpiração e fotossíntese, a fumagina pode também afetar seus produtos, comprometendo a aparência e, conseqüentemente, prejudicando a comercialização destes.

Além disso, *B. tabaci* é vetor de 128 espécies de fitovírus, entre eles os begomovírus e crinivírus (HOGENHOUT et al., 2008). No Brasil, dentre as culturas mais afetadas pela transmissão dos begomovírus pelo biótipo B de *B. tabaci* tem-se batata, feijão, melão, pimentão e tomate com sintomas bastante severos nas plantas (HAJI et al., 2005; LOURENÇÃO; SAKATE; VALLE, 2014). Muitas das espécies não cultivadas servem de hospedeiros a vírus transmitidos por *B. tabaci* às plantas cultivadas.

1.4 Aspectos biológicos

As populações de *B. tabaci* são morfologicamente idênticas, não sendo possível distinguir os biótipos na fase imatura ou adulta (BROWN, 2010), sendo a sua identificação realizada com uso de técnicas moleculares (DE BARRO et al., 2011). Apresentam também diferenças quanto aos hospedeiros preferencialmente colonizados, fecundidade, capacidade de causar fitotoxicidade, composição de endossimbiontes e capacidade de transmitir begomovírus (BROWN; FROHLICH; ROSELL, 1995; BROWN, 2010).

A reprodução deste inseto é sexuada e por partenogênese arrenótoca, em que ovos fertilizados originam fêmeas e ovos não fertilizados originam machos, respectivamente (BYRNE; BELLOWS, 1991). Esse inseto apresenta metamorfose incompleta, com a fase de ovo, quatro ínstares ninfais e a fase adulta. O ovo apresenta formato elíptico contendo um curto pedicelo pelo qual é fixado à superfície da folha. Ovos recém-postos são brancos ou branco-amarelados, escurecendo próximo à eclosão (BYRNE; BELLOWS, 1991; MANN, 2011). Após a eclosão, as ninfas de primeiro instar percorrem a superfície foliar à procura de um local adequado, onde inserem os estiletes. Como os íntares ninfais subsequentes não são móveis, os insetos aí permanecem até a emergência dos adultos (LOURENÇÃO; SAKATE; VALLE, 2014).

O efeito da planta hospedeira e da temperatura no nível de oviposição e no tempo de incubação do ovo tem sido estudado (ALBERGARIA; CIVIDANES, 2002; VILLAS BÔAS; FRANÇA; MACEDO, 2002). Villas Bôas, França e Macedo (2002) relatam uma taxa de oviposição de até 300 ovos por fêmea pelo biótipo B de *B. tabaci* em plantas de repolho (*Brassica oleracea*) e poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) e até 140 ovos por fêmea em tomateiro. O período de incubação atingiu 6,1 dias para ovos em feijoeiro e abobrinha (*Cucurbita pepo*), e 7,2 em poinsettia, naquele estudo. No estudo de Albergaria e Cividanes (2002), o período de incubação variou de 5,1 a 30°C a 22,4 dias a 15 °C, em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Semelhantemente, o efeito da planta hospedeira e da temperatura na duração dos ínstares ninfais também tem sido estudado. O desenvolvimento de ovo a adulto foi de 20,5 dias em repolho e 26,6 dias em poinsettia (VILLAS BÔAS; FRANÇA; MACEDO, 2002). O desenvolvimento de ovo a adulto pode levar de 18 a 19 dias a 32 °C a até 73 dias a 15 °C; conseqüentemente, a cada ano podem ocorrer de 11 a 15 gerações deste inseto (VILLAS BÔAS et al., 1997).

1.5 Importância econômica

Segundo Ferreira e Avidos (1998), os prejuízos causados pela mosca-branca somam alguns bilhões de dólares, sendo que somente nos Estados Unidos da América do Norte chegam a 500 milhões de dólares por ano, e em algumas regiões daquele país chegam a gerar índices de desemprego superiores a 30% no campo. No Brasil, as perdas causadas pelo ataque desse inseto chegam a atingir 100% em culturas como jiló, pepino, pimentão, repolho e tomate (FERREIRA; AVIDOS, 1998; LIMA; LARA, 2001; LOURENÇÃO; SAKATE; VALLE, 2014). Segundo Haji et al. (2005), o clima quente e seco favorece o desenvolvimento da mosca-branca, sendo bastante evidente a influência destes fatores climáticos na região do Submédio do Vale do São Francisco, nos estados da Bahia e Pernambuco. No período de 1995-1998, níveis populacionais bastante elevados do biótipo B de *B. tabaci* foram constatados em áreas produtoras de tomate daquela região, considerada durante anos o maior produtor de tomate industrial do país, ocasionando o abandono de áreas produtoras e desestabilização da tomaticultura (HAJI et al., 2005). Lourenção, Sakate e Valle (2014) relatam que apesar das inúmeras aplicações de inseticidas (cerca de 60) ao longo do ciclo da cultura, estas não eram eficientes para o controle da praga na região do Submédio do Vale do São Francisco. Atualmente, o vírus conhecido como ToSRV (Tomato severe rugose virus) inicialmente transmitidos pelo biótipo B de *B. tabaci* apenas a tomateiros e batata, tem sido comumente encontrado em pimentão (LOURENÇÃO; SAKATE; VALLE, 2014).

O alto potencial reprodutivo, a ampla gama de hospedeiros permitindo a migração do inseto entre os cultivos, a fácil dispersão e a capacidade de transmitir diferentes vírus às plantas de interesse econômico torna muito difícil o controle deste inseto (BYRNE; BELLOWS, 1991; ANTONY; PALANISWAMIM; HENNEBERRY, 2003). Além disso, inúmeros casos de resistência a inseticidas têm sido relatados (HOROWITZ, 2002; ERDOGAN, 2008; SILVA et al., 2009; VILLAS BÔAS; BRANCO, 2009). Devido à sua plasticidade genética, o biótipo B de *B. tabaci* pode rapidamente desenvolver resistência a inseticidas de diferentes grupos químicos, como os neonicotinoides e reguladores de crescimento, como observado em populações coletadas nos estados de Goiás e Bahia (SILVA et al., 2009).

1.6 Controle

A utilização de fungos, parasitoides e predadores representa uma estratégia chave para controle da mosca-branca *B. tabaci* em sistemas de cultivos em todo mundo. Contudo, a utilização daqueles inimigos naturais é comprometida pelo grande uso de inseticidas como principal tática de controle (NARANJO, 2001). O uso inadequado destes produtos vem promovendo o desenvolvimento da resistência desta praga no Brasil (SILVA et al., 2009). Estratégias preventivas como o controle cultural e a utilização de variedades resistentes não tem sido exploradas.

No entanto, controle legislativo tem sido adotado no país, com medidas de controle preventivas ou não, embasadas em dispositivos legais (VILLAS BÔAS et al., 1997). Em 3 de maio de 2014 foi publicada a Instrução Normativa N° 02/2014 no Diário Oficial pela Agência Goiana de Defesa Agropecuária (Agrodefesa) que regulamenta o vazio sanitário para a cultura do feijão, visando ao controle da mosca-branca. Esta Instrução Normativa informa sobre os períodos de eliminação de plantas vivas e proibição do plantio de feijão em cada região do estado de Goiás. A integração de estratégias preventivas com a realização de amostragens, detecção e monitoramento poderia melhorar a eficiência de programas de manejo integrado de *B. tabaci* (NARANJO, 2001).

Em relação ao controle biológico, ainda não são comercializados inimigos naturais para o controle de *B. tabaci* no Brasil. Até o momento, dois relatos foram feitos sobre a ocorrência de epizootias de fungos em *B. tabaci*, uma relativo a *Aschersonia* cf. *goldiana* no estado de São Paulo (LOURENÇÃO; YUKI; ALVES, 1999) e outro relativo a *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas no estado no Maranhão (LOURENÇÃO; MIRANDA; ALVES, 2001), ambas em cultivos de soja em condições de elevada umidade relativa. Faria e Wraight (2001) relatam que a utilização de produtos à base de fungos entomopatogênicos têm a capacidade para suprimir e proporcionar bom controle da mosca-branca em culturas de estufa e de campo. No entanto, alguns fatores podem dificultar o desenvolvimento comercial de produtos à base de fungos como agentes de controle biológico de mosca-branca. Estes incluem a ação lenta, baixa mortalidade de adultos, interações negativas com fungicidas comumente utilizados, custo relativamente alto, vida útil limitada e dependência de condições ambientais favoráveis (FARIA; WRAIGHT, 2001). Recentes avanços na produção, formulação e aplicação de fungos entomopatogênicos tem melhorado as perspectivas de uso de produtos à base de

fungos entomopatogênicos (FARIA; WRIGHT, 2001). Por exemplo, *V. lecanii* é hoje disponível comercialmente em alguns outros países (MALAIS; RAVENSBURG, 2003).

Em relação a outros grupos de inimigos naturais associados ao biótipo B de *B. tabaci* no Brasil, Baldin et al. (2011) relataram a ocorrência de *Delphastus davidsoni* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) em Botucatu, estado de São Paulo. Já a publicação de Torres et al. (2014) compila o registro de 19 espécies de parasitoides e predadores em algumas regiões do Brasil. Recentemente foi constatada a presença de *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) em Campinas, estado de São Paulo (LOURENÇÃO et al., 2014).

Táticas de controle biológico conhecidas como conservação e incremento populacional têm sido empregadas no controle da mosca-branca. Além disso, o controle biológico clássico também tem sido utilizado, particularmente nos Estados Unidos da América do Norte (NARANJO, 2001; GOULD; HOELMER; GOOLSBY, 2008).

Fora do Brasil, parasitoides dos gêneros *Encarsia* ou *Eretmocerus* e ácaros predadores da família Phytoseiidae (GELLING; ALOMAR; ARNÓ, 2001; CALVO; BOLCKMANS; BELDA, 2009).

1.7 Ácaros predadores da família Phytoseiidae

Ácaros predadores são utilizados como agentes de controle biológico em muitos países. Dentre as famílias mais estudadas para esse objetivo, tem-se principalmente os Phytoseiidae, pouco tendo sido estudado sobre a possibilidade de uso de outras famílias (GERSON et al., 2003, McMURTRY et al., 2013). Mais de 2.700 espécies de fitoseídeos são hoje conhecidas. A fauna brasileira de fitoseídeos é bastante diversa, com cerca de 200 espécies já tendo sido relatadas no país (DEMITE et al., 2014).

Trabalhos conduzidos em diferentes países, incluindo o Brasil, demonstram a eficiência destes ácaros para o controle de pragas. Um exemplo de programa bem sucedido refere-se ao controle do ácaro-verde-da-mandioca, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Tetranychidae) na África. Neste programa, os fitoseídeos *Amblydromalus manihoti* (Moraes), *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma e *Typhlodromalus aripo* De Leon, coletados no Brasil, foram introduzidos com êxito para o controle desta praga (YANINEK; HANNA, 2003; ALENE et al., 2005). Graças a este trabalho, os danos causados pela presença do ácaro-praga foram reduzidos, com resultados altamente satisfatórios aos agricultores. Estudos de impacto econômico demonstraram os altos benefícios do controle biológico, na África, sendo este uma alternativa

sustentável para redução das perdas econômicas e ambientais (YANINEK; HANNA, 2003; ALENE et al., 2005).

Nomikou et al. (2001, 2002) relataram a presença de cinco espécies de fitoseídeos [*Typhlodromus* (*Typhlodromus*) *athiasae* Porath & Swirski, *Neoseiulus barkeri* Hughes, *A. swirskii*, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) e *Phytoseius finitimus* Ribaga] em associação com *B. tabaci* em Israel e na Jordânia.

Em estudos realizados sob condições controladas, *A. swirskii* e *E. scutalis* foram capazes de suprimir populações de *B. tabaci* em plantas de pepino, sendo essas duas espécies consideradas promissoras como agentes de controle biológico (NOMIKOU et al., 2001, 2002). Desde 2005, *A. swirskii* está disponível como agente de controle biológico da mosca-branca em muitos países europeus e na América do Norte (NAPPO, 2012; EPPO, 2014).

Os fitoseídeos apresentam as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto, assim como a maioria dos Mesostigmatas (subordem a que os fitoseídeos pertencem); reproduzem-se pelo processo conhecido como pseudo-arrenotoquia ou para-haploidia (HELLE et al., 1978; NELSON-REES; HOY; ROUSH, 1980 apud SCHULTEN, 1985). Neste processo, a oviposição somente ocorre após a fertilização dos óvulos, o que implica que todos os ovos sejam inicialmente diplóides; após um dado período, parte dos ovos depositados perde a contribuição paterna de cromossomas, tomando-se haplóides e dando origem a machos (MORAES; FLECHTMANN, 2008). O desenvolvimento da fase imatura de fitoseídeos leva cerca de sete dias (27 °C; 60-90% umidade relativa). A longevidade dos adultos é de 20- 30 dias, e a fecundidade é de 30-40 ovos (GERSON et al., 2003; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Quanto ao hábito alimentar dos fitoseídeos, McMurtry e Croft (1997) fizeram uma revisão, classificando-os em quatro estilos (I a IV) dependendo o nível de especificidade fitoseídeo quanto à sua alimentação. McMurtry, Moraes e Sourassou (2013), revisaram estes estilos. De acordo com este trabalho, os fitoseídeos foram classificados em quatro tipos: Tipo I- predadores especializados, dividida em três subtipos para destacar especificidade do predador para diferentes grupos de ácaros presa: subtipo I-a: especializado em predação espécies de *Tetranychus* (Tetranychidae); subtipo I-b: especializado em predação ácaros Tetranychidae que produzem uma teia complexa (tipo CW-u); subtipo I-c: especializados em predação ácaros da superfamília Tydeoidea. Tipo II- especializados em predação ácaros Tetranychidae III- generalistas, um grupo grande e diverso que consome uma diversidade de presas (ácaros tarsonemídeos, tenuipalpídeos e pequenos insetos, como tripes, mosca-branca e cochonilhas), sendo agora agrupados em cinco subtipos com base no microhábitat e na morfologia: subtipo

III-a: generalistas que habitam folhas com tricomas; subtipo III-b: generalistas que habitam folhas glabras; subtipo III-c: generalistas que habitam espaços confinados em plantas dicotiledôneas; III-d: generalista que habitam espaços confinados em plantas monocotiledôneas; subtipo III-e: generalistas que habitam o solo. Tipo IV- generalistas que preferem consumir pólen.

Ácaros predadores generalistas, pertencentes aos grupos III e IV, tem sido utilizados para o controle biológico de *B. tabaci*. Os fitoseídeos comercializados para esta finalidade são *A. swirskii* (KOPPERT, 2014), *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) (KNAPP et al., 2012) e *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier (BIOBEST, 2014). A utilização do controle biológico com ácaros predadores associada ao uso adequado de agroquímicos e a prevenção são necessários para um manejo integrado de pragas bem sucedido.

A introdução do predador *A. swirskii* ou de espécies registradas no país poderiam viabilizar o controle eficiente da mosca-branca, como uma das ferramentas do manejo integrado desta praga. Levando-se em consideração a grande diversidade da fauna de ácaros fitoseídeos registrada no Brasil, é de se esperar que algumas destas espécies sejam eficientes no controle dessa praga.

Referências

ALBERGARIA, N.M.M.S.; CIVIDANES, F.J. Exigências térmicas de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 259-363, 2002.

ALENE, A.D.; NEUENSCHWANDER, P.; MANYYONG, V.M.; COULIBALY, O.; HANNA, R. **The impact of IITA-led biological control of major pests in Sub-Saharan African agriculture**: a synthesis of milestones and empirical results. Ibadan: IITA, 2005. 26 p.

ANTONY, B.; PALANISWAMIM, S.; HENNEBERRY, T.J. *Encarsia transvena* (Hymenoptera: Aphelinidae) development on different *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) instars. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 3, p. 584-591, 2003.

BALDIN, E.L.L.; SCHLICK-SOUZA, E.C.; FUJIHARA, R.T.; LOURENÇÃO, A.L.; GONZÁLEZ, G.F. Ocorrência de *Delphastus davidsoni* (Coleoptera: Coccinellidae) predando *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera/; Aleyrodidae) em cultivo protegido no Brasil. **Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas**, Madrid, v. 37, p. 27-30, 2011.

BIOBEST – SUSTAINABLE CROP MANAGEMENT. **Biobest introduces Dyna-Mite®**: a new predatory mite strategy in rose. Disponível em <<http://www.biobest.be/nieuws/289/3/0/>>. Acesso em: 31 mar. 2014.

BONDAR, G. Aleyrodídeos do Brasil (2ª Contribuição). **Boletim do Laboratório de Patologia Vegetal**, Salvador, v. 5, p. 27-34, 1928.

BROWN, J.K. Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group. In: STANSLEY, P.A.; NARANJO, S.E. (Ed.). ***Bemisia*: bionomics and management of a global pest**. Dordrecht; Heidelberg; New York; London: Springer, 2010. p. 31-67.

BROWN, J.K.; FROHLICH, D.R.; ROSELL, R.C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 40, p. 511-534, 1995.

BYRNE, D.N.; BELLOWS Jr., T.S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 36, p. 431-457, 1991.

CALVO, F.J.; BOLCKMANS, K.; BELDA, J.E. Development of a biological control-based Integrated Pest Management method for *Bemisia tabaci* for protected sweet pepper crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 33, p. 9-18, 2009.

COSTA, A.S.; COSTA, C.L.; SAUER, H.F.G. Surto de mosca-branca em culturas do Paraná e São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 2, p. 20-30, 1973.

DE BARRO, P.J.; LIU, S.-S.; BOYKIN, L.M.; DINSDALE, A.B. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 56, p. 1-19, 2011.

DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. de; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C. **Phytoseiidae Database**. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae/>>. Acesso em: 08 maio 2014.

ERDOGAN, C.; MOORES, G.D.; GURKAN, M.O.; GORMAN, K.J.; DENHOLM, I. Insecticide resistance and biotype status of populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Turkey. **Crop Protection**, Guildford, v. 27, p. 600-605, 2008.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. **Commercially used biological control agentes: arachnida, Acarina**. Disponível em: <http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol_web/acarina.htm>. Acesso em: 15 maio 2014.

FARIA, M.; WRAIGHT, S.P. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, p. 767-778, 2001.

FERREIRA, L.T.; AVIDOS, M.F.D. Mosca-branca: presença indesejável no Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 4, p. 22-26, 1998.

GERLING, D.; ALOMAR, O.; ARNÓ, J. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, p. 779-799, 2001.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 539 p.

GOULD, J.; HOELMER, K.; GOOLSBY, J. **Classical biological control of *Bemisia tabaci* in the United States**: a review of interagency research and implementation. Dordrecht: Springer. 2008. 343 p.

Haji, F.N.; MATTOS, M.A. de; ALENCAR, J.A. de; BARBOSA, PARANHOS, B.J. **Manejo da mosca-branca na cultura do tomate**. 2005. 14 p. (Embrapa Semi-árido. Circular Técnica, 81). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/33071/1/CTE81.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2014.

Haji, F.N.; LIMA, M.F.; MATTOS, M.A. de; MOREIRA, A.N.; ALENCAR, J.A. de; BARBOSA, F.R.; KILL, L.H.P. **Plantas hospedeiras de *Bemisia argentifolli* Bellows & Perring em áreas cultivadas das regiões do Submédio do Vale São Francisco e Setão Central Pernambucano**. 2001. 13 p. (Embrapa Semi-árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55). Disponível em: <http://www.cpatosa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/BPD55.pdf>. Acesso em: 10 maio 2014.

HOGENHOUT, S.A.; AMMAR, E.D.; WHITFIELD, A.E.; REDINBAUGH, M.G. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 46, n. 1, p. 327-359, 2008.

HOROWITZ, A.R.; KONTSEDALOV, S.; DENHOLM, I.; ISHAAYA, I. Dynamics of insecticide resistance in *Bemisia tabaci*: a case study with insect growth regulator pyriproxyfen. **Pest Management Science**, Sussex, v. 58, p. 1096-1100, 2002.

INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 53, p. 431-438, 2008.

KNAPP, M.; HOUTEN, Y. van; HOOGERBRUGGE, H.; BOLKMANS, K. *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: literature review and new findings. **Acarologia**, Paris, v. 53, n. 2, p. 191-202, 2013. Apresentado no SYMPOSIUM of EURAAC, 7., 2012, Vienna.

KOPPERT – BIOLOGICAL SYSTEMS. **Swirski-mite**. Disponível em: <<http://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/>>. Acesso em: 02 abr.2014.

LIMA, A.C.S.; LARA, F.M. **Mosca-branca (*B. tabaci*): morfologia, bioecologia e controle**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 76 p.

LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, p. 53-59, 1994.

LOURENÇÃO, A.L.; MIRANDA, M.A.C.; ALVES, S.B. Ocorrência epizootica de *Verticillium lecanii* em *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado do Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 183-185, 2001.

LOURENÇÃO, A.L.; SAKATE, R.K.; VALLE, G.E. *Bemisia tabaci* biótipo B. In: VILELLA, E.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2014. No prelo.

LOURENÇÃO, A.L.; YUKI, V.A.; ALVES, S.B. Epizootia de *Aschersonia* cf. *goldiana* em *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biótipo B no estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 343-345, 1999.

MANN, R.S. *Bemisia tabaci* interaction with cotton leaf curl virus. In: WINSTON, T.M.O. (Ed.). **The whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) interaction with geminivirus-infected host plants**. Dordrecht: Springer, 2011. p. 68-88.

MALAIS, M.; RAVENSBERG, W.J. **Knowing and recognizing: the biology of glasshouse pests and their natural enemies**. Berkel en Rodenrijs: Koppert Biological Systems, 2003. 289 p.

McMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 42, p. 291- 321, 1997.

McMURTRY, J.A.; MORAES, G.J. de; SOURASSOU, N.F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 18, n. 4, p. 297-320, 2013.

MOREIRA, M.A.B. **Hospedeiros alternativos da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo "B" (Hemiptera: Aleyrodidae) no Rio Grande do Norte**. 2001. 12 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, Circular Técnica, 9). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/370883>>. Acesso em: 12 maio 2014.

NAPPO REGIONAL STANDARDS FOR PHYTOSANITARY MEASURES. **Certification of commercial arthropod biological control agents moving into NAPPO member countries**. Ottawa: The Secretariat of the North American Plant Protection Organization, 2002. 15 p.

NARANJO, S.E. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, p. 835-852, 2001.

NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, p. 271-291, 2001.

_____. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 27, p. 57-68, 2002.

SCHULTEN, G.G.M. Pseudo-arrhenotoky. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (Ed.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1985. p. 67-71. (World Crop Pests, 1B).

SILVA, A.G.A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A.J.L.; GOMES, J.; SILVA, M.N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil**,

seus parasitos e predadores. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. v. 1, p. 2: Insetos, hospedeiros e inimigos naturais, 622 p.

SILVA, L.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 116-125, 2009.

TORRES, L.C.; LOURENÇÃO, A.L.; COSTA, V.A.; SOUZA, B.S.; COSTA, M.B.; TANQUE, R.L. Records of natural enemies of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, p. 189-191, 2014.

VILLAS BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M. **Manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em sistema de produção integrada de tomate de indústria (PITI).** 2009. 16 p. (Embrapa Hortaliças, Circular Técnica, 70). Disponível em: <http://bbeletronica.cnph.embrapa.br/2009/ct/ct_70.pdf>. Acesso em: 12 maio 2014.

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, F.H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 71-79, 2002.

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, H.F.; ÁVILA, A.C.; BEZERRA, I.C. **Manejo integrado de mosca branca *Bemisia argentifolii*.** 1997. 11 p. (Embrapa Hortaliças, Circular Técnica, 9). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/758442>>. Acesso em 12 maio 2014.

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, F.H.; MACEDO, N.; MOITA, A.W. Avaliação da preferência de *Bemisia argentifolii* por diferentes espécies de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 130-134, 2001.

YANINEK, J.S.; HANNA, R. Cassava green mite in Africa: a unique successful classical biological control of a continental scale. In: NEUENSCHWANDER, P.; BORGEMEISTER, C.; LANGEWALD, J. (Ed.). **Biological control in IPM systems in Africa.** Wallingford: CABI Publ., 2003. p. 61-75.

YUKI, V.A. Epidemiologia e controle de begomovírus transmitido por mosca-branca. In BALDIN, E.L.L.; FUJIHARA, R.T.; FIRMINO, A.C.; NEGRISOLI, E.; SOUZA, E.S.; PRADO, E.P.; MARUBAYASHI, J.M. (Ed.). **Avanços em fitossanidade.** Botucatu: FEPAF, 2011. p. 55-61.

2 POTENCIAL DE DUAS POPULAÇÕES DE *Amblyseius swirskii* (ATHIAS-HENRIOT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA O CONTROLE DE *Bemisia tabaci* (Gennadius) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) NO BRASIL

Resumo

Em países da Europa e na América do Norte, ácaros predadores da família Phytoseiidae são comercializados para o controle de mosca-branca. Um destes predadores é *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, que não ocorre no Brasil. Sua introdução poderia viabilizar o controle biológico da mosca-branca no país, sendo, porém, necessária a condução de estudos prévios sob condições controladas para avaliar sua eficiência como agente de controle do biótipo B de *Bemisia tabaci* (Gennadius), encontrado no Brasil. Os objetivos deste trabalho foram comparar duas populações de *A. swirskii* alimentadas com ovos de biótipo B de *B. tabaci* de diferentes idades e a aceitação por diferentes fontes de alimento. Uma população desta espécie foi coletada na República de Benin e a outra, adquirida comercialmente na Holanda. Todos os experimentos foram realizados a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 h. A população da Holanda apresentou melhor desempenho. No entanto, ambas as populações foram capazes de ovipositar ao consumir ovos de biótipo B de *B. tabaci*, com níveis de predação maiores para ovos de *B. tabaci* com até de 24 h de idade. *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (Astigmatina: Acaridae) demonstrou ser uma presa conveniente para uma eventual criação massal deste predador no Brasil. Os resultados obtidos indicam o potencial do uso de *A. swirskii* para o controle de *B. tabaci* no Brasil, com o possível uso de pólen de *Typha domingensis* Persoon como complemento alimentar do predador por ocasião de sua liberação no campo.

Palavras-chave: Fitoseídeo; Mosca-branca; Controle biológico; Inimigo natural exótico

Abstract

In European countries and North America, predatory mites of the family Phytoseiidae are marketed to control whitefly. One of these predators is *Amblyseius swirskii* Athias - Henriot, which does not occur in Brazil. Its introduction would enable the biological control of whitefly in the country, however, needed to conduct preliminary studies under controlled conditions to evaluate its effectiveness as a control agent of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B, found in Brazil. The objectives of these study two populations of *A. swirskii* fed eggs of biotype B of *B. tabaci* of different ages and acceptance of different food sources were compared. A population of this species was collected in the Republic of Benin and other commercially acquired in the Netherlands. All experiments were performed at $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ relative humidity and 12 h photophase. The population of the Netherlands performed better. However, both populations were able to consume eggs to oviposit biotype B of *B. tabaci*, with levels higher predation to eggs of *B. tabaci* up to 24 hours old. *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (Astigmatina: Acaridae) proved to be a convenient prey for a possible mass rearing of this predator in Brazil. The results indicate the potential use of *A. swirskii* to control *B. tabaci* in Brazil, with the possible use of *Typha domingensis* Persoon pollen as a food supplement of the predator upon its release in the field.

Keywords: Phytoseiid mites; Whitefly; Biological control; Exotic natural enemy

2.1 Introdução

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleurodidae) é um inseto de grande importância devido aos danos que provoca em culturas de interesse econômico, como algodão, feijão, soja, plantas ornamentais e hortaliças em muitos países (BROWN; FROHLICH; ROSELL, 1995; DE BARRO et al., 2011; LOURENÇÃO; SAKATE; VALLE, 2014). Esse inseto causa danos diretos e indiretos às plantas atacadas, ocasionando a diminuição do desenvolvimento da planta, com redução e comprometimento da qualidade da produção (INBAR; GERLING, 2008). Com relação aos danos indiretos, é vetor de 128 espécies de fitovírus (HOGENHOUT et al., 2008). No Brasil, a introdução do biótipo B de *B. tabaci* ocorreu no início dos anos 90 no estado de São Paulo (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994), de onde se disseminou rapidamente para todas as fronteiras agrícolas do país.

O controle de *B. tabaci* é um desafio devido à sua ampla gama de hospedeiros, fácil dispersão e alto potencial reprodutivo (ANTONY; PALANISWAMIM; HENNEBERRY, 2003; NARANJO et al., 2010). No Brasil é controlada principalmente com o uso de agrotóxicos, mas inúmeros casos de resistência a inseticidas têm sido relatados (SILVA et al., 2009). Uma alternativa para seu controle seria a utilização de inimigos naturais, como ácaros predadores da família Phytoseiidae. Em países da Europa e na América do Norte, os fitoseídeos *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor), *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot e *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier tem sido utilizados com esta finalidade (HOOGERBRUGGE et al., 2005; KNAPP et al., 2012; NAPPO, 2012; BIOBEST, 2014; EPPO, 2014; KOPPERT, 2014).

Programas para o controle de pragas com a importação de inimigos naturais têm sido realizados com sucesso. Um exemplo é o de controle do ácaro-verde-da-mandioca, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Tetranychidae), realizado na África, com a introdução exitosa de fitoseídeos coletados no Brasil, com resultados altamente favoráveis aos agricultores (YANINEK; HANNA, 2003; ALENE et al., 2005). A introdução de um dos predadores hoje utilizados com sucesso em outros países poderia viabilizar o controle biológico de *B. tabaci* no Brasil.

A população de *A. swirskii* hoje utilizada comercialmente em diversos países foi originalmente coletada em Israel (NOMIKOU et al., 2001). No entanto, sabe-se que esta espécie também ocorre na África, de onde foi originalmente descrita como *Amblyseius rykei* Pritchard & Baker (sinônimo júnior de *A. swirskii*, de acordo com ZANNOU; HANNA, 2011). Diferentes populações de um mesmo agente de controle biológico podem apresentar

características biológicas distintas, sendo que a escolha de uma ou outra população poderá resultar no sucesso ou fracasso de um programa de controle biológico (YANINEK et al., 1993; FURTADO et al., 2007; LENTEREN, 2009). Estas diferenças podem envolver, por exemplo, a eficiência de controle da população da praga em um novo ambiente ou a capacidade do predador se estabelecer na nova região. Populações de inimigos naturais de regiões com condições climáticas semelhantes às do novo ambiente em que se queira introduzi-las têm usualmente maiores chances de estabelecimento e adaptação (YANINEK et al., 1993).

Em trabalho realizado por Nomikou et al. (2010), verificou-se que a eficiência de controle do biótipo B de *B. tabaci* por *A. swirskii* foi melhorada com o oferecimento de pólen de *Typha latifolia* L. (Typhaceae). Isto levou ao uso prático de pólen daquela espécie vegetal, especialmente na fase inicial de controle da praga pelos agricultores. Apesar do pólen de diferentes espécies vegetais terem sido avaliados como alimento para *A. swirskii* (GOLEVA et al., 2013; LEE; GILLESPIE, 2011; PARK et al., 2011), o pólen de *Typha domingensis* Persoon, planta comumente encontrada no Brasil, ainda não foi avaliado. Por conseguinte, em um eventual uso prático de *A. swirskii* no Brasil, considera-se importante saber sobre a aceitação deste tipo de pólen pelo predador.

Outro aspecto importante em um programa de controle biológico é a capacidade de estabelecimento de uma produção massal do agente de controle. Na Europa, *Carpoglyphus lactis* L. (Acari: Astigmatina: Carpoglyphidae) é utilizado comercialmente para a criação de *A. swirskii* (KOPPERT, 2012). Ainda tendo já sido relatado no Brasil (ENDLEIN; FLECTCHMANN, 1976; FLECTCHMANN, 1986), *C. lactis* não tem sido mais encontrado. Com isto torna-se desejável a avaliação de outras fontes de alimento que pudessem ser utilizadas para uma eventual produção massal deste predador no Brasil.

Os objetivos deste estudo foram a comparação de duas populações de *A. swirskii* como predadores de ovos do biótipo B de *B. tabaci* de diferentes idades, bem como a aceitação destas populações por diferentes fontes de alimento.

2.2 Desenvolvimento

2.2.1 Material e Métodos

Dois estudos foram realizados. O primeiro envolveu a avaliação dos níveis de predação e oviposição de predadores expostos separadamente a diferentes tipos de alimento. O segundo

envolveu a avaliação daqueles mesmos parâmetros para predadores com chance de escolha entre ovos de *B. tabaci* de duas diferentes idades, assim como no grau de associação do predador com os ovos de cada idade. Todos os experimentos foram realizados a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 h.

2.2.1.1 Obtenção dos ácaros predadores

Uma população de *A. swirskii* foi coletada em Dan “Department Zou”, República de Benin (permissão de importação 492/2012 do MAPA) e outra foi adquirida da empresa Koppert Biological Systems, Holanda (permissão de importação 331/2013 do MAPA). Estas são mencionadas neste trabalho como “população de Benin” e “população da Holanda”, respectivamente. Os fitoseídeos introduzidos foram inicialmente encaminhados ao Laboratório de Quarentena “Costa Lima”, situado na Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, estado de São Paulo, sendo depois transportados para o Laboratório de Acarologia, do Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Foram mantidos em laboratório em unidades de criação semelhantes às descritas por McMurtry e Scriven (1965), recebendo pólen de *T. domingensis* como alimento.

2.2.1.2 Obtenção das fontes de alimento

Ovos do biótipo B de *B. tabaci* de duas idades, com até 24 h e com mais de 48 h, foram avaliados. Como possíveis fontes de alimentos alternativos foram avaliados os seguintes itens: ovos de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae); larvas e protoninfas de *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (Acari: Astigmatina: Acaridae); e pólen de *T. domingensis*. Exemplares do biótipo B de *B. tabaci* foram cedidos pelo Setor de Entomologia do Centro de Fitossanidade do Instituto Agrônomo (IAC), Campinas, estado de São Paulo, para o estabelecimento de uma colônia em plantas de couve (*Brassica oleracea* L., Brassicaceae). Estes insetos foram caracterizados molecularmente com o uso de marcadores microssatélites (VALLE et al., 2013). Os ovos de *B. tabaci* foram removidos das folhas com o auxílio de um alfinete entomológico para serem oferecidos aos predadores; ovos de *T. urticae* de até 6 h de idade foram obtidos de uma colônia mantida no Laboratório de Acarologia (ESALQ/USP) em plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC, Fabaceae); larvas e protoninfas de *A. ovatus* foram obtidas de uma colônia mantidas no mesmo laboratório, alimentada com levedo

de cerveja; pólen de *T. domingensis* foi coletado de plantas do câmpus da ESALQ/USP e mantido em congelador para uso durante o trabalho.

2.2.1.3 Predadores confinados com um só tipo de alimento

Cada unidade experimental foi constituída de um pote de plástico (2,6 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) cuja base foi coberta por uma pasta solidificada de gesso e carvão ativado (9v:1v) (ABBATIELLO, 1965), cobrindo-se a borda de cada pote com cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros. As quantidades de alimento em cada unidade foram: 20 ovos do biótipo B de *B. tabaci* com até 24 h de idade, 20 ovos do biótipo B de *B. tabaci* com mais de 48 h de idade, 30 ovos de *T. urticae* com até 6 h de idade, 20 larvas/protoninfas de *A. ovatus* ou cerca de 0,2 mg de pólen. Estas quantidades foram determinadas pela realização de testes preliminares, considerando-se como mais que o suficiente para atender as necessidades diárias dos predadores.

Fêmeas de cada população de *A. swirskii* foram retiradas das respectivas colônias de manutenção e individualizadas nas unidades experimentais. Os níveis de predação e oviposição foram avaliados diariamente, descartando os ovos postos pelo predador, substituindo o alimento consumido e umedecendo a camada de gesso e carvão com água destilada. As avaliações foram realizadas sob estereomicroscópio (aumento 30x), por seis dias consecutivos, não se considerando os dados do primeiro dia para reduzir a interferência da alimentação anterior.

2.2.1.4 Predadores com livre escolha do alimento (ovos do biótipo B de *B. tabaci* de diferentes idades)

Cada unidade experimental foi constituída pela base de uma placa de Petri (8,5 cm de diâmetro x 1,0 cm de altura) contendo um círculo de espuma de polietileno de diâmetro pouco menor, sobre o qual foram colocados duas subunidades de plástico cotendo na base uma camada de gesso e carvão ativado como anteriormente descrito, distantes 2,5 cm entre si e interligados por uma fita plástica de 3 mm de largura). A espuma e a camada de gesso de cada pote de plástico foram umedecidas no início do teste e após 8 h com água destilada.

Em uma das subunidades foram colocados 50 ovos do biótipo B de *B. tabaci* com até 24 h de idade e em outro, 50 ovos dessa mosca-branca com mais de 48 h de idade. Vinte indivíduos de *A. swirskii* da população que apresentou melhor desempenho no teste anterior

foram liberados nas proximidades do centro da fita plástica de cada unidade experimental. Depois de 5, 15 e 30 min, 1, 2, 4, 8 e 24 h, avaliaram-se o número de predadores e os níveis de predação e oviposição em cada subunidade. O teste foi realizado com 11 unidades experimentais.

2.2.1.5 Análise estatística

Em ambos os estudos, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. A ANOVA foi utilizada para testar o efeito do tipo de alimento na predação e oviposição dentro de cada população e entre populações de *A. swirskii*. O método de Newman-Keuls foi utilizado para comparar as múltiplas médias com $p < 0.05$. A ANOVA também foi utilizada para comparar o número de indivíduos registrados em associação com os ovos de diferentes idades, no estudo com predadores com livre escolha de alimento, bem como o número de ovos do biótipo B de *B. tabaci* predados, o número de ovos postos pelo predador e a predação (número de ovos predados de diferentes idades por número de predadores). As análises estatísticas foram realizadas com o software SAS versão 9.2 (SAS INSTITUTE, 2005).

2.2.2 Resultados

2.2.2.1 Predadores confinados com um só alimento

Para todos os alimentos avaliados, os níveis de predação de *A. swirskii* da Holanda foram significativamente maiores que os de *A. swirskii* de Benin (Tabela 1). Para ovos do biótipo B de *B. tabaci* com até 24 h de idade, o nível de predação da primeira população foi mais que o dobro daquele da segunda. Para ovos com mais de 48 h de idade, o nível da primeira foi mais que 50% superior que o da segunda. Para ambas as populações, os níveis de predação foram significativamente maiores para ovos com até de 24 h de idade.

Quando pólen foi oferecido como alimento, não houve diferença significativa entre os níveis de oviposição das populações avaliadas. Para os outros alimentos, os níveis de oviposição foram sempre maiores para a população da Holanda.

Para esta última população, não foram observadas diferenças significativas entre os níveis de oviposição em ovos do biótipo B de *B. tabaci* com até 24 h de idade, *A. ovatus* ou pólen. Os menores níveis foram observados em ovos do biótipo B de *B. tabaci* com mais de 48 h de idade e com *T. urticae*. Para a população de Benin, o maior nível foi obtido com

pólen, seguido de perto pelo nível obtido com *A. ovatus*. O nível com ovos do biótipo B de *B. tabaci* de até 24 h de idade veio a seguir, estando em último lugar os níveis com ovos dessa mosca-branca com mais de 48 h de idade e com *T. urticae*.

Tabela 1 - Predação e oviposição diária ($\pm$ erro padrão) de uma população de *Amblyseius swirskii* adquirida da Koppert (Holanda) e outra obtida da República de Benin com diferentes fontes de alimentos (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10\%$; fotofase= 12 h)

Alimento	Predador	
	<i>A. swirskii</i> (Benin)	<i>A. swirskii</i> (Holanda)
Predação		
<i>B. tabaci</i> (< 24 h)	$6,0 \pm 0,3$ a B	$13,8 \pm 0,9$ a A
<i>B. tabaci</i> (> 48 h)	$4,1 \pm 0,4$ b B	$6,8 \pm 0,3$ b A
<i>T. urticae</i>	$20,3 \pm 1,3$ B	$25,1 \pm 1,0$ A
<i>A. ovatus</i>	$21,5 \pm 0,5$ B	$27,3 \pm 0,6$ A
Oviposição		
<i>B. tabaci</i> (< 24 h)	$0,9 \pm 0,1$ c B	$1,8 \pm 0,1$ a A
<i>B. tabaci</i> (> 48 h)	$0,5 \pm 0,1$ d B	$0,9 \pm 0,1$ b A
<i>T. urticae</i>	$0,3 \pm 0,1$ d B	$0,6 \pm 0,1$ b A
<i>A. ovatus</i>	$1,6 \pm 0,1$ b B	$2,2 \pm 0,1$ a A
Pólen	$2,2 \pm 0,1$ a A	$1,9 \pm 0,2$ a A

Diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas entre as diferentes presas oferecidas para cada predador, enquanto diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre os predadores para cada presa (SNK, $p < 0.05$)

2.2.2.2 Predadores com livre escolha de alimento

Proporções significativamente maiores de *A. swirskii* associadas a ovos do biótipo B de *B. tabaci* com mais de 48 h de idade foram encontradas em todas as avaliações, exceto a primeira, 5 minutos após a liberação dos predadores (Figura 1A). As diferenças foram sempre grandes, havendo 1,5 – 2,0 vezes mais predadores associados a estes ovos que a ovos com menos de 24 h de idade. No entanto, não houve diferenças significativas entre os números de

ovos do biótipo B de *B. tabaci* predados (Figura 1B) ou entre os números de ovos postos pelo predador (Figura 1C) ao longo do experimento. Por outro lado, as proporções entre os números de ovos do biótipo B de *B. tabaci* com até 24 h de idade predados e os números de predadores foram significativamente maiores em todas as avaliações, exceto na avaliação 2 h após a liberação dos predadores (Figura 1D).

Figura 1 - Efeito da idade dos ovos do biótipo B de *B. tabaci* (< 24 h, colunas brancas; > 48 h, colunas pretas) sobre *Amblyseius swirskii*: (A) Números ($\pm$ erro padrão) do predador encontrados com ovos de cada idade; (B) Números ($\pm$ erro padrão) de ovos predados; (C) Números ($\pm$ erro padrão) de ovos postos pelo predador; (D) Proporções ($\pm$ erro padrão) entre número de ovos predados e número de predadores. Em cada período de avaliação, as colunas seguidas por (*) representam que são estatisticamente diferentes (ANOVA; $p < 0,05$)

2.2.3 Discussão

Ambas as populações de *A. swirskii* avaliadas foram capazes de ovipositar ao consumirem ovos do biótipo B de *B. tabaci*, mas a população da Holanda apresentou melhor desempenho.

2.2.3.1 Predadores confinados com um só alimento

O nível de predação de ovos do biótipo B de *B. tabaci* de até 24 h para a população da Holanda foi ao menos o dobro dos níveis de predação registrados por Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baky (2011) para uma população de *A. swirskii* proveniente da Arábia Saudita alimentada com ovos de *B. tabaci* (biótipo e idade não mencionados). Quando alimentados com ovos do biótipo B de *B. tabaci* com mais de 48 h, o nível de predação registrado no presente trabalho para ambas as populações de *A. swirskii* foram inferiores aos relatados para os fitoseídeos, *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Amblyseius largoensis* (Muma), *Amblyseius tamatavensis* Blommers e *Neoseiulus tunus* (De Leon) alimentados com a mesma presa com idade semelhante (Capítulo 4).

O nível de oviposição obtido com a população da Holanda quando o predador foi alimentado com ovos de até 24 h foi superior aos relatados por Nomikou et al. (2001) para populações de *A. swirskii* procedente de Revadin e Bet-Dagan, Israel, alimentadas com imaturos de do biótipo B de *B. tabaci* de idade não informada.

Estas comparações permitem inferir que, semelhantemente ao observado na prática em outros países, *A. swirskii* também possa desempenhar papel importante no controle de *B. tabaci* no Brasil. Contudo, a escolha da população a ser recomendada deve levar em conta não somente os níveis de predação e oviposição, mas também o tipo de controle a ser implementado.

No controle biológico clássico, os inimigos naturais são liberados com o objetivo de se estabelecer no campo para suprimir a população da praga. No controle biológico por incremento, os inimigos naturais são periodicamente liberados, não sendo primordial seu estabelecimento no campo. Assim, para um programa de controle biológico clássico, é possível que a população de Benin tenha maiores chances de se estabelecer, pela maior semelhança climática entre o local de origem desta população e grande parte do território brasileiro (ambas regiões tropicais). Por outro lado, os altos níveis de predação e oviposição demonstrados pela população da Holanda sugerem ser esta mais recomendada que a de Benin em um programa de controle biológico em que se façam liberações periódicas.

Para ambas as populações, os níveis de predação de ovos de *T. urticae* foram elevados, mas os níveis de oviposição foram baixos. Padrões semelhantes são relatados no Capítulo 4 com os fitoseídeos *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor), *A. largoensis*, *A. herbicolus*, *A. tamatavensis* e *N. tunus*, alimentados com ovos de *T. urticae*. Estes resultados sugerem que ovos de *T. urticae* não sejam adequados para estes predadores como alimento.

Quando alimentados com *A. ovatus*, o nível de oviposição de ambas as populações foram superiores ao relatado por Nguyen et al. (2013) para *A. swirskii* alimentado com *C. lactis*. Estes resultados sugerem *A. ovatus* como uma presa conveniente para uma eventual criação massal de *A. swirskii* no Brasil.

Quando alimentadas com pólen de *T. domingensis*, os níveis de oviposição de ambas as populações de *A. swirskii* foram superiores ao registrado por Park et al. (2011) para *A. swirskii* adquirido junto à Biobest Canada Ltd. (Canadá) alimentado com pólen de *T. latifolia* e aos registrados por Goleva e Zebitz (2013) para uma população de *A. swirskii* adquirida comercialmente da Katz Biotech AG (Alemanha) e alimentada com pólen de 21 espécies de plantas. Pólen de *T. latifolia* tem sido utilizado como alimento suplementar para manter as populações de predadores no cultivo logo após a liberação, em situações de baixa densidade populacional da praga. Este alimento é comercializado pela Biobest Sustainable Crop Management sobre o nome de Nutrimite™.

2.2.3.2 Predadores com livre escolha de alimento

As proporções maiores de predação em ovos com até de 24 h de idade já eram esperadas. Como relatado no item 2.2.2.1, quando os predadores não podiam escolher livremente o alimento a ser ingerido, também neste caso o nível de predação de ovos com até 24 h foi superior ao nível de predação com ovos com mais de 48 h de idade. A semelhança entre os dois tratamentos no que se refere aos números de ovos predados e aos números de ovos postos parece ser o resultado do maior número de ácaros predadores encontrados em associação com os ovos com mais de 48 h de idade. O maior número de predadores compensou a menor capacidade de predação e o menor nível de oviposição dos predadores associados aos ovos mais velhos.

Os resultados sugerem que os ovos mais velhos exercem uma atração muito rápida dos predadores, tendo em vista o número sistematicamente maior de predadores a estes associados a partir de 15 minutos do início das observações. No entanto, seria de se esperar que um maior número de predadores estivesse associado aos ovos com até 24 h, tendo em vista que os resultados do item 2.2.2.1 mostraram maiores níveis de predação e oviposição com estes últimos ovos.

Ácaros fitoseídeos são capazes de utilizar infoquímicos para encontrar suas presas (DICKE; LOON, 2010). Buckner et al. (2002) demonstraram a importância do pedicelo de ovos de *B. tabaci* (citada como *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) na absorção de água e

solutos da folhas da planta hospedeira. Byrne et al. (1990) já haviam demonstrado o papel do pedicelo de um outro aleyrodideo, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), na absorção de água de tecidos vegetais. Entre estes solutos, poderiam estar substâncias que tornam os ovos mais velhos mais atraentes ao predador, apesar de serem os ovos mais novos mais adequados para sua alimentação. É possível que ovos com mais de 48h de idade exerçam maior atração aos predadores do que ovos mais novos. Por esta razão, estudos de olfatômetro poderiam auxiliar na determinação desta possibilidade.

Os resultados obtidos demonstram a importância de se considerar as possíveis variações biológicas e ecológicas de distintas populações de um agente de controle biológico, tendo em vista que as diferenças podem ser significativas. Diferenças neste sentido também foram relatadas para outros fitoseídeos utilizados em projetos de controle biológico (FURTADO et al., 2007; YANINEK et al., 1993). Os resultados deste estudo ainda indicam a viabilidade do uso de *A. swirskii* para o controle de *B. tabaci* no Brasil, com o possível uso de *A. ovatus* como alimento para a sua criação massal e de pólen de *T. domingensis* como complemento alimentar deste predador no processo de liberação no campo.

Referências

ABBATIELLO, M.J. A culture chamber for rearing soil mites. **Turttox News**, Chicago, v. 43, n. 7, p. 162-164, 1965.

ALENE A.D.; NEUENSCHWANDER, P.; MANYYONG, V.M.; COULIBALY, O.; HANNA, R. **The impact of IITA-led biological control of major pests in Sub-Saharan African agriculture**: a synthesis of milestones and empirical results. Ibadan: IITA, 2005. 26 p.

ANTONY, B.; PALANISWAMIM, S.; HENNEBERRY, T.J. *Encarsia transvena* (Hymenoptera: Aphelinidae) development on different *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) instars. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 3, p. 584-591, 2003.

BIOBEST – SUSTAINABLE CROP MANAGEMENT. **Biobest introduces Dyna-Mite®**: a new predatory mite strategy in rose. Disponível em: <<http://www.biobest.be/nieuws/289/3/0/>>. Acesso em: 31 mar. 2014.

BROWN, J.K.; FROHLICH, D.R.; ROSELL, R.C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 40, p. 511-534, 1995.

BUCKNER, J.S.; FREEMAN, T.P.; RUUD, R.L.; CHU, C.; HENNEBERRY, T.J. Characterization and functions of the whitefly egg pedicel. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, New York, v. 49, p. 22-33, 2002.

BYRNE, D.N.; COHEN, A.C.; DRAEGER, E.A. Water uptake from plant tissue by the egg pedicel of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 68, p. 1193-1195, 1990.

DE BARRO, P.J.; LIU, S.-S.; BOYKIN, L.M.; DINSDALE, A.B. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 56, p. 1-19, 2011.

DICKE, M.; LOON, J.J.A. van. Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 97, p. 237-249, 2000.

ENDLEIN, U.M.; FLECHTMANN, C.H.W. Ocorrência de *Carpoglyphus lactis* L., 1758 Acari, Astigmata em bananas-passa em São Paulo, Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, n. 288, p. 932-933, 1976.

FERREIRA, L.T.; AVIDOS, M.F.D. Mosca-branca: presença indesejável no Brasil. **Biociência**, Brasília, v. 4, p. 22-26, 1998.

FLECHTMANN, C.H.W. **Ácaros em produtos armazenados e na poeira domiciliar**. Piracicaba: FEALQ, 1986. 97 p.

FOULY, A.H.; AL-DEGHAIIRI, M.A.; ABDEL BAKY, N.F. Biological aspects and life tables of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Entomology**, London, v. 8, n. 1, p. 56-62, 2011.

FURTADO, I.P.; MORAES, G.J. de; KREITER, S.; TIXIER, M.-S.; KNAPP, M. Potential of a Brazilian population of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* as a biological control agent of *Tetranychus evansi* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Biological Control**, Orlando, v. 42, p. 139-147, 2007.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.L.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).

GOLEVA, I.; ZEBITZ, C.P.W. Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 61, p. 259-283, 2013.

Haji, F.N.; LIMA, M.F.; MATTOS, M.A. de; MOREIRA, A.N.; ALENCAR, J.A. de; BARBOSA, F.R.; KILL, L.H.P. **Plantas hospedeiras de *Bemisia argentifolli* Bellows & Perring em áreas cultivadas das regiões do Submédio do Vale São Francisco e Setão Central Pernambucano**. 2001. 13 p. (Embrapa Semi-árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55). Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/BPD55.pdf>. Acesso em: 10 maio 2014.

HOGENHOUT, S.A.; AMMAR, E.D.; WHITFIELD, A.E.; REDINBAUGH, M.G. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 46, n. 1, p. 327-359, 2008.

HOOGERBRUGGE, H., CALVO, J.; HOUTEN, Y. van; BELDA, J.E.; BOLCKMANS, K. Biological Control of the Tobacco Whitefly *Bemisia tabaci* with the predatory mite *Amblyseius swirskii* in sweet pepper crops. **IOBC/WPRS Bulletin**, Turku, v. 28, n. 1, p. 119-122, 2005.

INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 53, p. 431-438, 2008.

KNAPP, M.; HOUTEN, Y. van; HOOGERBRUGGE, H.; BOLCKMANS, K. *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: literature review and new findings. **Acarologia**, Paris, v. 53, n. 2, p. 191-202, 2013. Apresentado no SYMPOSIUM of EURAAC, 7., 2012, Vienna.

KOPPERT – BIOLOGICAL SYSTEMS. **Swirski-mite**. Disponível em: <<http://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/>>. Acesso em: 02 abr. 2014.

KOPPERT B.V. (Holanda). K. BOLCKMANS; Y. van HOUTEN **Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop**. U.S. patent 8,097,248 B2. 17 jan. 2012.

LEE, H.S.; GILLESPIE, D.R. Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 53, p. 17-27, 2011.

LENTEREN, J.C. van. Controle de qualidade de agentes de controle biológico produzidos massalmente. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 429.

LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, p. 53-59, 1994.

LOURENÇÃO, A.L.; SAKATE, R.K.; VALLE, G.E. *Bemisia tabaci* biótipo B. In: VILELLA, E.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2014. No prelo.

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

McMURTRY, J.A.; MORAES, G.J. de; SOURASSOU, N.F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 18, n. 4, p. 297-320, 2013.

MOREIRA, M.A.B. **Hospedeiros alternativos da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo "B" (Hemiptera: Aleyrodidae) no Rio Grande do Norte.** 2001. 12 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, Circular Técnica, 9). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/370883>>. Acesso em: 12 maio 2014.

NARANJO, S.E.; CASTLE, S.J.; DE BARRO, P.J.; LIU, S. Population dynamics, demography, dispersal and spread of *Bemisia tabaci*. In: STANSKY, P.A.; NARANJO, S.E. (Ed.). ***Bemisia*: bionomics and management of a global pest.** Dordrecht; Heidelberg; New York; London: Springer, 2010. p. 185-226.

NGUYEN, D.T.; VANGANSBEKE, D.; LU, X.; DE CLERCQ, P. Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. **BioControl**, Dordrecht, v. 58, p. 369-377, 2013.

NOMIKOU, M.; SABELIS, M.W.; JANSSEN, A. Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. **BioControl**, Dordrecht, v. 55, p. 253-260, 2010.

NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, p. 271-291, 2001.

PARK, H.; SHIPP, L.; BUITENHUIS, R.; AHN, J.J. 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**, Suwon, v. 14, p. 497-501, 2011.

SAS INSTITUTE. **PROC user's manual version 9.2 Inc.** Cary, 2005.

SILVA, L.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 116-125, 2009.

VALLE, G.E. do; LOURENÇÃO, A.L.; ZUCCHI, M. I.; PINHEIRO, J.B.; ABREU, A.G. de. Population variability of *Bemisia tabaci* (Genn.) in different hosts. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 4, p. 4615-4624, 2013.

VIEIRA M.R.; CORREA, L.S. Ocorrência de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) e do predador *Delphastus pusillus* (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae) em mamoeiro (*Carica papaya* L.) sob cultivo em ambiente protegido. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 171-173, 2001.

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, H. F.; ÁVILA, A.C.; BEZERRA, I.C. **Manejo integrado de mosca branca *Bemisia argentifolli*.** 1997. 11 p. (Embrapa Hortaliças, Circular Técnica, 9). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/758442>>. Acesso em: 12 maio 2014.

YANINEK, J.S.; HANNA, R. Cassava green mite in Africa: a unique successful classical biological control of a continental scale. In: NEUENSCHWANDER, P.; BORGEMEISTER, C.; LANGEWALD, J. (Ed.). **Biological control in IPM systems in Africa**. Wallingford: CABI Publ., 2003. p. 61-75.

YANINEK, J.S.; ONZO, A.; OJO, B. Continent-wide release of Neotropical phytoseiids against the exotic cassava mite in Africa. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 16, p. 145-160, 1993.

ZANNOU, I.D.; HANNA, R. Clarifying the identity of *Amblyseius swirskii* and *Amblyseius rykei*: are they two distinct species or two populations of one species? **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 53, n. 4, p. 339-347, 2011.

3 POTENCIAL BIÓTICO DE *Amblyseius swirskii* ATHIAS-HENRIOT (ACARI: PHYTOSEIIDAE) E SUA CAPACIDADE DE PREDAR *Euseius concordis* (CHANT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE)

Resumo

Amblyseius swirskii Athias-Henriot tem se mostrado eficiente como predador das moscas-brancas *Bemisia tabaci* (Gennadius) e *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) em países da Europa e nos Estados Unidos da América do Norte, mas este predador ainda não foi constatado no Brasil. Duas populações de *A. swirskii*, uma coletada na República de Benin e outra comercialmente disponível na Holanda, foram recentemente introduzidas no Brasil para estudos sobre seu potencial em controlar a população brasileira do biótipo B de *B. tabaci*. Em um estudo anterior, observou-se que ambas as populações foram capazes de ovipositar ao consumir ovos de *B. tabaci*, tendo a população proveniente da Holanda apresentado melhor desempenho. O objetivo deste estudo foi dar continuidade à avaliação do potencial de *A. swirskii* para uso no Brasil, avaliando o potencial biótico da população introduzida da Holanda quando alimentada com ovos de mais de 48 h de idade de *B. tabaci* ou pólen de *Typha domingensis* Persoon (Typhaceae), assim como estimando o possível efeito antagônico das duas populações sobre *Euseius concordis* (Chant), fitoseídeo comumente encontrado no Brasil. Os experimentos foram conduzidos a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 h. A razão intrínseca de aumento populacional foi relativamente alta em ambos os alimentos, sendo ligeiramente superior em ovos de *B. tabaci* que em pólen (respectivamente 0,29 e 0,25 fêmea/fêmea/dia). Os resultados sugerem o potencial de se repetir no Brasil o mesmo sucesso alcançado com o uso de *A. swirskii* no controle de *B. tabaci* em outros países. No entanto, fêmeas adultas de *A. swirskii* de ambas as populações predaram larvas da própria espécie e, em maiores níveis, de *E. concordis*, independentemente da presença de pólen. Porém, a predação intraguildd envolvendo fitoseídeos tem sido comumente relatada na literatura. Estudos sob condições mais próximas às condições que se espera ocorrer no campo (em relação à disponibilidade de alimento e oportunidade de encontro das duas espécies) devem ser realizados, para confirmar o eventual efeito de *A. swirskii* sobre *E. concordis* ou sobre outros fitoseídeos predados.

Palavras-chave: Fitoseídeo; Biologia; Mosca-branca; Controle biológico; Inimigo natural exótico

Abstract

Amblyseius swirskii Athias - Henriot has proven effective as a predator of the whiteflies *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) in European countries and the United States of North America, but this predator has not yet been found in Brazil. Two populations of *A. swirskii*, one collected in the Republic of Benin and the other commercially available in the Netherlands, were recently introduced to Brazil for studies on the potential to control the Brazilian population of *B. tabaci* biotype B. In a previous study, both populations were determined to be able to oviposit when fed with eggs of *B. tabaci*, with better performance for the Netherlands population. The aim of this study was to continue the assessment of the potential of *A. swirskii* for use in Brazil, estimating the biotic potential of the Netherlands population when fed with eggs of *B. tabaci* (over 48 h old) or pollen of *Typha domingensis* Persoon (Typhaceae), as well as estimating the possible antagonistic effect of the two populations on *Euseius concordis* (Chant), a phytoseiid commonly found in Brazil. The work was conducted at $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ RH and 12 h photophase. The intrinsic rate of

population increase was relatively high on both foods, being slightly higher on eggs of *B. tabaci* than on pollen (respectively 0.29 and 0.25 female /female /day). The results suggest the potential to repeat in Brazil the same success observed in other countries using *A. swirskii* for control of *B. tabaci*. However, females of *A. swirskii* of both populations preyed upon larvae of their own species and, at higher rates, on larvae of *E. concordis*, regardless of the presence of pollen. Yet, intraguild predation involving phytoseiids has been commonly reported in the literature. Studies under conditions more similar to what is expected in the field (in relation to food availability and opportunity for the two species to meet) should be conducted, to confirm the possible effect of *A. swirskii* on *E. concordis* or on other phytoseiids.

Keywords: Phytoseiid mites; Biology; Whitefly; Biological control; Exotic natural enemy

3.1 Introdução

Diversas culturas de importância econômica, como algodão, feijão, soja, plantas ornamentais e olerícolas são atacadas pela mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleurodidae) (BROWN; FROHLICH; ROSELL, 1995; DE BARRO et al., 2011; LOURENÇÃO; SAKATE; DO VALLE, 2014). Essa praga causa danos diretos, ao se alimentar da seiva da planta, e danos indiretos, ao promover o crescimento de fumagina sobre as folhas, além de atuar como vetor de diversos vírus (HOGENHOUT et al., 2008; INBAR; GERLING, 2008).

É controlada principalmente com o uso de agrotóxicos, mas, diversos casos de resistência têm sido relatados no país (SILVA et al., 2009). Uma alternativa ao controle químico seria o controle biológico, com a utilização de ácaros predadores. Em países da Europa e na América do Norte, o ácaro predador *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Phytoseiidae) tem sido comercializado para o controle desta praga (HOOGGERBRUGGE et al., 2005; NAPPO, 2012; EPPO, 2014; KOPPERT, 2014). Este é um predador generalista (McMURTRY; MORAES; FAMAH SOURASSOU, 2013), havendo estudos que o relatam alimentado-se de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) (MESSELINK; STEENPAAL; RAMAKERS, 2006), do ácaro branco [*Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Tarsonemidae)] (MAANEN et al., 2010), do microácaro-do-brozeamento-do-tomateiro [*Aculops lycopersici* (Massee) (Acari: Eriophyidae)] (PARK et al., 2011) e de pólen de algumas espécies de plantas (GOLEVA; ZEBITZ, 2013).

Dada a grande eficiência desse predador, ainda não encontrado no Brasil, duas populações, uma coletada no campo na República de Benin e outra comercialmente disponível na Holanda, foram recentemente introduzidas (permissões de importação 492/2012 e 331/2013 do MAPA) para estudos sobre o potencial destas em controlar a população brasileira de *B. tabaci*.

Observou-se no capítulo anterior que predadores de ambas populações foram capazes de ovipositar ao consumir ovos do biótipo B de *B. tabaci*, tendo os predadores proveniente da Holanda apresentado melhor desempenho. Contudo, outros aspectos importantes a se considerar antes da condução de estudos mais detalhados sobre o efeito do predador no campo são a habilidade do mesmo em se desenvolver até a fase adulta e os parâmetros da tabela de vida ao se alimentar da praga, ainda que neste caso existam evidências do desempenho favorável do mesmo, pelos trabalhos conduzidos com uma população comercializada na Holanda em estudos anteriores (NOMIKOU et al., 2001, 2002). Além disso, no caso da introdução de agentes de controle exóticos, é importante avaliar seu possível efeito sobre organismos não visados, especialmente quando existe a possibilidade do estabelecimento permanente do agente introduzido. Não é raro se observar a predação de um fitoseídeo sobre outro, ou mesmo sobre o canibalismo na ausência de alimentos de uma dada espécie (CROFT; CROFT, 1993; McRAE; CROFT, 1997; SCHAUSBERGER, 1997). Quando predadores se alimentam de outros predadores não só obtêm os benefícios imediatos da energia e nutrientes no corpo da presa como podem eliminar um potencial predador de sua prole, ou reduzir a competição na exploração de recursos (WALTER; PROCTOR, 2013). Estudos sobre a interação de *A. swirskii* e o fitoseídeo *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) indicaram a interação negativa destes predadores, sendo indesejável a sua utilização em conjunto (BUITENHUIS et al., 2010).

Euseius concordis (Chant) é um fitoseídeo comumente encontrado no Brasil em plantas cultivadas e da vegetação natural (CASTRO; MORAES, 2010; DEMITE et al., 2014). Entre as plantas em que *E. concordis* tem sido observado estão aquelas em que *B. tabaci* frequentemente é encontrada. Assim, a preservação de populações naturais desse predador é altamente desejável.

O objetivo desse estudo foi dar continuidade à avaliação do potencial de *A. swirskii* para uso no Brasil, avaliando o potencial biótico das duas populações introduzidas, alimentadas com o biótipo B de *B. tabaci* ou pólen de *Typha domingensis* Persoon (Typhaceae), bem como estimando o nível do possível efeito antagônico deste predador sobre *E. concordis*.

3.2 Desenvolvimento

3.2.1 Material e Métodos

Os espécimes de *A. swirskii* utilizados neste estudo foram obtidos de uma colônia iniciada com ácaros coletados em Dan “Department Zou”, República de Benin, e de outra colônia iniciada com ácaros adquiridos na Holanda da empresa Koppert Biological Systems. Espécimes de *E. concordis* foram obtidos de uma colônia iniciada com ácaros coletados em Piracicaba, estado de São Paulo. Os predadores foram mantidos no Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), em unidades de criação semelhantes às descritas por McMurtry e Scriven (1965) e alimentados com pólen de *T. domingensis*.

Exemplares do biótipo B de *B. tabaci* foram obtidos junto ao Setor de Entomologia do Centro de Fitossanidade do Instituto Agronômico de Campinas, estado de São Paulo, para o estabelecimento de uma colônia em plantas de couve (*Brassica oleracea* L., Brassicaceae). Estes insetos foram caracterizados molecularmente com o uso de marcadores microssatélites (VALLE et al., 2013). Pólen de *T. domingensis* foi coletado de plantas do câmpus da ESALQ/USP e mantido em congelador para uso durante o trabalho.

Os experimentos foram realizados a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 h.

3.2.1.1 Potencial biótico

Este estudo consistiu da elaboração de tabelas de vida com os dois tipos de alimento, iniciando-se o estudo com 70 ovos do predador para cada tipo de alimento. Cada unidade experimental foi constituída de um pote de plástico (2,6 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) cuja base foi coberta por uma mistura solidificada de gesso e carvão ativado (9v:1v) (ABBATIELLO, 1965). Este substrato foi umedecido com água destilada. A borda de cada pote coberta com cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros. Vinte ovos de *B. tabaci* (com mais de 48 h de idade) ou cerca de 0,2 mg de pólen de *T. domingensis* foram disponibilizados como alimento em cada unidade. Os ovos de *B. tabaci* foram removidos de folhas de couve com o auxílio de um alfinete entomológico. Uma fêmea adulta do predador foi transferida da criação de manutenção para cada unidade.

Oito horas mais tarde, cada unidade foi examinada, retendo-se apenas um ovo e retirando-se a fêmea e eventuais ovos extras. Durante toda a fase imatura, as unidades foram examinadas três vezes ao dia (6:00, 14:00 e 22:00 h), sob estereomicroscópio (aumento 30x), anotando-se os estágios de desenvolvimento em que os predadores se encontravam. O substrato na base da unidade experimental foi umedecido e o alimento foi substituído diariamente. Logo após a emergência das fêmeas adultas, um macho adulto retirado da colônia de manutenção foi adicionado a cada unidade. Nesta fase, as observações foram realizadas a cada 24 horas, determinando-se os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, assim como a oviposição diária.

3.2.1.2 Efeito predatório de *A. swirskii* sobre *E. concordis*

As unidades experimentais foram do mesmo tipo especificado no item anterior. Em cada unidade foi colocada uma fêmea adulta de *A. swirskii* das colônias de Benin ou da Holanda, colocando-se junto a esta, dez larvas de sua própria espécie ou de *E. concordis*, na presença ou ausência de pólen de *T. domingensis* (como alimento). Assim, os tratamentos corresponderam à adição dos seguintes itens em cada unidade experimental: a. 10 larvas de *A. swirskii*; b. 10 larvas de *A. swirskii* + 0,1 mg de pólen; c. 10 larvas de *E. concordis*; e d. 10 larvas de *E. concordis* + 0,1 mg de pólen.

Os níveis de predação e oviposição foram avaliados diariamente, descartando os ovos postos pelo predador. O substrato foi mantido úmido pela adição diária de água destilada; o pólen e as larvas dos fitoseídeos foram substituídos diariamente. As avaliações foram realizadas sob estereomicroscópio (aumento 30x) por seis dias consecutivos, não se considerando os dados do primeiro dia para reduzir a interferência da alimentação anterior.

3.2.1.3 Análise estatística

No primeiro ensaio, os parâmetros da tabela de vida foram sumariados como: (1) duração de cada fase de vida e desenvolvimento de ovo a adulto (dias); (2) taxa de sobrevivência de cada estágio (%); (3) duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (dias); (4) taxa de oviposição (ovos / fêmea / dia) e (5) a longevidade dos adultos (dias). A comparação das médias foi realizada com o teste t. Os dados sobre pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e longevidade foram transformados com $[\log(x+1)]$ antes da análise. O programa desenvolvido por Maia, Luiz e Campanhola (2000) foi usado

para calcular e comparar os parâmetros demográficos [taxa líquida de reprodução (R_0), tempo de uma geração (T), taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), tempo de duplicação (DT), e razão finita de aumento (λ)].

No segundo ensaio, a ANOVA foi utilizada para analisar o efeito dos tratamentos. O método de Student-Newman-Keuls foi utilizado para comparar as múltiplas médias com $p < 0.05$. As análises estatísticas foram realizadas com o software SAS versão 9.2 (SAS INSTITUTE, 2005).

3.2.2 Resultados

3.2.2.1 Potencial biótico

Amblyseius swirskii da Holanda completou seu ciclo biológico tanto alimentando-se de ovos de *B. tabaci* como de pólen de *T. domingensis* (Tabela 2). Para ambos os alimentos, a viabilidade foi de 100% para todos os estágios imaturos. O desenvolvimento foi mais rápido para predadores alimentados com ovos de *B. tabaci*, devido à duração muito menor do estágio de deutoninfa.

Tabela 2 - Duração média em dias ($\pm$ erro padrão) dos estágios de desenvolvimento de *A. swirskii* alimentado com ovos de *B. tabaci* ou pólen de *T. domingensis* ($n = 60$), ($T = 28 \pm 1^\circ\text{C}$; $UR = 80 \pm 10\%$; fotofase = 12 h)

Estágios de desenvolvimento	Alimento		Diferença estatística (Teste t; $p < 0.05$)
	<i>B. tabaci</i>	Pólen	
Ovo	$1,3 \pm 0,05$	$1,3 \pm 0,03$	NS
Larva	$0,5 \pm 0,03$	$0,6 \pm 0,02$	S
Protoninfa	$0,7 \pm 0,05$	$0,6 \pm 0,02$	S
Deutoninfa	$0,9 \pm 0,04$	$1,5 \pm 0,04$	S
Ovo - adulto	$3,4 \pm 0,05$	$4,1 \pm 0,06$	S

Por outro lado, adultos apresentaram desempenho significativamente melhor quando alimentados com pólen (Tabela 3). Com este alimento, o predador apresentou período de oviposição mais longo, período de pós-oviposição mais curto, maior oviposição média diária e consequentemente maior fecundidade. A proporção de fêmeas foi de 0,83 e 0,90 quando alimentados com *B. tabaci* e pólen, respectivamente.

Tabela 3 - Duração média em dias ($\pm$ erro padrão) dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, longevidade, oviposição média diária, fecundidade e razão sexual de *A. swirskii* alimentados com ovos de *B. tabaci* e pólen de *T. domingensis* (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10\%$; fotofase= 12 h)

Parâmetros biológicos	Alimento		Diferença estatística (Teste t; $p < 0.05$)
	<i>B. tabaci</i>	Pólen	
Pré-oviposição	$2,3 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,3$	NS
Oviposição	$7,3 \pm 1,0$	$14,5 \pm 1,4$	S
Pós-oviposição	$9,6 \pm 1,2$	$5,0 \pm 1,6$	S
Longevidade	$19,3 \pm 1,0$	$21,7 \pm 2,6$	NS
Oviposição média diária	$0,6 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$	S
Fecundidade	$11,5 \pm 0,8$	$23,9 \pm 2,4$	S

Embora o nível máximo de oviposição tenha sido praticamente o mesmo em ambos os alimentos, a redução do nível de oviposição a partir do momento em que o valor máximo foi atingido foi mais lenta para fêmeas alimentadas com pólen (Figura 2). O mesmo padrão de redução foi observado em relação à taxa de sobrevivência das fêmeas.

Figura 2 - Fecundidade e sobrevivência de fêmeas de *A. swirskii* alimentado com de *B. tabaci* ou pólen de *T. domingensis* ($T = 28 \pm 1^\circ\text{C}$; $UR = 80 \pm 10\%$; fotofase = 12 h)

A integração dos parâmetros de desenvolvimento e reprodução levaram a um maior valor da taxa líquida de reprodução (R_0) com pólen, mas a um menor período de uma geração (T) com ovos de *B. tabaci* (Tabela 4). Isto levou a valores muito próximos (embora significativamente diferentes) de tempo de duplicação da população (DT), taxa finita de crescimento (λ) e razão intrínseca de crescimento populacional (r_m) para os dois alimentos.

Tabela 4 - Parâmetros da tabela de vida de *A. swirskii* obtido da Holanda, alimentados com ovos de *B. tabaci* e pólen de *T. domingensis* (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10 \%$; fotofase= 12 h)

Parâmetros	Alimento		Diferença estatística (Teste t; $p < 0.05$)
	<i>B. tabaci</i>	Pólen	
Taxa líquida de reprodução (R_0)	$9,17 \pm 0,65$	$21,5 \pm 2,2$	S
Taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m)	$0,29 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,01$	S
Taxa finita de crescimento (λ)	$1,34 \pm 0,02$	$1,28 \pm 0,02$	S
Duração de uma geração (T)	$7,47 \pm 0,3$	$12,14 \pm 0,74$	S
Tempo de duplicação (DT)	$2,33 \pm 0,1$	$2,74 \pm 0,2$	S

3.2.2.2 Efeito predatório de *A. swirskii* sobre *E. concordis*

Para ambas as populações de *A. swirskii*, o nível de predação foi significativamente muito maior em larvas de *E. concordis* do que em larvas de sua própria espécie na presença ou ausência de pólen (Tabela 5). Para a população da Holanda, o nível de predação de larvas de sua própria espécie foi significativamente menor quando pólen foi oferecido como alimento, mas os níveis de predação em larvas de *E. concordis* foram praticamente os mesmos na presença ou ausência de pólen.

As fêmeas de Benin não ovipositaram quando larvas da sua própria espécie estavam presentes, na ausência ou na presença de pólen (Tabela 5). Quando larvas de *E. concordis* estavam presentes, o nível de oviposição foi significativamente (muito) maior na presença de pólen. As fêmeas da Holanda não ovipositaram quando expostas a larvas de sua própria espécie, na ausência de pólen. Na presença de pólen, o nível de oviposição destas fêmeas foi estatisticamente o mesmo que quando larvas de *E. concordis* foram expostas na ausência de pólen, porém significativamente (muito) menor que na presença de *E. concordis* e de pólen.

Tabela 5 - Predação e oviposição diária ($\pm$ erro padrão) de uma população de *A. swirskii* adquirida da Koppert (Holanda) e outra obtida da República de Benin na presença ou ausência de pólen de *T. domingensis*, com larvas da mesma espécie ou de *E. concordis* (T= $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR= $80 \pm 10\%$; fotofase= 12 h)

Tratamento		Populações	
Alimento	Larvas	Benin	Holanda
Predação			
	<i>A. swirskii</i>	$2,1 \pm 0,1$ b A	$2,3 \pm 0,1$ b A
0,1 mg de pólen	+ <i>A. swirskii</i>	$2,8 \pm 0,0$ b A	$1,5 \pm 0,1$ c B
	<i>E. concordis</i>	$5,4 \pm 0,4$ a A	$6,0 \pm 0,2$ a A
0,1 mg de pólen	+ <i>E. concordis</i>	$5,7 \pm 0,4$ a A	$6,1 \pm 0,3$ a A
Oviposição			
	<i>A. swirskii</i>	$0,0 \pm 0,0$ c A	$0,0 \pm 0,0$ c A
0,1 mg de pólen	+ <i>A. swirskii</i>	$0,0 \pm 0,0$ c B	$0,4 \pm 0,1$ b A
	<i>E. concordis</i>	$0,7 \pm 0,1$ b A	$0,6 \pm 0,1$ b A
0,1 mg de pólen	+ <i>E. concordis</i>	$1,8 \pm 0,2$ a A	$1,6 \pm 0,3$ a A

Diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas entre os tratamentos para cada população, enquanto diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre as populações para cada tratamento (SNK, $p < 0.05$)

3.2.3 Discussão

3.2.3.1 Potencial biótico

Os resultados obtidos sugerem que ovos de *B. tabaci* de mais de 48 h de idade foram tão adequados quanto pólen de *T. domingensis* para o aumento da população de *A. swirskii* adquirida da Holanda. Com isto, deduz-se que o aumento da população possa ser ainda maior em ovos de *B. tabaci* quando estes forem mais novos, como sugerido pelos resultados do Capítulo anterior, que avaliou o efeito da idade dos ovos de *B. tabaci* na oviposição de *A. swirskii*.

A duração de cada estágio imaturo e do período ovo-adulto de *A. swirskii*, alimentado com *B. tabaci* foi inferior ao que foi relatado por Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baky (2011) para uma população deste predador coletada na Arábia Saudita e alimentada com a mesma presa.

A oviposição média diária foi inferior à relatada por Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baky (2011). Contudo, a taxa intrínseca de crescimento registrada neste estudo com *B. tabaci* foi maior que as relatadas por Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baky (2011) ($r_m = 0,22$) e por Nomikou et al. (2001) para populações de *A. swirskii* procedente respectivamente de Revadin e Bet-Dagan, Israel e alimentadas com *B. tabaci* ($r_m = 0,21$ e $0,20$, respectivamente). A taxa intrínseca de crescimento registrada no presente estudo para *A. swirskii* alimentado com *B. tabaci* supera aquelas registradas para *Thyphlodromus* (*Typhlodromus*) *athiasae* Porath & Swirskii e *Euseius scutalis* (Athias-Henriot), ambos coletados em Israel (NOMIKOU et al., 2001) e para *E. scutalis* coletado no Egito (FOULY; NASSAR; OSMAN, 2013), alimentados com a mesma presa ($r_m = 0,13$; $0,21$ e $0,17$, respectivamente).

No estudo realizado por Park et al. (2011) com *A. swirskii* adquirido comercialmente da Biobest Canada Ltd. (Canadá), alimentado com pólen de *Typha latifolia* L. (Typhaceae), a duração da fase imatura (ovo – adulto), de pré-oviposição, oviposição e a longevidade foram superiores aos valores do presente estudo quando os predadores foram alimentados com *T. domingensis*. A fecundidade registrada no presente estudo foi próxima à relatada por aqueles autores e superior às relatadas por Lee e Gillespie (2011) ao avaliarem *A. swirskii* adquirido comercialmente na Koppert Biological Systems (Canadá), em diferentes temperaturas, usando pólen de *T. latifolia* como alimento. A taxa intrínseca de crescimento populacional registrada no presente estudo em pólen de *T. domingensis* foi muito superior àquelas reladas por Park et al. (2011) e por Lee e Gillespie (2011) ($r_m = 0,18$ e $0,16$, respectivamente).

Em estudos sumariados por Sabelis (1985) sobre fitoseídeos alimentados com ácaros da família Tetranychidae, os valores da taxa intrínseca de crescimento para as diferentes espécies variaram de $0,159$ a $0,347$. Os valores obtidos no presente estudo são intermediários àqueles valores.

3.2.3.2 Efeito predatório de *A. swirskii* sobre *E. concordis*

Fêmeas adultas de *A. swirskii* de ambas as populações avaliadas predaram larvas da própria espécie e de *E. concordis*, independente da presença de pólen. Seria de se esperar que a presença de pólen reduzisse a predação de larvas, o que, no entanto foi apenas verificado para a população da Holanda sobre larvas da própria espécie. É possível, no entanto, que a redução da predação tivesse ocorrido de forma mais significativa se a quantidade de pólen oferecida tivesse sido maior. Isto é sugerido pelo fato de que na presença de pólen *A. swirskii* de Benin não ovipositou e *A. swirskii* da Holanda apresentou baixo nível de oviposição

quando larvas de sua própria espécie estavam também presentes nas unidades experimentais. Como relatado na primeira parte do trabalho (estudo da tabela de vida de *A. swirskii* da Holanda), a oviposição na presença abundante de pólen foi 1,2 ovos por fêmea por dia.

O menor nível de predação de *A. swirskii* em larvas da sua própria espécie que em larvas de uma outra espécie (*E. concordis*) já era esperado, tendo em vista os resultados de trabalhos anteriores, conduzidos com outras espécies de fitoseídeos (ZANNOU et al., 2005; McRAE; CROFT, 1997). Para ambas as populações, os níveis de predação registrados no presente estudo foram inferiores aos relatados por Buitenhuis et al. (2010) com *A. swirskii* adquirido comercialmente da Biobest Canada Ltda, e aos relatados por Zannou et al. (2005) com *Euseius fustis* (Pritchard & Baker) e *Iphiseius degenerans* (Berlese) expostas a larvas co-específicas, na ausência de alimento. No entanto parecem estar acima do esperado os níveis de predação de larvas de *E. concordis*, a julgar pelos resultados de Rasmy et al. (2004) para *A. swirskii* em protoninfas. Contudo, é provável que o nível de predação determinado por Rasmy et al (2004) tivesse sido maior se os autores também tivessem utilizado larvas (como no presente trabalho) ao invés de protoninfas de *E. scutalis*. Níveis altos de predação em larvas de outras espécies também foram relatados por McRae e Croft (1997) e por Zannou et al. (2005).

Quando *E. concordis* foi exposto a *A. swirskii* na ausência de alimento, o nível de oviposição registrado no presente estudo foi próximo ao relatado para *E. fustis* e superior aos relatados para *I. degenerans* e *T. aripo* expostos a larvas de outras espécies, também na ausência de alimento (ZANNOU et al., 2005). Na presença de pólen, os níveis de oviposição para ambas as populações estiveram próximas dos relatados por Zannou et al. (2005), para *E. fustis* e *I. degenerans* expostos a larvas heteroespecíficas quando 0,1 mg de pólen de milho (*Zea mays* L., Poaceae) estava presente em cada unidade experimental.

No entanto, os resultados do presente estudo não permitem uma conclusão definitiva sobre o risco oferecido pela introdução de *A. swirskii* no Brasil. Não é raro o relato de predação intraguildd envolvendo ácaros da família Phytoseiidae (WALTER; PROCTOR, 2013). Contudo, estudos sobre predação intraguildd envolvendo fitoseídeos naturalmente encontrados em uma dada região são escassos (ZANNOU et al., 2005; FERREIRA et al., 2011). Além disso, a quantidade de pólen disponibilizada em cada unidade experimental pode não ser representativa da situação de estresse a que o predador estará exposto no ambiente. É possível que na presença de maior abundância de pólen os níveis de predação de fêmeas de *A. swirskii* em larvas de outras espécies seja muito menor, como verificado em estudo de Zannou et al. (2005), em relação a outras espécies de fitoseídeos.

Em estudos de análises de risco de introduções de agentes de controle biológico, usualmente se adota um sistema de avaliação por fases sucessivas, avaliando-se inicialmente a situação mais extrema, neste caso, a exposição do organismo não alvo (larvas de *E. concordis*) ao predador que se pretende introduzir na ausência total ou quase total de fontes de alimento. Este foi o procedimento adotado no presente trabalho. Na ausência de indicação de efeito negativo sobre os organismos não visados do organismo a ser introduzido, as avaliações se encerram. No entanto, havendo alguma indicação de que os organismos não visados possam ser negativamente afetados (como no caso do presente estudo), passa-se a segunda fase da análise, em as condições são mais próximas de uma situação real de campo.

O nível de oviposição registrado no presente estudo foi baixo quando *A. swirskii* foi exposto exclusivamente a larvas de *E. concordis* (na ausência de pólen), indicando não representar estas larvas uma fonte adequada de alimento a *A. swirskii*. Assim, estas larvas provavelmente não se constituiria um alimento preferido por este predador. Além disso, neste experimento, os ácaros estavam confinados em uma unidade experimental, não havendo oportunidade de fuga para as larvas. No ambiente, as larvas podem fugir e se abrigar de possíveis predadores. Ferreira et al. (2011) relatam que para fitoseídeos, a presença de domáceas nas plantas reduzem a predação intraguilha de larvas. Na presença de outros predadores, fêmeas parecem serem capazes de alterar o seu comportamento de oviposição para reduzir o risco de predação intraguilha da sua prole (WALZER; SCHAUSBERGER, 2010).

Os resultados aqui obtidos sugerem o potencial de se repetir no Brasil o mesmo sucesso alcançado como o uso de *A. swirskii* no controle de *B. tabaci* em outros países. Sugerem também que estudos sob condições mais próximas às condições naturais de campo devam ser realizadas para confirmar o possível efeito de *A. swirskii* sobre *E. concordis* ou outros fitoseídeos predados.

Referências

- ABBATIELLO, M.J. A culture chamber for rearing soil mites. **Turttox News**, Chicago, v. 43, n. 7, p. 162-164, 1965.
- BROWN, J.K.; FROHLICH, D.R.; ROSELL, R.C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 40, p. 511-534, 1995.

BUITENHUIS, R.; SHIPP, L.; SCOTT-DUPREE, C. Intra-guild VS extra-guild prey: effect on predator fitness and preference of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae). **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 100, n. 2, p. 167-173, 2010.

CASTRO, T.M.M.G. de; MORAES, G.J. de. Diversity of phytoseiid mites (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae) in the Atlantic Forest of São Paulo. **Systematics and Biodiversity**, Cambridge, v. 8, n. 2, p. 301-307, 2010.

CROFT, B.A.; CROFT, B.M. Larval survival and feeding by immature *Metaseiulus occidentalis*, *Neoseiulus fallacis*, *Amblyseius andersoni* and *Typhlodromus pyri* on life stage groups of *Tetranychus urticae* Koch and phytoseiid larvae. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, p. 685-693, 1993.

DE BARRO, P.J.; LIU, S.-S.; BOYKIN, L.M.; DINSDALE, A.B. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 56, p. 1-19, 2011.

DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. de; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C. **Phytoseiidae Database**. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae/>>. Acesso em: 08 maio 2014.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. **Commercially used biological control agentes: arachnida, Acarina**. Disponível em: <http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol_web/acarina.htm>. Acesso em: 15 maio 2014.

FERREIRA, J.A.M.; CUNHA, D.F.S.; PALLINI, A.; SABELIS, M.W.; JASSEN, A. J. Leaf domatia reduce intraguild predation among predatory mites. **Ecological Entomology**, London, v. 36, p. 435-441, 2011.

FOULY, A.H.; NASSAR, O.A.; OSMAN, M.A. Biology and life tables of *Eseiulus scutalis* (A.-H.) reared on different kinds of food. **Journal of Entomology**, London, v. 10, p. 199-206, 2013.

FOULY, A.H.; AL-DEGHAI, M.A.; ABDEL BAKY, N.F. Biological aspects and life tables of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal of Entomology**, London, v. 8, n. 1, p. 56-62, 2011.

GOLEVA, I.; ZEBITZ, C.P.W. Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 61, p. 259-283, 2013.

HOGENHOUT, S.A.; AMMAR, E.D.; WHITFIELD, A.E.; REDINBAUGH, M.G. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 46, n. 1, p. 327-359, 2008.

HOOGERBRUGGE, H.; CALVO, J.; HOUTEN, Y. van; BELDA, J.E.; BOLCKMANS, K. Biological control of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* with the predatory mite *Amblyseius swirskii* in sweet pepper crops. **IOBC/WPRS Bulletin**, Turku, v. 28, n. 1, p. 119-122, 2005.

INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 53, p. 431-438, 2008.

KOPPERT – BIOLOGICAL SYSTEMS. **Swirski-mite**. Disponível em: <<http://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/>>. Acesso em: 02 abr. 2014.

KOPPERT B.V. (Holanda). K. BOLCKMANS; Y. van HOUTEN **Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. U.S. patent 8,097,248 B2**. 17 jan. 2012.

LEE, H.S.; GILLESPIE, D.R. Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 53, p. 17-27, 2011.

LOURENÇÃO, A.L.; SAKATE, R.K.; VALLE, G.E. *Bemisia tabaci* biótipo B. In: VILELLA, E.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2014. No prelo.

MAANEN, R. van; VILA, E.; SABELIS, M.W.; JANSSEN, A. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. **Experimental and Applied Acarology**. Amsterdam, v. 52, p. 29-34, 2010.

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

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

McMURTRY, J.A.; MORAES, G.J. de; FAMAH SOURASSOU, N. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 18, n. 4, p. 297-320, 2013.

McRAE, I.V.; CROFT, B.A. Intra- and interspecific predation by adult female *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) when provisioned with varying densities and ratios of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and phytoseiid larvae. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 21, p. 235-245, 1997.

MESSELINK, G.J.; STEENPAAL, E.F. van; RAMAKERS, P.M.J. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. **BioControl**, Dordrecht, v. 51, p. 753-768, 2006.

NAPPO REGIONAL STANDARDS FOR PHYTOSANITARY MEASURES. **Certification of commercial arthropod biological control agents moving into NAPPO member countries**. Ottawa: The Secretariat of the North American Plant Protection Organization, 2002. 15 p.

NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, p. 271-291, 2001.

_____. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 27, p. 57-68, 2002.

PARK, H.; SHIPP, L.; BUITENHUIS, R.; AHN, J.J. 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**, Suwon, v. 14, p. 497-501, 2011.

RASMY, A.H.; ABOU-EL-ELLA, G.M.; HUSSEIN, H.E. Cannibalism and interspecific predation of the phytoseiid mite, *Amblyseius swirskii*. **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 77, p. 23-25, 2004.

SABELIS, M. Predation on spider mites. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (Ed.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1985. p. 103-129. (World Crop Pests, 1B).

SAS INSTITUTE. **PROC user's manual version 9.2 Inc.** Cary, 2005.

SCHAUSBERGER, P. Inter- and intraspecific predation on immatures by adult females in *Euseius finlandicus*, *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acari, Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 21, p. 131-150, 1997.

SILVA, L.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 116-125, 2009.

VALLE, G.E. do; LOURENÇÃO, A.L.; ZUCCHI, M. I.; PINHEIRO, J.B.; ABREU, A. G. de. Population variability of *Bemisia tabaci* (Genn.) in different hosts. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 4, p. 4615-4624, 2013.

WALTER, D.E.; PROCTOR, H.C. **Mites: ecology, evolution & behaviour**. 2nd ed. Dordrecht; Heidelberg; New York; London: Springer, 2013. 494 p.

WALZER, A.; SCHAUSBERGER, P. Threat-sensitive anti-intraguild predation behaviour: Maternal strategies to reduce offspring predation risk in mites. **Animal Behaviour**, London, v. 81, p. 177-184, 2010.

ZANNOU, I.D.; HANNA, R.; MORAES, G.J. de; KREITER, S. Cannibalism and interspecific predation in a phytoseiid predator guild from cassava fields in Africa. Evidence from the laboratory. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 37, p. 27-42, 2005.

4 POTENCIAL DE POPULAÇÕES BRASILEIRAS DE FITOSEÍDEOS (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Bemisia tabaci* (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

Resumo

A fauna de ácaros fitoseídeos no Brasil é bastante diversa e muitas espécies encontradas neste país podem ser úteis no controle de diferentes pragas. O objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial de populações brasileiras de fitoseídeos como predadores de *Bemisia tabaci* (Gennadius), avaliando-se também seu desempenho em outras fontes de alimento. Os fitoseídeos avaliados foram *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor), *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Amblyseius largoensis* (Muma), *Amblyseius tamatavensis* (Blommers) e *Neoseiulus tunus* (De Leon). Os ensaios foram conduzidos a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h. Todos os fitoseídeos avaliados predaram ovos do biótipo B de *B. tabaci*, sendo os maiores níveis de predação registrados para *A. herbicolus* e *N. tunus*, e o maior nível de oviposição, para *A. tamatavensis*. Os resultados sugerem que populações brasileiras destes predadores sejam promissoras como agentes de controle de *B. tabaci*. *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (Astigmatina: Acaridae) demonstrou ser uma presa favorável para a criação destes.

Palavras-chave: Controle biológico; Predadores; Biologia

Abstract

The fauna of phytoseiid mites in Brazil is very diverse and many phytoseiid species found in this country may be useful in the control of different pests. The aim of this study was to evaluate the potential of Brazilian populations of phytoseiid as predators of *Bemisia tabaci* (Gennadius) and to evaluate their performance on other food sources. Evaluated species were *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor), *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Amblyseius largoensis* (Muma), *Amblyseius tamatavensis* (Blommers) and *Neoseiulus tunus* (De Leon). The work was conducted at $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ RH and 12 h photophase. All evaluated phytoseiids preyed upon eggs of *B. tabaci* biotype B, with the highest levels of predation recorded for *A. herbicolus* and *N. tunus*, and higher level of oviposition recorded for *A. tamatavensis*. The results suggest Brazilian populations of these species to be promising as control agents of *B. tabaci*. *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (Astigmatina: Acaridae) was demonstrated to be a favorable prey for their mass production.

Keywords: Biological control; Predators; Biology

4.1 Introdução

Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) é um inseto relatado atacando cerca de 600 espécies de plantas (BROWN, 2010), tendo sido encontrado em todos os continentes habitados pelo homem (BYRNE; BELLOWES Jr., 1991). No Brasil, foi registrado pela primeira vez em 1923, em plantas da vegetação natural e em plantas cultivadas (BONDAR, 1928); o primeiro surto população desta espécie foi relatada em 1968, em algodão, no estado do Paraná (VILLAS BÔAS et al., 1997). Atualmente tem sido encontrado

em praticamente todo o país (VILLAS BÔAS et al., 1997; HAJI et al., 2001; MOREIRA, 2001).

Este inseto causa consideráveis danos como praga, mas também causa danos indiretos através da produção de uma substância açucarada, promovendo o desenvolvimento de fumagina e, portanto, afetando a fotossíntese e diminuindo a qualidade do produto (FERREIRA; AVIDOS, 1998). Além disso, é um vetor de 128 vírus de plantas (HOGENHOUT et al., 2008). *Bemisia tabaci* é atualmente considerada uma das principais pragas agrícolas no Brasil, causando grandes prejuízos, principalmente ao algodão, feijão, soja, plantas ornamentais, frutíferas e hortaliças (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994; VILLAS BÔAS et al., 1997; FERREIRA; AVIDOS, 1998; HAJI et al., 2001; MOREIRA, 2001; VIEIRA; CORREIA, 2001; GALLO et al., 2002).

Tem sido controlado no Brasil quase que exclusivamente com o uso de inseticidas, mas o aumento da resistência a estes produtos tem sido relatado (HOROWITZ, 2002; ERDOGAN, 2008; SILVA et al., 2009). A ampla gama de hospedeiros, fácil dispersão e alto potencial reprodutivo tornam *B. tabaci* uma praga de difícil controle (ANTONY; PALANISWAMIM; HENNEBERRY, 2003).

Cerca de 120 espécies pertencentes a 31 famílias de nove ordens têm sido citados como inimigos naturais de *B. tabaci*, incluindo ácaros da família Phytoseiidae (GERLING; ALOMAR; ARNÓ, 2001). Fitoseídeos relatados como predadores de *B. tabaci* são *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor), *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot), *Neoseiulus barkeri* Hughes, *Phytoseius finitimus* Ribaga e *Typhlodromus* (*Typhlodromus*) *athiasae* Porath & Swirski (GERLING; ALOMAR; ARNÓ, 2001; NOMIKOU et al., 2001; HOUTEN; ROTHE; BOLCKMANS, 2008; BIOBEST, 2014). *Amblydromalus limonicus*, *A. swirskii* e *E. gallicus* tem sido comercialmente utilizadas como agentes de controle dessa praga. No entanto, inimigos naturais ainda não são utilizados para o controle de *B. tabaci* no Brasil.

A fauna de fitoseídeos é bastante diversificada no Brasil, onde cerca de 200 espécies tem sido relatadas (DEMITE et al., 2014). Muitas destas são conhecidas apenas a partir de suas descrições taxonômicas, mas algumas podem ser potencialmente úteis para o controle biológico aplicado de diferentes pragas, incluindo *B. tabaci*. No caso de culturas anuais, a adoção do uso de uma determinada espécie de inimigo natural para o controle de uma praga depende em grande parte não só de sua eficiência (determinada por suas características biológicas intrínsecas, afetadas pelo ambiente), mas também da possibilidade de produção massal de forma econômica. Um aspecto adicional a considerar é a possível aceitação de

alimentos alternativos pelos inimigos naturais potenciais, que podem ser fornecidas para facilitar a manutenção do cultivo em liberações inoculativas. Pólen e microcrustáceos tem sido usados na prática para esta finalidade (GERSON; WEINTRAUB, 2012; GOLEVA; ZEBITZ, 2013; VANGANSBEKE et al., 2013). Em um trabalho realizado pela Nomikou et al. (2010), a eficiência do controle de *B. tabaci* por *A. swirskii* aumentou pela provisão de pólen de taboa (*Typha latifolia* L., Typhaceae).

O objetivo deste estudo foi a avaliação inicial do potencial de populações brasileiras de fitoseídeos como predadores de *B. tabaci*, bem como a aceitação de diferentes itens que poderiam ser utilizados para sua eventual criação massal ou como alimentos complementares no campo.

4.2 Desenvolvimento

4.2.1 Material e Métodos

O potencial de populações brasileiras de fitoseídeos como predadores de *B. tabaci* foi estimado pela avaliação de duas de suas características intrínsecas, capacidade de predação e de oviposição. Os fitoseídeos a serem avaliados foram selecionados com base no hábito alimentar (tipo III, de acordo com McMurtry, Moraes e Famah Sourassou, 2013) ou no fato de terem sido encontrados em associação com *B. tabaci*, sobre plantas de pimentão, em levantamentos realizados em regiões dos estados de São Paulo e Minas Gerais entre 2011 e 2013. As espécies escolhidas foram: *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) (coletados em *Rubus idaeus* L., Rosaceae, em Campos de Jordão, estado de São Paulo); *Amblyseius herbicolus* (Chant), (em cafeeiro, Rubiaceae, em Lavras, estado de Minas Gerais); *Amblyseius largoensis* (Muma) (em coqueiro, *Cocos nucifera* L., Arecaceae, em Piracicaba, estado de São Paulo); *Amblyseius tamatavensis* Blommers (em pimentão, *Capsicum annuum* L., Solanaceae, em Piracicaba); e *Neoseiulus tunus* (De Leon) (em pimentão, Campinas, estado de São Paulo). Estes foram mantidos em laboratório em unidades de criação semelhantes às descritas por McMurtry e Scriven (1965), sendo alimentados com ovos de *B. tabaci* e pólen de *Typha domingensis* Persoon (Typhaceae).

4.2.1.1 Obtenção das fontes de alimento

Os seguintes itens foram avaliados como possíveis fontes de alimentos alternativos: ovos de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), pólen de *T. domingensis* e larvas e protoninfas de *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (Acari: Astigmatina: Acaridae).

Exemplares do biótipo B de *B. tabaci* foram obtidos no Setor de Entomologia do Centro de Fitossanidade do Instituto Agrônomo de Campinas, estado de São Paulo, para o estabelecimento de uma colônia em plantas de couve (*Brassica oleracea* L., Brassicaceae) na área experimental do Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Ovos de até 48 h de idade foram removidos das folhas com o auxílio de um alfinete entomológico para serem oferecidos aos predadores; ovos de *T. urticae* de até 6 horas de idade foram obtidos de uma colônia do Laboratório de Acarologia (ESALQ/USP) mantidas em plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC, Fabaceae); larvas e protoninfas de *A. ovatus* foram obtidas de uma colônia mantidas em laboratório, alimentada com levedo de cerveja; pólen de *T. domingensis* foi coletado de plantas do câmpus da ESALQ/USP e mantido em congelador para uso durante o trabalho.

4.2.1.2 Procedimento experimental

Cada unidade experimental foi constituída de um pote de plástico (2,6 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) cuja base foi coberta por uma mistura solidificada de carvão ativado e gesso (9v:1v) (ABBATIELLO, 1965).; a borda de cada pote foi coberta com cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros. O substrato foi mantido úmido pela adição diária de água destilada e os alimentos foram substituídos diariamente. As quantidades de alimento em cada unidade foram: 12 ovos de *B. tabaci*, 30 ovos de *T. urticae*, 20 larvas/protoninfas de *A. ovatus* e cerca de 0,2 mg de pólen.

Fêmeas de cada espécie de fitoseídeo foram retiradas das respectivas colônias de manutenção e individualizadas nas unidades experimentais. Os níveis de predação e oviposição foram avaliados diariamente; descartando-se os ovos postos pelo predador e substituindo-se o alimento consumido. As avaliações foram realizadas sob estereomicroscópio (aumento 30x), por seis dias consecutivos, não se considerando os dados do primeiro dia para reduzir a interferência da alimentação anterior. O trabalho foi conduzido a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, 75 ± 10 % de umidade relativa e fotofase de 12h.

4.2.1.3 Análises estatísticas

Cada unidade experimental foi considerada uma repetição e o delineamento foi inteiramente casualizado. As médias das taxas de predação e oviposição foram comparadas com o método Student Newman-Keuls, $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas no software SAS, versão 9.2 (SAS INSTITUTE, 2005).

4.2.2 Resultados

Cada predador das espécies avaliadas predou pelo menos 5,2 ovos de *B. tabaci* por dia (Tabela 6). *Amblyseius herbicolus* apresentou a maior taxa de predação de *B. tabaci*, diferindo significativamente das demais espécies avaliadas. As maiores taxas de oviposição nesta presa foram registradas para *A. tamatavensis*, *A. herbicolus* e *N. tunus*, que não diferiram significativamente entre si.

Quando alimentados com *T. urticae*, as maiores taxas de predação foram observadas para *A. limonicus*, *A. largoensis* e *N. tunus*, sendo a de *A. tamatavensis* ligeiramente inferior, e a de *A. herbicolus*, muito inferior. No entanto, independentemente das diferenças estatísticas, as taxas de oviposição foram bastante baixas para todas as presas, com um máximo de 0,5 ovos por dia. Com pólen, os níveis de oviposição de *A. tamatavensis* e *N. tunus* não diferiram entre si, sendo estatisticamente menores que obtidos com *B. tabaci*.

Quando o alimento foi *A. ovatus*, *A. herbicolus* apresentou o maior nível de predação e *A. limonicus*, o menor. Já o nível de oviposição foi significativamente muito maior para *A. tamatavensis* e muito menor para *A. limonicus*.

Tabela 6 - Predação e oviposição diária ($\pm$ erro padrão) de fitoseídeos alimentados com diferentes fontes de alimento, a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h

Alimento	Predadores				
	<i>A. limonicus</i>	<i>A. herbicolus</i>	<i>A. largoensis</i>	<i>A. tamatavensis</i>	<i>N. tunus</i>
Predação					
<i>B. tabaci</i>	$5,2 \pm 0,3$ d	$11,0 \pm 0,24$ a	$8,0 \pm 0,3$ c	$8,0 \pm 0,2$ c	$9,5 \pm 0,18$ b
<i>T. urticae</i>	$26 \pm 0,1$ a	$13,6 \pm 0,63$ c	$26,6 \pm 0,7$ a	$22,0 \pm 0,1$ b	$24,8 \pm 0,57$ a
<i>A. ovatus</i>	$5,0 \pm 0,5$ d	$18,6 \pm 0,27$ a	$8,6 \pm 0,4$ c	$11,3 \pm 0,7$ b	$8,9 \pm 0,33$ c
Oviposição					
<i>B. tabaci</i>	$0,7 \pm 0,12$ c A	$1,1 \pm 0,06$ ab A	$0,8 \pm 0,12$ bc AB	$1,4 \pm 0,11$ a B	$1,1 \pm 0,09$ ab A
<i>T. urticae</i>	$0,3 \pm 0,07$ ab A	$0,1 \pm 0,06$ b B	$0,5 \pm 0,10$ a B	$0,4 \pm 0,07$ a C	$0,2 \pm 0,04$ b C
<i>A. ovatus</i>	$0,4 \pm 0,06$ c A	$1,4 \pm 0,12$ b A	$1,2 \pm 0,18$ b A	$2,8 \pm 0,15$ a A	$1,1 \pm 0,07$ b A
Pólen	-	-	-	$0,7 \pm 0,06$ a C	$0,7 \pm 0,04$ a B

(-: não avaliado).

Diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas entre os predadores para cada presa, enquanto diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre as diferentes presas oferecidas para cada predador (SNK, $p < 0.05$)

4.2.3 Discussão

Os níveis de predação de *B. tabaci* registrados no presente estudo para *A. largoensis*, *A. herbicolus*, *A. tamatavensis* e *N. tunus* foram superiores aos relatados para uma população de *A. swirskii* da Arábia Saudita estudada por Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baky (2011).

O nível de oviposição de *A. tamatavensis* alimentado com *B. tabaci* neste estudo foi superior ao registrado por Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baky (2011) e Fouly, Nassar e Osman (2013) para *A. swirskii* procedente da Arábia Saudita e *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) procedente do Egito, respectivamente, ambos alimentados com *B. tabaci*. O nível obtido foi próximo daquele relatado por Nomikou et al. (2001) para uma população de *A. swirskii*

procedente de Bet-Dagan, Israel. Já os níveis de oviposição de *A. herbicolus* e *N. tunus* foram próximos dos relatado por Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baký (2011) e Fouly, Nassar e Osman (2013) para *A. swirskii*. O nível de oviposição de *A. limonicus* no presente estudo foi inferior ao relatado por Houten et al. (2008) para uma população da mesma espécie procedente da Nova Zelândia alimentada com ovos da mosca-branca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Insecta: Hemiptera).

Os altos níveis de predação de ovos de *T. urticae* pela maioria dos predadores contrastam com os baixos níveis de oviposição. Estes resultados sugerem que embora os ovos de *T. urticae* tenham sido encontrados e atacados, não foram nutricionalmente favoráveis aos predadores, o que sugere a inadequação de *T. urticae* para a eventual produção massal destes, mesmo na ausência da teia produzida pelos estágios ativos deste ácaro. Os níveis de oviposição de *A. tamatavensis* e *N. tunus* alimentados com pólen sugerem que este possa ser adequado para manter as populações de predadores na cultura quando a praga estiver em níveis que não permitam a manutenção dos predadores. Polens de outras plantas devem ser avaliados, tendo em vista as diferentes respostas de fitoseídeos por diferentes tipos de pólen (GOLEVA; ZEBITZ, 2013; McMURTRY; MORAES; FAMAH SOURASSOU, 2013).

Altos níveis de oviposição de *A. herbicolus*, *A. largoensis*, *N. tunus* e, especialmente, *A. tamatavensis* quando o alimento oferecido foi *A. ovatus*, sugerem a adequação deste ácaro para a eventual produção massal destes predadores. Ácaros do grupo Astigmatina, ao qual *A. ovatus* pertence, já vem sendo utilizados comercialmente para a criação massal de ácaros predadores. Os Astigmatina *Acarus farris* (Oudemans) (Acari: Acaridae) (RAMAKERS; LIEBURG, 1982), *Carpoglyphus lactis* L. (Acari: Carpocephidae) (KOPPERT, 2012); e *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Acaridae) (FREIRE; MORAES, 2007) são utilizados na criação massal de *Neoseiulus barkeri* Hughes (Acari: Phytoseiidae), *A. swirskii* e *Stratiolaelaps scimitus* Womersley (Acari: Laelapidae), respectivamente. Quando alimentado com *A. ovatus*, *A. tamatavensis* apresentou nível de oviposição muito superior aos relatados para *N. bakeri*, quando este foi alimentado com *A. ovatus* (XIA et al., 2012) e para *A. swirskii*, quando alimentado com os Astigmatina *C. lactis* (NGUYEN et al., 2013) e *Suidasia medanensis* Oudemans (= *S. pontifica* Oudemans) (Acari: Suidasiidae) (MIDTHASSEL et al., 2013).

Aleuroglyphus ovatus apresenta elevado potencial biótico, podendo ser obtido em grandes quantidades sobre grãos armazenados em espaços reduzidos (XIA et al., 2009) e a preços baixos. A utilização de Astigmatina usualmente requer menores gastos para a produção do predador. Assim, trabalhos futuros levando em conta tabela de vida e respostas funcional e

numérica em função da densidade de presa devem ser realizados a fim de aperfeiçoar um eventual sistema de criação massal dos ácaros predadores.

Os resultados sugerem que as populações brasileiras de *A. herbicolus*, *A. tamatavensis* e *N. tunus* são candidatos promissores, devendo ser avaliados em relação a detalhes não levados em conta no presente trabalho, visando seu uso prático real. Predadores avaliados neste estudo são comumente encontrados em vários estados brasileiros e em muitas espécies de plantas em ambientes naturais e em agroecossistemas (FERLA; MORAES, 1998; GONDIM Jr.; MORAES, 2001; LOFEGO; MORAES; CASTRO, 2004; FERES et al., 2005, 2007; FURTADO et al., 2005, 2006; VASCONCELOS et al., 2006; LAWSON-BALAGBO et al., 2008; CASTRO; MORAES, 2010; GONDIM Jr. et al., 2012; DEMITE; LOFEGO; FERES, 2011, DEMITE et al., 2014; MORAES; BARBOSA; CASTRO, 2013). Também são encontrados em outros países tropicais e subtropicais (DEMITE et al., 2014). A ampla distribuição e amplitude de plantas hospedeiras indicam a sua adaptação a ambientes extensos que, se conservados podem funcionar como importantes reservatórios desses e outros predadores, que poderiam participar no controle natural desta praga.

Referências

ABBATIELLO, M.J. A culture chamber for rearing soil mites. **Turtox News**, Chicago, v. 43, n. 7, p. 162-164, 1965.

ANTONY, B.; PALANISWAMIM, S.; HENNEBERRY, T.J. *Encarsia transvena* (Hymenoptera: Aphelinidae) development on different *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) instars. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 3, p. 584-591, 2003.

BIOBEST – SUSTAINABLE CROP MANAGEMENT. **Biobest introduces Dyna-Mite®**: a new predatory mite strategy in rose. Disponível em: <<http://www.biobest.be/nieuws/289/3/0/>>. Acesso em: 30 maio 2014.

BONDAR, G. Aleyrodideos do Brasil (2ª Contribuição). **Boletim do Laboratório de Patologia Vegetal**, Salvador, v. 5, p. 27-34, 1928.

BROWN, J.K. Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group, In: STANSLY, P.A.; NARANJO, S.E. (Ed.). **Bemisia**: bionomics and management of a global pest. Dordrecht; Heidelberg; New York; London: Springer. 2010. p. 31-67.

BYRNE, D.N.; BELLOWES Jr., T.S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 36, p. 431-457, 1991.

- CASTRO, T.M.M.G. de; MORAES, G.J. de. Diversity of phytoseiid mites (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae) in the Atlantic Forest of São Paulo. **Systematics and Biodiversity**, Cambridge, v. 8, n. 2, p. 301-307, 2010.
- DEMITE, P.R.; LOFEGO, A.C.; FERES, R.J.F. Phytoseiidae (Acari) in forest fragments in the state of São Paulo, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 3086, p. 31-56, 2011.
- DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. de; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C. **Phytoseiidae Database**. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae/>>. Acesso em: 08 maio 2014.
- ERDOGAN, C.; MOORES, G.D.; GURKAN, M.O.; GORMAN, K.J.; DENHOLM, I. Insecticide resistance and biotype status of populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Turkey. **Crop Protection**, Guildford, v. 27, p. 600-605, 2008.
- FERLA, N.J.; MORAES, G.J. Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, n. 4, p. 649-654, 1998.
- FERES, R.J.F.; LOFEGO, A.C.; OLIVEIRA, A.R. Ácaros plantícolas (Acari) da “Estação Ecológica do Noroeste Paulista”, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 43-56, 2005.
- FERES, R.J.F.; BUOSI, R.; DAUD, R.D.; DEMITE, P.R. Padrões ecológicos da comunidade de ácaros em euforbiáceas de um fragmento de mata Estacional Semidecidual, no Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 185-194, 2007.
- FERREIRA, L.T.; AVIDOS, M.F.D. Mosca-branca: presença indesejável no Brasil. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 4, p. 22-26, 1998.
- FOULY, A.H.; AL-DEGHAIIRI, M.A.; ABDEL BAKY, N.F. Biological aspects and life tables of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal of Entomology**, London, v. 8, n. 1, p. 56-62, 2011.
- FOULY, A.H.; NASSAR, O.A.; OSMAN, M.A. Biology and life tables of *Esieus scutalis* (A.-H.) reared on different kinds of food. **Journal of Entomology**, London, v. 10, p. 199-206, 2013.
- FREIRE, R.A.P.; MORAES, G.J. de. Mass production of the predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* Womersley Acari: Laelapidae. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 12, n. 2, p. 117-119, 2007.
- FURTADO, I.P.; MORAES, G.J. de; KREITER, S.; KNAPP, M. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* in south and southeast Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 40, p. 157-174, 2006.
- FURTADO, I.P.; KREITER, S.; MORAES, G.J. de; TIXIER, M.-S.; FLECHTMANN, C.H.W.; KNAPP, M. Plant mites (Acari) from Northeastern Brazil, with description of two new species of the family Phytoseiidae (Mesostigmata). **Acarologia**, Paris, v. 45, n. 2/3, p. 131-143, 2005.

- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E. PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C. LOPES, J.R.L.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).
- GERLING, D.; ALOMAR, O.; ARNÓ, J. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, p. 779-799, 2001.
- GERSON, U.; WEINTRAUB, P.G. Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 57, p. 229-47, 2012.
- GOLEVA, I.; ZEBITZ, C.P.W. Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 61, p. 259-283, 2013.
- GONDIM Jr., M.G.C.; MORAES, G.J. de. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 6, p. 65-94, 2001.
- GONDIM Jr., M.G.C.; CASTRO, T.M.M.G.; MARSARO Jr., A.L.; NAVIA, D.; MELO, J.W.S.; DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. de. Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? **Systematics and Biodiversity**, Cambridge, v. 10, n. 4, p. 527-535, 2012.
- HAIJ, F.N.; LIMA, M.F.; MATTOS, M.A. de; MOREIRA, A.N.; ALENCAR, J.A. de; BARBOSA, F.R.; KILL, L.H.P. **Plantas hospedeiras de *Bemisia argentifolli* Bellows & Perring em áreas cultivadas das regiões do Submédio do Vale São Francisco e Setão Central Pernambucano**. 2001. 13p. (Embrapa Semi-árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55). Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/BPD55.pdf>. Acesso em: 10 maio 2014.
- HOGENHOUT, S.A.; AMMAR, E.D.; WHITFIELD, A.E.; REDINBAUGH, M.G. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 46, n. 1, p. 327-359, 2008.
- HOROWITZ, A.R.; KONTSEDALOV, S.; DENHOLM, I.; ISHAAYA, I. Dynamics of insecticide resistance in *Bemisia tabaci*: a case study with insect growth regulator pyriproxyfen. **Pest Management Science**, Sussex, v. 58, p. 1096-1100, 2002.
- HOUTEN, Y. van; ROTHE, J.; BOLCKMANS, K.J.F. The generalist predator *Typhlodromalus limonicus* a potential biological control agent of thrips and whiteflies. **Bulletin IOBC/WPRS**, Sint Michielsgeste, v. 32, p. 237-240, 2008.
- KOPPERT B.V. (Holanda). K. BOLCKMANS; Y. van HOUTEN **Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop**. U.S. patent 8,097,248 B2. 17 jan. 2012.

LAWSON-BALAGBO, L.M., GONDIM Jr., M.G.C.; MORAES, G.J. de; HANNA, R.; SCHAUSBERGER, P. Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 98, p. 83-96, 2008.

LOFEGO, A.C.; MORAES, G.J. de; CASTRO, L.A.S. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) on Myrtaceae in State of São Paulo, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 516, p. 1-18, 2004.
LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, p. 53-59, 1994.

MARTINEZ, S.S.; CARVALHO, A.O.R. de; VIEIRA, L.G.; NUNES, L.M; BIANCHINI, A. Identification, geographical distribution and host plants of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotypes (Homoptera: Aleyrodidae) in the State of Parana, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, p. 597-603, 2000.

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

McMURTRY, J.A.; MORAES, G.J. de; FAMAH SOURASSOU, N. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 18, n. 4, p. 297-320, 2013.

MIDTHASSEL, A.; LEATHER, S.R.; BAXTER, I.H. Life table parameters and capture success ratio studies of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) to the factitious prey *Suidasia medanensis* (Acari: Suidasidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 61, p. 69-78, 2013.

MORAES, G.J. de; BARBOSA, M.F.C.; CASTRO, T.M.M.G. de. Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from natural ecosystems in the State of São Paulo, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 3700, n. 3, p. 301-347, 2013.

MOREIRA, M.A.B. **Hospedeiros alternativos da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo "B" (Hemiptera: Aleyrodidae) no Rio Grande do Norte**. 2001. 12 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, Circular Técnica, 9). Disponível em:
<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/370883>>. Acesso em: 12 maio 2014.

NGUYEN, D.T.; VANGANSBEKE, D.; LU, X.; DE CLERCQ, P. Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. **BioControl**, Dordrecht, v. 58, p. 369-377, 2013.

NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, p. 271-291, 2001.

RAMAKERS, P.M.J.; LIEBURG, M.J. van. Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mckenziei* Sch. & Pr. (Acarina: Phytoseiidae) for the control of *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. **Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen**, Gent, v.47, n. 2, p. 541-545, 1982.

SAS INSTITUTE. **PROC user's manual version 9.2 Inc.** Cary, 2005.

SILVA, L.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 116-125, 2009..

VANGANSBEKE, D.; NGUYEN, D.T; AUDENAERT, J.; VERHOEVEN, R.; GOBIN, B.; TIRRY, L.; DE CLERCQ, P. Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. **BioControl**, Dordrecht, v. 59, p. 67-77, 2014.

VASCONCELOS, G.J. de; SILVA, F.R. da; BARBOSA, D.G.F.; GONDIM Jr., M.G.C.; MORAES, G.J. de. Diversidade de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em fruteiras tropicais no estado de Pernambuco, Brasil. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 18, n. 2, p. 90-101, 2006.

VIEIRA, M.R.; CORREA, L.S. Ocorrência de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) e do predador *Delphastus pusillus* (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae) em mamoeiro (*Carica papaya* L.) sob cultivo em ambiente protegido. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 171-173, 2001.

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, H. F.; ÁVILA, A.C.; BEZERRA, I.C. **Manejo integrado de mosca branca *Bemisia argentifolli***. 1997. 11 p. (Embrapa Hortaliças, Circular Técnica, 9). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/758442>>. Acesso em: 12 maio 2014.

XIA, B.; ZOU, Z.; LI, P.; LIN, P. Effect of temperature on development and reproduction of *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Aleuroglyphus ovatus*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 56, p. 33-41, 2012.

XIA, B.; LUO, D.; ZOU, Z.; ZHU, Z. Effect of temperature on the life cycle of *Aleuroglyphus ovatus* (Acari: Acaridae) at four constant temperatures. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 45, p. 190-194, 2009.

5 *Amblyseius tamatavensis* BLOMMERS (ACARI: PHYTOSEIDAE) COMO AGENTE DE CONTROLE BIOLÓGICO DE *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) NO BRASIL

Resumo

Apesar da grande diversidade da fauna brasileira de ácaros da família Phytoseiidae, estudos sobre o potencial destes como agentes de controle biológico de mosca branca (Insecta: Aleurodidae) não tem sido conduzidos. O objetivo deste estudo foi continuar a avaliação do potencial de uma população brasileira de *Amblyseius tamatavensis* Blommers para controlar biótipo B da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius). O estudo foi dividido em duas partes. Na primeira, o potencial biótico do predador foi estudada a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ UR e 12 horas diárias de fotoperíodo, quando ovos de *B. tabaci* foram oferecidos como alimento. Na segunda, o desempenho do predador como agente de controle do inseto foi avaliado em plantas jovens pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Amblyseius tamatavensis* completou seu desenvolvimento em cerca de $5,1 \pm 0,1$ dias e pôs em média de $1,0 \pm 0,1$ ovos/ fêmea/ dia; a taxa intrínseca de crescimento populacional foi de $0,21 \pm 0,01$ fêmea/ fêmea/ dia. Complementando resultados de avaliações anteriores, os resultados deste estudo justificam a realização de novos estudos para determinar o potencial de *A. tamatavensis* como um agente de controle de *B. tabaci*. Na segunda parte do estudo, observou-se que o predador foi capaz de reduzir significativamente a densidade populacional de *B. tabaci* em plantas de pimentão. Com a liberação dos predadores, foram observadas reduções entre 60 e 80% nas densidades da praga, em comparação com as densidades em plantas em que o predador não foi liberado. Os resultados sugerem que *A. tamatavensis* é promissor como um agente de controle do biótipo B de *B. tabaci*.

Palavras-chave: Fitoseídeo; Biologia; Mosca-branca; Controle biológico

Abstract

Despite the great diversity of the Brazilian fauna of mites of the family Phytoseiidae, studies about their potential as biological control agents of whiteflies (Insecta: Aleurodidae) have not been conducted. The aim of this study was to continue the evaluation of the potential of a Brazilian population of *Amblyseius tamatavensis* Blommers to control biotype B of the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius). The study was divided in two parts. In the first, the biotic potential of the predator was studied at $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ RH and 12 h of daily photoperiod, when offered eggs of *B. tabaci* was food. In the second, the performance of the predator as control agent of the insect was evaluated on young bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Amblyseius tamatavensis* completed its development in about $5,1 \pm 0,1$ days and laid an average of $1,0 \pm 0,1$ eggs/ female/ day; the intrinsic rate of population increase was 0.21 ± 0.01 female / female / day. Complementing results of previous evaluations, the results of this study supported the conduction of further studies to determine the potential of *A. tamatavensis* as a control agent of *B. tabaci*. In the second part of the study, the predator was observed to be able to reduce significantly the population density of *B. tabaci* on bell pepper plants. With the release of predators, reductions in pest densities between 60 and 80 % were observed in comparison with densities on plants onto which the predator was not released. The results suggest that *A. tamatavensis* is promising as a biological control agent of *B. tabaci* biotype B.

Keywords: Phytoseiid mites; Biology; Whitefly; Biological control

5.1 Introdução

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleurodidae) é atualmente considerada uma das principais pragas agrícolas em âmbito mundial. A plasticidade genética, ampla gama de hospedeiros, fácil dispersão e alto potencial reprodutivo tornam esta uma praga de difícil controle (ANTONY; PALANISWAMIM; HENNEBERRY, 2003). Este inseto é encontrado em plantas cultivadas e na vegetação espontânea, sendo capaz de se reproduzir em um grande número de espécies vegetais (BROWN, 2010; NARANJO, 2010). Além disso, tem sido relatado como vetor de 128 vírus de plantas (HOGENHOUT et al., 2008).

Segundo Lourenção, Sakate e Valle (2014) as principais culturas infestadas por este inseto no Brasil incluem tomateiro, feijoeiro, meloeiro e batata, em que a transmissão de vírus é expressiva, além de algodoeiro, soja, aboboreiras, melancia, videira, hortaliças diversas e ornamentais. No país, este inseto é controlado principalmente com o uso de produtos químicos, mas são inúmeros os relatos de resistência aos diferentes defensivos químicos (SILVA et al., 2009).

Vinte e uma espécies de inimigos naturais de *B. tabaci* foram registradas no Brasil (BALDIN et al., 2011; TORRES et al., 2014; LOURENÇÃO et al., 2014), nenhuma referindo-se aos ácaros. Em países da Europa e na América do Norte, os ácaros predadores *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor), *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot e *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier (Phytoseiidae) são utilizados com sucesso para o controle desta praga (HOOGERBRUGGE et al., 2005; KNAPP et al., 2012; NAPPO, 2012; BIOBEST, 2014; EPPO, 2014; KOPPERT, 2014). Contudo, estes fitoseídeos não são comercializados no Brasil.

A acarofauna brasileira apresenta grande diversidade. Cerca de 200 espécies de ácaros da família Phytoseiidae já foram relatadas no país (DEMITE et al., 2014). Contudo, estudos envolvendo o controle biológico de mosca-branca com estes predadores ainda não foram conduzidos no país.

No Capítulo 4, estudou-se do potencial de populações brasileiras de fitoseídeos como predadores de *B. tabaci*, avaliando-se a predação e oviposição das espécies estudadas. Demonstrou-se que *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Amblyseius tamatavensis* Blommers e *Neoseiulus tunus* (De Leon) são promissoras como agentes de controle biológico desta praga. Naquele mesmo trabalho, boas perspectivas foram demonstradas para a utilização de

Aleuroglyphus ovatus (Troupeau) (Acari: Astigmatina: Acaridae) como presa na eventual criação massal destes predadores.

O objetivo do presente estudo foi dar continuidade à avaliação do potencial de uma população brasileira de *A. tamatavensis* para o controle do biótipo B de *B. tabaci* no Brasil.

5.2 Desenvolvimento

5.2.1 Material e Métodos

Espécimes de *Amblyseius tamatavensis* foram coletadas em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L., Solanaceae) em Piracicaba, estado de São Paulo em associação com *B. tabaci*. Estes foram utilizados para o estabelecimento de uma colônia de manutenção, utilizando unidades de criação semelhantes às descritas por McMurtry e Scriven (1965). Esta colônia foi alimentada com ovos do biótipo B de *B. tabaci* e pólen de *Typha domingensis* Persoon (Typhaceae). Exemplares de *B. tabaci* foram obtidos junto ao Setor de Entomologia do Centro de Fitossanidade do Instituto Agrônomo de Campinas, estado de São Paulo, para o estabelecimento de uma colônia em plantas de couve (*Brassica oleracea* L., Brassicaceae). Estes insetos foram caracterizados molecularmente com o uso de marcadores microssatélites (VALLE et al., 2013). Pólen de *T. domingensis* foi coletado de plantas do câmpus da ESALQ/USP e mantido em congelador para uso durante o trabalho.

Dois estudos foram realizados. O primeiro referiu-se à avaliação do potencial biótico de *A. tamatavensis* alimentado com ovos de *B. tabaci*. O segundo referiu-se à avaliação da eficiência deste predador em plantas de pimentão.

5.2.1.1 Potencial biótico

Este estudo consistiu da elaboração de uma tabela de vida de *A. tamatavensis* alimentado com *B. tabaci*. Cada unidade experimental foi constituída de um pote de plástico (2,6 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) cuja base foi coberta por uma mistura solidificada de gesso e carvão ativado (9v:1v) (ABBATIELLO, 1965), sendo a borda de cada pote coberta com cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros. O substrato foi mantido úmido pela adição diária de água destilada. Vinte ovos de *B. tabaci* (com mais de 48 h de idade, removidos de folhas de couve com o auxílio de um alfinete entomológico) foram disponibilizados como alimento em cada unidade, sendo substituídos diariamente. Uma fêmea

adulta do predador foi transferida da colônia de manutenção para cada unidade. Oito horas mais tarde, cada unidade foi examinada, restando-se apenas um ovo e retirando-se a fêmea e eventuais ovos extras.

Durante toda a fase imatura, as unidades foram avaliadas três vezes ao dia (6:00, 14:00 e 22:00 h), sob estereomicroscópio (aumento 30x), anotando-se os estágios de desenvolvimento em que estes se encontravam. Logo após a emergência das fêmeas adultas, um macho adulto retirado da colônia de manutenção foi adicionado a cada unidade. Na fase adulta, as observações foram realizadas a cada 24 horas, determinando-se os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, assim como a oviposição diária. O experimento foi realizado a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 h.

5.2.1.2 Eficiência de *A. tamatavensis* sobre plantas de pimentão

O experimento foi realizado três vezes: (A) entre dezembro de 2013 e janeiro 2014, (B) entre janeiro e fevereiro de 2014, (C) entre fevereiro e março de 2014, utilizando sempre o mesmo procedimento experimental.

Para a realização deste ensaio, cerca de 180 mudas de pimentão híbrido (Dahra) de aproximadamente 10 cm de altura, foram adquiridas na empresa IBSMudas (Piracicaba, estado de São Paulo). Cada muda foi transplantada para um vaso plástico de 1 L, cheio com o substrato comercial Plantmax HT[®]. Logo depois do transplante, cada planta foi adubada com 1 g de adubo químico (NPK= 10:14:8). As plantas foram irrigadas diariamente durante todo experimento.

Cada vaso foi colocado em um prato (26,5 cm de diâmetro) contendo vermiculita, sendo em seguida cada planta coberta por uma gaiola constituída pela junção de duas garrafas “pet” (5 L), para permitir a aeração, cada gaiola tinha duas aberturas diametralmente opostas (17 cm de altura x 8cm de comprimento) e uma abertura superior (3 cm de diâmetro) cobertas por um tecido de poliéster (400 mesh).

Dez dias após o transplante, quando as plantas estavam com aproximadamente 20 cm de altura, uma “clip cage” (2,8 cm de diâmetro) foi fixada em cada uma de duas folhas vizinhas da região mediana de cada planta. Em seguida, uma ponteira de micropipeta (1 mL) e uma mangueira flexível (0,5 cm de diâmetro) a esta acoplada foi usada como um aspirador para se coletar grupos de aproximadamente 50 adultos de *B. tabaci*, cada dos quais foi então transferido para cada “clip cage”.

Depois de 24 horas, a “clip cage” e os insetos adultos foram removidos, conduzindo-se as plantas para uma sala do Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP. O número de ovos de *B. tabaci* em cada folha foi quantificado sob estereomicroscópio (aumento 30x), separando-se as plantas em dois grupos homogêneos em relação aos totais de *B. tabaci* por planta, com totais de 36, 28 e 30 plantas nas repetições A, B e C, respectivamente. Em seguida, foram liberados, 15 adultos de *A. tamatavensis* metade das plantas de cada repetição, coletados como previamente descrito para adultos de *B. tabaci*, fixando-se uma ponteira em cada planta. Em seguida, cerca de 4 mg de pólen de *T. domingensis* foram polvilhadas sobre cada folha em que os predadores foram liberados. Um termohigrômetro foi mantido no interior de uma das gaiolas para monitorar as condições climáticas na realização do estudo (Tabela 8).

Sete dias mais tarde, com o auxílio de uma lupa de bolso, avaliou-se a densidade populacional de *B. tabaci* em cada folha infestada das plantas em que o predador foi liberado e das plantas do tratamento controle (sem a liberação do predador). Em seguida, cerca de 4 mg de pólen de *T. domingensis* foram adicionados a uma folha vizinha àquela em que os predadores haviam sido originalmente liberados. Após outro período de sete dias, uma nova contagem foi realizada, destacando-se todas as folhas e examinando-as sob estereomicroscópio. Os fitoseídeos foram coletados e depois montados em meio de Hoyer para sua identificação.

5.2.1.3 Análises estatísticas

No primeiro estudo, cada unidade experimental foi considerada uma repetição, tendo se adotado o delineamento inteiramente casualizado. Os parâmetros biológicos foram calculados de acordo com Maia, Luiz e Campanhola (2000).

No segundo ensaio, cada folha foi considerada uma repetição sendo o delineamento inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste t. As análises estatísticas foram realizadas com o software SAS versão 9.2 (SAS INSTITUTE, 2005).

5.2.2 Resultados

5.2.2.1 Potencial biótico

Amblyseius tamatavensis completou seu ciclo biológico alimentando-se exclusivamente com ovos de *B. tabaci* (Tabela 7), sendo a viabilidade de 100% para as fases de ovo e larva, e

de 90,7, 85,3 e 77,3% para protoninfa, deutoninfa e ovo-adulto, respectivamente. O desenvolvimento dos estágios imaturos variou de 1,0 dia para o estágio de larva a 1,6 dias para o estágio de protoninfa. Assim, toda fase imatura foi concluída em 5,1 dias.

O período de pós-oviposição correspondeu a cerca da metade do período de pré-oviposição (Tabela 7). O período de oviposição correspondeu a cerca de 70% da longevidade. A proporção de fêmeas da geração F_1 foi de 90%.

Tabela 7 - Duração média em dias ($\pm$ erro padrão) dos estágios de desenvolvimento e das fases do estágio adulto de *A. tamatavensis* alimentados com *B. tabaci* ($T= 28 \pm 1^\circ\text{C}$; $UR= 80 \pm 10 \%$; fotofase= 12 h) ($n= 58$)

Estágios de desenvolvimento		Fases do adulto	
Ovo	$1,4 \pm 0,1$	Pré-oviposição	$2,7 \pm 0,2$
Larva	$1,0 \pm 0,1$	Oviposição	$10,5 \pm 0,1$
Protoninfa	$1,6 \pm 0,1$	Pós-oviposição	$1,4 \pm 0,2$
Deutoninfa	$1,1 \pm 0,1$	Longevidade	$14,6 \pm 0,6$
Ovo- adulto	$5,1 \pm 0,1$		

O pico do nível de oviposição ocorreu no sexto dia após a emergência das fêmeas havendo a partir de então uma redução irregular do nível até a parada total no vigésimo segundo dia da fase adulta (Figura 3). A oviposição média foi de $1,0 \pm 0,1$ ovo por fêmea por dia, enquanto a fecundidade total foi de $14,5 \pm 0,7$ ovos por fêmea. Todas as fêmeas sobreviveram até o nono dia da emergência dos adultos, a partir de quando a população se reduziu a zero no vigésimo quarto dia da fase adulta.

Figura 3 - Fecundidade e sobrevivência de fêmeas de *A. tamatavensis* alimentadas com ovos de *B. tabaci* ($T= 28 \pm 1^\circ\text{C}$; $UR= 80 \pm 10 \%$; fotofase= 12 h) (número inicial de fêmeas = 48)

O valor da taxa líquida de reprodução (R_0) foi de $9,82 \pm 0,9$, o período de uma geração (T) foi de $10,96 \pm 0,5$ dias, o que levou a um valor de tempo de duplicação da população (DT) de $3,32 \pm 0,2$ dias, uma taxa finita de crescimento (λ) de $1,23 \pm 0,01$ e a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) foi $0,21 \pm 0,01$ fêmea/fêmea/dia.

5.2.2.2 Eficiência de *A. tamatavensis* sobre pimentão

As condições de temperatura e umidade relativa no transcorrer de cada experimento são indicadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Temperatura e umidade relativa registradas no interior das gaiolas, após a liberação de *A. tamatavensis*, em cada uma das três réplicas do experimento (A, 4 a 18 de janeiro; B, 2 a 16 de fevereiro; C, 26 de fevereiro a 12 de março)

	A	B	C
Temperatura (°C)			
Média	27.5	29.3	27.6
Mínima	25.7	27.4	25.9
Máxima	30.6	31.9	30.6
Umidade relativa (%)			
Média	80.9	70.4	81.7
Mínima	57.4	47.1	62
Máxima	87.4	81.4	88.2

Reduções significativas dos totais de imaturos de *B. tabaci* foram observadas em ambas avaliações das três repetições (Figura 4). Com a liberação dos predadores, reduções entre 60 e 80% em relação ao tratamento controle (sem liberação dos predadores) foram verificadas.

Nas plantas em que o predador foi liberado, a densidade de *B. tabaci* reduziu de 78 para 12, de 26 para 5 e de 96 para 13 imaturos por folha após 14 dias, nas repetições A, B e C, respectivamente. Ao mesmo tempo, nas plantas em que o predador não foi liberado, a densidade passou de 74 para 56, de 22 para 20 e de 85 para 76 imaturos por folha, naquele mesmo período, nas repetições A, B e C, respectivamente.

Figura 4 - Média do número de ovos + ninfas ($\pm$ erro padrão) de *B. tabaci* por folha de pimentão em diferentes períodos a partir do estabelecimento das colônias de *B. tabaci* nas folhas. Predadores liberados no dia zero. Em cada período de avaliação. Para cada repetição, diferenças significativas (Teste t; $p < 0,05$) foram observadas entre os tratamentos em cada avaliação

Amblyseius tamatavensis estava presente em cerca de 60 e 30 % das plantas, em que havia sido inicialmente liberado, nas repetições A e C, respectivamente; na repetição B, não foram encontrados predadores em nenhuma das plantas. Nas plantas em que o predador estava presente, 30 e 10 espécimes foram encontrados respectivamente nas repetições A e C, todos identificados como *A. tamatavensis*.

5.2.3 Discussão

5.2.3.1 Potencial biótico

Amblyseius tamatavensis foi capaz de desenvolver-se até a fase adulta e reproduzir-se ao consumir exclusivamente ovos de *B. tabaci*, sendo possível observar o predador em todos os estágios de desenvolvimento alimentando-se desta presa.

O período de ovo-adulto registrado com *A. tamatavensis* foi inferior a aquele relatado para *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) coletado no Egito (FOULY; NASSAR; OSMAN, 2013) e próximo ao relatado para *A. swirskii* coletado na Arábia Saudita (FOULY; AL-DEGHAIRI; ABDEL BAKY, 2011). Entretanto, no Capítulo 3 deste documento, com *A. swirskii* consumindo a mesma presa, o predador chegou até a fase adulta em um período inferior ao registrado para *A. tamatavensis* no presente estudo.

A razão sexual registrada no presente estudo foi superior àquelas relatadas por Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baky (2011) e Fouly, Nassar e Osman (2013) com as espécies mencionadas e as relatadas por Nomikou et al. (2001) com *A. swirskii*, coletado em Israel, alimentado com imaturos do biótipo B de *B. tabaci*. O período de pós-oviposição registrado para *A. tamatavensis* foi curto. De acordo com o Capítulo 3 deste documento, o período de pós-oviposição de *A. swirskii* foi cerca de sete vezes maior que o registrado para *A. tamatavensis*.

A longevidade registrada no presente estudo foi inferior àquelas relatadas para *A. swirskii* (FOULY; AL-DEGHAIRI; ABDEL BAKY, 2011; CAPÍTULO 3 deste documento) e *E. scutalis* (FOULY; NASSAR; OSMAN, 2013). Contudo, a oviposição média diária registrada no presente estudo foi próxima àquelas relatadas por Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baky (2011), Fouly, Nassar e Osman (2013) e no Capítulo 3 deste documento com, as espécies anteriormente mencionadas.

Algumas espécies de fitoseídeos adequados para o controle de ácaros da família Tetranychidae foram sumariados em um estudo de Sabelis (1985). Os valores da taxa intrínseca de crescimento populacional para os fitoseídeos avaliados por Sabelis (1985) variaram de 0,159 à 0,347. Os valores obtidos no presente estudo com *A. tamatavensis*, para estes parâmetros são intermediários àqueles citados por Sabelis (1985). A taxa intrínseca de crescimento registrada no presente estudo para *A. tamatavensis* foi aproximadamente a mesma aos valores relatados com *A. swirskii* por Nomikou et al. (2001) e Fouly, Al-Deghairi e Abdel Baky (2011) ($r_m = 0,20$ e $0,22$, respectivamente) e *E. scutalis* ($r_m = 0,21$) por Nomikou

et al. (2001), e superior aos valores relatados para *Typhlodromus (Typhlodromus) athiasae* Porath & Swirskii ($r_m = 0,13$) e *E. scutalis* ($r_m = 0,21$), por Nomikou et al. (2001) e Fouly, Nassar e Osman (2013), respectivamente, também admitindo-se *A. tamatavensis*. Contudo a taxa intrínseca de crescimento registrada no presente estudo foi inferior àquela relatada no Capítulo 3 deste documento, com *A. swirskii* alimentado com a mesma presa. No entanto, provavelmente a taxa de crescimento relatada no Capítulo 3 ($r_m = 0,29$) foi devido ao rápido desenvolvimento da fase imatura (3,4 dias).

Os resultados do presente estudo confirmam os resultados obtidos no Capítulo 4, indicando serem ovos do biótipo B de *B. tabaci* adequados para o desenvolvimento e reprodução de *A. tamatavensis*. Isso, adicionado à perspectiva de que este predador possa ser produzido em larga escala com o uso de ácaros de produtos armazenados (Capítulo 4) justifica a condução do estudo relatado na segunda parte deste trabalho.

5.2.3.2 Eficiência de *A. tamatavensis* sobre pimentão

Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com o que se esperava com base nos estudos anteriores de predação e oviposição (Capítulo 4) e da determinação do potencial biótico (item 5.2.2.1).

Em estudos realizados por Nomikou et al. (2002), *E. scutalis* e *A. swirskii*, coletados respectivamente na Jordânia e em Israel, foram capazes de suprimir populações do biótipo B de *B. tabaci* em plantas de pepino (*Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae). Nove semanas após a liberação dos predadores, os autores relataram médias de 5,0, 0,6 e 12,0 adultos de *B. tabaci* por folha nas plantas que foram liberados *A. swirskii*, *E. scutalis* e nas plantas controle (sem liberação de predadores). A comparação direta dos resultados obtidos no presente estudo com aqueles relatados por Nomikou et al. (2002) não é possível. No presente estudo, os predadores foram liberados logo após a introdução da praga e em número muito menor do que naquele estudo. No estudo de Nomikou et al. (2002), os predadores foram liberados em duas ocasiões (primeiro e sétimo dia do experimento), em número três vezes maior ao do presente estudo e a infestação com *B. tabaci* foi também realizada em duas ocasiões (14º e 21º dia do experimento) com 40 adultos.

Calvo, Bolckmans e Belda (2011) relataram o controle do biótipo Q de *B. tabaci* com a liberação de 75 espécimes de *A. swirskii* por m², adquiridos comercialmente na Koppert Biological Systems (Holanda), sobre plantas de pepino, três semanas após a infestação com

30 espécimes de *B. tabaci* por m², sendo uma planta de pepino por m². Naquele estudo, a quantidade de predadores liberados foi semelhante à utilizada no presente estudo.

O número reduzido de fitoseídeos nas plantas de pimentão no final do experimento, apesar da presença de pólen provavelmente se deve ao fato deste não ser adequado para *A. tamatavensis* como alimento. Os resultados no Capítulo 4 mostraram que o nível de oviposição deste predador quando alimentado com pólen de *T. domingensis* correspondeu apenas à metade daquele observado quando o predador foi alimentado com ovos de *B. tabaci*. O pólen pode ser utilizado como alimento suplementar para manter as populações de predadores no cultivo logo após a liberação, em situações de baixa densidade populacional da praga. Por essa razão, pólenes de diferentes espécies de planta devem ser avaliados como alimento para *A. tamatavensis*.

Os resultados sugerem que *A. tamatavensis* é um predador promissor como agente de controle biológico do biótipo B de *B. tabaci*. Além disso, este predador foi capaz de reduzir a população da praga mesmo em baixa densidade, o que indica o potencial deste fitosídeo em cultivos de hortaliças e ornamentais, em que, o nível de dano é muito baixo. Estudos futuros devem ser realizados para determinar os números e as frequências mais adequados para que *A. tamaravensis* exerça melhor controle da praga.

Referências

- ABBATIELLO, M.J. A culture chamber for rearing soil mites. **Turttox News**, Chicago, v. 43, n. 7, p. 162-164, 1965.
- ANTONY, B.; PALANISWAMIM, S.; HENNEBERRY, T.J. *Encarsia transvena* (Hymenoptera: Aphelinidae) development on different *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) instars. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 3, p. 584-591, 2003.
- BALDIN, E.L.L.; SCHLICK-SOUZA, E.C.; FUJIHARA, R.T.; LOURENÇÃO, A.L.; GONZÁLEZ, G.F. Ocorrência de *Delphastus davidsoni* (Coleoptera: Coccinellidae) predando *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera/; Aleyrodidae) em cultivo protegido no Brasil. **Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas**, Madrid, v. 37, p. 27-30, 2011.
- BIOBEST – SUSTAINABLE CROP MANAGEMENT. **Biobest introduces Dyna-Mite®**: a new predatory mite strategy in rose. Disponível em: <<http://www.biobest.be/nieuws/289/3/0/>>. Acesso em: 31 mar. 2014.
- BROWN, J.K. Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group, In: STANSLEY, P.A.; NARANJO, S.E. (Ed.). **Bemisia**: bionomics and management of a global pest. Dordrecht; Heidelberg; New York; London: Springer. 2010. p. 31-67.

CALVO, J.; FERNANDEZ, P.; BOLCKMANS, K.; BELDA, J.E. Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. **BioControl**, Dordrecht, v. 56, p. 185-192, 2011.

DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. de; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C. **Phytoseiidae Database**. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae/>>. Acesso em: 08 maio 2014.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. **Commercially used biological control agentes:** arachnida, Acarina. Disponível em: <http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol_web/acarina.htm>. Acesso em: 15 maio 2014.

FOULY, A.H.; AL-DEGHAIRI, M.A.; ABDEL BAKY, N.F. Biological aspects and life tables of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal of Entomology**, London, v. 8, n. 1, p. 56-62, 2011.

FOULY, A.H.; NASSAR, O.A.; OSMAN, M.A. Biology and life tables of *Esieus scutalis* (A.-H.) reared on different kinds of food. **Journal of Entomology**, London, v. 10, p. 199-206, 2013.

HOGENHOUT, S.A.; AMMAR, E.D.; WHITFIELD, A.E.; REDINBAUGH, M.G. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 46, n. 1, p. 327-359, 2008.

KNAPP, M.; HOUTEN, Y. van; HOOGERBRUGGE, H.; BOLCKMANS, K. *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: literature review and new findings. **Acarologia**, Paris, v. 53, n. 2, p. 191-202, 2013. Apresentado no SYMPOSIUM OF EURAAC, 7., 2012, Vienna.

KOPPERT – BIOLOGICAL SYSTEMS. **Swirski-mite**. Disponível em: <<http://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/>>. Acesso em: 02 abr. 2014.

LOURENÇÃO, A.L.; SAKATE, R.K.; VALLE, G.E. *Bemisia tabaci* biótipo B. In: VILELLA, E.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil**: insetos e ácaros. Piracicaba: FEALQ, 2014. No prelo.

LOURENÇÃO, A.L.; COSTA, V.A.; PEREIRA, L.S.; PRADO, J.C. Occurrence of *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitizing *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil. **Crop Protection**, Guildford, 2014. In press.

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

MESSELINK, G.J.; MAANEN, R. van; STEENPAAL, S.E.F. van; JANSSEN, A. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: Two pests are better than one. **Biological Control**, Orlando, v. 44, p. 372-379, 2008.

- NAPPO REGIONAL STANDARDS FOR PHYTOSANITARY MEASURES. **Certification of commercial arthropod biological control agents moving into NAPPO member countries**. Ottawa: The Secretariat of the North American Plant Protection Organization, 2002. 15 p.
- NARANJO, S.E. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, p. 835-852, 2001.
- NARANJO, S.E.; CASTLE, S.J.; DE BARRO, P.J.; LIU, S. Population dynamics, demography, dispersal and spread of *Bemisia tabaci*. In: STANSKY, P.A.; NARANJO, S.E. (Ed.). *Bemisia*: bionomics and management of a global pest. Dordrecht; Heidelberg; New York; London: Springer, 2010. p. 185-226.
- NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, p. 271-291, 2001.
- _____. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 27, p. 57-68, 2002.
- SABELIS, M. Capacity for population increase. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (Ed.). **Spider mites**: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1985. p. 35-41. (World Crop Pests, 1B).
- SAS INSTITUTE. **PROC user's manual version 9.2 Inc.** Cary, 2005.
- SILVA, L.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 116-125, 2009.
- TORRES, L.C.; LOURENÇÃO, A.L.; COSTA, V.A.; SOUZA, B.S.; COSTA, M.B.; TANQUE, R.L. Records of natural enemies of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, p. 189-191, 2014.
- VALLE, G.E. do; LOURENÇÃO, A.L.; ZUCCHI, M. I.; PINHEIRO, J.B.; ABREU, A. G. de. Population variability of *Bemisia tabaci* (Genn.) in different hosts. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 4, p. 4615-4624, 2013.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que existe um grande potencial de se controlar *B. tabaci* no Brasil com o uso de espécies de fitoseídeos, com uma espécie em fase de introdução, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, ou com uma espécie já presente no país, *Amblyseius tamatavensis* Blommers. O sucesso alcançado com a utilização de fitoseídeos para o controle de mosca-branca em outros países sugere que a utilização destes predadores possa ser viável no Brasil.

Amblyseius swirskii tem sido muito utilizado no exterior, para o controle de *B. tabaci*. *Aleroglyphus ovatus* (Troupeau) mostrou-se uma presa favorável para uma possível criação massal de *A. swirskii* no país; isto é particularmente importante pelo fato de que a espécie utilizada comercialmente para sua criação no exterior (*Carpoglyphus lactis* L.) não ter sido encontrada nas diversas tentativas feitas nos últimos anos no Brasil. *Aleuroglyphus ovatus* apresenta elevado potencial biótico, podendo ser obtido em grandes quantidades sobre grãos armazenados em espaços reduzidos.

Embora *A. swirskii* tenha predado larvas da própria espécie e larvas de *Euseius concordis* (Chant), independentemente da presença de pólen, relatos de predação intraguilda entre fitoseídeos não são raros, o que sugere que talvez este fato não impeça sua introdução no país. No entanto, sugere-se que trabalhos de interação intraguilda para avaliar o efeito de *A. swirskii* sobre *E. concordis* e outras espécies comumente relatadas no país, em condições mais próximas às de campo, sejam conduzidos.

Também no caso de *A. tamatavensis*, o uso de *A. ovatus* para sua criação massal parece ser viável. A liberação de *A. tamatavensis* sobre plantas novas de pimentão previamente infestadas com *B. tabaci* demonstrou sua capacidade em reduzir a densidade desta praga. Contudo, estudos são necessários para determinar a viabilidade de se utilizar pólen ou outro alimento alternativo para manter os predadores nas plantas na ausência de *B. tabaci*, tendo em vista que pólen de *Typha domingensis* Persoon foi eficiente para esta finalidade no presente estudo. Isto poderia aumentar ainda mais a eficiência deste predador em condições de campo.

Para o uso comercial de *A. tamatavensis* no controle de *B. tabaci*, tornam-se também necessária a determinação do número de predador a ser liberado em diferentes níveis de ocorrência da praga sobre a cultura e o efeito de diferentes níveis dos fatores climáticos, especialmente temperatura e umidade relativa. Também seria altamente desejável avaliar sua eficiência em plantas de diferentes espécies.