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

**Potencial de diferentes fontes de alimento para a produção massal de
ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae)**

Marcela Massaro Ribeiro da Silva

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

**Piracicaba
2014**

Marcela Massaro Ribeiro da Silva
Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas

**Potencial de diferentes fontes de alimento para a produção massal de ácaros
predadores fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae)**

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

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

Piracicaba
2014

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

Silva, Marcela Massaro Ribeiro da

Potencial de diferentes fontes de alimento para a produção massal de ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) / Marcela Massaro Ribeiro da Silva. - - Piracicaba, 2014.

55 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Phytoseiidae 2. Criação massal 3. Controle biológico I. Título

CDD 595.42
S586p

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

Dedico,

À minha família, aos meus amigos
e a todos que de alguma forma contribuíram
para este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Gilberto J. de Moraes, pela atenção e paciência com que sempre me orientou, aconselhou e ensinou, permitindo que este trabalho fosse realizado. Agradeço também pela amizade e confiança depositada em mim quando me deu a oportunidade de trabalhar ao seu lado.

Ao Prof. Dr. Carlos H. W. Flechtmann, pela amizade, pelos conselhos, ensinamentos e pelas interessantes conversas no café.

Aos meus pais, José Roberto R. da Silva e Silvana M. R. da Silva, e minha irmã Gabriela M. R. da Silva, pelo apoio e por sempre acreditarem em mim; sem eles nada disso seria possível.

Ao meu noivo, Guilherme A. Augusto, pelo incentivo e apoio nos momentos difíceis, por tornar meus dias mais felizes.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, Paula, Sofia, Jandir, Renan, Fernanda, Marielle, Raphael, Nazer, Geovanny, Peterson, Michele pela amizade e pelas risadas.

À doutoranda Marina Ferraz de C. Barbosa, pela ajuda na identificação, obtenção e criação dos ácaros Astigmatina, e pelos conselhos durante todo o decorrer do trabalho.

À doutoranda Leticia H. de Azevedo, por ter me recebido com tanto carinho e pelos ensinamentos desde a época de estágio.

À Dra. Ana Cristina Cavalcante, pela obtenção da população inicial de *Amblyseius tamatavensis*

Ao Ms. Juliano A. de Freitas, pela obtenção da população inicial de *Neoseiulus anonymus*

À doutoranda Diana M. Rueda, pela imensa ajuda com a análise estatística.

A Dra. Cristiane Krug, da Embrapa Amazônia Ocidental, pela gentil ajuda com a obtenção do pólen de dendê.

Aos professores do Departamento de Entomologia e Acarologia, pelo exemplo e disponibilidade.

Ao Lásaro V. F. da Silva e Josenilton Mandro pelo apoio nas atividades realizadas.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / Universidade de São Paulo, por toda a estrutura e apoio fornecidos.

Ao programa de Pós-Graduação em Entomologia, na figura do coordenador Prof. Dr. José Mauricio Simões Bento pelo auxílio sempre que foi preciso.

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

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESALQ/USP, pela pronta colaboração, e pela ajuda na procura de artigos.

Aos meus velhos amigos, por sempre me incentivarem e entenderem minha ausência durante muitos eventos sociais.

À minha família, por me ajudarem a passar pelos momentos difíceis com alegria, vocês são minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO GERAL	17
1.1 Alimentos utilizados.....	18
1.1.1 Pólen.....	18
1.1.2 Presas naturais.....	19
1.1.3 Astigmata.....	19
1.1.4 Nematoides	20
1.1.5 Dieta artificial	20
1.2 Estruturas de criação de ácaros predadores	21
1.2.1 Criação de pequena escala	22
1.2.2 Criação massal	24
Referências	27
2 EFEITO DE DIFERENTES FONTES DE ALIMENTO NA BIOLOGIA DE TRÊS ESPÉCIES DE FITOSEÍDEOS (ACARI: PHYTOSEIIDAE)	35
Resumo.....	35
Abstract	35
2.1 Introdução.....	36
2.2 Material e Métodos	37
2.2.1 Obtenção dos organismos utilizados	37
2.2.1.1 Ácaros Astigmatina	37
2.2.1.2 Pólen.....	38
2.2.1.3 Nematóide.....	38
2.2.1.4 Ácaros predadores	39
2.2.2 Teste de oviposição	39
2.2.3 Tabela de vida de <i>A. tamatavensis</i>	42
2.3 Resultados.....	42
2.3.1 Oviposição	42
2.3.2 Tabela de vida de fertilidade de <i>Amblyseius tamatavensis</i>	43
2.4 Discussão.....	45
Referências	47

3 POTENCIAL DA CRIAÇÃO MASSAL DE <i>Amblyseius tamatavensis</i> COM <i>Thyreophagus</i> n. sp. (ACARI: PHYTOSEIIDAE, ACARIDAE)	49
Resumo	49
Abstract	49
3.1 Introdução	50
3.2 Material e Métodos	51
3.3 Resultados	52
3.4 Discussão	54
Referências	55

RESUMO

Potencial de diferentes fontes de alimento para a produção massal de ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae)

Ainda é pequena a disponibilidade de agentes de controle biológico no Brasil. Isso se deve em parte à dificuldade de produção destes, o que frequentemente inviabiliza seu uso. Os ácaros da família Phytoseiidae estão entre os predadores mais utilizados como agentes de controle biológico de ácaros e de pequenos insetos pragas. Atualmente, a criação daqueles agentes é feita principalmente sobre plantas infestadas com presas naturais. Este tipo de criação, apesar de eficiente, demanda grandes áreas, o que aumenta o custo de produção. Para facilitar a produção, alimentos alternativos têm sido avaliados. O objetivo deste trabalho foi determinar alimentos alternativos para a produção massal dos fitoseídeos *Amblyseius tamatavensis* Blommers, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant e Baker). Inicialmente realizou-se um teste de oviposição com 15 espécies de ácaros Astigmatina, cinco tipos de pólen e uma espécie de nematoide. *Amblyseius tamatavensis* foi o único que apresentou níveis satisfatórios de oviposição quando alimentado com ácaros Astigmatina, atingindo 2,6 ovos/fêmea/dia quando alimentado com *Thyreophagus* n. sp. e 2,1 ovos/fêmea/dia quando alimentado com *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau, 1879). Dentre os tipos de pólen, o de *Ricinus communis* L. proporcionou os maiores níveis de oviposição, sendo de 1,7 e 1,2 ovos/fêmea/dia para *E. concordis* e *A. tamatavensis*, respectivamente. *Neoseiulus anonymus* não apresentou níveis satisfatórios de oviposição para nenhum dos tipos de pólen avaliados. Em relação ao nematoide (*Protohabditis* sp.) apenas *A. tamatavensis* apresentou nível de oviposição satisfatória, sendo este de 1,2 ovos/fêmea/dia. Com base nestes resultados, optou-se por elaborar uma tabela de vida de fertilidade apenas para *A. tamatavensis* alimentado com as duas espécies de Astigmatina citados anteriormente. Assim como no teste de oviposição, o melhor desempenho foi obtido com *A. tamatavensis* alimentado com *Thyreophagus* n. sp., obtendo níveis satisfatórios de r_m (0,19), T (12,8), R_o (11,47) e λ (1,2). Considerando-se os resultados promissores obtidos, iniciou-se um teste preliminar de criação massal de *A. tamatavensis* utilizando o método descrito por Freire e Moraes (2007). Em uma criação com população inicial de 200 ácaros, o número de predadores aumentou em média 34 vezes após 30 dias. Este resultado mostrou que *A. tamatavensis* tem grande potencial para ser criado de forma massal com o uso de *Thyreophagus* n. sp.

Palavras chave: Phytoseiidae; Criação massal; Controle biológico

ABSTRACT

Potential of different food sources for the mass production of predatory phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) with different food sources

The availability of biological control agents in Brazil is still low. This is due in part to the difficulties found in the production of those organisms, which often hampers their use. Phytoseiidae is a family of predatory mites commonly used as biological control agents of mite and small insect pests. Currently, these agents are mainly reared on infested plants with their natural prey. This type of rearing, although efficient, requires large areas, which increases production cost. To facilitate production, alternative food sources have been used. The aim of this study was to determine alternative food for mass production of the phytoseiids *Amblyseius tamatavensis* Blommers, *Euseius concordis* (Chant) and *Neoseiulus anonymus* (Chant and Baker). Initially, an oviposition test was conducted with 15 mite species of the cohort Astigmatina, five types of pollen and one species of bacteriophagous nematode. *Amblyseius tamatavensis* was the only one that presented satisfactory levels of oviposition when fed with astigmatins, reaching 2.6 eggs/female/day when fed with *Thyreophagus* n. sp. and 2.1 eggs/female/day when fed with *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau, 1879). Among the types of pollen, *Ricinus communis* L. induced the highest levels of oviposition, reaching 1.7 to 1.2 eggs/female/day for *E. concordis* and *A. tamatavensis*, respectively. *Neoseiulus anonymus* did not have satisfactory levels of oviposition on any type of pollen. Regarding the nematode (*Protohabditis* sp.), only *A. tamatavensis* had satisfactory level of oviposition on this prey (1.2 eggs/female/day). Based on these results, fertility life tables were constructed only for *A. tamatavensis* fed with *Thyreophagus* n. sp. and with *A. ovatus*. As in the oviposition test, the best performance was obtained with *Thyreophagus* n. sp., on which the following life table parameters were obtained: r_m (0.19), T (12.8), R_o (11.47) and λ (1.2). Considering these promising results, a preliminary test for the mass rearing of *A. tamatavensis* was initiated using the method described by Freire and Moraes (2007). When 200 predators were initially introduced to each rearing unit, the number of predators increased 34 times within 30 days. This result indicated that *A. tamatavensis* may be mass produced with the use of *Thyreophagus* n. sp. as prey.

Keywords: Phytoseiidae; Mass rearing; Biological control

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A – Unidade inicialmente utilizada no estabelecimento das colônias de Astigmatina; B - Unidade utilizada de forma definitiva para a manutenção das colônias de Astigmatina.....	38
Figura 2 - Unidade experimental utilizada para os testes de oviposição de <i>Amblyseius tamatavensis</i> , <i>Euseius concordis</i> e <i>Neoseiulus anonymus</i>	40
Figura 3 – Diferentes vistas das unidades utilizadas para a criação massal de <i>Thyreophagus</i> n. sp. e como unidade experimental.....	52
Figura 4 - Números finais do predador <i>Amblyseius tamatavensis</i> em cada unidade de criação, depois de 30 ou 60 dias, quando 200 ou 400 predadores foram introduzidos em cada unidade no início do estudo (n= 4; A: repetição 1; B: repetição 2)	53
Figura 5 - Padrão de variação dos números de <i>Amblyseius tamatavensis</i> obtidos nas unidades em diferentes períodos de interação, de acordo com o número de predadores inicialmente introduzidos nas unidades de criação.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies do grupo Astigmatina encontradas em coletas realizadas entre agosto de 2013 e maio de 2014 em diferentes regiões do Brasil.....	41
Tabela 2 - Médias de oviposição de <i>Amblyseius tamatavensis</i> , <i>Euseius concordis</i> e <i>Neoseiulus anonymus</i> sobre diferentes fontes de alimento, a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $97\pm 3\%$ umidade relativa e no escuro.....	43
Tabela 3 - Duração (dias $\pm$ EP) e sobrevivência (%) e dos estágios imaturos de <i>Amblyseius tamatavensis</i> alimentado com <i>Thyreophagus</i> n. sp. e <i>Aleuroglyphus ovatus</i> a $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $97 \pm 3\%$ de umidade relativa e no escuro	44
Tabela 4 - Duração das diferentes fases do estágio adulto (dias $\pm$ EP) e parâmetros da tabela de vida de fertilidade de <i>Amblyseius tamatavensis</i> alimentado com <i>Thyreophagus</i> n. sp. e <i>Aleuroglyphus ovatus</i> a $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $97 \pm 3\%$ de umidade relativa e no escuro	45

1 INTRODUÇÃO GERAL

O uso intensivo de pesticidas e fertilizantes teve início após a segunda guerra mundial, quando problemas com ácaros pragas pelo mundo também começaram a se intensificar. Várias hipóteses, como a estimulação da população de ácaros pragas e a destruição dos inimigos naturais, relacionam esse crescimento repentino com o intensivo uso de pesticidas e fertilizantes (Hoy, 2011).

Com o crescente interesse pela melhoria da qualidade dos produtos agrícolas e do meio ambiente, o controle biológico vem assumindo importância cada vez maior em programas de manejo integrado de pragas (MIP). Neste caso, pode frequentemente ser associado a outros métodos de controle, como o cultural, o físico, de resistência de plantas e químico (Parra et al., 2002).

O controle biológico pode ser visto do ponto de vista natural e aplicado. O controle biológico natural é um fenômeno que regula a população de um organismo pela combinação de fatores naturais bióticos ou abióticos. Já o controle biológico aplicado refere-se ao uso de inimigos naturais para diminuir a população de uma praga. O controle biológico aplicado pode ser conduzido pela adoção de três estratégias: controle biológico clássico, por conservação e por incremento. O controle biológico clássico abrange a introdução de inimigos naturais em uma área onde estes ainda não estejam presentes, com o objetivo de se estabelecer o agente de controle que se considera eficiente, principalmente quando se trata de uma praga exótica. O controle biológico por conservação tem como objetivo a manutenção dos inimigos naturais já presentes no ambiente, adotando medidas que propiciem um melhor desempenho destes, através de alterações no ambiente ou adoção de práticas agrícolas mais apropriadas. O incremento refere-se a práticas sistemáticas cujo objetivo é o aumento da população de um determinado inimigo natural comprovadamente eficiente, que é liberado no campo para o controle da praga. Este tipo de estratégia envolve liberações dos tipos inundativas e inoculativas. As primeiras correspondem à liberação de grandes quantidades de agentes de controle, visando à rápida redução da praga, enquanto as segundas correspondem a liberação de menores números de agentes de controle, com o objetivo de se promover o controle da praga ao longo das gerações subsequentes dos agentes de controle (Moraes e Flechtmann, 2008).

Dentre os ácaros predadores mais pesquisados e utilizados como agentes de controle biológico podemos citar os da família Phytoseiidae. Essa família contém mais de 2.700 espécies (Demite et al., 2014). São ácaros que ocorrem principalmente sobre plantas, sendo

porém também encontrados no solo, tendo como características os movimentos rápidos e o comportamento fototrópico negativo (Moraes et al., 2004). A maioria dos trabalhos relacionados a métodos de criação e alimentação de ácaros predadores estão relacionados com ácaros da família Phytoseiidae.

Estes predadores são muito mais estudados que outros, devido principalmente ao fato de viverem em plantas, local onde também são encontradas as pragas, acreditando-se que a probabilidade deste se alimentar da praga seja maior. Outras famílias que também tem sido consideradas como predadoras de pragas, nas plantas ou no solo, incluem Ascidae, Laelapidae, Macrochelidae, Rhodacaridae e Stigmaeidae (Castilho et al., 2009a, Castilho et al., 2009b).

Por serem mais estudados, os ácaros família Phytoseiidae são os mais comercializados, dentre eles podemos citar as espécies: *Amblyseius swirskii* Athias - Henriot, *Neoseiulus barkeri* Hughes, *Neoseiulus californicus* McGregor, *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Phytoseilus persimilis* Athias-Henriot. Alguns ácaros de outras famílias também já vêm sendo comercializados como *Stratiolaelaps scimitus* Womersley (Laelapidae) e *Macrocheles robustulus* Berlese (Macrochelidae).

Apesar de estar havendo um aumento considerável da área em que o controle de pragas com ácaros predadores é realizado, esta ainda é muito pequena em comparação com a área em que os ácaros são controlados com o uso de produtos químicos. Isso se deve em parte à dificuldade de produção destes agentes, o que frequentemente encarece sua produção, inviabilizando seu uso (Parra et al., 2002). Outro fator visto como negativo pelos produtores é que o processo de controle em si é mais lento e exige mais atenção do produtor em quesitos como monitoramento e amostragem, o que pode acabar encarecendo o custo da produção. Por outro lado, atualmente, alimentos produzidos de forma mais sustentável têm ganhado espaço no mercado e o produtor tem conseguido agregar mais valor ao seu produto.

1.1 Alimentos utilizados

1.1.1 Pólen

Desde o primeiro trabalho realizado por McMurtry (1964), testando-se a utilização de pólen para criação de ácaros predadores fitoseídeos, muito tem sido realizado nesse sentido. Sabe-se hoje que muitos fitoseídeos podem se alimentar de pólen. Alguns inclusive tem

preferência por esse tipo de alimento como é o caso do gênero *Euseius* e *Iphiseius* da família Phytoseiidae (McMurtry et al., 2013).

Os principais tipos de pólen utilizados são aqueles que no geral provêm de plantas com produção expressiva de pólen. Como exemplo pode-se citar o pólen de *Ricinus communis* L. (McMurtry e Scriven, 1964; Rasmy, 1970; Krishnamoorthy, 1982; Rasmy et al., 1987; Pu et al., 1991; Noronha e Cobo, 1992; Momen, 1995; Reis e Alves, 1997; Vantornhout et al., 2004; Al-Shammery, 2011), *Zea mays* L. (McMurtry e Scriven, 1964; Kamburov, 1971; Pu et al., 1991; Shih et al., 1993; Afifi et al., 1998;), *Typha orientalis* Presl (James, 1993), dentre outros.

Após a coleta, o pólen pode ser armazenado por vários meses se mantido a baixas temperaturas (McMurtry et al., 1989). Atualmente vem crescendo o uso do pólen como suplemento para sustentar predadores nas culturas após sua liberação a campo (Kennet et al., 1979; Biobest, 2013).

1.1.2 Presas naturais

Métodos que utilizam sistemas mais artificiais podem oferecer um maior risco de ocorrência de modificações indesejáveis nas características genéticas e biológicas das espécies produzidas. Por essa razão, procura-se, na medida do possível, utilizar-se de condições ambientais que mais se aproximem das condições a que os organismos estarão sujeitos no campo, incluindo as condições climáticas, as características do substrato em que os predadores serão produzidos, a alimentação oferecida, etc. (Lenteren, 2009).

Entretanto, utilizar presas ou plantas hospedeiras naturais, na maioria das vezes, significa ter um processo de criação que demanda mais cuidados e conseqüentemente que conseqüentemente é mais oneroso, tornando assim a produção do mais cara a produção.

Por isso é necessário um balanço entre a utilização de sistemas artificiais, que podem tornar o processo mais automatizado diminuindo assim o custo de produção, e a utilização de condições ambientais próximas ao natural, para garantir a qualidade adequada do agente de controle.

1.1.3 Astigmata

Os fitoseídeos não são frequentes nos ambientes em que os Astigmatina são encontrados, mas predadores de outras famílias podem ser naturalmente associados a estes.

Um dos primeiros trabalhos utilizando os Astigmatina *Acarus siro* L. e *Tyrophagus castellani* (Hirst) como alimento para a produção de ácaros predadores foi conduzido por Burnett (1960).

Desde então, esses ácaros vêm sendo utilizados amplamente na criação massal de ácaros predadores (Cabrera et al., 2005; Castagnoli et al., 2006; Albuquerque e Moraes, 2008; Xia, 2011). Ácaros deste grupo tem a vantagem de se reproduzirem rapidamente, consumindo produtos de baixo custo, e de serem facilmente criados. Por isso, vem cada vez mais se consolidando como um dos alimentos alternativos mais eficientes, unindo baixo custo com facilidade de produção, sendo amplamente utilizado por empresas especializadas em criação de ácaros predadores.

Um dos principais trabalhos desse tipo no Brasil foi conduzido por Barbosa (2011), em que se testou várias espécies de ácaros Astigmatina como possível fonte de alimento para ácaros predadores da família Phytoseiidae, obtendo bons resultados em testes preliminares para a produção de *Neoseiulus bakeri* Hughes.

1.1.4 Nematoides

Pouco tem se sabe sobre a possibilidade de uso de nematoides na produção massal de ácaros predadores. Alguns trabalhos foram realizados testando esse tipo de organismo como alimento de ácaros predadores da família Macrochelidae (Singer e Krantz, 1967) e Phytoseiidae (Kamburov, 1971). Porém estes envolvem apenas testes preliminares em criações de laboratório.

Apesar de serem os nematoides em geral de fácil criação, seu uso como fonte de alimento aos predadores exige a adoção de novos sistemas de produção, pela necessidade dos nematoides de se manterem na água e a necessidade de muitos predadores (especialmente fitoseídeos) de manterem fora da água.

1.1.5 Dieta artificial

O primeiro trabalho a avaliar como alimento outros tipos de substâncias que não ácaros ou pólen foi conduzido por McMurtry e Scriven (1966). Neste trabalho foram avaliadas substâncias como sacarose, melaço e levedura, porém os resultados não foram muito satisfatórios. Trabalhos subsequentes avaliando outras dietas artificiais também não apresentaram bons resultados (Shehata e Weismann, 1972; Kennet e Hamai, 1980).

Durante muito tempo, diferentes dietas foram avaliadas, porém nunca foram obtidos resultados totalmente satisfatórios. Eram registrados problemas como baixo nível de oviposição (Abou-awad e Elsawi, 1992; Abou-awad et al., 1992; Ogawa e Okasabe, 2008) ou desenvolvimento mais lento (Itagaki e Koyama, 1980; Nasr e El-Banhawy, 1984 Ochieng et al., 1987). Um dos primeiros trabalhos a ter resultado satisfatório foi o realizado por Nguyen et al. (2013), com uma dieta correspondente a uma mistura de mel, sacarose, triptona, extrato de levedo, gema de ovo e hemolinfa de bicho da seda. Os resultados deste trabalho foram semelhantes àquele em que os predadores foram alimentados com a presa alternativa *Carpoglyphus lactis* L. (Astigmatina). Nguyen et al. (2014a) também relataram ótimos resultados quando o fitoseídeo *A. swirskii* foi alimentado com cistos de do microcrustáceo *Artemia franciscana* (Kellogg) descapsulados.

Apesar do grande número de dietas artificiais desenvolvidas, e de algumas demonstrarem bons resultados (Nguyen et al., 2013 e 2014a), todas são líquidas, o que complica seu uso em criações massais. Por isso, Nguyen et al. (2014b) desenvolveu dois tipos de dietas artificiais sólidas, ambas utilizando como base a dieta descrita por Nguyen et al. (2013). Em uma delas os produtos líquidos foram substituídos por produtos em pó com características semelhantes (exceto a hemolinfa ou extrato de cistos de *A. franciscana* que tiveram que ser liofilizados). Outra dieta foi feita exatamente igual a descrita por Nguyen et al. (2013), tendo no entanto sido liofilizada. As dietas liofilizadas aparentemente não perderam as propriedades que tinham quando eram líquidas. Acredita-se que essas dietas secas tenham grande potencial de serem utilizadas como suplemento para sustentar os predadores nas culturas após a liberação.

1.2 Estruturas de criação de ácaros predadores

Podemos relacionar dois tipos principais de criação de ácaros predadores: os de pequena escala e os de grande escala. Criações em pequena escala são usualmente feitas para fins de pesquisa, enquanto criações de grande escala são realizadas com o objetivo de uso prático, frequentemente para fins comerciais.

1.2.1 Criação de pequena escala

Uma das primeiras unidades desenvolvidas para a criação de ácaros predadores envolveu o uso de um tijolo de argila, escolhido por sua característica porosa, que permite que o ambiente fique úmido sem a formação de gotículas na superfície (Pereira e Castro, 1946). Concomitantemente, Michenner (1946) propôs o uso de uma camada de gesso no interior de uma unidade de acrílico, com a mesma finalidade. A partir disso, Wharton (1946), acrescentou ao gesso o carvão ativado, ressaltando que este proporcionava melhores resultados na criação de ácaros Trombiculidae.

Baseados nessa técnica, vários tipos de unidades de criação foram subsequentemente desenvolvidos, utilizando diferentes proporções de gesso e carvão ativado em diferentes unidades construídas de acrílico (Rohde, 1956; Burnett, 1960; Abbatiello, 1965).

Unidades de criação contendo a mistura de gesso e carvão ativado continuam a ser utilizadas para a criação de ácaros em pequena escala. O carvão ativado apresenta a capacidade de reter impurezas no interior de seus poros, sendo amplamente utilizado em sistemas de filtragem de gases e líquidos. Assim, considera-se que também desempenhe papel importante na eliminação de impurezas liberadas pelos próprios ácaros presentes em seus excretas e fezes, mantendo assim o ambiente limpo.

Munger (1942) desenvolveu uma unidade para a criação de tripes que consiste de duas lâminas de vidro contendo cada uma um orifício central. Uma destas é colocada sobre uma folha de planta por sua vez colocada sobre uma base mantida permanentemente úmida; ajusta-se sobre a lâmina de vidro um anel de gesso com diâmetro pouco maior que o do orifício da lâmina, sendo este sobreposto por outra lâmina semelhante à primeira, mas com o orifício fechado com um tecido que permitia a aeração mas evitava a saída dos tripes. Uma modificação deste método foi realizada por Huffaker (1948), utilizando lâminas de plástico ao invés de vidro, sendo esta unidade utilizada também para a criação de ácaros. Neste caso vê-se que ao invés de ser criado em material inerte o ácaro pode ser criado sobre seu hospedeiro.

Anos depois, Ballard (1953) propôs uma unidade de criação para ácaros constituída por uma folha de planta (neste caso, feijão) sobre uma camada de algodão mantido úmido no interior de uma placa de acrílico. Uma modificação deste método foi proposta por Gilstrap (1977), usando uma placa de Petri para conter a folha sobre a camada de algodão, elevando-se a parede lateral desta com um cilindro feito com uma tela metálica que permitia a aeração.

Rivard (1958) propôs uma unidade de criação composta por uma lâmina plástica, contendo um orifício cônico central, sobreposta a uma lâmina de celofane permeável à água,

que por sua vez sobreposta a uma lâmina de plástico contendo um “poço” no centro. O objetivo desta unidade é permitir avaliar o consumo de fungo pelo ácaro sem permitir que este entre em contato com o substrato em que o fungo se desenvolve. O substrato para desenvolvimento do fungo é colocado no “poço”, enquanto o ácaro é mantido no orifício cônico.

McMurtry e Scriven (1965) desenvolveram um método de criação de ácaros predadores em laboratório que consiste em uma bandeja contendo em seu interior uma lâmina de espuma de polietileno sobre a qual se coloca uma lâmina de material inerte que servia de substrato aos predadores. A espuma é encharcada com água destilada para evitar a fuga dos ácaros. A partir disso, algumas variações deste mesmo método começaram a ser desenvolvidas para a criação de predadores como, utilizando-se folhas ao invés de material inerte como papelão (Rasmy, 1970), substituindo a espuma por isopor (Theaker e Tonks, 1977) ou por madeira e vidro (Krishnamoorthy, 1982), ou ainda usando uma mistura de óleo e vaselina/ graxa para evitar a fuga dos ácaros, ao invés de água (Kamburov, 1966). Apesar de ser visto como um modelo de criação de pequena escala, este modelo já foi utilizado em alguns trabalhos para produção de predadores em grande quantidade (Scopes, 1968; Fernando et al., 2004; Navasero e Corpuz-Raros, 2005)

Embora relativamente antigo, o método de McMurtry e Scriven (1965) ainda é amplamente utilizado na criação de predadores em laboratório, devido ao manuseio relativamente fácil. Scriven e McMurtry (1971) descreveram um método para a separação de ovos de ácaros tetraniquídeos das plantas de feijão em que são produzidos, para a alimentação de predadores criados pelo processo de McMurtry e Scriven (1965). Este método consiste na lavagem de folhas infestadas com o auxílio de uma máquina, com fluxo constante de água contendo hipoclorito de sódio e detergente.

Visando principalmente aqueles ácaros predadores que se desenvolvem melhor quando criados sobre plantas hospedeiras e alimentados com ácaros tetraniquídeos, Mesa e Belloti (1986) desenvolveram um método que se baseia no uso de uma bandeja plástica no interior da qual se colocam folhas infestadas da planta hospedeira em prateleiras mantidas a duas distâncias diferentes da base, sendo as folhas mais velhas (contidas em uma dada prateleira) substituídas sucessivamente por folhas mais novas, podendo os predadores se movimentarem sucessivamente da prateleira com as folhas mais velhas para a outra prateleira. Este método é particularmente apropriado para a manutenção de ácaros predadores que necessitam de folhas de plantas para se manter. Apesar da criação em material inerte ser visivelmente menos onerosa, há ácaros que só atingem bons níveis de produção quando

criados em folhas de uma planta hospedeira (McMurtry et al., 1989). Em trabalho recente, Adar et al. (2012) confirmou observações de outros autores que relataram que certos fitoseídeos, especialmente do gênero *Euseius*, se alimentam do conteúdo de células vegetais. Esse comportamento está relacionado a uma adaptação das quelíceras. Acredita-se que esse líquido celular tenha algum efeito nutricional para o ácaro, contribuindo assim para sua reprodução.

Um método utilizado por Reis e Alves (1997) faz uso de bandejas plásticas contendo em seu interior agulhas fixadas com material adesivo no fundo, com a extremidade afilada voltada para cima. A bandeja é então preenchida com água e ajusta-se a cada agulha um disco plástico (contendo um orifício no centro), que fica boiando na superfície da água, movendo-se para baixo ou para cima à medida que a água vai evaporando ou quando mais água é adicionada à bandeja.

Os ácaros predadores também podem se desenvolver diretamente em frutos da planta hospedeira, como descrito por Villanueva e Childers (2007). Os ácaros são mantidos em uma região do fruto delimitada por algodão umedecido.

Dentre os métodos relatados os de Abbatiello (1965), McMurtry e Scriven (1965) e Mesa e Bellotti (1986) tem sido os mais utilizados.

1.2.2 Criação massal

Diferentes métodos têm sido desenvolvidos com o uso de ácaros fitófagos (frequentemente do mesmo grupo que a praga a ser controlada pelo predador) ou de ácaros de produtos armazenados.

1.2.2.1 Com o uso de ácaros fitófagos

Ristich (1956) descreveu um método de criação massal que se refere à produção de predadores diretamente sobre plantas em que suas fontes de alimento (ácaros fitófagos) são criadas, sendo as plantas cultivadas em vasos em condição de estufa. Este método continua sendo muito utilizado para criação de predadores em grande escala (Field et al., 1979; Heikal, 2001; Kongchuensin, 2006; Jara e Montesdeoca, 2007; Mutisya et al., 2008; Daza et al., 2010). Este método foi adaptado no Brasil para a produção de predadores para uso na cultura de macieira (Monteiro, 1994). Uma variação deste método foi descrita por Hoy et al. (1982),

que ao invés de cultivar as plantas hospedeiras em condição de estufa, estas eram cultivadas em condição de campo. Apesar de bastante eficiente, este método está mais suscetível a fatores ambientais.

Overmeer (1985) relatou um método em que a unidade de criação era constituída de duas partes iguais conectadas entre si. O processo de criação era iniciado colocando-se folhas infestadas e ácaros predadores em uma parte. Quando a quantidade de presa reduzia a um certo ponto, novas folhas infestadas eram postas em outra parte, mantendo-se a unidade com as folhas mais velhas em uma posição inferior àquela em que estavam as folhas novas. Depois dos predadores se moverem para cima, as folhas velhas eram substituídas por folhas novas infestadas, invertendo-se a unidade.

Um método que utiliza o mesmo princípio foi apresentado no mesmo ano por Fournier et al. (1985). Estes autores desenvolveram uma unidade constituída por várias subunidades encaixadas entre si formando uma coluna vertical. Cada subunidade era constituída por um curto anel de acrílico fechado na base por uma tela de náilon com aberturas suficientemente grandes para permitir a passagem dos predadores. Novas folhas infestadas são periodicamente adicionadas ao sistema em subunidades adicionadas à extremidade superior da coluna, promovendo a movimentação continua dos ácaros para cima. As subunidades inferiores, contendo as folhas mais velhas, com nenhum ou quase nenhum ácaro são periodicamente retiradas. Um processo semelhante a este foi desenvolvido recentemente por Morales-Ramos (2014), onde também se desenvolveu um sistema modular empilhável para produção massal. Outro modelo de criação, conhecido como “árvore de mandioca”, foi desenvolvido para produção massal de predadores para liberação em plantios de mandioca. Este método é constituído basicamente pelo plantio de toletes de mandioca ao longo de um cilindro plástico que contém um substrato poroso mantido permanentemente úmido, em posição vertical (Haug et al., 1987; Mégevand et al., 1993). As folhas produzidas por estes toletes são infestadas com o ácaro verde da mandioca [*Mononychellus tanajoa* (Bondar)], recebendo mais tarde um certo número de predadores, que se multiplicam alcançando grandes densidades. Esse método é muito útil no caso de ácaros que se desenvolvem em plantas que não produzem naturalmente grande densidade foliar, permitindo o melhor aproveitamento do espaço disponível na infraestrutura de criação.

Bakr (2010) relatou um método para criação massal do predador *P. persimilis* que também utiliza folhas de feijão infestadas com ácaro tetranychídeo, porém estas são colocadas em caixas plásticas em que os predadores eram então liberados; após certo tempo, esses predadores eram retirados por um sistema de aspiração.

Um dos maiores custos que se tem na produção massal de ácaros predadores é o da mão-de-obra. Todos os métodos acima descritos para criação massal envolvem a alimentação e a coleta manual dos ácaros produzidos, o que aumenta seu custo de produção. Por isso, Shih (2001) desenvolveu um método em que a alimentação e a coleta são automatizadas. O autor sugere que o método possa eventualmente ser ampliado para produções comerciais de predadores.

1.2.2.2 Com o uso de ácaros de produtos armazenados

Ramakers e Van Lieburg (1982) desenvolveram um método de criação de predadores utilizando como alimento ácaros do grupo Astigmatina. A criação foi realizada em recipientes plásticos de 20 L, com fluxo constante de ar, em que eram colocados os predadores, os ácaros Astigmatina e o alimento destes. Desde então, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos nesta mesma linha, sendo modificada apenas a espécie de Astigmatina ou o tamanho do recipiente, procurando sempre encontrar melhores taxas de produção (Steiner et al., 1999; Freire e Moraes, 2007).

Recentemente um outro método bastante semelhante de produção massal de ácaros predadores foi desenvolvido por Kumara et al. (2014). Neste método, os recipientes plásticos foram substituídos por sacos de polietileno. Este método foi proposto pelos autores, de vez que o método por eles utilizados anteriormente (Aratchige et al. 2010), em que a mesma presa era oferecida em unidades semelhantes às descritas por McMurtry & Scriven (1965), apresentava o inconveniente de contaminações por outras espécies de ácaros.

1.4 Patente

Segundo o INPI (2014), patente é um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgado pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a invenção. Com a obtenção da patente, o inventor ou detentor desta tem o direito de impedir terceiros de produzir, usar, colocar à venda, vender ou importar o produto objeto de sua patente e/ou processo ou produto obtido.

Pedidos de patente sobre o processo de produção de ácaros predadores têm sido feitos. A patente WO 2006057552 A1, de propriedade da Koppert, refere-se ao processo pelo qual o predador *Amblyseius swirskii* é produzido com o uso de Astigmatina como alimento.

1.5 Conclusão

Analizando todo o histórico de métodos de criação, sejam eles de pequena ou grande escala, observa-se uma evolução na direção de métodos mais automatizados e na utilização de materiais mais sintéticos, tanto na alimentação quanto na construção das unidades de criação. Estes métodos requerem uma menor intervenção manual, reduzindo o custo de produção. Com a redução dos custos, a tendência é a maior disponibilidade de ácaros predadores a preço mais acessível, incentivando assim o uso pelo produtor.

Porém, ainda muito há que ser feito para aumentar o uso do controle biológico no Brasil e em outros países, com milhões de hectares de terras agricultáveis. O avanço em relação a métodos de criação mais eficientes vem para colaborar com aumento do uso de controle biológico, gerando assim uma agricultura cada vez mais sustentável.

Referências

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

ABOU-AWAD, A.; ELSAWI, S.A. Generations and reproduction in the predacious mite *Amblyseius swirskii* Ath.-Hen. (Acari: Phytoseiidae) fed with artificial and natural diets. **Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz**, Berlin, v. 65, n. 6, p. 115–117, 1992.

ABOU-AWAD, B.A.; REDA, A.S.; ELSAWI, S.A. Effects of artificial and natural diets on the development and reproduction of two phytoseiid mites *Amblyseius gossipi* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). **Insect science and its Application**, Elmsford, v. 13, n. 3, p. 441–445, 1992.

ADAR, E.; INBAR, M.; GAL, S.; DORON, N.; ZHANG, Z. Q.; PALEVSKY, E. Plant-feeding and non-plant feeding phytoseiids: differences in behavior and cheliceral morphology. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 58, p. 341–357, 2012.

AFIFI, A.M.; POTTS, M.F.; PATTERSON, C.G.; RODRIGUEZ, J.G. Pollen diet of some predator mites. **Transactions of the Kentucky Academy and Science**, Kentucky, v. 48, n. 38, p. 96–100, 1988.

ALBUQUERQUE, F.A. de; MORAES, G.J. de. Perspectives for mass rearing of *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 3, p. 328-333, 2008.

AL-SHAMMERY, K.A. Plant pollen as an alternative food source for rearing *Euseius scutalis* (Acari: Phytoseiidae) in Hail, Saudi Arabia. **Journal of Entomology**, Faisalabad, v. 8, n. 4, p. 365-374, 2011.

ARATCHIGE, N.S.; FERNANDO, L. C. P.; DE SILVA, P. H. P. R.; PERERA, K. F. G.; HETTIARACHCHI, C. S.; WAIDYARATHNE, K. P.; JAYAWAREDNA, S. M. V. A new tray-type arena to mass rear *Neoseiulus baraki*, a predatory mite of coconut mite, *Aceria guerreronis* in the laboratory. **Crop Protection**, Guilford, v. 29, p. 556–560, 2010.

BARBOSA, M.F.C. **Seleção de ácaros da ordem Astigmata (Acari) para uso como alimento na criação de ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae)**. 2011. 57 p. Dissertação de (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

BALLARD, R.C. A modification of the Huffaker cage for confining mites or small insects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 46, n. 6, p. 1099, 1953.

BAKR, E.M. A simple and low cost method for mass production of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Acarines**, Cairo, v. 4, p. 63-65, 2010.

BIOBEST – SUSTAINABLE CROP MANAGEMENT. **Food for thought**: Nutritional supplements to boost biocontrol. Disponível em: < <http://www.biobest.be/productenalg/2/3/>>. Acesso em: 28 jul. 2014.

BURNETT, T. A technique for maintaining acarine predator-prey populations. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 92, p. 234-237, 1960.

CABRERA, A.R.; CLOYD, R.A.; ZABORSKI, E.R. Development and reproduction of *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae) with fungus gnat larvae (Diptera: Sciaridae), potworms (Oligochaeta: Enchytraeidae) or *Sancassania aff. Sphaerogaster* (Acari: Acaridae) as the sole food source. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 36, p. 71-78, 2005.

CASTILHO, R.C.; DE MORAES, G.J.; SILVA, E.S.; FREIER, R.A.P.; DA EIRA, F.C. The predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* as a control agent of the fungus gnat *Bradysia matogrossensis* in commercial production of the mushroom *Agaricus bisporus*. **International Journal of Pest Management**, London, v. 55, p. 181–185, 2009.

CASTILHO, R.C.; MORAES, G.J. DE; SILVA, E.S.; SILVA, L.O. (2009) Predation potential and biology of *Protogamasellopsis posnaniensis* Wisniewski & Hirschmann (Acari: Rhodacaridae). **Biological Control**, Orlando, v. 48, p. 164–167, 2009.

CASTAGNOLI, M.; NANNELLI, R.; TARCHI, F.; SIMONI, S. Screening of astigmatid mites for mass-rearing *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Redia**, Firenze, v. 89, p. 55-56, 2006.

DAZA, M.V.; CANTOR, F.C.; RODRIGUEZ, D.C.; BUSTOS, A.R.; CURE, J.R.H. Criterios para la producción de *Phytoseiulus persimilis* (parasitiformes: phytoseiidae) bajo condiciones de invernadero. **Acta Biologica Colombiana**, Bogotá, v. 15, n. 1, p. 37-46, 2010.

DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. DE; MCMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C. **Phytoseiidae Database**. Disponível em: <<http://www.lea.usp.br/phytoseiidae/>>. Acesso em: 15 jun 2014.

FIELD, R.P.; WEBSTER, W.J.; MORRIS, D.S. Mass rearing *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt (Acarina: Phytoseiidae) for release in orchards. **Journal of the Australian Entomological Society**, Victoria, v. 18, p. 213-215, 1979.

FERNANDO, L.C.P.; ARATCHIGE, N.S.; KUMARI, S.L.M.L.; APPUHAMY, P.A.L.D.; HAPUARACHCHI, D.C.L. Development of a method for mass rearing of *Neoseiulus baraki*, a mite predatory on the coconut mite, *Aceria guerreronis*. **Cocos**, Lunuwila, v. 16, p. 22-36, 2004.

FOURNIER, D; MILLOT, P.; PRALAVORIO, M. Rearing and mass production of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 38, p. 97-100, 1985.

FREIRE, R.A.P.; G.J. MORAES. Mass production of the predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) (Acari: Laelapidae). **Systematic & Applied Acarology**, London, v. 12, n. 2, p. 117-119, 2007.

GILSTRAP, F.E. Trap-top production of the tetranychid mites (Acarina) and their phytoseiid natural enemies. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Kansas, v. 50, n. 2, p. 229-233, 1977.

HAUG, T.; HERREN, H.R.; NADEL, D.J.; AKINWUMI, I. B. Technologies for the mass-rearing of cassava mealybugs, cassava green mites and their natural enemies. **Insect science and its Application**, Elmsford, v. 8, p. 879-881, 1987.

HEIKAL, I.H. Two preliminary methods for mass production of the predatory mite, *Phytoseiulus macropilis* Banks at different seasons Acari: Phytoseiidae. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, Giza, v. 79, n.3, p. 907-914, 2001.

HOY, M.A.; CASTRO, D.; CAHN, D.: Two methods for large scale production of pesticide-resistant strains of the spider mite predator *Metaseiulus occidentalis* Nesbitt Acarina, Phytoseiidae. **Zeitschrift Fuer Angewandte Entomologie**, Berlin, v. 94, p. 1-9, 1982.

HOY, M.A. **Agricultural acarology**: introduction to integrated mite management. Boca Raton: CRC Press, 2011. 410p.

HUFFAKER, C.B. An improved cage for works with small insects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 41, p. 648-649, 1948.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Disponível em: <www.inpi.com.br>. Acesso em: 08 out. 2014.

ITAGAKI, N.; KOYAMA, K. Rearing of the predacious mite, *Amblyseius eharai* Amitai et *swirskii* (Acarina: Phytoseiidae) on a syntetic diet. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 30, n. 4, p. 298-300, 1986.

JARA, P.V.; MONTESDEOCA, F. Estudio económico de la cría masal del ácaro benéfico *Amblyseius californicus* para el control de *Tetranychus urticae* en rosas. **Rumipamba**, Quito, v. 21, n.1, p. 1-12, 2007.

JAMES, D.G. Pollen, mould mites and fungi: improvements to mass rearing of *Typhlodromus doreenae* and *Amblyseius victoriensis*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, p. 271-276, 1993.

KAMBUROV, S.S. Methods of rearing and transporting predacious mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 59, n. 4, p. 875-877, 1966.

KAMBUROV, S.S. Feeding, development and reproduction of *Amblyseius largoensis* on various food substances. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 64, n. 3, p. 643-648, 1971.

KENNET, C.E.; FLAHERTY, D.L.; HOFFMANN, R.W. Effect of wind-borne pollens on the population dynamics of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). **Entomophaga**, Paris, v. 24, n. 1, p. 83-98, 1979.

KENNETT, C.E.; HAMAI, J. Oviposition and development in predacious mites fed with artificial and natural diets (Acari: Phytoseiidae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 28, n. 2, p. 116-120, 1980.

KRISHNAMOORTHY, A.: Mass rearing technique for an indigenous predatory mite, *Amblyseius (Typhlodromips) tetranychivorus* (Gupta) (Acarina: Phytoseiidae) in the laboratory. **Entomon**, Trivandrum, v. 7, n. 1, p. 47-49, 1982.

KONGCHUENSIN, M; CHARANASRI, V.; TAKAFUJI, A. Suitable host plant and optimum initial ratios of predator and prey for mass-rearing the predatory mite, *Neoseiulus longispinosus* (Evans). **Journal of the Acarological Society of Japan**, Hokkaido, v. 15, n.2, p. 145-150, 2006.

KUMARA, A.D.N.T.; FERNANDO, L.C.P.; SUWANDHRATHNE, N.I.; ARATCHIGE, N.S. Use of polypropylene bags for mass rearing *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae), a predatory mite of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae). **Biocontrol Science and Technology**, Abingdon, v. 24, n. 10, p. 1192-1196, 2014.

MCMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Studies on the feeding, reproduciton and development of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae) on various food substances. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 57, p. 649-655, 1964.

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.; SCRIVEN, G.T. Effects of artificial foods on reproduction and development of four species of phytoseiid mites. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham v. 59, n. 2, p. 267-269, 1966.

MCMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Methodologies of rearing, introducing, and establishing phytoseiid mites. **ADAP Crop Protection Conference**, Honolulu, v. 134, p. 104-110, 1989

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

MÉGEVAND, B.; KLAY, A.; GNANVOSSOU, D.; PARAÏSO, G. Maintenance and mass rearing of phytoseiid predators of the cassava green mite . **Experimental Applied Acarology**, Dordrecht, v. 17, p. 113–128, 1993.

MICHENER, C.D. Observations on the habits and life history of a chigger mite, *Eutrombicula batatas* (Acarina, Trombiculinae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 39, p. 101-118, 1946.

MESA, N.; BELLOTI, A. Ciclo de vida y hábitos alimenticios de *Neoseiulus anonymus*. Predador de ácaros Tetranychidae en yuca. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 12, n. 1, p. 54-66, 1986.

MOMEN, F.M. Feeding, development and reproduction of *Amblyseius barkeri* (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. **Acarologia**, Paris, v. 36, n. 2, p. 101-105, 1995.

MONTEIRO, L.B. Criação de ácaros fitófagos e predadores: um caso de produção de *Neoseiulus californicus* em produtores de maçã. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Ed. Manole, 2002. p. 351-365.

MORAES, G.J. DE; MCMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CAMPOS, C.B. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, Auckland, v. 434, p. 434 - 494, 2004.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de acarologia**. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308p.

MORALES-RAMOS, J.A.; ROJAS, M.G. 2013. A modular cage system design for continuous medium to large scale in vivo-rearing of predatory mites (Acari: phytoseiidae). **Psyche**, Cambridge, v. 2014, Article ID 596768, p. 1-8, 2014. doi: 10.1155/2014/596768

MUTISYA, D. L.; KHAMALA, C.P.M.; KARIUKI, C.W. Green house mass production of the predacious mite *Typhlodromalus aripo* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of cassava green mite in Kenya. In: KARI BIENNIAL SCIENTIFIC CONFERENCE, 12, 2008. Kenya. **Proceedings...** Kenya Agricultural Research Institute, 2008. 1477 p.

MUNGER, F. A method for rearing citrus thrips in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 35, p. 373-375, 1942.

NASR, A.K.; ELBANHAWY, E.M. Effect of liquid nutrients on the development and reproduction of the predacious mite *Amblyseius gossipi* (Mesostigmata: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 10, n. 4, p. 235-237, 1984.

NAVASERO, M.M.; CORPUZ-RAROS, L. A.: Mass-rearing technique for *Proprioseiopsis lenis* (Corpuz & Rimando) and *Neoseiulus calarai* (Corpuz & Rimando) (Phytoseiidae, Acari) with notes on the biology of *P. lenis*. **Philippine Entomologist**, Laguna, v. 2, p. 182-192, 2005.

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

NGUYEN, D.T.; VANGANSBEKE, D.; DE CLERCQ, P. Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 62, p. 181-194, 2014a.

NGUYEN, D.T.; VANGANSBEKE, D.; DE CLERCQ, P. Solid artificial diets for the phytoseiid predator *Amblyseius swirskii*. **Biocontrol**, Dordrecht, 2014b. doi: 10.1007/s10526-014-9607-6

NORONHA, A.C.S.; COBO, N.C.M. Efeito de diferentes alimentos sobre a fecundidade de *Amblyseius limonicus* (Acarina: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 9, p. 75-81, 1992.

OCHIENG, R.S.; OLOO, G.W.; AMBOGA, E.O. An artificial diet for rearing the Phytoseiid mite, *Amblyseius teke* Pritchard and Baker. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 3, p. 169-173, 1987.

OGAWA, Y.; OSAKABE, M. Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 45, n. 3/4, p. 123-136, 2008.

OVERMEER, W.P.J. Rearing and handling. In: Helle, W; Sabelis, M.W. Ed.) **Spider mites: their biology, natural enemies, and control**, Amsterdam, v. 1B, p. 160-170, 1985.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. Controle biológico: terminologia. In:_____. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 1-16.

PEREIRA, C.; CASTRO, M.P. de. Cultura de ácaros e de alguns outros aracnídeos predadores. **Livro de homenagem a R F d'Almeida**, São Paulo, v. 33, p. 285-288, 1946.

PU, T.; ZENG, T.; WEI, Q. An integrated evaluation of 20 plant pollens as diet for mass rearing *Amblyseius makuwa* (Acari: Phytoseiidae). **Chinese Journal of Biological Control**, Beijing, v. 7, p. 111-114, 1991.

RAMAKERS, P.M.J.; VAN LIEBURG, M.J. 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 Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit**, Ghent, v. 47 n. 2, p. 541-545, 1982.

- RASMY, A.H. A laboratory technique for mass rearing of a phytoseiid mite. **Zeitschrift für angewandte Entomologie**, Berlim, v. 65, n. 2, p. 159-161, 1970.
- RASMY, A.H.; ELBAGOURY, M.E.; REDA, A.S. A new diet for reproduction of two predaceous mites *Amblyseius gossipi* and *Agistemus exsertus* (Acari: Phytoseiidae, Stigmaeidae). **Entomophaga**, Paris, v. 32, n. 3, p. 277-280, 1987.
- REIS, P.R.; ALVES, E.B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, p. 565-568, 1997.
- RISTICH, S.S. Mass rearing and testing techniques for *Typhlodromus fallacis* (Gar.). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 49, p. 476-479, 1956.
- RIVARD, I. A technique for rearing tyroglyphid mites on mould cultures. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 90, n. 3, p. 146-147, 1958.
- ROHDE, C.J. A modification of the Plaster-Charcoal technique for rearing of mites and other small arthropods. **Ecology**, Washington, v. 37, p. 843-844, 1956.
- SCOPE, N.E.A. Mass-Rearing of *Phytoseiulus riegeli* Dosse for Use in Commercial Horticulture. **Plant Pathology**, Oxford, v. 17, p. 123-126, 1968.
- SCRIVEN, G.T.; MCMURTRY, J.A. Quantitative production and processing of tetranichid mites for large scale testing of predator production. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 64, 1255-1257, 1971.
- SHEHATA, K.K.; WEISMANN, L. Rearing the predacious mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot on artificial diet (Acarina: Phytoseiidae). **Biología (Bratislava)**, v. 27, n. 8, p. 609-615, 1972.
- SHIH, C.I.T.; CHANG, H.Y.; HSU, P.H.; HWANG, Y.F. Responses of *Amblyseius ovalis* (Evans) (Acarina: Phytoseiidae) to natural food resources and two artificial diets. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, p. 503-519, 1993.
- SHIH, C.I.T. Automatic mass rearing of *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, p. 425-446, 2001.
- SINGER, G.; KRANTZ, G.W. The use of nematodes and oligochaetes for rearing predatory mites. **Acarologia**, Paris, v. 9, n. 3, p. 485-487, 1967.
- STEINER, M.; GOODWIN, S.; WELLHAM, T. A simplified rearing method for *Stratiolaelaps* (= *Hypoaspis*) *miles* (Acari: Laelapidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, Brest, v. 22, p. 241-242, 1999.
- THEAKER, T.L.; TONKS, N.V. A method for rearing the predacious mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae). **Journal of the Entomological Society of British Columbia**, Victoria, v. 74, p. 8-9, 1977.

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

VANTORNHOUT, I.; MINNAERT, H.L.; TIRRY, L.; DE CLERCQ, P. Effect of pollen, natural prey and factitious prey on the development of *Iphiseius degenerans*. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 49, p. 627-644, 2004.

VILLANUEVA, R.T.; CHILDERS, C.C. Development of *Iphiseiodes quadripilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) on pollen or mite diets and predation on *Aculops pelekassi* (Keifer) (Acari: Eriophyidae) in the laboratory. **Environmental Entomology**, College Park, v. 36, n. 1, p. 9-14, 2007.

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. 54, n. 3, p. 1-9, 2011.

WHARTON, G.W. Observations on *Ascoshongastia indica* (Hirst, 1915) (Acarina: Trombiculidae). **Ecological Monographs**, Durham, v. 16, p. 151-184, 1946.

2 EFEITO DE DIFERENTES FONTES DE ALIMENTO NA BIOLOGIA DE TRÊS ESPÉCIES DE FITOSEÍDEOS (ACARI: PHYTOSEIIDAE)

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar a adequação de diferentes fontes de alimento na criação dos fitoseídeos *Amblyseius tamatavensis* Blommers, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant e Baker). A primeira parte do estudo constou da avaliação dos níveis de oviposição daqueles predadores quando alimentados com 15 espécies de Astigmatina, pólen de cinco espécies de plantas e uma espécie de nematoide bacteriófago. Os maiores níveis de oviposição de *A. tamatavensis* foram obtidos quando este foi alimentado com os Astigmatina *Thyreophagus* n. sp. e *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (2,6 e 2,1 ovos/fêmea/dia, respectivamente); em outras 11 fontes de alimento, o nível de oviposição deste predador foi maior que 1,0 ovo/fêmea/dia. Os cinco maiores níveis de oviposição de *E. concordis* ocorreram quando a fonte de alimento era pólen, sendo o maior valor obtido com o pólen de *Ricinus communis* L. (1,7 ovos/fêmea/dia); os níveis de oviposição foram de no máximo 0,4 ovo/fêmea/dia com outras fontes de alimento. Os níveis de oviposição de *N. anonymus* foram de no máximo 0,5 ovo/fêmea/dia em todas as fontes de alimento avaliadas. Os resultados sugerem que a produção em larga escala de *A. tamatavensis* possa ser feita com o uso de ácaros Astigmatina e que *E. concordis* possa ser criado em larga escala com pólen de plantas que o produzem em larga escala, como o dendê. Novas fontes de alimento precisam ser avaliadas para a eventual produção de *N. anonymus* em larga escala. A construção de tabelas de vida de *A. tamatavensis* com as duas fontes de alimento mais favoráveis mostrou que em ambos os casos os valores da razão intrínseca de crescimento populacional foram próximos, sendo ligeiramente maior quando alimentado com *Tyreophagus* n. sp., em que o maior nível de oviposição foi obtido.

Palavras chave: Oviposição; Fontes de alimento; Criação massal

Abstract

The aim of this study was to evaluate the suitability of different food sources in the rearing of the phytoseiids *Amblyseius tamatavensis* Blommers, *Euseius concordis* (Chant) and *Neoseiulus anonymus* (Chant and Baker). The first part of the study consisted in the evaluation of the levels of oviposition of these predators when fed with 15 Astigmatina species, pollen from five plant species and one species of bacteriophagous nematode. The highest oviposition levels of *A. tamatavensis* were obtained when it was fed with the Astigmatina *Thyreophagus* n. sp. and *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (2.6 to 2.1 eggs/female/day, respectively); on 11 other food sources, the oviposition levels were higher than 1.0 egg/female/day. The five highest oviposition levels of *E. concordis* occurred when the food source was pollen, especially *Ricinus communis* L., onto which oviposition was 1.7 eggs/female/day; oviposition levels were at most 0.4 egg/female/day with other food sources. Oviposition levels of *N. anonymus* were at most 0.5 eggs/female/day on all food sources evaluated. The results suggest that large-scale production of *A. tamatavensis* can be done with the use of astigmatin mites and that *E. concordis* can be reared in large-scale with pollen of plants that produces large amount of pollen, such as oil palm. New food sources need to be evaluated for the eventual production of *N. anonymus* in large scale. The construction of life tables of *A. tamatavensis* with the two most favorable food sources showed that in both cases the values of the intrinsic rate of population growth was slightly higher when the predator was

fed with *Thyreophagus* n. sp., on which the highest level of oviposition was obtained in the first and in the second part of the study.

Keywords: Oviposition; Food sources; Mass rearing

2.1.Introdução

Ácaros da família Phytoseiidae estão dentre os ácaros predadores mais pesquisados e utilizados como agentes de controle biológico, contendo mais de 2.700 espécies descritas até o momento (Demite et al., 2014). Neste trabalho foram estudadas três espécies de predadores desta família: *A. tamatavensis*, *E. concordis* e *N. anonymus*.

Amblyseius tamatavensis é um ácaro predador que pode ser encontrado em várias partes do mundo. No Brasil, é uma espécie amplamente distribuída, sendo sua presença relatada nos estados da Bahia, Ceará, Pará, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Roraima, São Paulo, Sergipe e Tocantins (Demite et al., 2014). Este predador tem apresentado resultados promissores em estudos sobre o controle da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Cavalcante, 2014). Sendo esta uma praga de grande importância econômica, que causa danos a diversas culturas, como algodão, feijão, soja, plantas ornamentais e hortaliças (Brown; Frohlich; Rosell, 1995; de Barro et al., 2011; Lourenção; Sakate; Valle, 2014).

Outra espécie estudada, o ácaro predador *E. concordis*, já foi registrada em vários estados, como Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Sul e São Paulo, sendo comumente encontrado em culturas de café, citros, maçã, seringueira, mandioca e em plantas invasoras (Feres, 2000; Ferla e Moraes, 1998; Furtado, 1997, Moraes et al., 1986; Pallini Filho et al., 1992). As espécies do gênero *Euseius* tem sido relatadas como predadores eficientes de ácaros fitófagos de várias espécies e em diversos cultivos (Reis; Alves, 1997) e vem mostrando resultados promissores no controle do ácaro *Aculops lycopersici*, importante praga do tomateiro (Lopes, 2014).

Neoseiulus anonymus é uma espécie amplamente distribuída no Brasil, e já foi relatada em estados como Goiás, Mato, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (Demite et al., 2014). Esse predador pode se alimentar do ácaro *Tetranychus urticae* Koch, responsável por danos a várias culturas (Mesa e Belloti, 1986). Em estudo recente, este predador foi a espécie mais encontrada em culturas de morango podendo ter grande potencial no controle de pragas que atacam esta planta (Freitas, 2014 – Comunicação pessoal).

Por razões práticas e econômicas, pesquisadores vem procurando desenvolver métodos que possam substituir as presas ou hospedeiros naturais por fontes alternativas de alimento na criação massal de ácaros predadores. Grande parte das espécies de fitoseídeos pode se alimentar de pólen, sendo este utilizado principalmente em criações de pequena escala, embora exista também a possibilidade de que possa ser usado em criação massal. Outra alternativa é a criação utilizando-se como presa os ácaros do grupo Astigmatina que são conhecidos por se multiplicarem rapidamente e serem de fácil manutenção, sendo alimentados com vários tipos de farelos (milho, trigo, arroz, etc). Este grupo de presas vem sendo amplamente utilizado em criações comerciais de larga escala. Pouco foi estudado sobre o possível uso de nematoides como fonte de alimento em criações de laboratório de ácaros predadores. Entretanto Kamburov (1971) obteve níveis de oviposição satisfatórios para *Amblyseius largoensis* Muma quando este foi alimentado com o nematoide *Panagrellus* sp.

O primeiro passo para a utilização de um método alternativo de criação é buscar um alimento adequado a sua reprodução, que não sua presa natural. Por isso o objetivo deste trabalho foi determinar alimentos alternativos com potencial de uso na criação massal dos fitoseídeos *Amblyseius tamatavensis*, *Euseius concordis* e *Neoseiulus anonymus*.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Obtenção dos organismos utilizados

2.2.1.1 Ácaros Astigmatina

Diversas coletas de produtos armazenados foram realizadas de agosto de 2013 a maio de 2014 nos seguintes municípios: Alagoas: Arapiraca; Bahia: Jequié; Goiás: Jataí; São Paulo: Araçoiaba da Serra, Limeira, Narandiba, Paraibuna, Piracicaba, Pirapozinho, Registro e São Luiz do Paraitinga.

Cada amostra foi dividida em duas metades, sendo uma delas imediatamente submetida à extração dos ácaros em funil de Berlese-Tullgren durante três dias. Outra metade de cada amostra foi mantida no laboratório em um saco plástico durante 30 dias, antes de ser submetidas à extração pelo mesmo procedimento (Sousa et al., 2005). A manutenção de parte da amostra no laboratório durante 30 dias visou a estimular o desenvolvimento dos ácaros,

que poderiam estar presentes em número muito reduzido. Logo após a coleta, exemplares de cada amostra foram montados em meio de Hoyer para a identificação.

O procedimento adotado para o estabelecimento das colônias de manutenção dos Astigmatina foi baseado em Barbosa (2011). Para tanto, os Astigmatina de cada população encontrada durante o processamento das amostras foram transferidos para uma unidade de criação (Figura 1A) semelhante à proposta por McMurtry e Scriven (1965). Após um determinado período, quando o número de ácaros aumentou, estes foram transferidos para um segundo tipo de unidade, semelhante à descrita por Freire e Moraes (2007) (Figura 1B).

Figura 1 - A - Unidade inicialmente utilizada no estabelecimento das colônias de Astigmatina; B - unidade utilizada de forma definitiva para a manutenção das colônias de Astigmatina

2.2.1.2 Pólen

Foi utilizado pólen de cinco espécies vegetais: *Helianthus annuus* L. (girassol), *Elaeis guineenses* Jacquin (dendê), *Raphis* sp., *Ricinus communis* L. (mamona) e *Zea mays* L. (milho). Os diferentes tipos de pólen foram obtidos das seguintes localidades: *E. guineenses*, de Manaus, Estado do Amazonas; *H. annuus*, de Limeira; *Raphis* sp., *R. communis* e *Z. mays*, de Piracicaba. Estes foram coletados imediatamente antes de se iniciar o estudo, sendo mantidos permanentemente em refrigerador.

2.2.1.3 Nematóide

A espécie utilizada foi *Protorhabditis* sp. (Rhabditida: Rhabditidae), sendo os espécimes obtidos de uma colônia mantida em laboratório em frascos de plásticos cuja base

era coberta por uma camada de gesso e carvão ativado (9v:1v). A colônia era alimentada pela adição semanal de pedaços de vagens frescas de *Phaseolus vulgaris* L.

2.2.1.4 Ácaros predadores

Exemplares das espécies utilizadas tiveram as seguintes procedências: *A. tamatavensis*, de uma colônia existente no Laboratório de Acarologia da ESALQ/USP, iniciada com espécimes previamente coletados em plantas de pimentão (*Capsium annuum* L.) na ESALQ/USP; *E. concordis*, de uma colônia estabelecida com ácaros coletados de *R. communis* na ESALQ/USP pouco antes do início do estudo; *N. anonymus*, de uma colônia existente no Laboratório de Acarologia da ESALQ/USP, iniciada com espécimes previamente coletados de plantas de soja (*Glycine max* L.) na EMBRAPA-SOJA, em Londrina, Estado do Paraná. As colônias foram alimentadas, respectivamente, com pólen de *Typha dominguensis* Persoon e ovos de *Bemisia tabaci* (Gennadius), com pólen de *T. domingensis* e com uma mistura de todos os estágios do ácaro *Tetranychus urticae* Koch.

2.2.2 Teste de oviposição

Cada unidade experimental correspondeu a um frasco plástico com 2 cm de altura e 3 cm de diâmetro, cuja base foi coberta por uma camada da mistura de gesso e carvão ativado anteriormente referida. Para *A. tamavensis* e *N. anonymus*, avaliaram-se como fontes de alimento todas as espécies de Astigmatina coletadas (Tabela 1), todos os tipos de pólen e o nematoide, cada uma correspondendo a um tratamento. Para *E. concordis* foram avaliadas como fonte de alimento apenas as fontes que não haviam sido avaliadas por Barbosa (2012).

O procedimento experimental adotado para cada espécie de predador é detalhado a seguir. Em cada unidade experimental colocou-se sobre uma lamínula uma quantidade de uma das fontes de alimento (exceto para o nematoide) maior que a consumida diariamente pelo predador, determinada em testes preliminares. No caso dos ácaros Astigmatina, o alimento oferecido aos predadores consistiu de uma mistura dos diferentes estágios de desenvolvimento. Os exemplares de nematoide foram oferecidos embebendo-se um pequeno chumaço de algodão na colônia de manutenção desta fonte de alimento e colocando-se este diretamente sobre a camada de gesso e carvão ativado. Em seguida, colocou-se em cada unidade uma fêmea aparentemente sadia, tomada ao acaso da colônia de manutenção. Cada

unidade foi em seguida vedada com um filme plástico (Magipac®) para evitar a fuga dos ácaros (Figura 2). As unidades experimentais foram mantidas em câmara climatizada, a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $97\pm 3\%$ de umidade relativa e no escuro. Em cada fonte de alimento foram avaliadas quarenta fêmeas em um delineamento experimental inteiramente casualizado.

O estudo foi conduzido durante 11 dias, fazendo-se diariamente a contagem e a retirada dos ovos postos pelos predadores, assim como a reposição do alimento oferecido. Para a realização dos cálculos, descartou-se o primeiro dia de oviposição, devido à possível interferência da alimentação anterior. Os dados de oviposição foram analisados por ANOVA, sendo as médias transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$ antes de sua comparação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 2 – Unidade experimental utilizada para os testes de oviposição de *Amblyseius tamatavensis*, *Euseius concordis* e *Neoseiulus anonymus*

Tabela 1 - Espécies do grupo Astigmatina encontradas em coletas realizadas entre agosto de 2013 e maio de 2014 em diferentes regiões do Brasil

Espécies	Substrato	Local*
<i>Acalvolia squamata</i> (Oudemans)	Farinha de soja	Piracicaba/SP
<i>Aeroglyphus</i> sp.	Farinha de milho	Piracicaba/SP
<i>Aleuroglyphus ovatus</i> (Troupeau)	Ração de cachorro (Frolic), Ração para aves	Piracicaba/SP
<i>Blomia tropicalis</i> (Bronswijk, de Cole & Oshima)	Ração para aves, Farelo de milho	Piracicaba/SP, Arapiraca/AL
<i>Chortoglyphus arcuatus</i> (Troupeau)	Ração para gado e Ração para aves	Piracicaba/SP
<i>Cosmoglyphus</i> sp.	Ração de caprinos	Piracicaba/SP
<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> (Trouessart)	Farinha de milho, Ração para aves,	Arapiraca/AL, Piracicaba/SP
<i>Goheria fusca</i> (Oudemans)	Ração de caprinos	Piracicaba/SP
<i>Pyroglyphus</i> sp.	Ração para gado	Narandiba/SP
<i>Rizoglyphus</i> sp.	Ração	Piracicaba/SP
<i>Sancassania berlesei</i>	Ração para gado, Farelo de trigo	Piracicaba/SP, Arapiraca/AL
<i>Suidasia nesbitti</i> Hughes	Farinha de milho	Piracicaba/SP
<i>Suidasia pontifica</i> Oudemans	Farinha de milho	Arapiraca/AL
<i>Thyreophagus</i> n.sp.	Ração de galinha poedeira	Piracicaba/SP
<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Scranks)	Farinha de milho, Ração de caprinos	Piracicaba/SP

* AL: Alagoas; BA: Bahia; GO: Goiás; SP: São Paulo.

2.2.3 Tabela de vida de fertilidade *A. tamatavensis*

Tabelas de vida de *A. tamatavensis* foram construídas oferecendo-se como alimento *Thyreophagus* n. sp. e *A. ovatus*, com as quais foram obtidos os maiores níveis de oviposição do predador no teste anteriormente descrito.

Para início do estudo, foram obtidos ovos de idades aproximadamente homogêneas. Para isso, foi utilizada uma unidade de criação (semelhante à utilizada nas colônias de manutenção dos predadores) em que o substrato (Paviflex®, aproximadamente 15 x 7,5 cm) foi dividido em dez partes iguais com tiras de algodão. Em cada parte foram colocadas cinco fêmeas grávidas do predador e alimento (uma mistura de todos os estágios de *Thyreophagus* n. sp. ou *A. ovatus*) abundante. Doze horas mais tarde, 50 ovos do predador foram retirados das unidades, colocando-se cada um em uma unidade experimental semelhante à descrita no teste de oviposição. Próximo à emergência das larvas e por toda a duração do experimento, a alimentação dos ácaros foi feita como descrito no teste de oviposição.

Após o início do estudo, as unidades foram observadas a cada 8 horas para determinar a duração de cada fase imatura do predador. Quando da emergência de uma fêmea de fitoseídeo em uma unidade, juntou-se a ela um macho retirado aleatoriamente da colônia de manutenção. A partir de então, as colônias foram observadas a cada 24 horas, para determinar a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós oviposição, assim como a oviposição diária. A progênie dos primeiros três dias foi criada até a fase adulta para determinar a razão sexual. Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade – taxa líquida de reprodução (R_o), tempo médio de cada geração (T), taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) e razão finita de aumento populacional (λ) – foram estimados através do método Jackknife (Meyer et al., 1986).

2.3 Resultados

2.3.1 Oviposição

Os maiores níveis de oviposição de *A. tamatavensis* foram obtidos quando este foi alimentado com os Astigmatina *Thyreophagus* n. sp. e *A. ovatus* (2,6 e 2,1 ovos/fêmea/dia, respectivamente); em outras 11 fontes de alimento, o nível de oviposição deste predador foi

maior que 1,0 ovo/fêmea/dia. (Tabela 2). Em outras oito fontes de alimento a oviposição foi menor, incluindo quatro espécies de Astigmatina e quatro tipos de pólen.

Tabela 2 - Médias de oviposição (em 10 dias) de *Amblyseius tamatavensis*, *Euseius concordis* e *Neoseiulus anonymus* sobre diferentes fontes de alimento, a $25\pm 1^\circ\text{C}$ e $97\pm 3\%$ umidade relativa e no escuro

Presas	<i>Amblyseius tamatavensis</i>	<i>Euseius concordis</i>	<i>Neoseiulus anonymus</i>
	Ovos/fêmea ($\pm$ EP)		
<i>Thyreophagus n. sp.</i>	$26 \pm 4,3$ a	-	$2,2 \pm 0,3$ d
<i>Aleuroglyphus ovatus</i>	$21,5 \pm 3$ b	-	$0,8 \pm 0,1$ f
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	$18,7 \pm 4,8$ c	-	$2,8 \pm 1$ cd
<i>Blomia tropicalis</i>	$17,5 \pm 3,2$ c	$3,5 \pm 1,2$ d	$3,5 \pm 0,8$ b
<i>Acalvolia squamata</i>	$17,7 \pm 2,9$ c	$3,1 \pm 1,4$ d	$3,3 \pm 0,5$ bc
<i>Suidasia pontifica</i>	$17,5 \pm 3,9$ c	-	$5,6 \pm 1,2$ a
<i>Aeroglyphus sp.</i>	$16,6 \pm 2,5$ cd	$4,5 \pm 1,2$ d	$4,1 \pm 0,8$ b
<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>	$15,4 \pm 2,8$ cd	-	$3,1 \pm 0,9$ c
<i>Suidasia nesbitti</i>	$14,2 \pm 1,9$ de	-	$4,7 \pm 1,1$ ab
<i>Pyroglyphus sp.</i>	$13,0 \pm 2$ e	$0,8 \pm 0,1$ e	$0,8 \pm 0,2$
<i>Chortoglyphus arcuatus</i>	$12,0 \pm 1,6$ e	-	$2,2 \pm 0,9$ d
<i>Ricinus communis</i>	$12,1 \pm 1,6$ e	$17,0 \pm 2,1$ a	$2,4 \pm 1$ d
<i>Protohabditis sp.</i>	$12,0 \pm 5$ e	0,0	$5,2 \pm 1,2$ a
<i>Raphis sp.</i>	$9,1 \pm 1,7$ f	$10,0 \pm 1,4$ bc	$1,0 \pm 0,2$ ef
<i>Elaeis guineensis</i>	$9,7 \pm 1,8$ f	$11,0 \pm 1,5$ b	$1,3 \pm 0,5$ e
<i>Goheria fusca</i>	$8,1 \pm 2,3$ f	$0,9 \pm 0,2$ e	$1,5 \pm 0,6$ ed
<i>Zea mays</i>	$7,1 \pm 2,7$ fg	$9,0 \pm 2,1$ c	$0,2 \pm 0,1$ g
<i>Helianthus annuus</i>	$6,4 \pm 3,1$ g	$9,0 \pm 2,3$ c	$0,3 \pm 0,1$ g
<i>Sancassania berlesei</i>	$5,7 \pm 2,1$ g	-	0,0
<i>Cosmoglyphus sp.</i>	$4,0 \pm 1,1$ g	-	$0,7 \pm 0,2$ f
<i>Rizoglyphus sp.</i>	$2,0 \pm 0,9$ h	0,0	0,0

Para cada um dos parâmetros avaliados, medidas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

O maior nível de oviposição de *E. concordis* foi obtido quando este foi alimentado com pólen de *R. communis* (1,7 ovo/fêmea/dia) (Tabela 2). Em seguida, outros quatro tipos de pólen (*H. annuus*, *Z. mays*, *Raphis sp.* e *E. guineenses*) promoveram níveis de oviposição variando entre 0,9 e 1,1 ovo/fêmea/dia; os níveis de oviposição com outras fontes de alimento foram de no máximo 0,4 ovo/fêmea/dia. Os níveis de oviposição de *N. anonymus* foram de no máximo 0,5 ovo/fêmea/dia em todas as fontes de alimento avaliadas (Tabela 2).

2.3.2 Tabela de vida de fertilidade de *Amblyseius tamatavensis*

Amblyseius tamatavensis foi capaz de se desenvolver até a idade adulta e reproduzir-se quando alimentado tanto de *Thyreophagus n. sp.* como de *A. ovatus* (Tabela 3). Quando

alimentado com *Thyreophagus* n. sp., a duração da fase de ovo foi significativamente maior que a duração de outros estágios imaturos, que apresentaram aproximadamente as mesmas durações. A duração de toda a fase imatura (ovo – adulto) foi de 4,9 dias. Quando alimentado com *A. ovatus*, as durações das fases de ovo e larva foram semelhantes entre si, e maiores que a que as durações de outros estágios imaturos, tendo a fase imatura a duração de 5,4 dias. Para cada estágio, nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os predadores alimentados com as diferentes presas para as durações obtidas.

A sobrevivência de *A. tamatavensis* foi alta para todos os estágios de desenvolvimento em ambas as presas. Os menores valores (85 – 86%) foram observados para a fase de larva. Em ambas as presas, a média em ambas as presas foi de 80% para a fase imatura (Tabela 3).

Tabela 3 - Duração (dias $\pm$ EP) e sobrevivência (%) e dos estágios imaturos de *Amblyseius tamatavensis* alimentado com *Thyreophagus* n. sp. e *Aleuroglyphus ovatus* a $25^\circ \pm 1^\circ\text{C}$, $97 \pm 3\%$ de umidade relativa e no escuro

	<i>Thyreophagus</i> n. sp.		<i>Aleuroglyphus ovatus</i>	
	Duração	Sobrevivência	Duração	Sobrevivência
Ovo	$1,9 \pm 0,1$ a	100	$1,9 \pm 0,2$ a	98
Larva	$1,0 \pm 0,5$ b	86	$1,6 \pm 0,5$ ab	85
Protoninfa	$1,1 \pm 0,06$ b	93	$1,0 \pm 0,3$ b	96
Deutoninfa	$0,9 \pm 0,06$ b	100	$0,9 \pm 0,1$ b	100
Ovo - adulto	$4,9 \pm 0,2$	80	$5,4 \pm 0,4$	80

Para cada espécie de presa, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); para cada estágio, nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os predadores alimentados com as diferentes presas para as durações obtidas (teste T, $p < 0,05$).

Durações das fases de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, assim como a longevidade, o tempo médio de uma geração e a razão sexual foram estatisticamente as mesmas para ambas as presas (Tabela 4). Entretanto, a oviposição média diária e, consequentemente a fecundidade, a taxa líquida de reprodução (R_o) e a razão intrínseca de crescimento populacional (r_m) foram significativamente maiores quando o predador foi alimentado com *Thyreophagus* n. sp.

Tabela 4 - Duração das diferentes fases do estágio adulto (dias $\pm$ EP) e parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Amblyseius tamatavensis* alimentado com *Thyreophagus* n. sp. e *Aleuroglyphus ovatus* a $25^\circ \pm 1^\circ\text{C}$, $97 \pm 3\%$ de umidade relativa e no escuro

Parâmetros avaliados	Espécie	
	<i>Thyreophagus</i> n. sp.	<i>Aleuroglyphus ovatus</i>
Pré-oviposição	$2,9 \pm 0,1$ a	$2,9 \pm 0,7$ a
Oviposição	$11,3 \pm 1$ a	$10,2 \pm 1$ a
Pós-oviposição	$2,5 \pm 0,9$ a	$2,3 \pm 0,9$ a
T	12,8 a	13,13 a
Longevidade da fêmea	$16,7 \pm 3,3$ a	$19,7 \pm 3,8$ a
Ovos/fêmea/dia	$2,5 \pm 0,2$ a	$2,0 \pm 0,2$ b
Fecundidade	$29,3 \pm 2$ a	$20,3 \pm 5$ b
Razão sexual (% de fêmeas)	0,75 a	0,75 a
R_0	11,47 a	9,85 b
r_m	0,19 a	0,17 b
λ	1,2 a	1,19 a

Para cada um dos parâmetros avaliados, medidas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Teste *t*, $p < 0,05$).

2.4 Discussão

Os resultados sugerem ser *A. tamatavensis* um predador bastante generalista, aceitando como alimento uma variedade de espécies de Astigmatina, assim como de pólen e de nematoides. Consequentemente, sua produção em larga escala pode aparentemente ser feita com uma ampla gama de fontes de alimento, incluindo aquelas de fácil produção ou obtenção, como é o caso de várias espécies de Astigmatina, que se alimentam de produtos armazenados. Os maiores valores obtidos no presente estudo são comparáveis aos resultados obtidos por Cavalcante (2014) quando o predador foi alimentado com *A. ovatus*, embora o estudo relatado por aquela autora tenha sido conduzido a uma temperatura mais alta (28°C) que a do presente estudo e com o uso de apenas um estágio de desenvolvimento (protoninfa) da presa.

Os valores dos parâmetros da tabela de vida de *A. tamatavensis* obtidos neste estudo mostraram-se próximos do valor obtido por Cavalcante (2014) quando o predador foi alimentado com *Bemisia tabaci*, espécie com potencial de ser controlada por aquele predador, de acordo com aquela autora. Por outro lado, os valores obtidos no presente estudo são intermediários aos valores reportados por Sabelis (1985) para fitoseídeos alimentados com tetraniquídeos. Estes resultados confirmam o potencial do uso de *Thyreophagus* n. sp. e *A. ovatus* para a produção em larga escala de *A. tamatavensis*.

Semelhantemente aos resultados obtidos por Barbosa (2011) com espécies de Astigmatina não incluídas neste estudo, nenhuma espécie deste grupo mostrou-se promissora para uso na produção em larga escala de *E. concordis*. McMurtry et al. (2013) designaram espécies do gênero *Euseius* como predadores generalistas que demonstram preferência por pólen. Os resultados do presente estudo e do estudo de Barbosa (2011) sugerem que o comportamento generalista de espécies de *Euseius*, relatado como predador de distintos grupos de ácaros e de insetos (Tanigoshi e Griffith 1982; McMurtry et al., 2013), não inclui a predação em Astigmatina. Além disso, seu desempenho nos diferentes tipos de pólen avaliados no presente estudo corroboram a classificação de McMurtry et al. (2013).

De especial importância foi o desempenho de *E. concordis* em pólen de *E. guineensis*. Apesar no nível de oviposição obtido neste estudo (1,1 ovo/fêmea/dia) estar muito abaixo daquele observado em pólen de *R. communis* (1,7/fêmea/dia), a obtenção de grandes quantidades de pólen de *E. guineensis* parece ser consideravelmente mais fácil que a obtenção de igual volume de pólen de *R. communis*. Consequentemente, a obtenção de pólen de *E. guineensis* pode ser economicamente mais vantajosa, podendo isso ser adequadamente avaliado em futuras atividades de pesquisa. *Elaeis guineensis* (dendê) é uma planta extensivamente cultivada na região norte do Brasil e no Estado da Bahia, produzindo um volume muito grande de pólen (Cunha et al., 2007).

Com relação ao *N. anonymus*, novas fontes de alimento precisam ser avaliadas para sua eventual produção em larga escala, de vez que em todos os alimentos oferecidos os níveis de oviposição foram muito menores que aqueles relatados em estudos em que ácaros da família Tetranychidae foram oferecidos como presas (Mesa e Belloti, 1986; Ferla e Moraes, 2003). Os resultados do presente estudo sugerem que este predador deva ser classificado como predador seletivo de tetraniquídeos, correspondendo ao “Tipo II” de McMurtry et al. (2013).

O nematoide *Protorhabditis* sp. mostrou-se uma fonte de alimento aceitável para *A. tamatavensis*, que sobre esta presa apresentou oviposição média de 1,2 ovos/fêmea/dia. Embora não tenha se mostrado uma boa presa para *N. anonymus*, foi uma das duas fontes de alimento que promoveram os maiores níveis de oviposição neste estudo (0,5 ovos/fêmea/dia). A ausência total de oviposição quando este foi oferecido como alimento a *E. concordis* sugere a incompatibilidade total deste nematoide como fonte de alimento a este grupo de predadores. Aparentemente, nenhum nematoide tem sido citado na literatura como fonte de alimento a ácaros do gênero *Euseius*, não sendo estes ácaros comuns em ambientes edáficos, em que os nematoides de vida livre são comumente encontrados.

Referências

- BARBOSA, M.F.C. **Seleção de ácaros da ordem Astigmata (Acari) para uso como alimento na criação de ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae)**. 2011. 57 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- 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.
- 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.
- CAVALCANTE, A.C.C. **Ácaros predadores da família Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) para o controle do biótipo B da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera)**. 2014. p. 93. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- CUNHA, R.N.V.; LOPES, R.; DANTAS, J.C.R.; ROCHA, R.N.C. **Procedimentos para produção de sementes comerciais de dendezeiro na Embrapa Amazônia Ocidental**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007.p. 40.
- DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. de; MCMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C. **Phytoseiidae Database**. Disponível em: <<http://www.lea.usp.br/phytoseiidae/>>. Acesso em: 15 jun. 2014.
- FERES, R.J.F. Levantamento e observações naturalística de acarofauna (Acari: Arachnida) de seringueiras cultivada (*Hevea* spp. Euphorbiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de zoologia**, São Paulo, v.17, n.1, p.157-173, 2000.
- FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v. 27, n.4, p. 649-654, 1998
- FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Biologia de *Agistemus floridanus* Gonzalez (Acari, Stigmaeidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 153-155, 2003.
- FREIRE, R.A.P.; MORAES, G.J. Mass production of the predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) (Acari: Laelapidae). **Systematic & Applied Acarology**, London, v. 12, n. 2, p. 117–119, 2007
- FURTADO, I.P. **Biossistemática e biologia de espécies de *Euseius* (Acari: Phytoseiidae) associada à mandioca**. 1997. 105p. Dissertação (Mestrado na área de Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

KAMBUROV, S.S. Feeding, development and reproduction of *Amblyseius largoensis* on various food substances. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 64, n. 3, p. 643-648, 1971.

LOPES, P.C.; KANNO, R.H.; MORAES, G.J. Potencial de utilização de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) para o controle do microácaro-do-tomateiro, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, **25., 2014**. Goiânia, 2014. p. 15.

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.

MEYER, J.S.; INGERSOLL, C.G.; MCDONALD, L.L.; BOYCE, M.S. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. **Ecology**, Washington, v. 67, n. 5, p. 1156-1166, 1986.

MESA, N.; BELLOTI, A. Ciclo de vida y hábitos alimenticios de *Neoseiulus anonymus*. Predador de ácaros Tetranychidae en yuca. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogota, v. 12, n. 1, p. 54-66, 1986.

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

MORAES, G.J. de; McMURTRY, J.A. & DENMARK, H.A. A catalog of the mite family Phytoseiidae: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 353p.

PALLINI FILHO, A.; MORAES, G.J. de; BUENO, V.H.P. Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Prática**, v.16, n.3, p.303-307, 1992.

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).

SOUSA, J.M.; GONDIM, M.G.C.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J.V.O. Ácaros em produtos armazenados comercializados em supermercados e feiras livres da cidade do Recife. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 303-309, 2005.

TANIGOSHI, L.K.; GRIFFITHS, H.J. A new look at biological control of citrus thrips. **Citrograph**, Los Angeles, v. 67, p. 157-158, 1982.

3 POTENCIAL DA CRIAÇÃO MASSAL DE *Amblyseius tamatavensis* COM *Thyreophagus* n. sp. (ACARI: PHYTOSEIIDAE, ACARIDAE)

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento da população do fitoseídeo *Amblyseius tamatavensis* Blommers quando alimentado com o Astigmatina *Thyreophagus* sp. em unidades de criação fechadas, sob diferentes proporções iniciais predador: presa e diferentes períodos de interação (tempo em que o predador é mantido com a presa). Cada unidade consistiu de um pote plástico de 500 ml de volume com aberturas para aeração, contendo aproximadamente 250 ml de uma mistura de vermiculita, casca de arroz e esfagno (2:2:1) esterilizados. No interior de cada unidade foram disponibilizados cerca de 80.000 espécimes (cerca de 200 mg) de *Thyreophagus* n. sp., sendo esta mesma quantidade introduzida semanalmente em cada unidade. Foram introduzidos 200 adultos de *A. tamatavensis* em oito unidades e 400 *A. tamatavensis* em outras oito unidades. Após um período de 30 dias, o número de predadores foi avaliado em quatro das unidades que receberam 200 e quatro das que receberam 400 predadores inicialmente. Trinta dias mais tarde, o número de predadores foi avaliado no restante das unidades. Este procedimento foi realizado em duas ocasiões. As unidades experimentais foram mantidas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $90 \pm 5\%$ U.R. e permanentemente no escuro. Os maiores níveis de aumento populacional do predador (37,2 e 31,4 vezes para a primeira e segunda repetição) foram obtidos nas unidades que inicialmente receberam 200 predadores, 30 dias após o início do estudo. Aos 60 dias após o início do estudo, os níveis de aumento populacional foram baixos tanto para o tratamento com populações iniciais de 200 como de 400 predadores (no máximo 3,1 vezes). Os resultados mostraram a considerável eficiência do procedimento descrito na produção de *A. tamatavensis*, podendo este ser ampliado para a produção comercial deste predador.

Palavras chave: Criação massal; Astigmatina; Phytoseiidae

Abstract

The objective of this study was to evaluate the population growth of the phytoseiid *Amblyseius tamatavensis* Blommers when fed with the Astigmatina *Thyreophagus* n. sp. in closed units under different initial proportions predator: prey and different periods of interaction (time that the predator is maintained with the prey). Each unit consisted of a 500 ml plastic pot with openings for aeration, containing approximately 250 ml of a mixture of sterilized vermiculite, rice husk and sphagnum (2:2:1). Each unit contained about 80,000 specimens (200 mg) of *Thyreophagus* n. sp.; the same amount was introduced weekly to each unit. Two hundred adults of *A. tamatavensis* were introduced into eight units and 400 were introduced into other eight units. After 30 days, the number of predators was evaluated in four units that received 200 and in four units that received 400 predators initially. Thirty days later, the number of predators was evaluated in the remaining units. This procedure was conducted twice. The experimental units were kept at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $90 \pm 5\%$ RH and permanently in the dark. The highest levels of increase in predator population (37.2 and 31.4 times for the first and second replicates) were obtained from units that initially received 200 predators, 30 days after the start of the study. Sixty days after the start of the study, the increase of the population levels were very low (maximum 3.1 times) regardless of the initial number of predators

introduced into each unit. The results showed the considerable efficiency of the procedure described for the production of *A. tamatavensis*, which may be upgraded for the commercial production of this predator.

Keywords: Rearing mass; Astigmatina; Phytoseiidae

3.1 Introdução

A produção de inimigos naturais no Brasil ainda é incipiente e grande parte do problema se deve a métodos de produção poucos eficientes ou de alto custo, o que acaba encarecendo o produto e desestimulando o uso de agentes de controle biológico nas lavouras.

Como discutido no Capítulo 1 deste documento, diversos métodos de criação têm sido desenvolvidos para a produção massal de ácaros predadores. Métodos que utilizam plantas como substrato de alimentação da fonte de alimento (presas) dos predadores são geralmente onerosos, requerendo muito espaço e estando sujeitos aos efeitos de fatores bióticos e abióticos do ambiente. Métodos que utilizam produtos armazenados como substrato de alimentação da fonte de alimento dos predadores vem sendo desenvolvidos como forma de reduzir o custo e aumentar a eficiência de produção. Dentre eles podemos citar a criação de ácaros predadores em unidades fechadas, em que ácaros do grupo Astigmatina são oferecidos como alimento aos predadores, semelhantes às descritas por Ramakers e Van Lieburg (1982), Steiner et al. (1999) e Freire e Moraes (2007). Os Astigmatina vem sendo utilizados como alimento em criações massais de predadores pelo fato de se reproduzirem de forma rápida e serem de fácil criação. No geral são criados em recipientes fechados tendo como alimento farelos de trigo, arroz, milho etc.

O ácaro predador *Amblyseius tamatavensis* Blommers pertence à família Phytoseiidae, sendo relatado em vários países tropicais. No Brasil, é uma espécie amplamente distribuída, tendo sido relatada nos estados da Bahia, Ceará, Pará, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Roraima, São Paulo, Sergipe e Tocantins (Demite *et al.*, 2014). Este predador está sendo estudado para o controle da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius), com resultados promissores (Cavalcante, 2014). Este predador pode ser criado por um processo semelhante ao método descrito por McMurtry e Scriven (1965) utilizando pólen de *Typha domingensis* Persoon (Cavalcante, 2014) ou o ácaro Astigmatina *Thyreophagus* n. sp. (Capítulo 2 deste documento) como alimento. Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento da população de *A. tamatavensis* quanto alimentado com *Thyreophagus* sp. em unidades de

criação fechadas, sob diferentes proporções iniciais predador: presa e diferentes períodos de interação (tempo em que o predador é mantido com a presa).

3.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

O ácaro utilizado como fonte de alimento, *Thyreophagus* n. sp., foi obtido de uma colônia mantida no laboratório por um processo semelhante ao descrito por Freire e Moraes (2007). Como unidade de criação foram utilizados potes plásticos cilíndricos de 500 ml (12 cm de altura x 7,5 cm de diâmetro), cada um contendo 5 orifícios de 2 cm de diâmetro em sua parte superior para ventilação, sendo estes fechados com tela de poliéster de malha 0.2 mm (Figura 1). Os ácaros predadores foram obtidos de uma colônia existente no laboratório, em unidades semelhantes às descritas por McMurtry e Scriven (1965) e alimentados com *Thyreophagus* n. sp.

As unidades experimentais utilizadas foram as mesmas descritas para a criação de *Thyreophagus* n. sp., cada uma contendo aproximadamente 250 ml de uma mistura de casca de arroz, esfagno e vermiculita, e (2:1:2) previamente esterilizados (mantidos a 70°C) durante 24 h); antes de se fazer a mistura, o esfagno e a vermiculita foram levemente umedecidos. No interior de cada unidade foram disponibilizados cerca de 80.000 espécimes (cerca de 200 mg) de *Thyreophagus* n. sp., sendo esta mesma quantidade introduzida semanalmente em cada unidade. Foram introduzidos 200 adultos de *A. tamatavensis* em oito unidades e 400 *A. tamatavensis* em outras oito unidades. Após um período de 30 dias, o número de predadores foi avaliado em quatro das unidades que receberam 200 e quatro das que receberam 400 predadores inicialmente. Trinta dias mais tarde, o número de predadores foi avaliado no restante das unidades. Este procedimento foi realizado em duas ocasiões. As unidades experimentais foram mantidas a 25±1°C, 90±5% U.R. e permanentemente no escuro; os níveis de temperatura e umidade foram medidos no interior de uma unidade de criação ao longo de todo o estudo com o uso de um termohigrômetro (ICEL, Modelo HT-4000).

Para a avaliação do número de predadores após cada período de interação, o conteúdo de cada unidade foi transferido para um funil de Berlese-Tullgren modificado, sendo aí mantido por 5 dias. Na parte basal de cada funil foi colocado um frasco de extração (50 ml)

contendo etanol 70%. Após a extração, o volume de cada frasco foi completado até 100 ml. A estimativa da quantidade de ácaros foi realizada por extrapolação, contando o número total de ácaros em dez amostras de 1 ml com o uso de câmara de Peter (usualmente empregada na contagem de nematoides), agitando-se o frasco antes da tomada de cada amostra, e multiplicando por 10 o número total de ácaros em todas as amostras.

As médias obtidas com os diferentes tratamentos foram comparadas por uma análise de variância fatorial, considerando cada repetição como um bloco. Para a normalização dos dados e m=homogeneização das variâncias, os dados foram transformados em raiz quadrada antes da análise, sendo esta feita no programa R (versão 3.1.1, 2014).

Figura 3 - Diferentes vistas das unidades utilizadas para a criação massal de *Thyreophagus* n. sp. e como unidade experimental

3.3 Resultados

Quando a avaliação foi feita aos 30 dias após o início do estudo, os maiores níveis de aumento populacional do predador nas duas repetições (37,2 e 31,4 vezes para a primeira e segunda repetição) foram obtidos nas unidades que inicialmente receberam 200 predadores (Figura 4). Níveis de aumento muito menores foram obtidos quando 400 predadores foram inicialmente introduzidos em cada unidade (9,2 e 8,1 vezes para a primeira e segunda repetição).

Quando a avaliação foi realizada 60 dias após o início do estudo, para ambas as proporções iniciais predador: presa, os níveis de crescimento populacional foram extremamente baixos nas duas repetições (no máximo 3,1 vezes).

De acordo com a análise fatorial, considerando-se conjuntamente os resultados obtidos nas avaliações feitas 30 e 60 dias após o início do trabalho, a variação do número inicial de

predadores introduzidos nas unidades de criação não influenciou o número de predadores obtidos ($F = 1,69$; $P = 0,2$). Por outro lado, considerando-se conjuntamente os resultados obtidos nas unidades inoculadas com 200 e 400 predadores, o número de predadores obtidos depois de 30 dias de interação foi significativamente maior que o número de predadores obtidos depois de 60 dias de interação ($F = 238,4$; $P < 0,05$). A interação entre estes fatores também foi significativa ($F = 44,88$; $P < 0,05$), indicando que o padrão de variação dos números de predadores obtidos nas unidades (Figura 5) é influenciado pelo número de predadores inicialmente introduzidos.

Figura 4 - Números finais do predador *Amblyseius tamatavensis* em cada unidade de criação, depois de 30 ou 60 dias, quando 200 ou 400 predadores foram introduzidos em cada unidade no início do estudo (n= 4; A: repetição 1; B: repetição 2)

Figura 5 - Padrão de variação dos números de *Amblyseius tamatavensis* obtidos nas unidades em diferentes períodos de interação, de acordo com o número de predadores inicialmente introduzidos nas unidades de criação

3.4 Discussão

O nível do aumento da população do predador nas unidades que receberam inicialmente 200 predadores, quando a avaliação foi realizada 30 dias após o início do estudo, sugere ser adequado o procedimento empregado neste estudo para a produção em larga escala de *A. tamatavensis*. No entanto, melhoras ao sistema proposto são possíveis.

No capítulo anterior, determinou-se ser de 0,190 fêmea/fêmea/dia o valor da razão intrínseca de crescimento populacional (r_m) e de 0,75 a razão sexual. Aplicando-se estes valores ao estudo aqui relatado, o número esperado de predadores ao final de 30 dias é de 23.278, quando 200 predadores foram inicialmente colocados em cada unidade de criação. Os valores máximos de predadores obtidos nas unidades experimentais em que foram inicialmente introduzidos 200 predadores (6287,5 e 7447,5 na primeira e na segunda repetição) foram muito menores que aquele valor calculado. Entretanto, o aumento encontrado neste trabalho foi semelhante aos relatados por Ramakers and van Lieburg (1982) e Freire e Moraes (2007) na produção de ácaros da família Laelapidae, quando criados em método semelhante ao aqui descrito.

A razão intrínseca de crescimento populacional pressupõe que o organismo não esteja sob o efeito de qualquer fator ambiental desfavorável (Silveira Neto et al., 1976). Isto conduz à conclusão da presença de fatores desfavoráveis ao crescimento da população de *A. tamatavensis* em todas unidades de criação. Entre estes fatores poderiam estar a competição entre os predadores por alimento, espaço, canibalismo e degradação progressiva do ambiente com o acúmulo de matéria orgânica inanimada no substrato (pela produção de excretas e fezes e pela decomposição dos ácaros predadores e presas mortas, com a consequente liberação de compostos voláteis – metano e outros) etc.

A redução da competição por alimento e espaço assim como o canibalismo poderia ser obtida de diferentes maneiras, como por exemplo diminuindo o número de predadores inicialmente introduzido nas unidades de criação, diminuindo o período de interação de predadores e presas, aumentando a quantidade do alimento oferecido ou aumentando o tamanho da unidade de criação. Para uma produção comercial deste predador, parece mais recomendável a adoção das duas últimas medidas sugeridas. A redução da taxa de degradação do ambiente poderia ser obtida com a adoção de um sistema de ventilação forçada para a remoção dos compostos voláteis. No entanto, a eliminação total dos fatores desfavoráveis é inviável em um processo de produção em larga escala, especialmente no que se refere à degradação progressiva do ambiente devido ao acúmulo de matéria orgânica inanimada.

Estudos complementares para o aprimoramento do procedimento aqui apresentado poderiam envolver principalmente a avaliação de unidades de criação maiores e providas de um sistema de ventilação forçada.

Referências

- CAVALCANTE, A.C.C. Ácaros predadores da família Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) para o controle do biótipo B da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera). 2014. P. 93. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2014.
- DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. de; MCMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C. **Phytoseiidae Database**. Disponível em: <<http://www.lea.usp.br/phytoseiidae/>>. Acesso em: 15 jun. 2014.
- FREIRE, R.A.P.; G.J. MORAES. Mass production of the predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) (Acari: Laelapidae). **Systematic & Applied Acarology**, London, v. 12, n. 2, p. 117–119, 2007
- MCMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, n. 2, p. 282-284, 1965.
- RAMAKERS, P.M.J.; VAN LIEBURG, M.J. 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 Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit**, Ghent, v. 47 n. 2, p. 541-545, 1982
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba:Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.
- STEINER, M.; GOODWIN, S.; WELLHAM, T. A simplified rearing method for *Stratiolaelaps* (= *Hypoaspis*) *miles* (Acari: Laelapidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, Brest, v. 22, p. 241-242, 1999.