



**ANA PAULA NASCIMENTO DA SILVA**

**CRIAÇÃO EM LABORATÓRIO E TABELA DE VIDA DE  
*ALLOGRAPTA EXOTICA* (DIPTERA, SYRPHIDAE)**

**LAVRAS-MG  
2018**

**ANA PAULA NASCIMENTO DA SILVA**

**CRIAÇÃO EM LABORATÓRIO E TABELA DE VIDA DE  
*ALLOGRAPTA EXOTICA* (DIPTERA, SYRPHIDAE)**

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

Dra. Mirian Nunes Morales  
Orientadora

**LAVRAS-MG  
2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da  
Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a)  
autor(a).

Silva, Ana Paula Nascimento da.

Criação em laboratório e tabela de vida de *Allograpta exotica*  
(Diptera, Syrphidae) / Ana Paula Nascimento da Silva. - 2018.  
95 p.

Orientador(a): Mirian Nunes Morales.

.  
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Afidófagos. 2. Criação artificial de insetos. 3. Moscas-das-  
flores. I. Morales, Mirian Nunes. . II. Título.

**ANA PAULA NASCIMENTO DA SILVA**

**CRIAÇÃO EM LABORATÓRIO E TABELA DE VIDA DE  
*ALLOGRAPTA EXOTICA* (DIPTERA, SYRPHIDAE)**

**LABORATORY REARING AND LIFE TABLE OF  
*ALLOGRAPTA EXOTICA* (DIPTERA, SYRPHIDAE)**

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

APROVADA em 21 de fevereiro de 2018.

Banca examinadora:

Dra. Mirian Nunes Morales (UFLA)

Dra. Maria Celeste Pérez-Bañón (Universidad de Alicante, Espanha)

Dr. Lucas Del Bianco Faria (UFLA)

**LAVRAS-MG  
2018**

*A Deus pela presença constante em minha vida, e que permitiu que tudo isso acontecesse. Aos meus pais, Roberto e Neuza, pelo amor, carinho, dedicação, incentivo e credibilidade em todos os obstáculos que tenho superado em minha vida.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa de estudos (maio/2016 a julho/2017) e pela oportunidade de vínculo com o projeto de pesquisa Pesquisador Visitante Especial, sob processo 88881.030378/2013-01 e financiador deste estudo onde foi adquirido todo o material de custeio necessário para o desenvolvimento deste trabalho. Ao CNPq pela bolsa de estudos nos últimos oito meses de curso.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia (DEN) por oportunizar grande aprendizado, e pela oportunidade para a realização do mestrado.

À minha orientadora Dra. Mírian Nunes Morales pelo convívio, pelo apoio, pela compreensão, que com sabedoria soube dirigir-me os passos e os pensamentos para o alcance de meus objetivos.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Entomologia da UFLA, que colaboraram para minha formação acadêmica e profissional.

Aos membros da banca de dissertação, Dra. Maria Celeste Pérez-Bañón, Dr. Lucas Del Bianco Faria, pelas contribuições que enriqueceram este trabalho.

Aos técnicos dos laboratórios de Entomologia, Elaine, Andréa, Luciano e Raul que sempre me apoiaram na condução dos experimentos.

Às secretárias Isabel e Lisiane, que sempre foram atenciosas às minhas solicitações.

Aos responsáveis pela Fazenda Palmital por disponibilizar a área de estudo.

À Dra. Celeste Pérez-Bañón pela disponibilidade e auxílio na metodologia das tabelas de vida. Ao Dr. Santo Rojo por compartilhar seu conhecimento e experiência durante todas as fases experimentais deste trabalho.

À minha parceira de laboratório Anna Mara, pelo incentivo e constante ajuda durante a realização deste trabalho.

Ao Dr. Carlos Eduardo Bezerra Souza pela amizade, ensinamentos e incentivo.

À minha irmã Bruna, que por mais difícil que fossem as circunstâncias, sempre teve paciência e confiança.

A todos os meus amigos que, de perto ou de longe, sempre me apoiaram, aconselharam e acolheram com muito carinho.

A todos os amigos de curso, pelos momentos de companheirismo e aprendizado.

Enfim, aos meus familiares e todos aqueles que de alguma forma doaram um pouco de si para que a conclusão deste trabalho se tornasse possível.

## RESUMO GERAL

As moscas das flores (Diptera: Syrphidae) são consideradas uma das famílias com maior riqueza de espécies, apresentando alta diversidade biológica. Possui 202 gêneros válidos, dos quais 60 ocorrem na Região Neotropical. Enquanto adultos, a maioria é visitante floral e pode desempenhar importante papel na polinização. As larvas, por outro lado, possuem habitats e hábitos alimentares bastante variados, sendo principalmente predadoras, saprófagas, fitófagas e mirmecófilas, tornando úteis como indicadores ecológicos da qualidade do meio ambiente. A espécie *Allograpta exotica* (Wiedemann, 1830) tem ampla distribuição geográfica e é um inimigo natural importante de pragas agrícolas, especialmente de afídeos, em várias culturas de importância econômica. Apesar do potencial de *A. exotica* como agente de controle biológico de pulgões os estudos sobre a biologia desta espécie são muito limitados. Realizou-se este trabalho com os objetivos de verificar a possibilidade de manutenção de colônias (e consequente obtenção de gerações) de *A. exotica* em laboratório sem oferta de flores como parte da dieta das colônias; e elaborar uma tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento (*Age-stage, Two-sex life table*) de *A. exotica*, afim de estimar as taxas de natalidade, mortalidade, esperança de vida e fecundidade da espécie. O experimento foi conduzido em câmara climatizada ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e fotofase de 14 horas) e seguindo os protocolos pré-estabelecidos no laboratório de criação de Syrphidae do Programa de Pós-graduação em Entomologia da UFLA. Foram obtidas pelo menos seis gerações de *A. exotica* em laboratório, não sendo possível eliminar as flores como recurso alimentar para a manutenção de colônias dessa espécie. A tabela de vida de *A. exotica* foi determinada usando o afídeo *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera, Aphididae) como presa. A duração média do desenvolvimento foi de 2,0; 7,36 e 6 dias para ovo, larva e pupa, respectivamente, e 15,08 dias desde o ovo até a emergência dos adultos. A taxa de sobrevivência específica da idade foi determinada e a maior mortalidade ocorreu na fase larval, seguida da fase de pupa. A fecundidade média da população das fêmeas obtida no presente estudo foi de 221,07 ovos por fêmea, sendo que elas precisam de 10,1 dias em média para a maturação do sistema reprodutivo. Portanto, com os resultados obtidos, torna-se necessário aprimorar as técnicas de criação de *A. exotica* em laboratório, para compreender a dinâmica populacional de forma adequada para fins aplicados.

**Palavras-chave:** afidófagos, criação artificial de insetos, moscas-das-flores, sirfídeos predadores, tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento.

## GENERAL ABSTRACT

The flower flies (Diptera: Syrphidae) are considered a species-rich family, presenting high biological diversity. There are 202 valid genera, of which 60 occur in the Neotropical Region. Most adults are flower visitors and can perform important pollinators. On the other hand, larvae present different feeding habits and habitats, being predominantly predators, saprophagous, phytophagous and mycophagous, being potentially good bioindicators. The species *Allograpta exotica* (Wiedemann, 1830) has a wide geographic distribution, being an important natural enemy of agricultural pests in several economically important crops, especially aphids. Despite the potential of *A. exotica* as biological control agent for aphids, studies on the biology of this species are very limited. This work aimed to verify the possibility of maintaining colonies (and consequent generations) of *A. exotica* in laboratory without supplying flowers as part of the diet of the colonies; and elaborate age-stage, two-sex life table for *A. exotica* to estimate the birth, mortality, life expectancy, and fecundity rates of this species. The experiment was carried out in rearing chamber ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  RH and photophase of 14 hours) and following the pre-established protocols in the laboratory of Syrphidae rearing of the Graduation Program in Entomology of the UFLA. At least six generations of *A. exotica* were obtained in laboratory and it was not possible to eliminate flowers as a food resource for the maintenance of colonies of this species. The life table of *A. exotica* was determined using the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera, Aphididae) as prey. The average developmental time was 2.0; 7.36 and 6 days for eggs, larvae and pupae, respectively, and 15.08 days from egg to adult emergence. The age specific survival rate was determined and the highest mortality occurred in the larval stage, followed by the pupal stage. The average fecundity of the females obtained was 221.07 eggs per female, and requiring an average of 10.1 days for maturation of the reproductive system. Therefore, with the results obtained, it is necessary to improve the rearing techniques of *A. exotica* in laboratory to properly understand the population dynamics for applied purposes.

**Keywords:** Age-stage Two-sex life table, aphidophagous, artificial rearing of insects, flower flies, predatory syrphids.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 Gaiolas para a criação de *Allograpta exotica*, dispostas em prateleiras metálicas em sala de criação..... 42
- Figura 1.2 A. Ramalhetes de flores-de-mel (*Lobularia maritima*), mantidos em erlenmeyer de 125 mL; B. Algodão umedecido com água; C. Solução de mel a 10% (diluído em água destilada); D. Pólen desidratado e macerado (0,80 g). ..... 44
- Figura 1.3 Processo de criação das larvas. (A) Substrato de oviposição; (B) Eclosão das larvas; (C) Substrato de alimentação das larvas; (D) Gaiolas para criação dos adultos; (E) Pupas individualizadas; (F) Manutenção de ovos e larvas em B.O.D..... 46
- Figura 1.4 Duração em dias da colônia da população inicial de *Allograpta exotica*; quantidade de ovos colocados por dia; porcentagem da viabilidade dos ovos no Tratamento I; e quantidade de larvas eclodidas por dia. .... 49
- Figura 1.5 Duração em dias da colônia da população inicial de *Allograpta exotica*; quantidade de ovos colocados por dia; porcentagem da viabilidade dos ovos no Tratamento III; e quantidade de larvas eclodidas por dia..... 49
- Figura 1.6 Duração em dias da colônia da população inicial de *Allograpta exotica*; quantidade de ovos colocados por dia; porcentagem da viabilidade dos ovos no Tratamento IV; e quantidade de larvas eclodidas por dia. .... 50
- Figura 2.1 Gráfico da taxa de sobrevivência por idade e fase de desenvolvimento ( $S_{xj}$ ) de *Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR. .... 78
- Figura 2.2 Gráfico da distribuição da mortalidade por idade e fase de desenvolvimento ( $P_{xj}$ ) de *Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR ..... 79
- Figura 2.3 Gráfico da taxa de sobrevivência por idade ( $l_x$ ), fecundidade por fase de desenvolvimento ( $fx4$ ), fecundidade por idade ( $m_x$ ) e maternidade por idade ( $l_xm_x$ ) de

*Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR..... 81

Figura 2.4 Gráfico da esperança de vida por idade e fase de desenvolvimento ( $ex_j$ ) de *Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR..... 82

Figura 2.5 Gráfico do valor reprodutivo por idade e fase de desenvolvimento ( $vx_j$ ) de *Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR..... 83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Longevidade da colônia, total de ovos, viabilidade de ovos e total de larvas de <i>Allograpta exotica</i> para cada geração obtida por meio do Tratamento I. (F: geração; * indica que a colônia foi iniciada com número inferior a 25 casais (15♂ 16♀)).	47
Tabela 2.1 Tempo de desenvolvimento, longevidade em dias e duração média das diferentes fases do ciclo de vida de <i>Allograpta exotica</i> .	77
Tabela 2.2 Parâmetros reprodutivos das fêmeas de <i>Allograpta exotica</i> alimentada com <i>Myzus persicae</i> a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR.	80
Tabela 2.3 Parâmetros populacionais de <i>Allograpta exotica</i> alimentada com <i>Myzus persicae</i> a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR.	82

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	A Família Syrphidae.....	17
2.2	Sirfídeos predadores .....	18
2.3	O gênero <i>Allograpta</i> Osten Sacken, 1875 .....	19
2.4	Criação de sirfídeos predadores em laboratório .....	21
2.5	Tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento .....	22
3.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
	CAPÍTULO 1 .....	36
	CRIAÇÃO DE <i>ALLOGRAPTA EXOTICA</i> (WIEDEMANN) (DIPTERA, SYRPHIDAE) EM LABORATÓRIO .....	36
	RESUMO .....	37
	ABSTRACT .....	38
1.	INTRODUÇÃO.....	39
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	41
2.1	Estabelecimento da população inicial de <i>A. exotica</i> .....	41
2.2	Recursos alimentares oferecidos aos adultos de <i>A. exotica</i> .....	42
2.3	Manutenção das colônias.....	45
3.	RESULTADOS .....	47
4	DISCUSSÃO.....	51
5	CONCLUSÕES.....	54
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
	ANEXO A .....	60
	ANEXO B .....	63
	CAPÍTULO 2 .....	66
	TABELA DE VIDA PARA DOIS SEXOS POR IDADE E FASE DE DESENVOLVIMENTO DE <i>ALLOGRAPTA EXOTICA</i> (WIEDEMANN) (DIPTERA, SYRPHIDAE) .....	66
	RESUMO .....	67
	ABSTRACT .....	68
1	INTRODUÇÃO.....	69
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	71
2.1	Estudo da tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento de <i>A. exotica</i> .....	71
3.	RESULTADOS .....	77
3.1	Ciclo biológico e tabela de vida .....	77
3.2	Fecundidade.....	80
3.3	Parâmetros populacionais .....	81
3.4	Esperança de vida e valor reprodutivo .....	82

4	DISCUSSÃO.....	84
5	CONCLUSÕES.....	90
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	91
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	93

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Entre os Diptera, Syrphidae é uma das famílias com maior número de espécies, apresentando mais de 6000 espécies reconhecidas, distribuídas em 202 gêneros de ocorrência mundial. Além disso, é um grupo bastante diverso, incluindo numerosos estilos de vida e adaptações.

Os sirfídeos são popularmente conhecidos por “moscas das flores”, pois a maioria dos adultos alimenta-se de recursos florais. Por consequência da visitaçào floral, podem desempenhar importante papel na polinizaçào. Diferentemente dos adultos, as larvas de Syrphidae apresentam diferentes hábitos alimentares, podendo ser predadoras de diversos outros insetos, principalmente espécies de Hemiptera, além da mimercofilia; saprófagas; fitófagas; e parasitoides. Devido às diferenças de hábitos alimentares entre larvas e adultos, os Syrphidae são um grupo de insetos de importância dupla nos ecossistemas.

A maioria das espécies de Syrphidae predadoras está alocada na subfamília Syrphinae, e suas presas mais comuns são espécies de Hemiptera, principalmente de Aphidoidea. Por conseguinte, diversas espécies de Syrphinae podem ser importantes no controle biológico de pragas, pois as larvas predadoras de afídeos são vorazes e consomem cerca de 1000 espécimes durante todo o período de seu desenvolvimento (SCHNEIDER, 1969; TENHUMBERG, 1995). Estima-se que a importância dos sirfídeos como predadores seja igualmente proporcional à importância de parasitoides, fungos entomopatogênicos, coccinélídeos e crisopídeos.

Entre os gêneros de Syrphinae Neotropicais que possuem larvas predadoras, *Allograpta* possui 106 espécies descritas, com distribuição mundial, exceto nos extremos norte e sul e na maior parte da região Paleártica. Mais de 50% da diversidade de espécies de *Allograpta* se encontra na Região Neotropical. Embora a maioria das espécies seja predadora, há registros de pelo menos três espécies fitófagas (WENG; ROTHERAY, 2008; VAN ZUIJEN; NISHIDA, 2010).

Uma das espécies mais comuns do gênero no Brasil é *Allograpta exotica* (Wiedemann, 1830), que tem distribuição desde do sul da Região Neártica até o sul da Região Neotropical (THOMPSON, 2013). Quanto a suas presas, há registros de pelo menos 19 espécies de Aphididae (Hemiptera), com a maioria destes registros provenientes da América do Sul e de afídeos associados principalmente a hortaliças, cereais e árvores frutíferas.

No Brasil, poucos estudos têm sido realizados quanto à atividade predadora de espécies de Syrphidae. Além disso, alguns estudos indicam a importância de diversas espécies de Syrphidae para o controle biológico de pragas baseados apenas no estudo dos adultos, sem levar em consideração a fase que realmente atua na predação, ou seja, as larvas.

Atualmente há uma grande preocupação sobre os efeitos negativos dos inseticidas químicos sobre o ambiente, proporcionando um grande incentivo no desenvolvimento de métodos alternativos de controle de pragas para proteção de culturas, principalmente em um momento que se discute muito a produção integrada rumo a uma agricultura sustentável (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003).

Nesse sentido, técnicas de controle biológico têm sido crescentemente aplicadas para favorecimento da restauração da biodiversidade funcional nos agroecossistemas como uma tática de manejo integrado de pragas. Para que os inimigos naturais possam ser usados efetivamente como agentes de controle biológico, é importante obter informações sobre sua biologia e interação com o herbívoro alvo.

Dentre as vantagens de se utilizar os sirfídeos no controle biológico de pragas, estão a voracidade e a maneira como conseguem capturar os indivíduos menores de uma colônia de afídeos, sem serem notados com sua movimentação. Os sirfídeos predadores apresentam uma grande riqueza de espécies e uma diversidade de presas notável, além de poucas espécies serem estritamente especialistas. Assim, representam um potencial de controle de diferentes espécies de pragas e em uma grande variedade de plantas cultivadas.

O grupo de pesquisa do Laboratório de Estudos em Biologia e Sistemática de Syrphidae, do Programa de Pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal de Lavras, vem desenvolvendo estudos sobre sirfídeos predadores durante os últimos três anos e identificaram que *A. exotica* está entre as espécies mais promissoras para um possível uso no controle biológico de afídeos no Brasil.

É evidente o valor dos sirfídeos predadores como agentes de controle biológico de diversas pragas com importância agrícola, especialmente de diversas espécies de hemípteros. Contudo para que se possam conduzir estudos mais acurados é indispensável a obtenção do maior número de dados possíveis sobre o ciclo biológico, diversidade, ecologia e taxonomia dos Syrphidae associados a culturas agrícolas. Neste contexto, torna-se necessário o estabelecimento de técnicas de criação de *A. exotica* em laboratório com intuito de facilitar o conhecimento dos atributos inerentes à estrutura da

população, por meio do estudo de tabelas de vida por idade e fase de desenvolvimento para ambos os sexos. Uma vantagem axiomática do uso de tabelas de vida em um programa de criação artificial de artrópodes é que a informação obtida permite uma análise da história de vida completa, favorecendo a possibilidade de controlar a estrutura da população. Os resultados de tais estudos facilitarão a construção de bases adequadas a um futuro estabelecimento de protocolos para criação massal para fins aplicados.

Dado o exposto, este trabalho teve como objetivos 1) verificar a possibilidade de manutenção de colônias (e conseqüente obtenção de gerações) de *A. exotica* em laboratório sem oferta de flores como parte da dieta das colônias; 2) elaborar uma tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento (*Age-stage, Two-sex life table*) de *A. exotica*, afim de estimar as taxas de natalidade, mortalidade, esperança de vida e fecundidade da espécie.

Esta dissertação está dividida em dois capítulos. No Capítulo 1 foi abordada a metodologia de criação de *A. exotica* em laboratório, relativa ao primeiro objetivo deste estudo e consiste em uma avaliação descritiva dos resultados. No Capítulo 2, por conseguinte, foi apresentado o estudo da tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento da espécie em questão. A revisão de literatura do assunto de cada capítulo foi apresentada no “Referencial Teórico”, em seqüência à “Introdução Geral”. Assim, cada capítulo foi iniciado com uma introdução específica ao estudo desenvolvido e seu respectivo resumo.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A Família Syrphidae

Syrphidae é uma das famílias de dípteros com maior abundância e riqueza de espécies, apresentando distribuição em todas as regiões biogeográficas, exceto na Antártida e em algumas ilhas oceânicas remotas (THOMPSON; ROTHERAY; ZUMBADO, 2010). Suas espécies estão presentes em uma grande variedade de habitats, alcançando diversos estilos de vida e adaptações (GILBERT et al., 1994; THOMPSON, 1999). São reconhecidos 202 gêneros, com mais de 6.000 espécies descritas (THOMPSON; ROTHERAY; ZUMBADO, 2010), classificados em quatro subfamílias: Microdontinae, Eristalinae, Syrphinae e Pipizinae (MENGUAL; STÅHLS; ROJO, 2015).

O comprimento dos adultos varia entre 4 mm e 25 mm; a coloração inclui diferentes tonalidades, principalmente tons amarelos e pretos, além de tons iridescentes, e com diferenciados padrões de máculas no tórax e no abdômen (THOMPSON; ROTHERAY, 1998). Devido os seus padrões de coloração, forma e comportamentos de voo, diversas espécies são excelentes mimicos de alguns de Hymenoptera, (GILBERT, 2005); como por exemplo, na região Neotropical, diversas espécies de Microdontinae são miméticos de abelhas sem ferrão (Apidae, Apinae, Meliponini) (REEMER, 2013).

Como a maioria dos adultos de Syrphidae são visitantes florais, são considerados importantes polinizadores potenciais (THOMPSON; ROTHERAY, 1998). São popularmente conhecidos por “moscas das flores” (GILBERT et al., 1985) (*flower flies* ou *hoverflies* na língua inglesa). Alimentam-se de néctar como fonte de energia e de pólen como fonte de proteína para a produção de gametas (GILBERT, 1981; GILBERT et al., 1985; CHAMBERS, 1988). O consumo destes recursos proporciona o fornecimento de nutrientes (açúcares e lipídeos) e proteínas (PINHEIRO et al., 2013) importantes na elevação da taxa de sobrevivência, desenvolvimento e reprodução (LAUBERTIE; WRATTEN; HEMPTINNE, 2012).

Em relação às preferências florais dos sirfídeos, algumas espécies podem ser generalistas, enquanto outras especialistas (HASLETT, 1989a), visto que a atratividade floral também é influenciada por alguns fatores como arquitetura floral, acessibilidade de néctar e pólen (COLLEY; LUNA, 2000; RIJN; WÄCKERS; CADOTTE, 2016; ANNA et al., 2017) e cor (DAY et al., 2015). Além disso, a quantidade de recursos florais

consumida pode ser diferente entre os sexos. As fêmeas, usualmente, consomem mais pólen, pois necessitam investir em reservas consideráveis de energia para a produção de ovos (HASLETT, 1989b).

Por outro lado, as formas imaturas possuem uma notável variedade morfológica e ocupam uma grande variedade de nichos, sendo principalmente predadoras (GILBERT et al., 1994; ROJO et al., 2003; MENGUAL; STÅHLS; ROJO, 2008), saprófagas (LARDÉ, 1990; PÉREZ-BAÑÓN et al., 2003; MORALES; WOLFF, 2010), fitófagas (NISHIDA; ROTHERAY; THOMPSON, 2002; WENG; ROTHERAY, 2008; REEMER; ROTHERAY, 2009) e mirmecófilas (DUFFIELD, 1981; SCHÖNROGGE et al., 2002). As larvas de Syrphidae são facilmente distinguidas através do processo respiratório posterior ser fusionado na maioria das espécies no terceiro instar (ROTHERAY, 1993).

Syrphidae forma um grupo de insetos de importância dupla nos ecossistemas (GHAHARI et al., 2008). As larvas de diversas espécies são importantes inimigos naturais de artrópodes herbívoros e os adultos são visitantes florais de muitas lavouras e plantas nativas, estima-se que sua importância como predadores é igualmente proporcional à importância de parasitoides, fungos patogênicos, coccinélidos e crisopídeos (ANKERSMIT et al., 1986). Nesse sentido, a variedade de nichos ecológicos e a ampla distribuição e abundância de muitas espécies os tornam bioindicadores ideais da qualidade ambiental dos ecossistemas ao redor do mundo (SOMMAGGIO, 1999; SCHWEIGER et al., 2007).

## 2.2 Sirfídeos predadores

Dentro da subfamília Syrphinae, está grande parte das larvas de Syrphidae que tem o hábito predador. A maioria das espécies dessa subfamília pertence aos gêneros *Allograpta* Osten-Sacken, 1875; *Ocyptamus* Macquart, 1834 e *Toxomerus* Macquart, 1855 (VOCKEROTH, 1969), e estão alocadas na região Neotropical. Os afídeos (Aphidoidea) são as principais presas das larvas de Syrphinae, além de outros grupos, como hemípteros (Fulgoroidea, Cercopoidea, Cicadelloidea, Aleyrodoidea e Coccoidea) (THOMPSON, 1982), tripes, ácaros, larvas de alguns himenópteros e coleópteros, entre outros (ROJO et al., 2003).

As fêmeas tem capacidade de identificar fatores favoráveis para o local de postura, como por exemplo, as espécies de afídeos que estão no local (SADEGHI;

GILBERT, 2000a); as espécies de plantas, relacionado à presença de metabólitos tóxicos (VANHAELEN et al., 2001); o tamanho da colônia de afídeos, com relação assintótica entre o número de ovos depositados e o número de afídeos (CHANDLER, 1968); a presença de *honeydew*, atuando como estímulo (BARGEN; SAUDHOF; POEHLING, 1998), e a presença de ovos coespecíficos (SCHOLZ; POEHLING, 2000). Nesse sentido, as larvas que são predadoras de afídeos se movem a pequenas distâncias, para que os ovos depositados fiquem próximos as colônias de afídeos, condicionando o êxito da progênie (SADEGHI; GILBERT, 2000a).

Durante o desenvolvimento dessas larvas (aproximadamente 10 dias), elas consomem até 1000 afídeos (SCHNEIDER, 1969; TENHUMBERG, 1995). Devido a voracidade dessas larvas, elas se tornam efetivas como agentes no controle biológico de hemípteros-praga (VAN EMDEN, 1963; CHAMBERS; ADAMS, 1986). Estudos já foram realizados quanto à atividade predadora dos Syrphinae em cultivos de importância econômica, entre eles estão, o trigo (NIEHOFF; POEHLING, 1995; FREIER et al., 2007), alface (MORALES et al., 2006; PASCUAL-VILLALOBOS et al., 2006; SMITH; CHANEY, 2007), brócolis (AMBROSINO; JEPSON; LUNA, 2007), maçã (MIÑARRO; HEMPTINNE; DAPENA, 2005) e pêssego (AUAD et al., 1997).

No município de Lavras, MG, experimentos já foram realizados envolvendo culturas de importância econômica. Auad e Trevizani (2005) utilizaram-se culturas de citros, couve, pepino, trigo, batata, e em Mendes et al. (2000) utilizou-se alfafa. Ambos os trabalhos indicaram a correlação positiva entre a população de Syrphinae adultos e de afídeos-praga de tais culturas. Recentemente, foram realizados dois levantamentos de sirfídeos imaturos, um em cultivo familiar de couve, onde foram identificadas 10 espécies de Syrphidae (SILVA, 2016), e outro em uma fazenda experimental da Universidade Federal de Lavras, onde foram identificadas 8 espécies de Syrphidae (RAGI, 2017).

### 2.3 O gênero *Allograpta* Osten Sacken, 1875

*Allograpta* está distribuído em quase todas as regiões biogeográficas, exceto nos extremos norte e sul e na maior parte da região Paleártica (VOCKEROTH, 1969). Há registros na literatura de 106 espécies descritas, sendo que maior diversidade de espécies de *Allograpta* se encontra na região Neotropical. As larvas de muitas espécies são predadoras, principalmente de hemípteros-praga, no entanto, existem espécies

fitófagas: *A. centropogonis* Nishida, 2002 minadora de folhas; *Allograpta zumbadoi* Thompson, 2000, minadora/brocadora (VAN ZUIJEN; NISHIDA, 2010); *A. micrura* Osten-Sacken, 1877, polínivora (WENG; ROTHERAY, 2008).

Entre as espécies *Allograpta*, *A. exotica* (Wiedemann, 1830), que é o táxon alvo deste estudo, tem uma ampla distribuição geográfica. A espécie é nativa da Região Neotropical, porém, ocorre desde do sul da Região Neártica, incluindo o Havaí, onde foi introduzida (FLUKE JR., 1942; THOMPSON, 2013). Os adultos dessa espécie têm uma coloração preta com manchas amarelas, face e escutelo amarelo. As larvas apresentam uma coloração verde com manchas longitudinais brancas paralelas na área dorsal (SÁNCHEZ, 2012).

*Allograpta exotica* é um inimigo natural importante de pragas agrícolas em várias culturas de importância econômica. Vale salientar que, a partir dos estudos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal de Lavras, Silva (2016) e Ragi (2017) identificaram *A. exotica* como a espécie mais abundante em cultivos orgânicos de couve.

Quanto a suas presas, há registros na literatura de pelo menos 20 espécies de Aphididae (Hemiptera) das quais se alimenta (veja ROJO et al., 2003 para revisão; RESENDE et al., 2007; ARCAYA et al., 2017); grande parte desses registros vem da América do Sul, com afídeos associados especialmente a hortaliças, cereais e árvores frutíferas (ROJO et al., 2003).

Apesar do potencial de *A. exotica* como agente de controle biológico de pulgões, os estudos sobre a biologia desta espécie são muito limitados. A partir destes poucos estudos, conhece-se aspectos morfológicos das fases de desenvolvimento de *A. exotica* a partir da obtenção de larvas advindas do campo e alimentadas com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (CEVALLOS, 1973); a capacidade de ingestão de *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) em condições de laboratório (SALTO et al., 1994); alguns aspectos sobre o ataque de parasitoides, predadores e fungos entomopatogênicos à espécie (GRECO, 1998); algumas observações de biologia geral a partir do desenvolvimento de posturas de fêmeas grávidas advindas do campo (CASTRO; ARAYA, 2012); e mais recentemente o estudo da tabela de vida e taxas de predação de *A. exotica* alimentada com *Aphis craccivora* Koch, 1854 (ARCAYA et al., 2017). Em relação aos estudos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Entomologia,

## 2.4 Criação de sirfídeos predadores em laboratório

É relevante salientar que a comunidade científica tem constantemente ressaltado a importância dos sirfídeos como inimigos naturais de pragas agrícolas (*e.g.* WHITE et al., 1995; HICKMAN; WRATTEN, 1996; FRANK, 1999; LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000; SUTHERLAND; SULLIVAN; POPPY, 2001; FITZGERALD; SOLOMON, 2004; PONTIN et al., 2006; BUGG et al., 2008; ECKBERG et al., 2015), contudo, existe uma lacuna enorme no que diz respeito à real aplicabilidade destes organismos ao controle biológico, especialmente na região Neotropical.

Nesse sentido, é essencial compreender a dinâmica populacional das espécies praga e inimigos naturais antes da implementação de um programa efetivo de controle integrado de pragas (CIVIDANES; MATHIAS; SANTOS, 2003; FERNANDES et al., 2013), bem como para metodologias de criação artificial (PORTILLA et al., 2014).

O primeiro estudo propondo uma metodologia de criação de sirfídeos predadores em laboratório foi publicado por Frazer (1972). O autor estabeleceu como fatores abióticos favoráveis à criação a temperatura de  $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , 70 a 80% de umidade relativa e o fotoperíodo mantido em 16:8 (L/E); e utilizou como recursos alimentares aos adultos: pólen desidratado de *Corylus* sp. (avelã), água e açúcar em cubos. Como substrato de oviposição foram ofertadas plantas de *Vicia faba* L. (fava) infestadas com *Aphis fabae* Scopoli, 1763. Para alimentação das larvas foram oferecidos afídeos da espécie *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776), também em plantas de fava. Posteriormente a este, outros estudos foram realizados incluindo adaptações e/ou metodologias similares à apresentada por Frazer (1972) com o intuito de obter colônias para estudos de biologia e/ou comportamento, e não para manutenção de colônias longevas. Tais trabalhos utilizaram-se de diferentes combinações de pólen desidratado (coletados por abelhas ou retirados diretamente das flores), água, açúcar e/ou solução de mel na alimentação dos adultos (*e.g.* GAUDCHAU, 1982; SINGH; MISHRA, 1988; AMORÓS-JIMÉNEZ et al., 2012; ARCAYA et al., 2017; BELLEFEUILLE; FOURNIER; LUCAS, 2017). Com exceção de Arcaya et al. (2017), que avaliou *A. exotica*, os trabalhos anteriormente citados utilizaram sirfídeos de distribuição Neártica e Paleártica, incluindo espécies de *Episyrphus* Matsumura & Adachi, 1917, *Eupeodes* Osten Sacken, 1877, *Ischiodon* Sack, 1913, *Metasyrphus* Matsumura, 1917, *Scaeva* Fabricius, 1805, *Sphaerophoria* Lepeletier & Serville, 1828, *Syrphus*, Fabricius, 1775.

No estudo de Arcaya et al. (2017), os autores ofereceram como recursos

alimentares aos adultos de *A. exotica* uma solução de mel a 50%, água destilada e um buquê de flores de *Tridax procumbens* L., e para o substrato de oviposição uma planta de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. var. Tuy (feijão-fradinho) infestado com afídeos da espécie *Aphis craccivora* Koch, 1854, obtendo a sobrevivência necessária para alcançar os objetivos propostos.

Dado o exposto, fica evidente que pouco se conhece sobre a possibilidade de manutenção de colônias de espécies de Syrphidae predadoras. Dentre estas, apenas *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776) está disponível comercialmente, a qual é particularmente abundante e eficiente no centro e norte europeus (TENHUMBERG, 1995; FREIER et al., 2007; VAN LENTEREN, 2012).

## 2.5 Tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento

O conceito de tabela de vida existe há mais de 300 anos (GRAUNT, 1662), contudo, o primeiro estudo sobre tabelas de vida relacionadas a artrópodes foi publicado em 1954 (MORRIS; MILLER, 1954). A partir daquela data, diversos estudos foram realizados empregando-se tabelas de vida aos estudos biológicos e populacionais de diversas espécies de inseto (*e.g.* VARLEY; GRANDWELL, 1963; PODOLER; ROGERS, 1975; GEUSEN-PFISTER, 1987; BELLOWS; VAN DRIESCHE; ELKINTON, 1992; CHI; SU, 2006; NIELSEN; HAMILTON; MATADHA, 2008; PETERSON et al., 2009; ALASADY et al., 2010; SEMEÃO et al., 2012; YU; CHI; CHEN, 2013; JAFARBEIGI et al., 2014).

As tabelas de vida constituem uma ferramenta extremamente útil aos estudos de biologia em geral, fornecendo uma descrição completa da sobrevivência, desenvolvimento, fecundidade diária e total das fêmeas, diferenciação de estágio e reprodução de uma população (CHI, 1988; WITTMAYER; COUDRON, 2001). Tradicionalmente, as médias dos parâmetros avaliados eram empregadas nas análises de tabela de vida para obtenção de taxas de sobrevivência e fecundidade por idade e fase de desenvolvimento por meio de análises de matrizes de Lewis (LEWIS; LIPKIN, 1942), de matrizes de Leslie (LESLIE, 1945) ou pelo método de Birch (BIRCH, 1948).

Embora a ampla utilização das análises supracitadas (*e.g.* LAING, 1969; SHIH; POE; CROMROY, 1976; CAVE; GUTIERREZ, 1983; VARGAS; MIYASHITA; NISHIDA, 1984; CAREY; VARGAS, 1985), tais metodologias resultam em

observações errôneas, pois as três análises têm a premissa de que todos os indivíduos apresentam a mesma taxa de desenvolvimento, fato que não condiz com a realidade (CHI, 1988).

Visto tal problemática, a teoria de tabelas de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento (*Age-stage, two-sex life table*) foi postulada em 1985 (CHI; LIU, 1985) e em sua metodologia foram incorporadas taxas de desenvolvimento variáveis entre os diferentes indivíduos (CHI, 1988). Este método difere dos daqueles prévios ao incluir observações relacionadas a machos e fêmeas nas análises, visto que a taxa de desenvolvimento pode variar entre os sexos, assim como sua susceptibilidade frente a elementos bióticos e/ou abióticos (ISTOCK, 1981; CHI; LIU, 1985; CAREY; LIEDO, 1995). Além disso, os modelos prévios podem apresentar outra problemática associada ao fato de se descartar ou se assumir como “fêmeas” aqueles indivíduos que morrem antes de alcançarem a fase adulta, ou, ainda, de se assumir que todas as fêmeas emergem no mesmo dia, falseando os valores de fecundidade.

O modelo teórico de Chi e Liu (1985) leva em consideração as variações nas taxas de desenvolvimento integradas sequencialmente para a totalidade de indivíduos, expressados na forma de distribuição em fases de desenvolvimento. Deste modo, soluciona-se o erro de não se considerar as diferenças morfológicas, fisiológicas ou comportamentais das diferentes fases de desenvolvimento de uma espécie, que resulta a premissas errôneas na aplicabilidade dos resultados em métodos de criação artificial e controle biológico, por exemplo. Ademais, permite estimar a taxa de sobrevivência por idade de fase de desenvolvimento ( $s_{xj}$ ), levando-se em consideração a probabilidade de crescimento ao longo do tempo ( $g_{xj}$ ) e de desenvolvimento entre fases ( $dx_j$ ) para cada indivíduo, resultando em gráficos compostos por curvas referentes a cada fase e não apenas por uma única curva referente à população de fêmeas. Inclusive, variações do desenvolvimento “pré-adulto” (e.g. ovo, larva, pupa) são precisamente refletidas nas curvas de sobrevivência e fecundidade (CHI, 1988).

Portanto, a metodologia da tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento é uma técnica mais eficaz para estudos biológicos, pois anula as imperfeições supracitadas para os modelos prévios, permite estimar uma enorme variedade de parâmetros demográficos, assim como parâmetros estatísticos vitais para ambos os sexos e às diferentes fases de desenvolvimento do ciclo biológico de uma espécie, resultando em dados mais precisos e significativos (YU-BING; HSIN, 2011).

No que diz respeito ao emprego desta metodologia em estudos sobre o ciclo

biológico de Syrphidae, sabe-se apenas de dois estudos: 1) uma dissertação de mestrado incluindo uma espécie de sirfídeo saprófago (*Eristalinus aeneus* (Scopoli, 1763) (CAMPOY-POMARES, 2014); 2) um estudo sobre o ciclo de vida de *Allograpta exotica* alimentada com *Aphis craccivora* na Venezuela (ARCAYA et al., 2017), contudo, neste último não se estimaram as taxas de fertilidade para a espécie.



### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALASADY, M. A. A.; OMAR, D. B.; IBRAHIM, Y. B.; IBRAHIM, R. B. Life table of the green lacewing *Apertochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) reared on rice moth *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae). **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 12, n. 2, p. 266–270, 2010.

AMBROSINO, M. D.; JEPSON, P. C.; LUNA, J. M. Hoverfly oviposition response to aphids in broccoli fields. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 122, n. 2, p. 99–107, 2007.

AMORÓS-JIMÉNEZ, R.; PINEDA, A.; FERERES, A.; MARCOS-GARCÍA, M. Á. Prey availability and abiotic requirements of immature stages of the aphid predator *Sphaerophoria rueppellii*. **Biological Control**, v. 63, n. 1, p. 17–24, 2012.

ANKERSMIT, G. W.; DIJKMAN, H.; KEUNING, N. J.; MERTENS, H.; SINS, A.; TACOMA, H. M. *Episyrphus balteatus* as a predator of the aphid *Sitobion avenae* on winter wheat. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 42, n. 3, p. 271–277, 1986.

ANNA, V.; ELIŠKA, P.; MICHAEL, B.; XIMO, M.; PETRA, J.; ŠTĚPÁN, J. The nectar spur is not only a simple specialization for long-proboscid pollinators. **New Phytologist**, v. 215, n. 4, p. 1574–1581, 2017.

ARCAYA, E.; PÉREZ-BAÑÓN, C.; MENGUAL, X.; ZUBCOFF-VALLEJO, J. J.; ROJO, S. Life table and predation rates of the syrphid fly *Allograpta exotica*, a control agent of the cowpea aphid *Aphis craccivora*. **Biological Control**, v. 115, n. September, p. 74–84, 2017.

AUAD, A. M. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 3, p. 475–485, 2003.

AUAD, A. M.; BUENO, V. H. P.; KATO, C. M.; GAMARRA, D. C. Ocorrência e flutuação populacional de predadores e parasitóides de *Brachycaudus (Appelia) schwartzi* (Börner) (Homoptera: Aphididae), em Pessegueiro, em Jacuí, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 257–263, 1997.

AUAD, A. M.; TREVIZANI, R. Ocorrência de sirfídeos afidófagos (Diptera, Syrphidae) em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 3, p. 425–426, 2005.

BARGEN, H.; SAUDHOF, K.; POEHLING, H.-M. Prey finding by larvae and adult females of *Episyrphus balteatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 87, n. 3, p. 245–254, 1998.

BELLEFEUILLE, Y.; FOURNIER, M.; LUCAS, E. *Eupeodes americanus* and *Leucopis annulipes* as potential biocontrol agents of the foxglove aphid at low temperatures. **IOBC-WPRS Bulletin**, v. 124, p. 62–66, 2017.

BELLOWS, T. S.; VAN DRIESCHE, R. G.; ELKINTON, J. S. Life-Table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v. 37, n. 1, p. 587–612, 1992.

BIRCH, L. C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology**, v. 17, n. 1, p. 15–26, 1948.

BUGG, R. L.; COLFER, R. G.; CHANEY, W. E.; SMITH, H. A.; CANNON, J. Flower flies (Syrphidae) and other biological control agents for aphids in vegetable crops. **Agriculture and Natural Resources Publication**, v. 8285, p. 1–25, 2008.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. In: **Embrapa Meio Ambiente**, p. 279, 2003.

CAMPOY-POMARES, A. **Estudio y mejora de los principales parámetros biológicos relacionados con la cría artificial de sírfidos cristalinos**. 71p. Monografía (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidad de Alicante. Alicante, 2014.

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

CAREY, J. R.; LIEDO, P. Sex-specific life table aging rates in large medfly cohorts. **Experimental Gerontology**, v. 30, n. 3, p. 315–325, 1995.

CAREY, J. R.; PAPADOPOULOS, N. T.; PAPANASTASIOU, S.; DIAMANTIDIS, A.; NAKAS, C. T. Estimating changes in mean population age using the death distributions of live-captured medflies. **Ecological Entomology**, v. 37, n. 5, p. 359–369, 2012.

CAREY, J. R.; VARGAS, R. I. Demographic analysis of insect mass rearing: A case study of three tephritids. **Journal of Economic Entomology**, v. 78, n. 3, p. 523–527, 1985.

CASTRO, V.; ARAYA, J. E. Clave de identificación de huevos, larvas y pupas de *Allograpta* (Diptera: Syrphidae) comunes en la zona central de Chile. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 38, p. 83–94, 2012.

CAVE, R. D.; GUTIERREZ, A. P. *Lygus hesperus* field life table studies in cotton and alfalfa (Heteroptera: Miridae). **The Canadian Entomologist**, v. 115, n. 6, p. 649–654, 1983.

CEVALLOS, E. *Allograpta exotica* Wiedemann y *Syrphus shorae* Fluke, dos Syrphidae (Diptera) predadores de áfidos en maíz. **Revista Peruana de Entomología**, v. 16, n. 1, p. 24–29, 1973.

CHAMBERS, R. J. Syrphidae. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Ed.). **Aphids, their biology, natural enemies and control**. The Netherlands: Elsevier, 1988. p. 259–270.

CHAMBERS, R. J.; ADAMS, T. H. L. Quantification of the impact of hoverflies (Diptera: Syrphidae) on cereal aphids in winter wheat: An analysis of field populations. **Journal of Applied Ecology**, v. 23, n. 3, p. 895–904, 1986.

CHANDLER, A. E. F. The relationship between aphid infestations and oviposition by aphidophagous Syrphidae (Diptera). **Annals of Applied Biology**, v. 61, n. 3, p. 425–434, 1968.

CHI, H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environmental Entomology**, v. 17, n. 1, p. 26–34, 1988.

CHI, H. **TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis**, Chung Hsing University, , 2014.

CHI, H.; LIU, H. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica**, v. 24, n. 2, p. 225–240, 1985.

CHI, H.; SU, H.-Y. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. **Environmental Entomology**, v. 35, n. 1, p. 10–21, 2006.

CIVIDANES, F. J.; MATHIAS, D. M.; SANTOS, D. O. S. Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (L.). **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 61–67, 2003.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Codex Alimentarius Commission Standards. **Codex Stan 12-1981**, p. 1–8, 2001.

COLLEY, M. R.; LUNA, J. M. Relative attractiveness of potential beneficial insectary plants to aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 5, p. 1054–1059, 2000.

DAY, R. L.; HICKMAN, J. M.; SPRAGUE, R. I.; WRATTEN, S. D. Predatory hoverflies increase oviposition in response to colour stimuli offering no reward: Implications for biological control. **Basic and Applied Ecology**, v. 16, n. 6, p. 544–552, 2015.

DUFFIELD, R. . Biology of *Microdon fuscipennis* (Diptera: Syrphidae) with interpretations of the reproductive strategies of *Microdon* species found north of Mexico. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 83, p. 716–724, 1981.

ECKBERG, J. O.; PETERSON, J. A.; BORSH, C. P.; KASER, J. M.; JOHNSON, G. A.; LUHMAN, J. C.; WYSE, D. L.; E., H. J. Field abundance and performance of hoverflies (Diptera: Syrphidae) on soybean aphid. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 108, n. 1, p. 26–34, 2015.

FERNANDES, F. S.; RAMALHO, F. S.; GODOY, W. A. C.; PACHU, J. K. S.; NASCIMENTO, R. B.; MALAQUIAS, J. B.; ZANUNCIO, J. C. Within plant

distribution and dynamics of *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae) in field fennel intercropped with naturally colored cotton. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 1, p. 92–103, 2013.

FITZGERALD, J. D.; SOLOMON, M. G. Can flowering plants enhance numbers of beneficial arthropods in UK apple and pear orchards? **Biocontrol Science and Technology**, v. 14, n. 3, p. 291–300, 2004.

FLUKE JR., C. L. Revision of the neotropical Syrphini related to *Syrphus* (Diptera, Syrphidae). **American Museum novitates**, v. 1201, n. 1201, p. 1–24, 1942.

FRANK, T. Density of adult hoverflies (Dipt., Syrphidae) in sown weed strips and adjacent fields. **Journal of Applied Entomology**, v. 123, n. 6, p. 351–355, 1999.

FRAZER, B. D. A simple and efficient method of rearing aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). **Journal of the Entomological Society of British Columbia**, v. 69, p. 23–24, 1972

FREIER, B.; TRILTSCH, H.; MÖWES, M.; MOLL, E. The potential of predators in natural control of aphids in wheat: Results of a ten-year field study in two German landscapes. **BioControl**, v. 52, n. 6, p. 775–788, 2007.

GAUDCHAU, M. Zur Dauerzucht von *Epistrophe balteata* Deg. (Diptera, Syrphidae) in Kleinkäfigen. **Anzeiger Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz**, v. 55, n. 3, p. 38–39, 1982.

GEUSEN-PFISTER, V. H. Untersuchungen zur Biologie und zum Reproduktionsvermögen von *Episyrphus balteatus* Deg. (Dipt., Syrphidae) unter Gewächshausbedingungen. **Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universität Bonn**, v. 104, p. 261–270, 1987.

GHAHARI, H.; HAYAT, R.; TABARI, M.; OSTOVAN, H. Hover flies (Diptera: Syrphidae) from rice fields and around grasslands of Northern Iran. **Munis Entomology & Zoology**, v. 3, n. 1, p. 275–284, 2008.

GILBERT, F. Foraging ecology of hoverflies: morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. **Ecological Entomology**, v. 6, n. 3, p. 245–262, 1981.

GILBERT, F. The Evolution of Imperfect Mimicry. In: FELLOWES, M. D. E.; HOLLOWAY, G. J.; ROLFF, J. (Ed.). **Insect Evolutionary Ecology**. CABI, 2005. p. 231–288.

GILBERT, F.; HARDING, E. F.; LINE, J. M.; PERRY, I. Morphological approaches to community structure in hoverflies (Diptera, Syrphidae). **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 224, n. 1234, p. 115–130, 1985.

GILBERT, F.; ROTHERAY, G.; EMERSON, P.; ZAFAR, R. **The evolution of feeding strategies, Phylogenetics and Ecology**, 1994.

GRAUNT, J. **Observations upon the bills of mortality**, 1662.

GRECO, C. F. Sírfidos afidófagos (Diptera, Syrphidae): identificación rápida a campo de estados preimaginales y lista de enemigos naturales de las especies más frecuentes en cereales y forrajes en la provincia de Buenos Aires (Argentina). **Acta Entomológica Chilena**, v. 22, p. 7–11, 1998.

HASLETT, J. R. Interpreting patterns of resource utilization: randomness and selectivity in pollen feeding by adult hoverflies. **Oecologia**, v. 78, n. 4, p. 433–442, 1989a.

HASLETT, J. R. Adult feeding by holometabolous insects: pollen and nectar as complementary nutrient sources for *Rhingia campestris* (Diptera: Syrphidae). **Oecologia**, v. 81, n. 3, p. 361–363, 1989b.

HEIMPEL, G. E.; JERVIS, M. A. **Does floral nectar improve biological control by parasitoids?** In: WÄCKERS, F. L.; BRUIN, J.; VAN RIJN, P. C. J. (Eds.). *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and its Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 267–304, 2005.

HICKMAN, J. M.; WRATTEN, S. D. Use of *Phelia tanacetifolia* strips to enhance biological control of aphids by overfly larvae in cereal fields. **Journal of Economic Entomology**, v. 89, n. 4, p. 832–840, 1996.

HUANG, Y. B., CHI, H. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. **Journal of Insect Science**, v. 19, p. 263–273, 2012.

HURTADO-ASENCIO, P. **Estudio del ciclo de vida de sírfidos eristalinos (Diptera, Syrphidae) y bases para su cría artificial**. 288p. Tese (Doutorado acadêmico em Biodiversidad: Gestión y Conservación de las Especies y sus Hábitats) - Universidad de Alicante. Alicante, 2013.

ISTOCK, C. A. Natural selection and life history variation: Theory plus lessons from a mosquito. In **"Insect Life History Patterns: Habitat and Geographic Variation"** (R. F. Denno, H. Dingle, Eds.), pp. 113–127. Springer-Verlag, New York, 1981.

JAFARBEIGI, F.; SAMIH, M. A.; ZARABI, M.; ESMAEILY, S. Age stage two-sex life table reveals sublethal effects of some herbal and chemical insecticides on adults of *Bemisia tabaci* (Hem.: Aleyrodidae). **Psyche**, p. 1–14, 2014.

LAINING, J. E. Life history and life table of *Tetranychus urticae* Koch. **Acarologia**, v. 11, n. 1, p. 32–42, 1969.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, v. 45, n. 1, p. 175–201, 2000.

LARDÉ, G. Growth of *Ornidia obesa* (Diptera: Syrphidae) larvae on decomposing

coffee pulp. **Biological Wastes**, v. 34, n. 1, p. 73–76, 1990.

LAUBERTIE, E. A.; WRATTEN, S. D.; HEMPTINNE, J.-L. The contribution of potential beneficial insectary plant species to adult hoverfly (Diptera: Syrphidae) fitness. **Biological Control**, v. 61, n. 1, p. 1–6, 2012.

LESLIE, P. H. On the use of matrices in certain population mathematics. **Biometrika**, v. 33, n. 3, p. 183–212, 1945.

LEWIS, G. N.; LIPKIN, D. Reversible photochemical processes in rigid media: The dissociation of organic molecules into radicals and ions. **Journal of the American Chemical Society**, v. 64, n. 12, p. 2801–2808, 1942.

MENDES, S.; CERVIÑO, M. N.; BUENO, V. H. P.; AUAD, A. M. Diversidade de pulgões e de seus parasitoides e predadores na cultura da alfafa. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1305–1310, 2000.

MENGUAL, X.; RUIZ, C.; ROJO, S.; STÅHLS, G.; THOMPSON, C. F. A conspectus of the flower fly genus *Allograpta* (Diptera: Syrphidae) with description of a new subgenus and species. **Zootaxa**, v. 2214, p. 1–28, 2009.

MENGUAL, X.; STÅHLS, G.; ROJO, S. First phylogeny of predatory flower flies (Diptera, Syrphidae, Syrphinae) using mitochondrial COI and nuclear 28S rRNA genes: conflict and congruence with the current tribal classification. **Cladistics**, v. 24, n. 4, p. 543–562, 2008.

MENGUAL, X.; STÅHLS, G.; ROJO, S. Phylogenetic relationships and taxonomic ranking of pipizine flower flies (Diptera: Syrphidae) with implications for the evolution of aphidophagy. **Cladistics**, v. 31, n. 5, p. 491–508, 2015.

MIÑARRO, M.; HEMPTINNE, J.-L.; DAPENA, E. Colonization of apple orchards by predators of *Dysaphis plantaginea*: sequential arrival, response to prey abundance and consequences for biological control. **BioControl**, v. 50, n. 3, p. 403–414, 2005.

MORALES, G. E.; WOLFF, M. Insects associated with the composting process of solid urban waste separated at the source. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 4, p. 645–653, 2010.

MORALES, I.; AGUADO, J. M.; NEBREDA, M.; DÍAZ, B. M.; ROMERO, A.; PINEDA, A.; A., M.-G. M.; FERERES, A. Diversidad de enemigos naturales de pulgones en cultivos de lechuga. **Cuadernos de Biodiversidad**, v. 21, p. 15–19, 2006.

MORRIS, R. F.; MILLER, C. A. The development of life tables for the spruce budworm. **Canadian Journal of Zoology**, v. 32, n. 4, p. 283–301, 1954.

NIEHOFF, B.; POEHLING, H.-M. Population dynamics of aphids and syrphid larvae in winter wheat treated with different rates of pirimicarb. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 52, n. 1, p. 51–55, 1995.

NIELSEN, A. L.; HAMILTON, G. C.; MATADHA, D. Developmental rate estimation

and life table analysis for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). **Environmental Entomology**, v. 37, n. 2, p. 348–55, 2008.

NISHIDA, K.; ROTHERAY, G.; THOMPSON, F. C. First non-predaceous Syrphine flower fly (Diptera: Syrphidae): A new leaf-mining *Allograpta* from Costa Rica. **Studia Dipterologica**, v. 9, n. 2, p. 421–436, 2002.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole, 609p, 2002.

PASCUAL-VILLALOBOS, M. J.; LACASA, A.; GONZÁLEZ, A.; VARÓ, P.; GARCÍA, M. J. Effect of flowering plant strips on aphid and syrphid populations in lettuce. **European Journal of Agronomy**, v. 24, n. 2, p. 182–185, 2006.

PATT, J. P.; HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. Foraging success of parasitoid wasps on flowers: interplay of insect morphology, floral architecture and searching behavior. **Entomologica Experimentalis et Applicata**, v. 83, n. 1, p. 21–30, 1997.

PÉREZ-BAÑÓN, C.; ROTHERAY, G.; HANCOCK, G.; MARCOS-GARCÍA, M. A.; ZUMBADO, M. A. Immature stages and breeding sites of some Neotropical saphrophagous syrphids (Diptera: Syrphidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 96, p. 458–471, 2003.

PETERSON, R. K. D.; DAVIS, R. S.; HIGLEY, L. G.; FERNANDES, O. A. Mortality risk in insects. **Environmental Entomology**, v. 38, n. 1, p. 2–10, 2009.

PINHEIRO, L. A.; TORRES, L. M.; RAIMUNDO, J.; SANTOS, S. A. P. Effects of pollen, sugars and honeydew on lifespan and nutrient levels of *Episyrphus balteatus*. **BioControl**, v. 60, n. 1, p. 47–57, 2015.

PINHEIRO, L. A.; TORRES, L.; RAIMUNDO, J.; SANTOS, S. A. P. Effect of floral resources on longevity and nutrient levels of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). **Biological Control**, v. 67, n. 2, p. 178–185, 2013.

PODOLER, H.; ROGERS, D. A new method for the identification of key factors from life-table data. **Journal of Animal Ecology**, v. 44, n. 1, p. 85–114, 1975.

PONTIN, D. R.; WADE, M. R.; KEHRLI, P.; WRATTEN, S. D. Attractiveness of single and multiple species flower patches to beneficial insects in agroecosystems. **Annals of Applied Biology**, v. 148, n. 1, p. 39–47, 2006.

PORTILLA, M.; MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G.; BLANCO, C. A. Life tables as tools of evaluation and quality control for arthropod mass production. In: J.A., M.-R.; M.G., R.; D.I., S.-I. (Ed.). **Mass production of beneficial organisms**. Elsevier, 2014. p. 241–275.

RAGI, A. A. M. **Sirfídeos predadores (Diptera, Syrphidae) em cultivos orgânicos de couve**. 2017. 48p. Dissertação (Mestrado acadêmico, área de concentração em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2017.

REEMER, M. Review and phylogenetic evaluation of associations between microdontinae (Diptera: Syrphidae) and ants (Hymenoptera: Formicidae). **Psyche (New York)**, v. 2013, p. 1–9, 2013.

REEMER, M.; ROTHERAY, G. E. Pollen feeding larvae in the presumed predatory syrphine genus *Toxomerus Macquart* (Diptera, Syrphidae). **Journal of Natural History**, v. 43, n. 15–16, p. 939–949, 2009.

RESENDE, A. L. S.; SILVA, E. E.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR–MENEZES, E. L. Ocorrência de insetos predadores de pulgões em cultivo orgânico de couve em sistema solteiro e consorciado com adubos verdes. Seropédica, RJ. **Embrapa Agrobiologia, Comunicado Técnico**, v. 101, p. 1–6, 2007.

RIJN, P. C.; WÄCKERS, F. L.; CADOTTE, M. Nectar accessibility determines fitness, flower choice and abundance of hoverflies that provide natural pest control. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, n. 3, p. 925–933, 2016.

ROJO, S.; GILBERT, F.; MARCOS-GARCÍA, M. A.; NIETO, J. M.; MIER, M. P. A world review of predatory hoverflies (Diptera, Syrphidae: Syrphinae) and their prey. **Centro Iberoamericano de la Biodiversidad**, p. 319, 2003.

ROTHERAY, G. **Colour guide to hoverfly larvae (Diptera, Syrphidae) in Britain and Europe**. Dipterists Digest, 9, 1993.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. Individual variation in oviposition preference , and its interaction with larval performance in an insect predator. **Oecologia**, v. 118, n. 4, p. 405–411, 1999.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. Oviposition preferences of aphidophagous hoverflies. **Ecological Entomology**, v. 25, n. 1, p. 91–100, 2000a.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. **Journal of Animal Ecology**, v. 69, n. 5, p. 771–784, 2000c.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. The effect of egg load and host deprivation on oviposition behaviour in aphidophagous hoverflies. **Ecological Entomology**, v. 25, n. 1, p. 101–108, 2000b.

SALTO, C. .; LUBBATTI, P.; BERTOLACCINI, I.; IMWINKELRIED, J. Capacidad de ingesta y desarrollo de *Allograpta exotica* (Wiedemann) (Diptera: Syrphidae). **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v. 25, p. 167–178, 1994.

SÁNCHEZ, E. A. A. **Bionomía diversidad y morfología preimaginal de sírfidos depredadores (Diptera: Syrphidae), en el Estado Lara, Venezuela. Importancia en el control biológico de plagas**. 2012. 292p. Tese (Doutorado em Biodiversidad: Conservación y Gestión de las Especies y sus Hábitats) - Universidad de Alicante, Alicante, 2012.

SCHNEIDER, F. Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. **Annual**



**Review of Entomology**, v. 14, n. 1, p. 103–124, 1969.

SCHOLZ, D.; POEHLING, H.-M. Oviposition site selection of *Episyrphus balteatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 94, n. 2, p. 149–158, 2000.

SCHÖNROGGE, K.; BARR, B.; WARDLAW, J. C.; NAPPER, E.; GARDNER, M. G.; BREEN, J.; ELMES, G. W.; THOMAS, J. A. When rare species become endangered: cryptic speciation in myrmecophilous hoverflies. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 75, n. 3, p. 291–300, 2002.

SCHWEIGER, O.; MUSCHE, M.; BAILEY, D.; BILLETER, R.; DIEKÖTTER, T.; HENDRICKX, F.; HERZOG, F.; LIIRA, J.; MAELFAIT, J.-P.; SPEELMANS, M.; DZIOCK, F. Functional richness of local hoverfly communities (Diptera, Syrphidae) in response to land use across temperate Europe. **Oikos**, v. 116, n. 3, p. 461–472, 2007.

SEMEÃO, A. A.; MARTINS, J. C.; PICANÇO, M. C.; BRUCKNER, C. H.; BACCI, L.; ROSADO, J. F. Life tables for the guava psyllid *Triozoidea limbata* in southeastern Brazil. **BioControl**, v. 57, n. 6, p. 779–788, 2012.

SHAHJAHAN, M. Effect of diet on the longevity and fecundity of the adults of the tachinid parasite *Trichopoda pennipes pilipes*. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, n. 4, p. 1102–1103, 1968.

SHIH, C. T.; POE, S. L.; CROMROY, H. L. Biology, life table, and intrinsic rate of increase of *Tetranychus urticae*. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 69, n. 2, p. 362–364, 1976.

SILVA, A. P. N. da. **Levantamento dos sirfídeos predadores (Diptera, Syrphidae) de afídeos (Hemiptera) em cultivos orgânicos de couve**. 2016. 34p. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

SINGH, R.; MISHRA, S. Development of a syrphid fly, *Ischiodon scutellaris* (Fabricius) on *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). **Journal of Aphidology**, v. 2, p. 28–34, 1988.

SMITH, H. A.; CHANEY, W. E. A survey of syrphid predators of *Nasonovia ribisnigri* in organic lettuce on the central coast of California. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, p. 39–48, 2007.

SOMMAGGIO, D. Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, n. 1, p. 343–356, 1999.

SUTHERLAND, J. P.; SULLIVAN, M. S.; POPPY, G. M. Distribution and abundance of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae) in wildflower patches and field margin habitats. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 3, n. 1, p. 57–64, 2001.

TENHUMBERG, B. Estimating predatory efficiency of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) in cereal fields. **Environmental Entomology**, v. 24, n. 3, p. 687–691, 1995.

THOMPSON, F. C. Syrphidae. Systema Dipteroorum, Versão 1.3. Disponível em:

<<http://www.diptera.org/index.php>>. Acesso em: 05 out. 2017.

THOMPSON, F. C. Syrphidae. In: **Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies**. San Diego State University, 1982. p. 464–465.

THOMPSON, F. C. A key to the genera of the flower flies (Diptera: Syrphidae) of the Neotropical region including descriptions of new genera and species and a glossary of taxonomic terms. **Contributions on Entomology International**, v. 3, p. 319–378, 1999.

THOMPSON, F. C.; ROTHERAY, G. Family Syrphidae. In: PAPP, L.; DARVAS, B. (Ed.). **Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera**. Science Herald, 1998. p. 81–139.

THOMPSON, F. C.; ROTHERAY, G. E.; ZUMBADO, M. A. Syrphidae (Flower flies), In: Brown, B. V., Borkent, A., Cumming, J. M., Wood, D. M., Woodley, N. E., Zumbado, M.A. **Manual of Central American Diptera**, v. 2, p. 763–792, 2010.

VAN EMDEN, H. F. A field technique for comparing the intensity of mortality factors acting on the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hem.: Aphididae), in different areas of a crop. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 6, n. 1, p. 53–62, 1963.

VAN LENTEREN, J. C. Critérios de seleção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle Biológico de Pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. p. 01–19.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, n. 1, p. 1–20, 2012.

VAN ZUIJEN, M. P.; NISHIDA, K. Life history and immature stages of *Allograpta zumbadoi* Thompson, a phytophagous flower fly (Diptera: Syrphidae: Syrphinae). **Studia Dipterologica**, v. 17, n. 1–2, p. 37–51, 2010.

VANHAELEN, N.; HAMBRUGE, E.; GASPAR, C.; FRANCIS, F. Oviposition preferences of *Episyrphus balteatus*. **Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences**, v. 66, n.2a, p. 269–275, 2001.

VARGAS, R. I.; MIYASHITA, D.; NISHIDA, T. Life history and demographic parameters of three laboratory-reared tephritids (Diptera: Tephritidae)1. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 77, n. 6, p. 651–656, 1984.

VARLEY, G.; GRANDWELL, G. The interpretation of insect population changes. **Proceedings of the Ceylon Association of Advancement of Science**, v. 18, p. 142–156, 1963.

VOCKEROTH, J. R. A revision of the genera of the Syrphini (Diptera: Syrphidae). **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, v. 101, n. S62, p. 5–176, 1969.

WENG, J. L.; ROTHERAY, G. E. Another non-predaceous syrphine flower fly

(Diptera: Syrphidae): pollen feeding in the larva of *Allograpta micrura*. **Studia Dipterologica**, v. 15, p. 245–258, 2008.

WHITE, A. J.; WRATTEN, S. D.; BERRY, N. A.; WEIGMANN, U. Habitat manipulation to enhance biological control of Brassica pests by hover flies (Diptera: Syrphidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 88, n. 5, p. 1171–1176, 1995.

WHITE, J. W. Composition of honey. In: CRANE, E. (Ed.). **Honey: a Comprehensive Survey**. Heinemann, London, 1975. p. 207–239.

WIEDENMANN, R. N.; WILSON, L. T. **Zoophytophagous Heteroptera summary and future research needs**. In: Alomar, O., Wiedenmann, R. N. (Eds.), *Zoophytophagous Heteroptera Implications for Life History and Integrated Pest Management*. Entomological Society of America, Lanham, MD, 1996.

WITTMAYER, J. L.; COUDRON, T. A. Life table parameters, reproductive rate, intrinsic rate of increase, and estimated cost of rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 6, p. 1344–1352, 2001.

YU-BING, H.; HSIN, C. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 2, p. 263–273, 2011.

YU, J. Z.; CHI, H.; CHEN, B. H. Comparison of the life tables and predation rates of *Harmonia dimidiata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) at different temperatures. **Biological Control**, v. 64, n. 1, p. 1–9, 2013.

## **CAPÍTULO 1**

### **CRIAÇÃO DE *ALLOGRAPTA EXOTICA* (WIEDEMANN) (DIPTERA, SYRPHIDAE) EM LABORATÓRIO**

## RESUMO

Para a produção de sirfídeos predadores em laboratório é necessário um conhecimento sobre bioecologia, hábitos alimentares e requisitos nutricionais, pois o tipo de dieta, seja ela artificial ou natural, pode influenciar no desenvolvimento do predador e afetar seu desempenho reprodutivo. O objetivo deste trabalho foi verificar a possibilidade de obtenção de gerações a partir de colônias de *Allograpta exotica* (Wiedemann) mantidas em laboratório sem oferta de flores como parte da dieta. Estabeleceram-se quatro tratamentos distintos, em gaiolas de criação de 40x40cm contendo 15 fêmeas e 15 machos de *A. exotica* e mantidas 25 fêmeas e 25 machos para as gerações seguintes. As condições abióticas (fotoperíodo, temperatura e umidade relativa) foram controladas na sala de criação. Os recursos alimentares dos adultos foram flores-de-mel (*Lobularia maritima* (L.), água, solução de mel a 10%, pólen desidratado ou fresco e farinha de soja. Uma placa de Petri com uma folha de *Raphanus sativus* (L.) Domin (Brassicaceae) foi infestada com *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera, Aphididae) e ofertada como substrato de oviposição. Cada tratamento incluiu a disponibilidade de todos os recursos alimentares acima mencionados, exceto (TI) pólen fresco e farinha de soja; (TII) qualquer tipo de pólen e farinha de soja; (TIII) flores, pólen fresco e farinha de soja; (TIV) flores e pólen desidratado. Todos os recursos alimentares foram trocados a cada 48 horas, exceto a farinha de soja que foi trocada uma vez por semana. O substrato de oviposição foi trocado a cada 24 horas para contagem dos ovos. No TI obtiveram-se pelo menos seis gerações, mas foi encerrado devido ao tempo de desenvolvimento do presente estudo; no TII não houve oviposição; no TIII foi observado um retardo de fertilidade e posterior infertilidade dos ovos; e no TIV observou-se que a viabilidade dos ovos ocorreu somente nos primeiros dias, apresentando posterior inviabilidade dos ovos. Como resultado, não foi possível eliminar as flores como recurso alimentar para a manutenção de colônias de *A. exotica* em laboratório. Ficou implícito que a não oferta de pólen em grãos ao TII foi responsável pela ausência de oviposição da colônia. Logo, a quantidade de flores ofertada não foi suficiente para suprir as necessidades de recurso proteico. Considerando-se os resultados obtidos nos experimentos do TIII e TIV, pode-se supor que a solução de mel utilizada não foi suficiente como recurso energético (fonte de sacarose). Assim, supõe-se que as flores utilizadas no TI supriram a falta do açúcar da solução de mel. Portanto, mais estudos devem ser desenvolvidos com o intuito de investigar se houve realmente falta de sacarose na oferta dos recursos alimentares para manutenção de colônias de *A. exotica* em laboratório e se este açúcar tem papel na produção do número de ovos e fertilidade dos mesmos.

**Palavras-chave:** afidófagos, criação artificial, Syrphinae.

## ABSTRACT

To produce predatory syrphids in laboratory, knowledge about bioecology, dietary habits and nutritional requirements is necessary, since the type of diet, whether artificial or natural, can affect the development of the predator and its reproductive performance. This work aimed to verify if it is possible to obtain generations of *Allograpta exotica* (Wiedemann) from maintenance of colonies in laboratory without offering flowers as part of the diet. Four distinct treatments were established in rearing cages of 40x40cm, containing 15 females and 15 males of *A. exotica* and 25 females and 25 males were maintained for the following generations. Abiotic conditions (photoperiod, temperature and relative humidity) were controlled in the rearing room. Adult feeding resources were *Lobularia maritima* (L.) flowers, water, 10% honey solution, dehydrated or fresh pollen, and soybean flour. A Petri dish with a leaf of *Raphanus sativus* (L.) Domin (Brassicaceae) infested with *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera, Aphididae) was offered as oviposition substrate. Each assay included the availability of all above-mentioned feeding resources, excepting (TI) fresh pollen and soybean flour; (TII) any pollen and soybean flour; (TIII) flowers, fresh pollen and soybean flour; (TIV) flowers and dehydrated pollen. All feeding resources were replaced every 48 hours, except for the soybean flour, which was replaced once a week. The oviposition substrate was replaced every 24 hours for egg counting. In the TI at least six generations were obtained, but it was closed due to the developmental time of the present study; in the TII there were not oviposition; in the TIII a fertility delay and subsequent infertility of the eggs were observed; and in the TIV it was observed that the viability of the eggs occurred only in the first days, with later egg unviability. As results, it was not possible to eliminate the flowers as food resource for the maintenance of colonies of *A. exotica* in laboratory. It was implied that not offering pollen grains in the TII resulted in the absence of oviposition of the colony. Thus, the amount of offered flowers was not enough to supply the requirement of protein resources. Considering the obtained results from TIII and TIV, one can presume that the offered honey solution was not enough as energetic resource (source of sucrose) and the flowers in the TI were sufficient to supply the lack of sucrose from the offered honey solution. Therefore, more research should be done in order to investigate whether there was lack of sucrose as food resources in the maintenance of *A. exotica* colonies and whether this sugar plays a role in the production of eggs numbers and fertility.

**Keywords:** aphidophagous, artificial rearing, Syrphinae.

## 1. INTRODUÇÃO

Os sirfídeos predadores têm grande potencial como agentes biocontroladores, além de serem compatíveis e complementares com o uso de outros inimigos naturais, como vespas parasitoides e fungos entomopatogênicos (VAN EMDEN, 1963; ANKERSMIT et al., 1986; CHAMBERS; ADAMS, 1986). Entretanto pouco se conhece sobre a biologia e possibilidade de manutenção de colônias de diferentes espécies em laboratório. Devido a esta falta de conhecimento, existe apenas uma espécie de Syrphidae que está disponível comercialmente, *Episyrphus balteatus*, que é particularmente abundante e eficiente no centro e norte da Europa.

Entre os poucos estudos incluindo metodologias e/ou tentativas de criação de sirfídeos predadores em laboratório, nota-se a variedade de combinações de recursos alimentares ofertados, como o pólen em grãos, flores, fonte de açúcar e água, e a diferença de resposta do desenvolvimento entre as espécies avaliadas.

A maioria dos adultos de sirfídeos é altamente dependente de pólen (maturação do sistema reprodutivo), e de néctar (fonte de energia). O pólen é composto por proteínas, lipídios, esteróis, além de conter, açúcares, amidos, vitaminas e minerais, e o néctar é basicamente uma solução de açúcar composta por sacarose, glicose e frutose (PEMAL, 2000). A quantidade e acessibilidade desses recursos produzidos pelas flores podem ter efeito significativo sobre a taxa de sobrevivência, desenvolvimento e reprodução desses insetos (PINHEIRO et al., 2015).

Sabe-se que a alimentação é um dos componentes mais importantes para a criação em laboratório, o qual tem influência direta na distribuição e abundância dos insetos e afeta processos biológicos como fecundidade, longevidade, velocidade de desenvolvimento e comportamento. Vários grupos de insetos podem ser mantidos em dietas artificiais, o que facilita a sua criação e permite manter um suprimento contínuo, principalmente nos períodos do ano em que eles não ocorrem no campo. Entretanto, a maior dificuldade para a manutenção de colônias de sirfídeos predadores em laboratório é a necessidade de oferta constante de presas vivas para desenvolvimento satisfatório das larvas, além da produção de plantas tanto para obtenção das presas (incluindo o substrato de oviposição), quanto para a produção de flores como complemento de recursos alimentares aos adultos.

A partir dos estudos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Estudos em Biologia e Sistemática de Syrphidae, do Programa de Pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal de Lavras, previamente ao presente estudo, observou-se que *A. exotica* possui um grande potencial para o uso no controle biológico de afídeos no Brasil, porém é pouco conhecida por falta de estudos básicos de biologia e taxonomia. Assim, percebeu-se a necessidade de se investigar a biologia da espécie e avaliar os protocolos de criação em laboratório de *A. exotica* até então conduzidos pelo grupo.

Em estudos pilotos realizados anteriormente a este estudo foi possível manter em laboratório um total de seis gerações de *A. exotica*, ofertando-se como recursos alimentares aos adultos um buquê de flores, solução de água e mel e pólen desidratado. Entretanto, sabendo-se que o cultivo de flores implica em uma variável a mais no sistema, o presente estudo procurou testar possibilidades para a retirada de flores do conjunto de recursos alimentares levando igualmente ao sucesso da prole e consequente obtenção de gerações. O sucesso da manutenção de colônias de *A. exotica* em laboratório é imprescindível para facilitar a compreensão de diversos aspectos do ciclo biológico da espécie.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Estabelecimento da população inicial de *A. exotica*

A população inicial de *A. exotica* foi estabelecida a partir de imaturos coletados em plantas de couve, provenientes da Fazenda Palmital (21° 09' 53.4" S, 44° 55' 01.2" W; 836 m), área experimental da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os exemplares amostrados foram imaturos presentes em fragmentos de talos e folhas infectadas por colônias de afídeos. Tais fragmentos foram retirados e inseridos em caixas plásticas de 1,6 litro (18,2 x 18,2 x 11,8 cm) ou 3,3 litros (23,5 x 23,3 x 9 cm).

As amostras foram levadas ao Laboratório de Criação de Syrphidae, do Departamento de Entomologia da UFLA, e mantidas durante quatro dias para desenvolvimento dos insetos.

As caixas com as amostras foram dispostas em estantes metálicas contendo duas lâmpadas de LED de 9W por prateleira, com temperatura de cor de 6.500k. Estas estantes estavam localizadas em uma sala de criação de 15m<sup>2</sup> iluminada por 8 lâmpadas LED de 40W cada, com temperatura de cor de 5000K. O fotoperíodo foi mantido em 12:12 horas de fotofase (L/E) nas estantes e em 14:10 (L/E) na sala de criação, simulando assim o amanhecer e o entardecer, visto que as luzes nas estantes possuíam um atraso de acionamento e um adiantamento de desligamento em relação à luz da sala de criação. A temperatura da sala foi mantida em 25°C ± 2°C e a umidade relativa em 70 ± 10%.

Passado o período de quatro dias, as amostras foram triadas (talos e folhas) e as larvas de Syrphidae encontradas foram transferidas para placas de Petri de 10 cm diâmetro contendo um disco foliar de rabanete (*Raphanus sativus* L.), sob ágar a 10%, infestado com *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera, Aphididae) para alimentação durante o período de desenvolvimento. As pupas foram individualizadas em tubos de vidro com fundo chato (8cm de altura x 2,5cm de diâmetro), selados com plástico filme PVC, sendo feitos vários pequenos furos para permitir a troca gasosa e estabilização da umidade. No interior desses tubos foi colocado pólen desidratado, para que o inseto se alimente logo após a emergência. Os imaturos também foram mantidos na sala de criação supracitada e inspecionados diariamente, até a emergência dos adultos.

Os adultos obtidos foram acondicionados em quatro gaiolas de criação quadradas (Figura 1.1), com 40 cm de lado, de armação metálica e cobertura de tecido de nylon para aeração. Em cada gaiola foram mantidas 15 fêmeas e 15 machos para a população inicial, e mantidas 25 fêmeas e 25 machos para as gerações seguintes.



Figura 1.1 Gaiolas para a criação de *Allograpta exotica*, dispostas em prateleiras metálicas em sala de criação.

## 2.2 Recursos alimentares oferecidos aos adultos de *A. exotica*

A espécie de flores, *Lobularia maritima* (L.) Desv, da família Brassicaceae (flor de mel), utilizada no presente estudo, foi elegida pelo fato de ser comumente utilizada como atrativa de moscas das flores em programas de biocontrole de conservação em muitas culturas agrícolas (PINHEIRO et al., 2013). Além disso, é uma planta de porte baixo e crescimento rápido, comumente utilizada como forração anual em jardins (LORENZI; SOUZA, 2008).

Foram estabelecidos quatro tratamentos com dietas diferentes para criação em laboratório de *A. exotica*.

O conjunto de recursos disponibilizados aos adultos compreendeu: a) ramalhetes de flores-de-mel (*L. maritima*), mantidos em água e em frascos Erlenmeyers de 125 mL de volume (Figura 1.2A); b) um algodão molhado com água em placa de Petri de 5,6 cm de diâmetro (Figura 1.2B); c) solução de mel a 10% (diluído em água destilada) em bebedouros compostos por duas placas de Petri, uma com 5,6 cm e outra com 9 cm de diâmetro, onde a maior delas será forrada em seu interior com um disco de papel filtro,

e a menor preenchida com a solução de mel e virada sobre a maior, criando um vácuo para manutenção de umidade constante sob o papel filtro (Figura 1.2C); d) pólen desidratado (0,80 g) e macerado em placas de Petri com 5,6 cm de diâmetro (Figura 1.2D); e) pólen fresco (0,80 g) e macerado em placas de Petri com 5,6 cm de diâmetro; f) uma placa de Petri de 5,6 cm de diâmetro contendo farinha de soja, coberta com tela de tecido.

Tratamento 1: Foram disponibilizados ramalhetes de flores-de-mel (*L. maritima*), um algodão molhado com água, solução de mel a 10% e pólen desidratado.

Tratamento 2: Foram disponibilizados ramalhetes de flores-de-mel (*L. maritima*), um algodão molhado com água e solução de mel a 10%.

Tratamento 3: Foram disponibilizados um algodão molhado com água, solução de mel a 10% e pólen desidratado.

Tratamento 4: Foram disponibilizados um algodão molhado com água, solução de mel a 10%, pólen fresco e farinha de soja.

Todos os recursos alimentares disponibilizados aos sirfídeos nas gaiolas de criação foram trocados a cada 48 horas, exceto a farinha de soja que foi trocada uma vez por semana. As placas de Petri contendo algodão umedecido, solução de mel a 10%, pólen e farinha de soja foram dispostas sob papel amarelo, tipo canson (25 x 8,5 cm; 180g/m<sup>2</sup>), com a finalidade de aumentar a atratividade dos sirfídeos a esses recursos; tais placas foram dispostas dentro de uma bandeja plástica branca (30,3 x 22,1 x 7,5 cm) para facilitar a retirada das gaiolas na ocasião de troca dos recursos.

As placas de Petri contendo os discos foliares infestados por afídeos, foram substituídas a cada 24 horas.

As gaiolas foram mantidas nas mesmas estantes metálicas e em sala climatizada conforme especificações descritas no subitem 2.1.

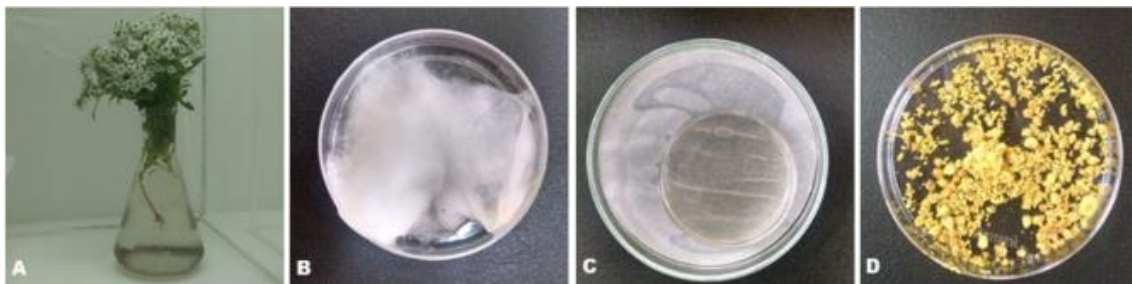


Figura 1.2 A. Ramalhetes de flores-de-mel (*Lobularia maritima*), mantidos em erlenmeyer de 125 mL; B. Algodão umedecido com água; C. Solução de mel a 10% (diluído em água destilada); D. Pólen desidratado e macerado (0,80 g).

### 2.3 Manutenção das colônias

Adaptando-se a metodologia de Sadeghi e Gilbert (1999), Sadeghi e Gilbert (2000a, b, c), Almohamad et al. (2006), o substrato de oviposição utilizado no presente estudo foi disposto em placas de Petri como descrito a seguir. Vale salientar que, a utilização de vasos com plantas como substrato de oviposição (e.g. GAUDCHAU, 1982; SINGH; MISHRA, 1988; AMORÓS-JIMÉNEZ et al., 2012; ARCAYA et al., 2017; BELLEFEUILLE; FOURNIER; LUCAS, 2017) impede o aproveitamento de todos os ovos postos. Visto que as fêmeas podem ovipor tanto na face abaxial quanto adaxial das folhas, o manuseio dos ovos para transferência a outro recipiente pode causar a morte do indivíduo. Além disso, o alto custo e mão-de-obra para obtenção e manutenção das plantas é um entrave para o uso desta técnica.

Para o substrato de oviposição, foram utilizadas folhas de rabanete infestadas com *M. persicae* (Figura 1.3C) nos quatro tratamentos, a fim de direcionar a oviposição às folhas. Essas folhas foram mantidas em placas de Petri com 9 cm de diâmetro sobre uma camada de aproximadamente 5 mm de solução de ágar a 10% (p/v) em água destilada.

A troca do substrato de oviposição se deu a cada 24 horas. Naquela ocasião, os ovos eram contabilizados (Figura 1.3A), e em seguida o conjunto transferido para uma câmara climatizada ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e fotofase de 14 horas) (Figura 1.3D).

A cada 24 horas as placas foram observadas e as larvas eclodidas (Figura 1.3B) foram transferidas para novas placas de Petri, com a mesma especificação do substrato de oviposição, e igualmente mantidas em câmara climatizada.

Para acompanhar o desenvolvimento até a obtenção dos adultos, os espécimes foram inspecionados diariamente. As larvas de Syrphidae foram alimentadas *ad libitum* com *M. persicae*, criados em laboratório.

As pupas remanescentes foram individualizadas e transferidas para tubos de vidro com fundo chato (8cm de altura X 2,5cm de diâmetro), selados com plástico filme PVC, sendo feitos vários pequenos furos utilizando um alfinete entomológico, para permitir a troca gasosa e estabilização da umidade. No interior desses tubos foi colocado pólen desidratado para que o inseto tivesse alimento disponível logo após a emergência (Figura 1.3E).

Após a emergência dos adultos, 25 machos e 25 fêmeas foram acondicionados em novas gaiolas idênticas à da população inicial, contendo o mesmo arranjo dos

respectivos tratamentos (Figura 1.3F). Os demais adultos obtidos foram alfinetados e armazenados com seus respectivos pupários (em via seca, no interior de cápsulas) e depositados na coleção Entomológica do Departamento de Entomologia da UFLA.

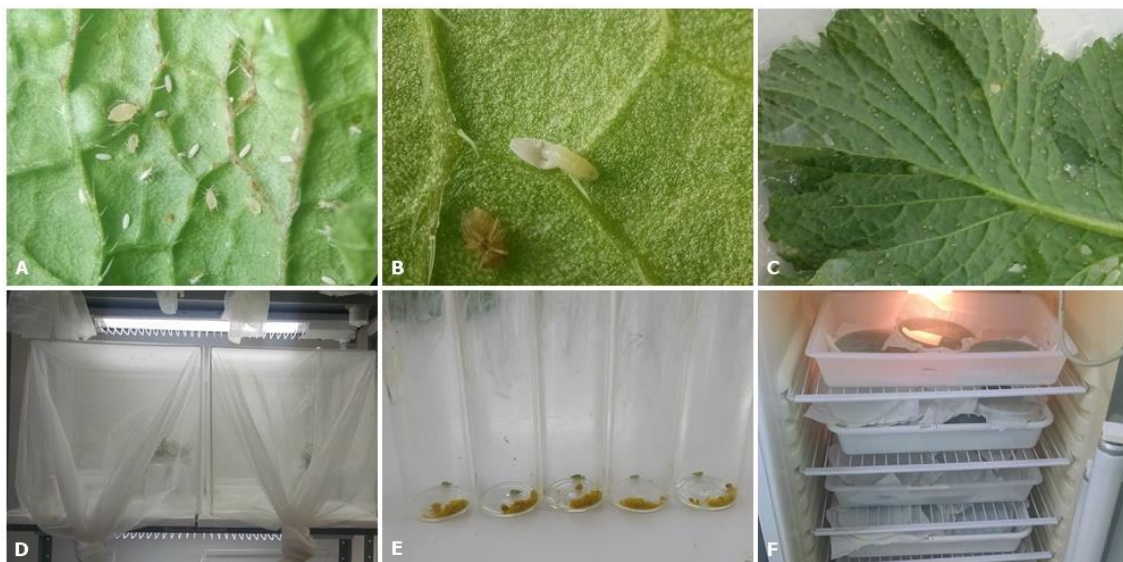


Figura 1.3 Processo de criação das larvas. (A) Substrato de oviposição; (B) Eclosão das larvas; (C) Substrato de alimentação das larvas; (D) Gaiolas para criação dos adultos; (E) Pupas individualizadas; (F) Manutenção de ovos e larvas em B.O.D.

### 3. RESULTADOS

**Tratamento I** (Flores-de-mel (*Lobularia maritima*), água, 10% de solução de mel e pólen desidratado).

Posteriormente ao estabelecimento da população inicial, obtiveram-se pelo menos seis gerações.

Em condições controladas de temperatura, umidade relativa e fotoperíodo, a terceira geração (F3) do Tratamento I apresentou a maior longevidade da colônia (84 dias) e maior viabilidade dos ovos (78,86%). Entretanto, a segunda geração (F2) foi a que produziu o maior número de ovos (4242), mas com 43,87% de viabilidade.

A variabilidade média obtida da longevidade da colônia do tratamento I foi de 57,28 dias, sendo 84 dias para a longevidade máxima (TIF3), e 38 dias para a longevidade mínima (TIF6). Em relação ao número de ovos postos por geração, a média foi de 3565,71 ovos, com o máximo de 4242 ovos que ocorreu na F2, e o mínimo de 2927 ovos que ocorreu na F6. A média da viabilidade dos ovos desse tratamento foi de 56,66%, apresentando uma máxima viabilidade na terceira geração com 78,86%, e uma mínima na população inicial com 41,66%. Por fim, a média do total de larvas foi de 2000,85, apresentando um valor máximo de 2546 larvas na quinta geração, e um valor mínimo de 1362 na população inicial (Tabela 1.1) (Figura 1.4).

O número de fêmeas de *A. exotica* vivas por dia e média de ovos por fêmea das gerações F1, F2, F3, F4, F5, F6 obtidas em laboratório encontram-se no Anexo A.

Tabela 1.1 Longevidade da colônia, total de ovos, viabilidade de ovos e total de larvas de *Allograpta exotica* para cada geração obtida por meio do Tratamento I. (F: geração; \* indica que a colônia foi iniciada com número inferior a 25 casais (15♂ 16♀)).

	Longevidade da colônia	Total de ovos	Viabilidade dos ovos	Total de larvas
<b>População inicial</b>	46 dias	3269	41,66%	1362
<b>Tratamento I-F1</b>	65 dias	3921	58,86%	2308
<b>Tratamento I-F2</b>	59 dias	4242	43,87%	1861
<b>Tratamento I-F3*</b>	84 dias	3054	78,86%	2403
<b>Tratamento I-F4</b>	62 dias	3498	50,97%	1783
<b>Tratamento I-F5</b>	47 dias	4049	62,87%	2546
<b>Tratamento I-F6</b>	38 dias	2927	59,54%	1743

É importante ressaltar que durante o experimento ocorreram algumas dificuldades na criação de *M. persicae*, com infestações de parasitoides, reduzindo

drasticamente a quantidade de afídeos disponíveis para alimentação das larvas de Syrphidae. Estes eventos ocorreram durante momentos do experimento relativo ao Tratamento 1 durante a geração F2. Assim, o número de indivíduos considerados para o início das avaliações da F3 foi de 15 machos e 16 fêmeas, fato que não afetou o desenvolvimento da colônia.

Concomitantemente à escassez de alimento larval, após o encerramento da sexta geração, houve a necessidade de troca de laboratório devido a problemas no ar condicionado que fazia climatização da sala. Portanto tais fatores levaram à dificuldade de obtenção de adultos para início da avaliação da geração subsequente, ou seja, F7. Embora os esses resultados não estejam aqui apresentados, vale ressaltar que houve a possibilidade de conduzir o experimento até a nona geração, mas com número de indivíduos adultos reduzidos (F7 = 8 ♂; 11 ♀; F8 = 2 ♂; 5 ♀; F9 = 13 ♂; 12 ♀), a qual foi encerrada devido ao tempo de desenvolvimento do presente estudo.

**Tratamento II** (Flores-de-mel (*L. maritima*), água e 10% de solução de mel).

Os espécimes submetidos ao Tratamento II não foram capazes de ovipositar, portanto, apenas a colônia da população inicial foi mantida, apresentando uma longevidade de 67 dias.

**Tratamento III** (Água, 10% solução de mel e pólen desidratado).

Os espécimes submetidos ao Tratamento III, durante a população inicial, colocaram um número reduzido de ovos (Figura 1.5) comparado à população inicial do T1 (Figura 1.4). Além disso, a viabilidade dos ovos foi tardia, apresentando ovos viáveis a partir do 22º dia e novamente inviáveis a partir do 57º dia, com um evento isolado de 100% de viabilidade no 72º dia. Devido a isto, não foi possível obter adultos suficientes para consequente manutenção da primeira geração deste tratamento (25 ♂ 25 ♀) (Figura 1.5).

A longevidade da colônia foi de 91 dias. Foi obtido um total de 1676 ovos e com viabilidade de 59,72%.



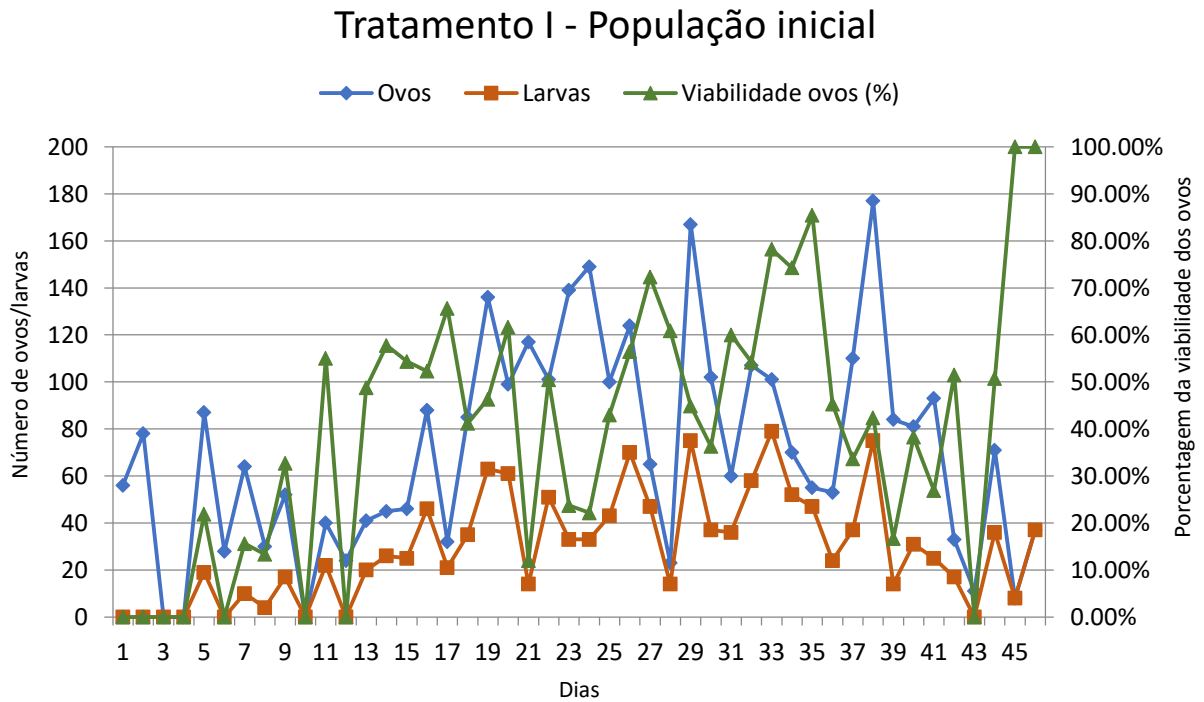


Figura 1.4 Duração em dias da colônia da população inicial de *Allograpta exotica*; quantidade de ovos colocados por dia; porcentagem da viabilidade dos ovos no Tratamento I; e quantidade de larvas eclodidas por dia.

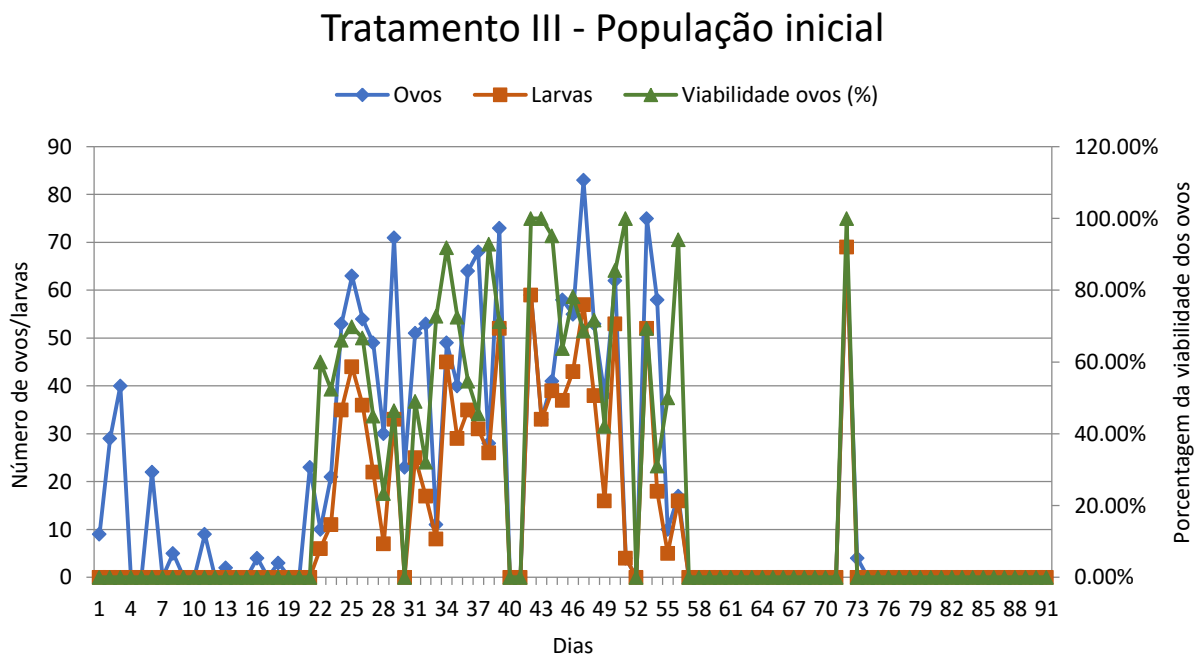


Figura 1.5 Duração em dias da colônia da população inicial de *Allograpta exotica*; quantidade de ovos colocados por dia; porcentagem da viabilidade dos ovos no Tratamento III; e quantidade de larvas eclodidas por dia.

**Tratamento IV** (Água, 10% solução de mel, pólen fresco e farinha de soja).

Os espécimes submetidos ao Tratamento IV, durante a população inicial, colocaram 701 ovos, dos quais 34,66% foram viáveis e uma longevidade da colônia de 35 dias (Figura 1.6). Observou-se um número relativamente considerável de ovos postos por dia até o nono dia e subsequente redução ou ausência de posturas. A viabilidade dos ovos ocorreu até o sétimo dia, com um evento adicional no décimo dia. Devido à alta inviabilidade dos ovos, não foi possível obter adultos suficientes para manutenção da primeira geração deste tratamento (25 ♂ 25 ♀).

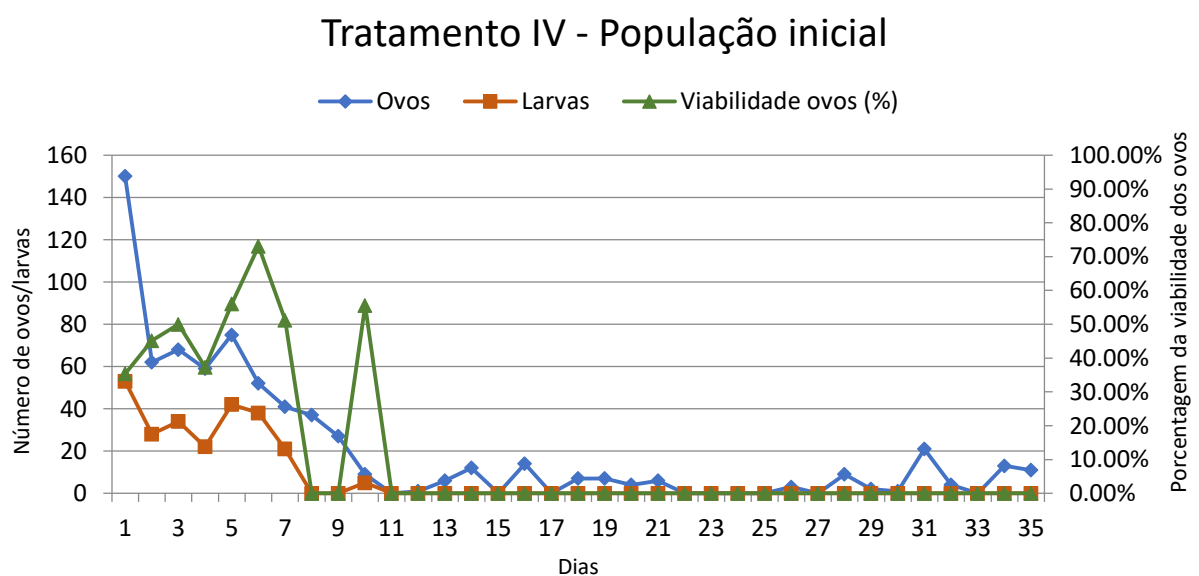


Figura 1.6 Duração em dias da colônia da população inicial de *Allograpta exotica*; quantidade de ovos colocados por dia; porcentagem da viabilidade dos ovos no Tratamento IV; e quantidade de larvas eclodidas por dia.

## 4 DISCUSSÃO

Esperava-se com este estudo que fosse possível eliminar as flores como recurso alimentar para a manutenção de colônias de *A. exotica* em laboratório, devido ao alto custo e mão-de-obra necessários. Contudo, identificou-se a influência positiva entre a combinação da oferta de pólen desidratado e flores, recursos oferecidos no T1.

O experimento sem oferta de pólen extra, o TII, corroborou a hipótese inicial de que a disponibilidade flores e solução de mel não são suficientes para a maturação sexual de *A. exotica*.

Por outro lado, esperava-se a obtenção de maior êxito nos experimentos incluindo os tratamentos III e IV, sendo que este último fosse significativamente melhor em relação ao anterior. Isto era esperado devido à combinação de recursos alimentares relativamente mais proteicos (pólen fresco e farinha de soja) do TIV, visto que o pólen fresco teria uma menor degradação proteica em relação ao desidratado, devido ao processo industrial de desnaturação.

Na literatura, os estudos incluindo alguma forma de criação de sirfídeos em laboratório são, na maioria, com o intuito de manter a colônia desses insetos somente para fins de preservar os adultos vivos, sem a intenção de manter colônias longevas e suas subsequentes gerações (*e.g.* GAUDCHAU, 1982; SINGH; MISHRA, 1988; SADEGHI; GILBERT, 2000c, 1999, 2000a, 2000b; AUAD, 2003; ALMOHAMAD et al., 2006; AMORÓS-JIMÉNEZ et al., 2012; CASTRO; ARAYA, 2012; ARCAYA et al., 2017; BELLEFEUILLE; FOURNIER; LUCAS, 2017), com exceção de Frazer (1972). Este autor deixou subentendido o sucesso da criação de sirfídeos predadores em laboratório, com obtenção de gerações subsequentes, porém, não especificou quantas gerações conseguiu obter para cada uma das cinco espécies avaliadas.

Embora o insucesso dos tratamentos II, III e IV, em todos os tratamentos realizados houve uma certa sobrevivência dos adultos da população inicial. Assim, fica evidente que apenas para a manutenção da sobrevivência de adultos provenientes do campo e/ou emergidos em laboratório (mas provenientes de posturas de fêmeas grávidas também advindas do campo), qualquer combinação de recursos alimentares ofertados (seja, incluindo ou não, pólen em grãos, flores, qualquer fonte de açúcar e água) é suficiente para manter os espécimes vivos.

A questão crucial na criação desses sirfídeos em laboratório reside no fato da capacidade de os espécimes copularem e gerarem descendentes férteis, estando

principalmente relacionada às fontes de proteína e energia ingeridas pelos adultos.

Sabe-se que os sirfídeos se alimentam de pólen como fonte de proteína para a produção de gametas (GILBERT, 1981; GILBERT et al., 1985; CHAMBERS, 1988), aumentando a longevidade e fecundidade dos adultos (SHAHJAHAN, 1968). A composição do pólen varia entre 6 e 28% (w/w, peso seco) de proteínas, entre 1-30% de lipídios e menos de 0,5% de esteróis, além de conter, em quantidades menores, açúcares, amidos, vitaminas e minerais, cujo valor nutritivo é variável de acordo com a espécie de planta (PEMAL, 2000). Porém, é sabido que a variedade e disponibilidade de pólen ofertado aos adultos em condições de cativeiro podem afetar a longevidade e capacidade reprodutiva desses insetos (HURTADO-ASENCIO, 2013).

Por outro lado, o néctar é utilizado como fonte de energia para locomoção e reprodução (KEVAN; BAKER, 1983). Néctar é basicamente uma solução de açúcar composta por um dissacarídeo (sacarose) e duas hexoses (glicose e frutose) (BAKER; BAKER, 1979).

Diante disto, fica claro que a não oferta de pólen em grãos ao TII foi responsável pela ausência de oviposição da colônia. Logo, a quantidade de flores ofertada não foi suficiente para suprir as necessidades de recurso proteico. Considerando-se os resultados obtidos nos experimentos do TIII e TIV, pode-se supor que a solução de mel utilizada não foi suficiente como recurso energético (fonte de sacarose).

Assim, supõe-se que as flores utilizadas no TI supriram a falta do açúcar da solução de mel, visto que outros experimentos utilizaram-se da combinação de açúcar refinado puro (em cubos ou pó) e pólen na dieta oferecida (*e.g.* FRAZER, 1972; GAUDCHAU, 1982; SADEGHI; GILBERT, 1999, 2000a, 2000b, 2000c; ALMOHAMAD et al., 2006; AMORÓS-JIMÉNEZ et al., 2012; BELLEFEUILLE; FOURNIER; LUCAS, 2017). É importante destacar que estudos pilotos foram desenvolvidos no Laboratório de Estudos em Biologia e Sistemática de Syrphidae, do Programa de Pós-graduação em Entomologia da UFLA utilizando-se açúcar mascavo como recurso alimentar para os adultos e foi observado que as moscas não o utilizavam como alimento.

Visto que os principais componentes do mel são monossacarídeos (frutose e glicose, c.a. 80%) além de aproximadamente 10% de dissacarídeos (sacarose e maltose), (WHITE, 1975; CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2001) e o néctar possui uma concentração maior de sacarose (BAKER; BAKER, 1979), mais estudos devem ser desenvolvidos com o intuito de investigar se houve realmente falta de sacarose na oferta

dos recursos alimentares para manutenção de colônias de *A. exotica* em laboratório e se este açúcar tem papel na produção do número de ovos e fertilidade dos mesmos. Uma primeira estratégia poderia ser a inclusão de açúcar refinado, ou ainda aumentar a concentração de mel no sistema para tentar suprir essa suposta falta do açúcar na alimentação da espécie.

Por outro lado, ao invés da falta de açúcar, poderia existir uma condição física para que *A. exotica* consiga acessar o recurso energético. Neste caso, uma estratégia seria investigar se há diferenças na forma de como uma solução açucarada é ofertada, no sentido de que os espécimes tenham melhor acesso e aproveitamento dos nutrientes necessários para a alimentação. Iwai et al. (2007), estudando imaturos, levantou a hipótese de que diferentes espécies de Syrphidae possam requerer diferentes condições físicas do alimento para que possa ser ingerido, além de que cada espécie tenha uma composição enzimática qualitativa e quantitativamente diferentes que atuem na digestão dos alimentos. Esta hipótese não deveria ser descartada em relação aos hábitos alimentares dos adultos.

## 5 CONCLUSÕES

Com o presente estudo não foi possível eliminar as flores como parte dos recursos alimentares para a manutenção de colônias de *Allograpta exotica* em laboratório, mas pode-se perceber que as necessidades nutricionais dos adultos de Syrphidae podem ter particularidades que diferem entre as espécies. Assim, mais estudos devem ser desenvolvidos com o intuito de se compreender tais necessidades, especialmente no que diz respeito ao consumo de açúcares.

Foram obtidas pelo menos seis gerações, seguindo o mesmo delineamento experimental, utilizando-se como dieta para os adultos a combinação de flores-de-mel (*Lobularia maritima*), água, 10% de solução de mel e pólen desidratado.

Este estudo mostrou que *A. exotica* tem capacidade de produzir descendentes em condições controladas e é uma espécie com grande potencial para criação em massa.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOHAMAD, R.; VERHEGGEN, F.; FRANCIS, F.; HAUBRUGE, E. Evaluation of hoverfly *Episyrphus balteatus* De Geer (Diptera: Syrphidae) oviposition behaviour toward aphid-infested plants using a leaf disc system. **Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences**, v. 71, p. 403–412, 2006.

AMORÓS-JIMÉNEZ, R.; PINEDA, A.; FERERES, A.; MARCOS-GARCÍA, M. Á. Prey availability and abiotic requirements of immature stages of the aphid predator *Sphaerophoria rueppellii*. **Biological Control**, v. 63, n. 1, p. 17–24, 2012.

ANKERSMIT, G. W.; DIJKMAN, H.; KEUNING, N. J.; MERTENS, H.; SINS, A.; TACOMA, H. M. *Episyrphus balteatus* as a predator of the aphid *Sitobion avenae* on winter wheat. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 42, n. 3, p. 271–277, 1986.

ARCAYA, E.; PÉREZ-BAÑÓN, C.; MENGUAL, X.; ZUBCOFF-VALLEJO, J. J.; ROJO, S. Life table and predation rates of the syrphid fly *Allograpta exotica*, a control agent of the cowpea aphid *Aphis craccivora*. **Biological Control**, v. 115, n. September, p. 74–84, 2017.

AUAD, A. M. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 3, p. 475–485, 2003.

AUAD, A. M.; BUENO, V. H. P.; KATO, C. M.; GAMARRA, D. C. Ocorrência e flutuação populacional de predadores e parasitóides de *Brachycaudus (Appelia) schwartzi* (Börner) (Homoptera: Aphididae), em pessegueiro, em Jacuí, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 257–263, 1997.

AUAD, A. M.; TREVIZANI, R. Ocorrência de sirfídeos afidófagos (Diptera, Syrphidae) em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 3, p. 425–426, 2005.

BAKER, H. G.; BAKER, I. Starch in angiosperm pollen grains and its evolutionary significance. **American Journal of Botany**, v. 66, n. 5, p. 591–600, 1979.

BALZAN, M. V.; WÄCKERS, F. L. Flowers to selectively enhance the fitness of a host-feeding parasitoid: adult feeding by *Tuta absoluta* and its parasitoid *Necremnus artynes*. **Biological Control**, v. 67, n. 1, p. 21–31, 2013.

BARTLETT, A. C. Genetic changes during insect domestication, p.1-8. In E.G. King & N.C. Leppla (eds.), **Advances and challenges in insect rearing**. New Orleans, USDA, 306p., 1984.

BELLEFEUILLE, Y.; FOURNIER, M.; LUCAS, E. *Eupeodes americanus* and *Leucopis annulipes* as potential biocontrol agents of the foxglove aphid at low temperatures. **International Organisation for Biological and Integrated Control - West Palaearctic Regional Section Bulletin**, v. 124, p. 62–66, 2017.

BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C.; SILVEIRA, L. C. P.; RODRIGUES, S. M. M. An overview of biological control in greenhouse *Chrysanthemums* in Brazil. **International Organisation for Biological and Integrated Control - West Palaearctic Regional Section Bulletin**, Montfavet, v. 26, p. 1-5, 2003.

BUENO, V. H. P. Controle biológico de pulgões ou afídeos-praga em cultivos protegidos. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 225, p. 9–17, 2005.

CAMPOY-POMARES, A. **Estudio y mejora de los principales parámetros biológicos relacionados con la cría artificial de sírfidos cristalinos**. 71p. Monografía (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidad de Alicante. Alicante, 2014.

CASTRO, V.; ARAYA, J. E. Clave de identificación de huevos , larvas y pupas de *Allograpta* (Diptera: Syrphidae) comunes en la zona central de Chile. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 38, p. 83–94, 2012.

CHAMBERS, R. J. Syrphidae. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Eds.). **Aphids, their biology, natural enemies and control**. The Netherlands: Elsevier, 1988. p. 259–270.

CHAMBERS, R. J.; ADAMS, T. H. L. Quantification of the impact of hoverflies (Diptera: Syrphidae) on cereal aphids in winter wheat: An analysis of field populations. **Journal of Applied Ecology**, v. 23, n. 3, p. 895–904, 1986.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Codex Alimentarius Commission Standards. **Codex Stan 12-1981**, p. 1–8, 2001.

FRAZER, B. D. A simple and efficient method of rearing aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). **Journal of the Entomological Society of British Columbia**, v. 69, p. 23–24, 1972.

GAUDCHAU, M. Zur Dauerzucht von *Epistrophe balteata* Deg. (Diptera, Syrphidae) in Kleinkafigen. **Anzeiger Shadlingskde Pflanzenschutz Umweltschutz**, v. 55, n. 3, p. 38–39, 1982.

GEUSEN-PFISTER, V. H. Untersuchungen zur Biologie und zum Reproduktionsvermögen von *Episyrphus balteatus* Deg. (Dipt., Syrphidae) unter Gewachshausbedingungen. **Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universität Bonn**, v. 104, n. November 1981, p. 261–270, 1987.

GILBERT, F. Foraging ecology of hoverflies: morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. **Ecological Entomology**, v. 6, n. 3, p. 245–262, 1981.

GILBERT, F. The evolution of imperfect mimicry. In: FELLOWES, M. D. E.; HOLLOWAY, G. J.; ROLFF, J. (Ed.). **Insect Evolutionary Ecology**. CABI, 2005. p. 231–288.

GILBERT, F.; HARDING, E. F.; LINE, J. M.; PERRY, I. Morphological approaches to



community structure in hoverflies (Diptera, Syrphidae). **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 224, n. 1234, p. 115–130, 1985.

GÓMEZ J. M. Phenotypic selection and response to selection in *Lobularia maritima*: importance of direct and correlational components of natural selection. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 13, n. 4, p. 689–699. 2000.

HURTADO-ASENCIO, P. **Estudio del ciclo de vida de sírfidos cristalinos (Diptera, Syrphidae) y bases para su cria artificial**. 288p. Tese (Doutorado acadêmico em Biodiversidad: Gestión y Conservación de las Especies y sus Hábitats) - Universidad de Alicante. Alicante, 2013.

IWAI, H.; NIJIMA, K.; MATSUKA, M. An artificial diet for aphidophagous syrphids, *Episyrphus balteatus* (de Geer) and *Eupeodes bucculatus* (Rondani) (Diptera: Syrphidae) using drone honeybee brood powder. **Applied Entomology and Zoology**, v. 42, n. 2, p. 167–172, 2007.

IWAI, H.; NIJIMA, K.; MATSUKA, M. Improvement of artificial diet for aphidophagous syrphids, *Episyrphus balteatus* (de Geer) and *Eupeodes bucculatus* (Rondani) (Diptera: Syrphidae) - Additional effects of fatty acids and preservatives. **Applied Entomology and Zoology**, v. 44, n. 3, p. 439–446, 2009.

KEVAN, P. G.; BAKER, H. G. Insects as flower visitors and pollinators. **Annual Review of Entomology**, v. 28, n. 1, p. 407–453, 1983.

KLOEN, H.; ALTIERI, M. A. Effect of mustard (*Brassica hirta*) as a non-crop plant on competition and insect pests in broccoli (*Brassica oleracea*). **Crop Protection**, v. 9, n. 2, p. 90–96, 1990.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MACKAUER, M.; WAY, M. J. *Myzus persicae*, an aphid of world importance. In: DELUCCHI, V. L. (Ed.). **Studies on biological control**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 51-117, 1976.

OMKAR, A.; PERVEZ, A.; MISHRA, G.; SRIVASTAVA, S.; SINGH, S. K.; GUPTA, A. K. Intrinsic advantages of *Cheilomenes sexmaculata* over two coexisting *Coccinella species* (Coleoptera: Coccinellidae). **Insect Science**, v. 12, n. 3, p. 179–184, 2005.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole, 2002.

PEMAL, S. F. **The influence of pollen quality and pollen-based cues on the nutrition and foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera* L.** Tese (doutorado acadêmico, área de concentração em Entomologia) - University of Manitoba, Department of Entomology. 447 p, 2000.

PINHEIRO, L. A.; TORRES, L. M.; RAIMUNDO, J.; SANTOS, S. A. P. Effects of pollen, sugars and honeydew on lifespan and nutrient levels of *Episyrphus balteatus*.

**BioControl**, v. 60, n. 1, p. 47–57, 2015.

PINHEIRO, L. A.; TORRES, L.; RAIMUNDO, J.; SANTOS, S. A. P. Effect of floral resources on longevity and nutrient levels of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). **Biological Control**, v. 67, n. 2, p. 178–185, 2013.

PUTRA, N. S.; YASUDA, H. Effects of prey species and its density on larval performance of two species of hoverfly larvae, *Episyrphus balteatus* de Geer and *Eupeodes corollae* Fabricius (Diptera: Syrphidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 41, n. 3, p. 389–397, 2006.

RAGI, A. A. M. **Sirfídeos predadores (Diptera, Syrphidae) em cultivos orgânicos de couve**. 2017. 48p. Dissertação (Mestrado acadêmico, área de concentração em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2017.

RODRIGUES, W. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1–4, 2004.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. Individual variation in oviposition preference , and its interaction with larval performance in an insect predator. **Oecologia**, v. 118, n. 4, p. 405–411, 1999.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. Oviposition preferences of aphidophagous hoverflies. **Ecological Entomology**, v. 25, n. 1, p. 91–100, 2000a.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. **Journal of Animal Ecology**, v. 69, n. 5, p. 771–784, 2000c.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. The effect of egg load and host deprivation on oviposition behaviour in aphidophagous hoverflies. **Ecological Entomology**, v. 25, n. 1, p. 101–108, 2000b.

SALVADORI, J. R.; PARRA, J. R. P. Seleção de dietas artificiais para *Pseudaletia sequax* (Lep.: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, p. 1701-1713, 1990.

SHAHJAHAN, M. Effect of diet on the longevity and fecundity of the adults of the tachinid parasite *Trichopoda pennipes pilipes*. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, n. 4, p. 1102–1103, 1968.

SINGH, R.; MISHRA, S. Development of a syrphid fly, *Ischiodon scutellaris* (Fabricius) on *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). **Journal of Aphidology**, v. 2, p. 28–34, 1988.

SINGH, P.; MOORE, R. F. **Handbook of Insect Rearing**. Amsterdam, Elsevier, v. 2, 514p., 1985.

VAN EMDEN, H. F. A field technique for comparing the intensity of mortality factors acting on the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hem.: Aphididae), in different

areas of a crop. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 6, n. 1, p. 53–62, 1963.

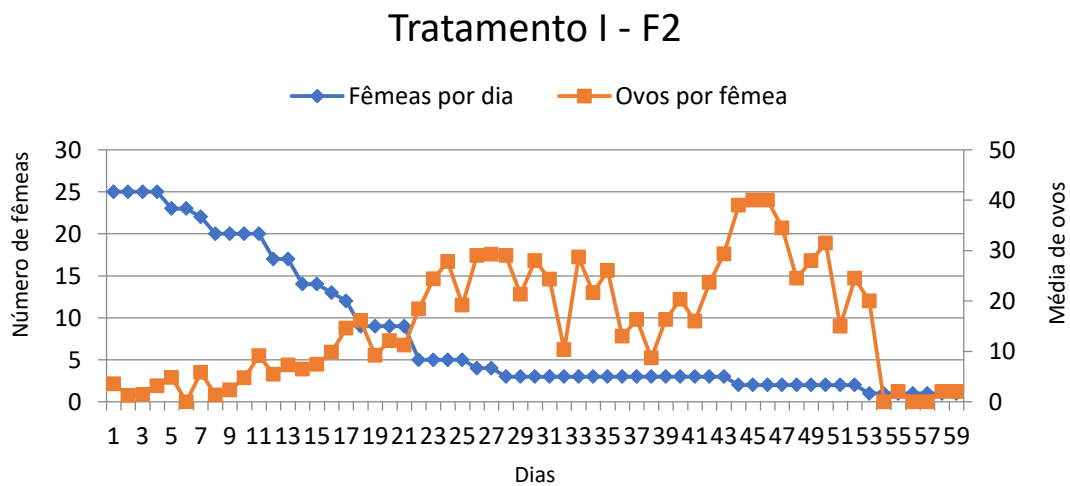
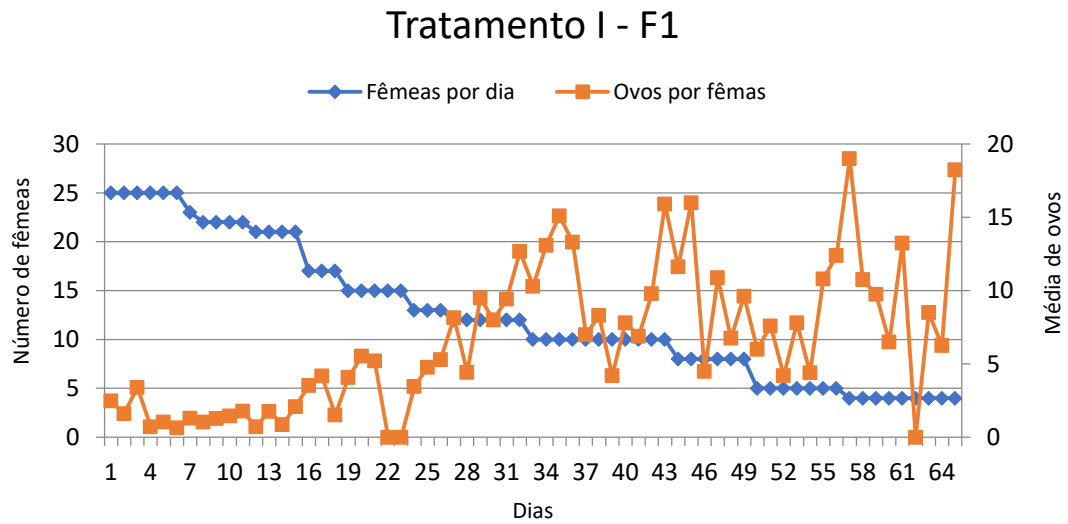
VAN LENTEREN, J. C. Critérios de seleção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle Biológico de Pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. p. 01–19.

WACKERS, F. L.; VAN RIJN, P. C. J. Food for protection: an introduction. Plant-Provided food for carnivorous insects, protective mutualism and its applications. **Cambridge University Press**, p. 1–14, 2005.

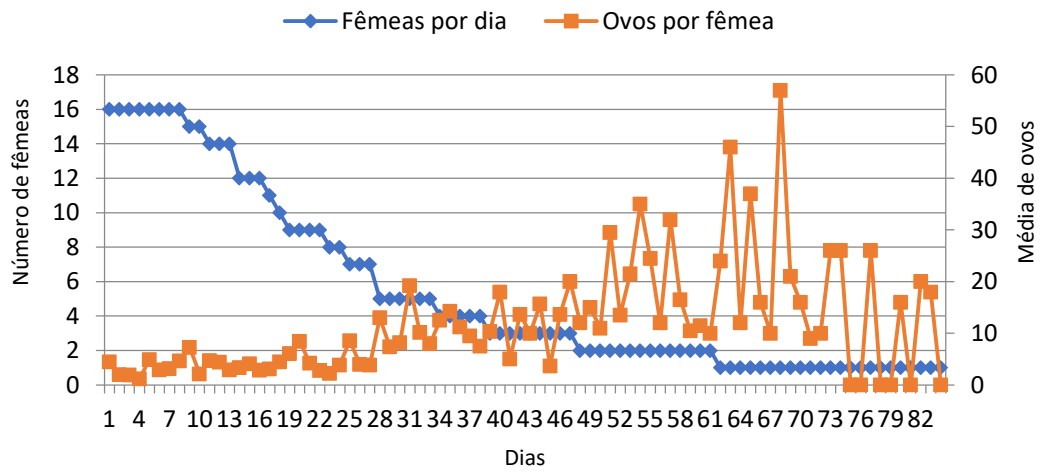
WHITE, J. W. Composition of honey, In: CRANE, E. (Ed.) **Honey: a Comprehensive Survey**, Heinemann, London, pp. 207-239, 1975.

## ANEXO A

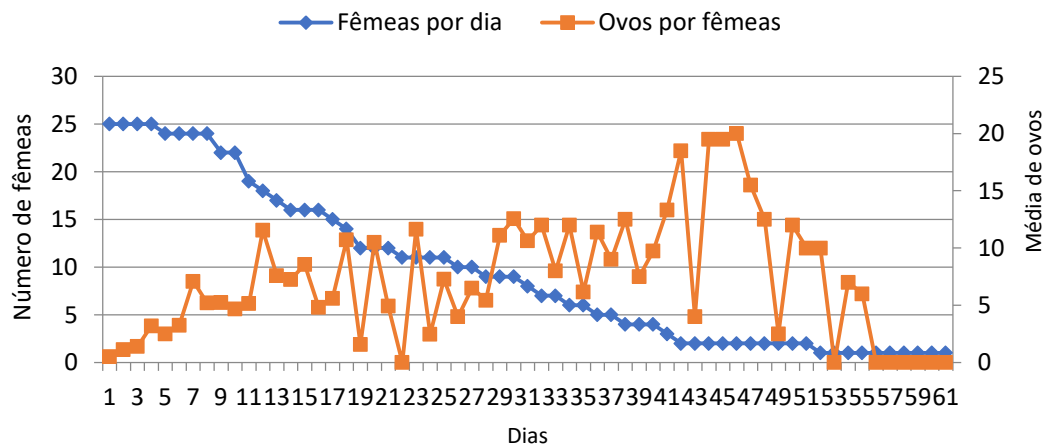
O número de fêmeas de *A. exotica* vivas por dia e média de ovos por fêmea das gerações F1, F2, F3, F4, F5 e F6 obtidas em laboratório.



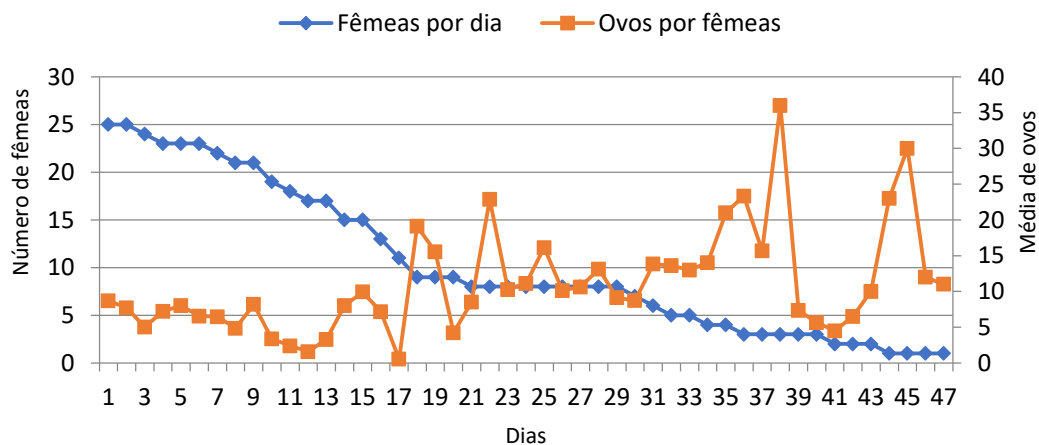
### Tratamento I - F3



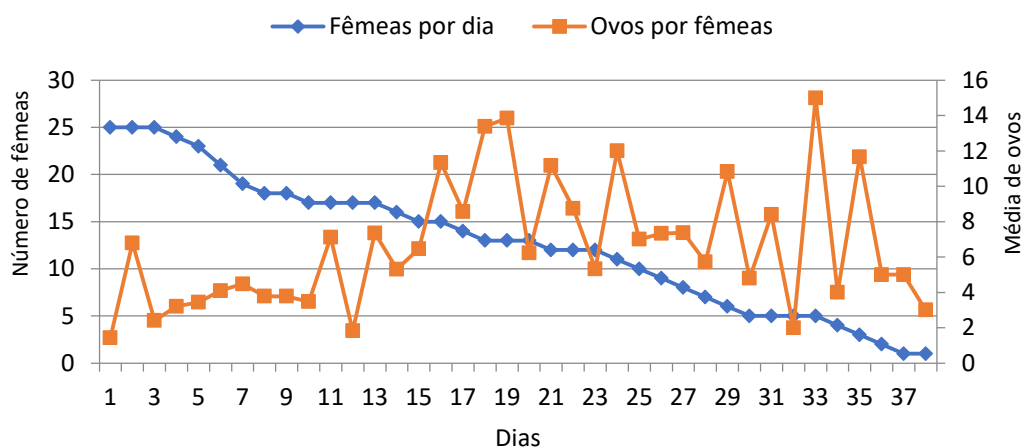
### Tratamento I - F4



### Tratamento I - F5



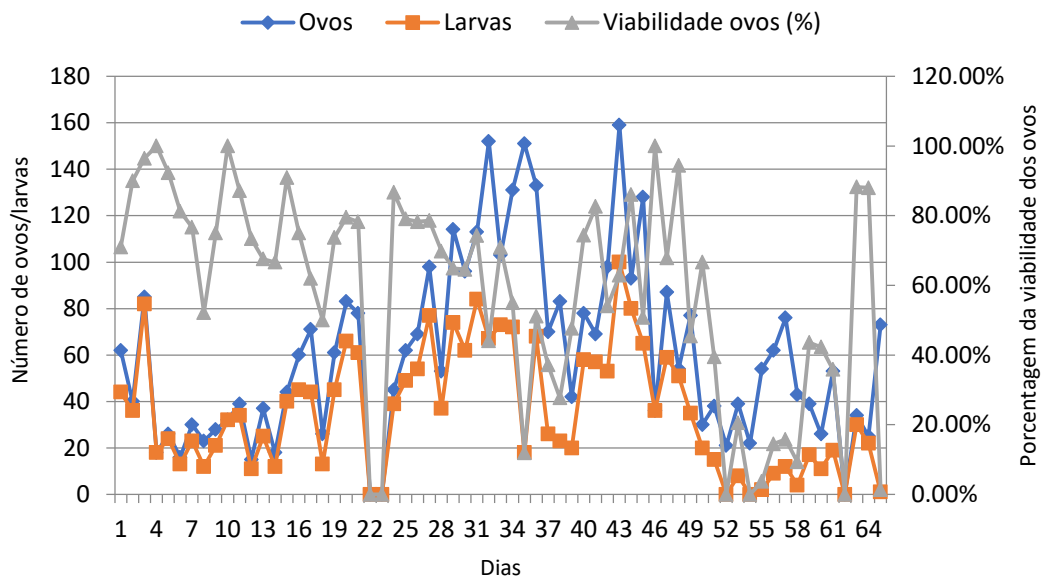
### Tratamento I - F6



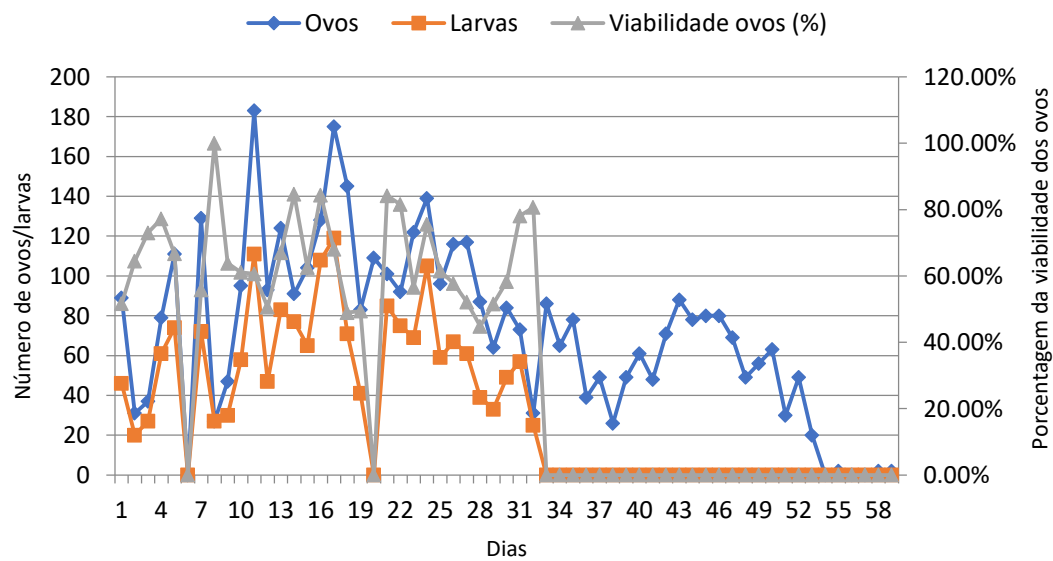
## ANEXO B

Duração em dias da geração da população inicial de *A. exotica*; quantidade de ovos colocados por dia; quantidade de larvas eclodidas por dia; e porcentagem da viabilidade dos ovos das gerações F1, F2, F3, F4, F5 e F6 do tratamento I.

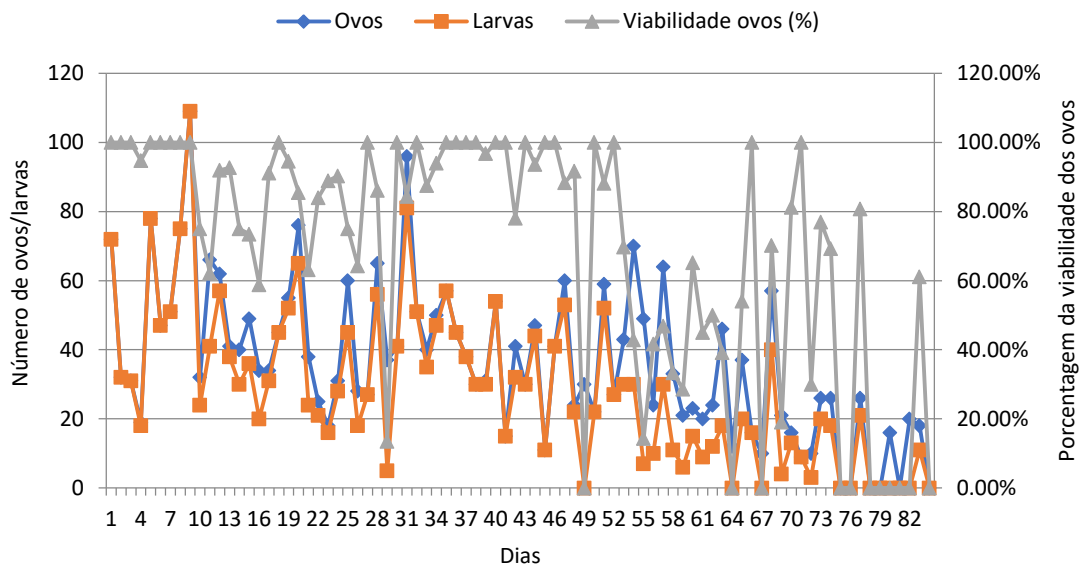
### Tratamento I - F1



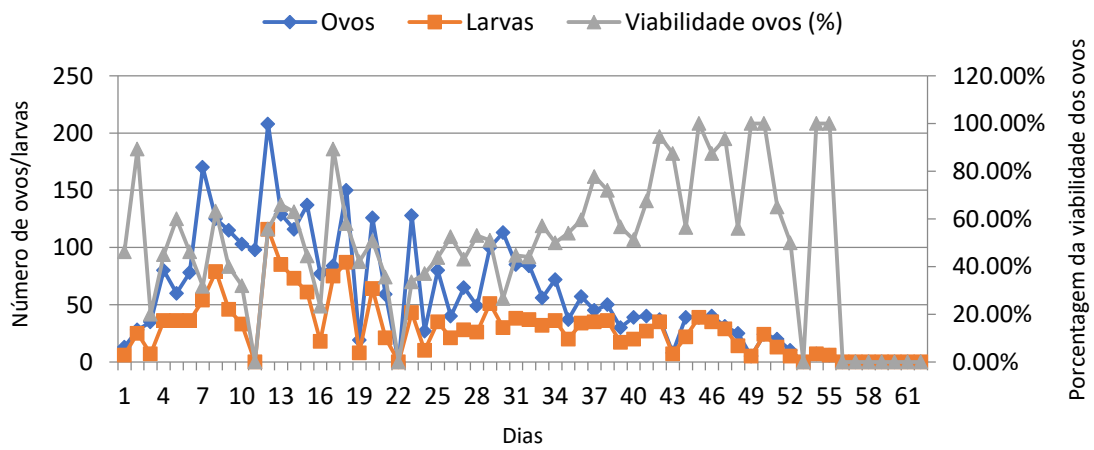
### Tratamento I - F2



### Tratamento I - F3

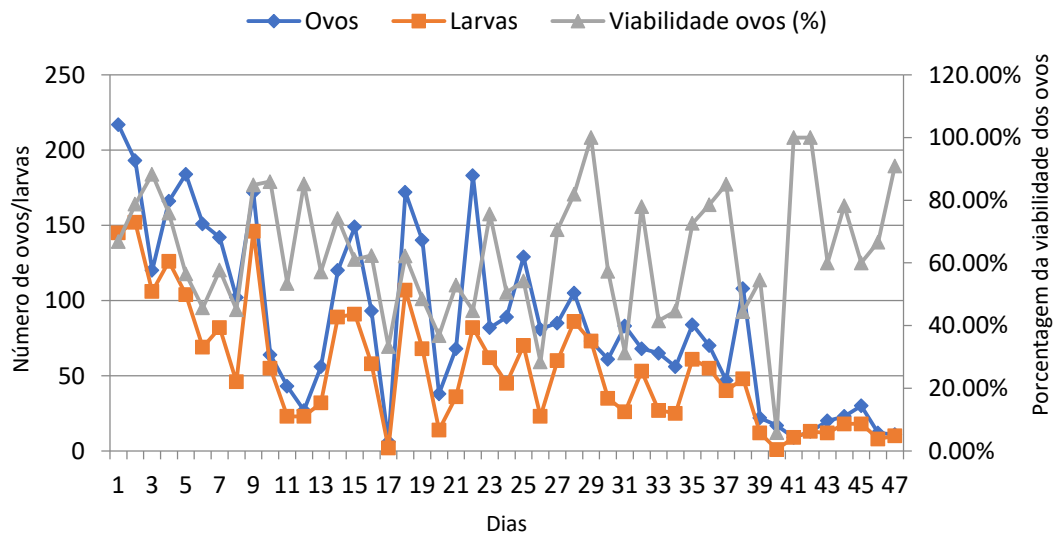


### Tratamento I - F4

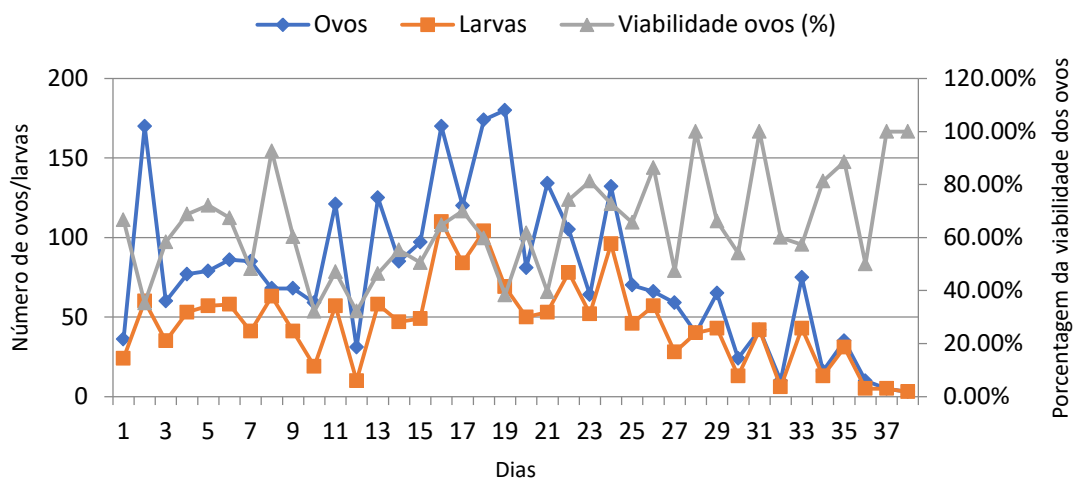




### Tratamento I - F5



### Tratamento I - F6



## CAPÍTULO 2

**TABELA DE VIDA PARA DOIS SEXOS POR IDADE E FASE DE  
DESENVOLVIMENTO DE *ALLOGRAPTA EXOTICA* (WIEDEMANN)  
(DIPTERA, SYRPHIDAE)**

## RESUMO

Tabelas de vida fornecem informações importantes para o conhecimento da dinâmica populacional de uma espécie, sendo fundamental para o entendimento da ecologia da população. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma tabela de vida para *Allograpta exotica* (Wiedemann) alimentada com *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera, Aphididae), por meio da teoria da tabela de vida para dois sexos por idade e estágio de desenvolvimento (*Age-stage, Two-sex life table*). A partir da primeira postura da segunda geração de uma criação mantida em laboratório, foram obtidos 100 ovos. As larvas eclodidas foram individualizadas e transferidas para novas placas de Petri de 9 cm diâmetro contendo um disco de folha de rabanete infestada com *M. persicae*. Diariamente, as placas foram examinadas para a busca de pupas e disponibilidade de presas. As larvas foram alimentadas *ad libitum* com espécimes de *M. persicae* criados em laboratório. As pupas foram individualizadas até a obtenção dos adultos. Os adultos obtidos foram inseridos em gaiolas de criação (20 x 20 cm) idênticas às utilizadas na criação de manutenção, contendo o mesmo arranjo de alimentos e substrato de oviposição. O processamento da análise dos dados para construção das tabelas de vida foi realizado pelo Programa TWSEX-MSCHART (CHI, 2013). A taxa intrínseca de crescimento ( $r$ ) e a taxa de crescimento finito ( $\lambda$ ) foram 0,118684 dia<sup>-1</sup> e 1,126 dia<sup>-1</sup>, respectivamente, o que indica uma tendência de aumento positivo da população. Por outro lado, a taxa de sobrevivência por idade e estágio de desenvolvimento ( $s_{xj}$ ) e a distribuição da mortalidade por idade e estágio de desenvolvimento ( $p_{xj}$ ) mostram que a sobrevivência estimada para um recém-nascido diminui progressivamente ao longo de seu ciclo de vida, registrando alta mortalidade durante a fase larval. A duração média registrada do desenvolvimento de *A. exotica* foi de 2,0, 7,36 e 6 dias para ovo, larva e pupa, respectivamente, e 15,08 dias do ovo até a emergência dos adultos. A longevidade dos adultos apresentou uma média de 30,4 dias, com máximo de 50 dias para os machos e 52 dias para as fêmeas, sendo o mínimo de sete dias para os machos e de quatro dias para as fêmeas. O ciclo biológico como um todo apresentou uma média de desenvolvimento de 32,83 dias, dentro do intervalo de 6 a 68 dias. A fecundidade média da população das fêmeas foi de 221,07 ovos por fêmea. As fêmeas precisam de 10,1 dias em média para a maturação do sistema reprodutivo. A utilização da metodologia da ‘tabela de vida para dois sexos, idade e fase de desenvolvimento’ para avaliação do ciclo biológico de sirfídeos predadores é recente e tem revelado importantes sobreposições da taxa de desenvolvimento entre os indivíduos de cada fase, o que não era revelado pelas metodologias de tabela de vida tradicionais.

**Palavras-chave:** ciclo biológico, criação artificial, tabela de vida.

## ABSTRACT

Life tables provide important information for the knowledge of the population dynamics of a species, being fundamental for the understanding of population ecology. This work aimed to elaborate a life table for *Allograpta exotica* (Wiedemann) fed with *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera, Aphididae) through the Age-stage, two sex life table method. From the first oviposition of the second generation of the laboratory rearing, 100 eggs were obtained. The hatched larvae were individualized and transferred to new 9 cm diameter Petri dishes containing a disk of radish leaf infested with *M. persicae*. The dishes were examined daily for pupae and prey availability. The larvae were fed *ad libitum* with laboratory reared *M. persicae* specimens. The pupae were individualized until adults were obtained. The obtained adults were inserted in rearing cages (20 x 20 cm) identical to those used previously, containing the same food arrangement and oviposition substrate. The analysis of the data for the construction of the life tables was performed by the TWOSEX-MSCHART Program (CHI, 2013). The intrinsic rate of increase ( $r$ ) and the finite rate of increase ( $\lambda$ ) were 0.118684 day<sup>-1</sup> and 1.126 day<sup>-1</sup>, respectively, this shows a positive increase of population tendency. On the other hand, the age-stage survival rate ( $s_{xj}$ ) and the age-stage distribution of mortality ( $p_{xj}$ ) show that the estimated survivorship for a new born goes down progressively throughout its life history, recording an important mortality at the beginning of larval stage. The average recorded duration of *A. exotica* development was 2.0, 7.36 and 6 days for eggs, larvae and pupae respectively, and 15.04 days from egg to adult emergence. Adult longevity presented a mean of 30.4 days, with a maximum of 50 days for males and 52 days for females, with a minimum of seven days for males and four days for females. The biological cycle presented a mean development of 32.83 days, within the range of 6 to 68 days. The mean fecundity of the female population was 221.07 eggs per female. Females need 10.1 days on average for maturation of the reproductive system. The use of the Age-stage, Two-sex life table methodology for assessing the biological cycle of predatory siphids is recent and has revealed important overlaps in the rate of development among individuals at each stage, which was not revealed by the methodologies of traditional life table.

**Keywords:** Age-stage Two-sex life table, artificial rearing, biological cycle.

## 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento dos parâmetros biológicos de espécies de insetos é de extrema importância para o estudo populacional e o desenvolvimento de técnicas de manejo integrado de pragas, que só são possíveis com o estabelecimento de metodologias apropriadas de criação em laboratório que permitam manter diversas gerações em condições padronizadas, obtendo alta viabilidade e sobrevivência dos insetos (PARRA et al., 2002; CHI; SU, 2006; YU; CHI; CHEN, 2013).

O estudo sobre tabela de vida é um dos principais componentes para compreensão da dinâmica populacional de uma espécie, sendo fundamental para o entendimento da ecologia da população. A tabela de vida oferece uma descrição mais abrangente sobre a sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de uma população, além de ter uma visão integrada das características biológicas sob condições ambientais determinadas. Além disso, vem sendo empregadas em estudos de população de insetos para se determinar à expectativa de vida de uma determinada população (CHI, 1988; WITTMAYER; COUDRON, 2001).

A determinação de tabelas de vida auxilia na avaliação do impacto da sobrevivência e mortalidade do inseto avaliado, sabe-se que esses parâmetros biológicos são de relevante importância para se conhecer onde se encontram os pontos críticos de uma espécie. Isto permite conhecer em que pontos do ciclo aparecem às reduções populacionais mais acentuadas, de forma que se possam traçar medidas de redução de mortalidade e aumento de sobrevivência durante a criação massiva dos insetos em questão.

Cada indivíduo na tabela de vida apresenta seu próprio tempo de desenvolvimento, longevidade e fecundidade. Contudo, as tabelas de vida tradicionais de fertilidade, são normalmente baseadas apenas nas fêmeas, ignorando a taxa de desenvolvimento e sobrevivência de indivíduos machos (ISTOCK, 1981; CHI; LIU, 1985; CHI, 1988; CAREY; LIEDO, 1995). Embora na literatura haja um número considerável de estudos sobre tabela de vida tradicional para muitas espécies de insetos, suas aplicações práticas são bastante limitadas.

De acordo com Chi (1988), não levar em consideração a população dos machos acarreta certas anomalias, visto que a taxa de desenvolvimento pode variar entre os sexos, mesmo quando as avaliações são realizadas sob condições controladas de temperatura, umidade ou disponibilidade de nutrientes, por exemplo. Além disso, os

modelos prévios podem falsear os valores de fecundidade associada ao fato de se descartar ou se assumir como “fêmeas” aqueles indivíduos que morrem antes de alcançarem a fase adulta, ou, ainda, de se assumir que todas as fêmeas emergem no mesmo dia.

Assim, a metodologia da tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento (*Age-stage, Two-sex life table*) (“TVSID” daqui em diante), leva em consideração a diferenciação da taxa de desenvolvimento, sobrevivência e predação de ambos os sexos, incluindo taxas de desenvolvimento variável entre diferentes indivíduos. Isso torna possível simular o crescimento de uma população de insetos de ambos os sexos, simular a interação entre uma praga e um predador, e determinar a liberação de inimigos naturais (CHI; LIU, 1985; CHI, 1988).

Embora existam estudos relacionados a aspectos biológicos e populacionais de sirfídeos predadores, o conhecimento é ainda bastante restrito. Visto que *Allograpta exotica* é uma espécie que apresenta potencial para o uso no controle biológico de afídeos na Região Neotropical, torna-se importante conhecer os atributos inerentes à estrutura da população, por meio do estudo de tabelas de vida por idade e fase de desenvolvimento para ambos os sexos. A partir disto, serão construídas bases científicas para auxiliar pesquisas futuras no uso deste agente entomófago em programas de controle biológico, especialmente de afídeos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Estudo da tabela de vida para dois sexos por idade e fase de desenvolvimento de *A. exotica*

Para a confecção da tabela de vida de *A. exotica*, utilizaram-se como recursos alimentares dos adultos flores-de-mel (*Lobularia maritima*), água, 10% de solução de mel e pólen desidratado, seguindo o protocolo descrito para o Tratamento I do capítulo anterior. Como o substrato de oviposição foi utilizada uma placa de Petri de 10 cm diâmetro contendo um disco de folha de rabanete (*Raphanus sativus*), sob ágar a 10%, infestado com uma média de 60 afídeos da espécie *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae).

Os experimentos foram conduzidos sob as mesmas condições de temperatura, fotoperíodo e umidade relativa, seguindo a metodologia descrita no subitem 2.3 do capítulo 1.

Uma nova colônia de *A. exotica* foi estabelecida em laboratório e a partir da primeira postura da geração F2, foram individualizados 10 ovos por vez, até serem obtidos 100 ovos avaliados. As larvas eclodidas foram transferidas individualmente para novas placas de Petri de 9 cm diâmetro contendo um disco foliar de rabanete sob uma fina camada de ágar, infestado com *M. persicae* e mantidas em câmara climatizada (25°C ± 1°C, 70 ± 10% UR e fotofase de 14 horas). Cada placa foi selada com papel toalha branco, preso com elástico, de modo a evitar a fuga das larvas e pulgões, mas permitir a aeração no interior da placa.

Para acompanhar o desenvolvimento até a obtenção dos adultos, os espécimes foram inspecionados diariamente. As larvas de Syrphidae foram alimentadas *ad libitum* com afídeos da espécie *M. persicae*, criados em laboratório.

Neste estudo, as larvas não foram identificadas em seus três estádios (L1, L2 e L3) para a avaliação da longevidade. Decidiu-se considerar o número de total de dias da fase larval, pois o manuseio dessas larvas com pincel pode afetar seu comportamento, além de evitar qualquer tipo de erro na distinção dos ínstares das larvas.

Na maioria das larvas de Syrphidae o primeiro estágio apresenta o processo respiratório posterior separado e não projetado para fora do tegumento. O terceiro estágio tem um processo respiratório posterior fusionado internamente, no caso de *Allograptia*, este é alongado e fusionado (ROTHERAY, 1993). Com essas

características, esses ínstares são facilmente reconhecidos, porém, o segundo estágio o processo respiratório está começando a fusionar, dificultando identificá-lo corretamente.

Cada pupa obtida foi transferida para tubos de vidro com fundo chato (8cm de altura X 2,5cm de diâmetro), selados com plástico filme PVC, sendo feitos vários pequenos furos utilizando um alfinete entomológico, para permitir a troca gasosa e estabilização da umidade. No interior desses tubos foi colocado pólen desidratado para que o inseto tivesse alimento disponível logo após a emergência.

Os adultos obtidos foram individualizados em gaiolas de criação (20 X 20 cm) idênticas às utilizadas na criação de manutenção, contendo o mesmo arranjo de alimentos e substrato de oviposição. Os machos foram mantidos individualizados e as fêmeas agrupadas com 5 machos provenientes da colônia de manutenção para favorecer a fecundação. No caso das fêmeas, a longevidade/mortalidade e a quantidade de ovos postos por dia foram registrados em tabelas apropriadas. Para os machos, foi registrada a longevidade.

Os dados do histórico de vida de todos os indivíduos, incluindo machos e fêmeas, foram analisados de acordo com “TVSID”, postulada por Chi e Liu (1985), seguindo a metodologia descrita por Chi (1988).

O processamento da análise dos dados para construção das tabelas de vida foi realizado pelo Programa TWOSEX-MSCHART (CHI, 2014), disponível em <http://140.120.197.173/Ecology> (Chung Hsing University) e em <http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/wes/Chi.html> (Illinois Natural History Survey). Este programa gera, a partir dos dados obtidos de mortalidade, longevidade e fecundidade, uma série de tabelas de vida e gráficos de valores e parâmetros tanto biológicos quanto demográficos, os quais permitem obter toda a informação referente à população ou colônia de indivíduos.

Os aspectos biológicos que foram levados em conta, são os seguintes:

a) Taxa de sobrevivência por idade-estágio de desenvolvimento ( $S_{xj}$ ).

Probabilidade de que um indivíduo recém-nascido sobreviva à idade  $x$  e estágio  $j$ , onde o primeiro estágio é o ovo, o segundo estágio é a larva, o terceiro estágio é a pupa, e o quarto estágio são os adultos (macho e fêmea), serão estimados utilizando os métodos descritos em Alami et al. (2014). Para calcular este parâmetro, divide-se o número de indivíduos vivos que se encontram na idade  $x$  e estágio  $j$  pelo o número total de indivíduos:



$$S_{xj} = \frac{\text{Número de indivíduos vivos na idade } x \text{ e estágio } j}{\text{Número total de indivíduos}}$$

- b) Taxa de sobrevivência por idade específica ( $l_x$ ). Proporção de indivíduos da colônia inicial que sobreviveram à idade  $x$ . É uma forma simplificada de  $S_{xj}$  e descreve as mudanças na sobrevivência da colônia de acordo com a idade (ALAMI et al., 2014). Para calcular este parâmetro, divide-se o número de indivíduos vivos que se encontram na idade  $x$  pelo o número total de indivíduos:

$$l_x = \frac{\text{Número de indivíduos vivos na idade } x}{\text{Número total de indivíduos}}$$

- c) Taxa de mortalidade por idade-estágio de desenvolvimento ( $p_{xj}$ ). Probabilidade de que um indivíduo morra à idade  $x$  e estágio  $j$ . Assemelhando-se às equações prévias, divide-se, neste caso, o número de indivíduos mortos em uma idade  $x$  e estágio  $j$  pelo o número total de indivíduos do experimento:

$$p_{xj} = \frac{\text{Número de indivíduos mortos na idade } x \text{ e estágio } j}{\text{Número total de indivíduos}}$$

- d) Fecundidade por idade-estágio de desenvolvimento ( $f_{xj}$ ). Corresponde à fecundidade média dos indivíduos na idade  $x$  e estágio  $j$ . Refere-se ao número médio de ovos postos por fêmea/dia. Divide-se, portanto, o número de ovos postos por dia  $x$  pelo número total de fêmeas vivas naquele dia  $x$ . produzidos por indivíduo na idade  $x$  e estágio  $j$ ):

$$f_{xj} = \frac{\text{Número de ovos no dia } x}{\text{Número total de fêmeas vivas no dia } x}$$

- e) Fecundidade por idade ( $m_x$ ). Calcula-se a fecundidade específica de cada indivíduo, número médio de ovos produzidos por indivíduo e a idade  $x$ . Obtém-se  $m_x$  a partir da divisão do número de ovos quantificados no dia  $x$  pelo número

total de indivíduos vivos daquele dia  $x$ , sem considerar o estágio de desenvolvimento em que se encontram:

$$m_x = \frac{\text{Número de ovos no dia } x}{\text{Número total de indivíduos vivos no dia } x}$$

- f) Maternidade por idade ( $l_x m_x$ ). Fecundidade específica de cada indivíduo na idade  $x$  ( $m_x$ ), incluindo-se a taxa específica de sobrevivência por idade  $x$  ( $l_x$ ), isto é, o número de descendentes esperados por indivíduo na idade  $x$ , levando-se em conta a probabilidade que chegue vivo a tal idade. O somatório deste parâmetro gera a taxa básica de reprodução ( $R_0$ ). Obtém-se multiplicando a taxa específica de sobrevivência por idade ( $l_x$ ) pela fecundidade por idade ( $m_x$ ):

$$l_x m_x = l_x \cdot m_x$$

- g) Expectativa de vida por idade-estágio de desenvolvimento ( $e_{xj}$ ). Refere-se ao número de dias estimados que um indivíduo pode viver à idade  $x$  e estágio  $j$ . Leva-se em consideração o número de dias vividos pela colônia a partir de uma idade definida, entre todos os indivíduos vivos na idade  $x$ , considerando-se a taxa de sobrevivência por idade e estágio de desenvolvimento ( $S_{xj}$ ):

$$e_{xj} = \frac{T_x}{S_{xj}} \quad T_x = \frac{(S_{xj} + S_{x+1j})}{2}$$

- h) Valor reprodutivo por idade-estágio de desenvolvimento ( $v_{xj}$ ). Representa a perspectiva de descendência de um indivíduo de idade  $x$  e estágio  $j$ . Leva em consideração a probabilidade de sobrevivência do indivíduo e o número de descendentes que podem produzir os indivíduos que alcançarão os estágios sucessivos; portanto, demonstra a contribuição desse indivíduo à futura população (FISHER, 1930):

$$\frac{V_x}{V_0} = \frac{e^{r \cdot x}}{l_x} \cdot \sum_{y=x}^{y(\max)} e^{-r \cdot y} \cdot l_x \cdot m_x$$

Adicionalmente aos aspectos biológicos, serão em consideração os seguintes parâmetros demográficos:

- i) Taxa reprodutiva básica ( $R_0$ ). Número médio de descendentes de um indivíduo durante sua vida:
- A população tende a crescer ( $R_0 > 1$ ).
  - A população tende a decrescer ( $R_0 < 1$ ).
  - A população se mantém estável ( $R_0 = 1$ ).

Calcula-se este parâmetro mediante o somatório da maternidade por idade ( $l_x m_x$ ):

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_{(x)} m_{(x)}$$

- j) Taxa intrínseca de crescimento ( $r$ ). Calcula a mudança instantânea de tamanho de uma colônia ou população estável (CAREY, 1993), condições que nem sempre ocorrem na natureza, visto que está sujeita a maiores variações na disponibilidade de recursos, bem como os fatores que influenciam na mortalidade (SOUTHWOOD, 1978). Portanto, revela um valor indicativo da direção que segue uma população:
- A população tende a crescer ( $r > 0$ ).
  - A população tende a decrescer ( $r < 0$ ).
  - A população se mantém estável ( $r = 0$ ).

Calcula-se a taxa intrínseca de crescimento pela seguinte equação:  $r = \frac{\ln R_0}{T}$

- k) Taxa finita de crescimento ( $\lambda$ ). Calcula a descendência média de um indivíduo por unidade de tempo. Representa o fator pelo qual uma população aumenta por unidade  $x$  de tempo (KREBS, 1972).
- A população tende a crescer ( $\lambda > 0$ ).
  - A população tende a decrescer ( $\lambda < 0$ ).
  - A população se mantém estável ( $\lambda = 0$ ).

Estima-se este parâmetro pela seguinte equação:  $\lambda = e^r$

- 1) Tempo médio da geração ( $T$ ). Representa o tempo médio entre o nascimento da primeira geração e da segunda (PRESSAT, 1985). Pode ser definido como o tempo decorrido entre o nascimento dos progenitores e seus descendentes (KREBS et al., 2001).

Estima-se este parâmetro pela seguinte equação:  $T = \frac{\ln(R_0)}{r}$

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Ciclo biológico e tabela de vida

As análises da tabela de vida e a caracterização do período pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e fecundidade de *A. exotica* foram realizadas. A duração de cada uma das fases de desenvolvimento do ciclo biológico dessa espécie está apresentada na Tabela 1.1. Dos 100 ovos avaliados, obtiveram-se 63 adultos, sendo 33 machos e 30 fêmeas, com uma razão sexual de 1:0,9 (♂:♀).

O tempo de eclosão dos ovos foi de dois dias em sua totalidade. A média da longevidade das larvas foi de 7,36 dias com erro padrão de  $\pm 0,13$ , variando entre 6 a 12 dias. A fase de pupa apresentou seis dias de desenvolvimento, sem variação. No total, o tempo médio para desenvolvimento dessas três fases, denominadas como pré-adultos, foi de 15,08 dias. A longevidade dos adultos apresentou uma média de 30,4 dias com erro padrão de  $\pm 1,81$  com máximo de 50 dias para os machos e 52 dias para as fêmeas, sendo o mínimo de sete dias para os machos e de quatro dias para as fêmeas. O ciclo biológico como um todo apresentou uma média de desenvolvimento de 32,83 dias com erro padrão de  $\pm 2,03$ , dentro do intervalo de 6 a 68 dias (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 Tempo de desenvolvimento, longevidade em dias e duração média das diferentes fases do ciclo de vida de *Allograpta exotica*.

Parâmetro	Fase	N	Média $\pm$ Erro padrão	Intervalo de variação
Tempo de desenvolvimento (dias)	Ovo	100	2,00 $\pm$ 0,00	2
	Larva	72	7,36 $\pm$ 0,13	6-12
	Pupa	63	6,00 $\pm$ 0,00	6
	Pré-adulto	63	15,08 $\pm$ 0,08	14-17
Longevidade dos adultos (dias)	Macho	33	31,00 $\pm$ 2,29	7-50
	Fêmea	30	29,73 $\pm$ 2,88	4-52
	Adulto	63	30,40 $\pm$ 1,81	4-52
Duração média do ciclo (dias)		100	32,83 $\pm$ 2,03	6-68

### 2.1.1 Sobrevivência

No conjunto de dados avaliados, a taxa de sobrevivência de *A. exotica* na fase do ovo foi 100%. A taxa de sobrevivência da fase de larva alimentada com *M. persicae* apresentou 72%, sendo que no início da fase larval apresentou uma alta taxa de sobrevivência, decaindo após o sétimo dia, especialmente devido a mudança para fase de pupa. Para a fase de pupa, a taxa de sobrevivência foi de 63%, apresentando alta taxa de mortalidade próxima ao décimo quarto dia do ciclo. Os adultos começaram a emergir a partir do décimo quinto dia do ciclo, com a maioria dos adultos emergindo a partir do décimo oitavo dia, apresentando uma alta taxa de sobrevivência nos primeiros dias e decaindo gradativamente com a morte dos indivíduos (Figura 2.1).

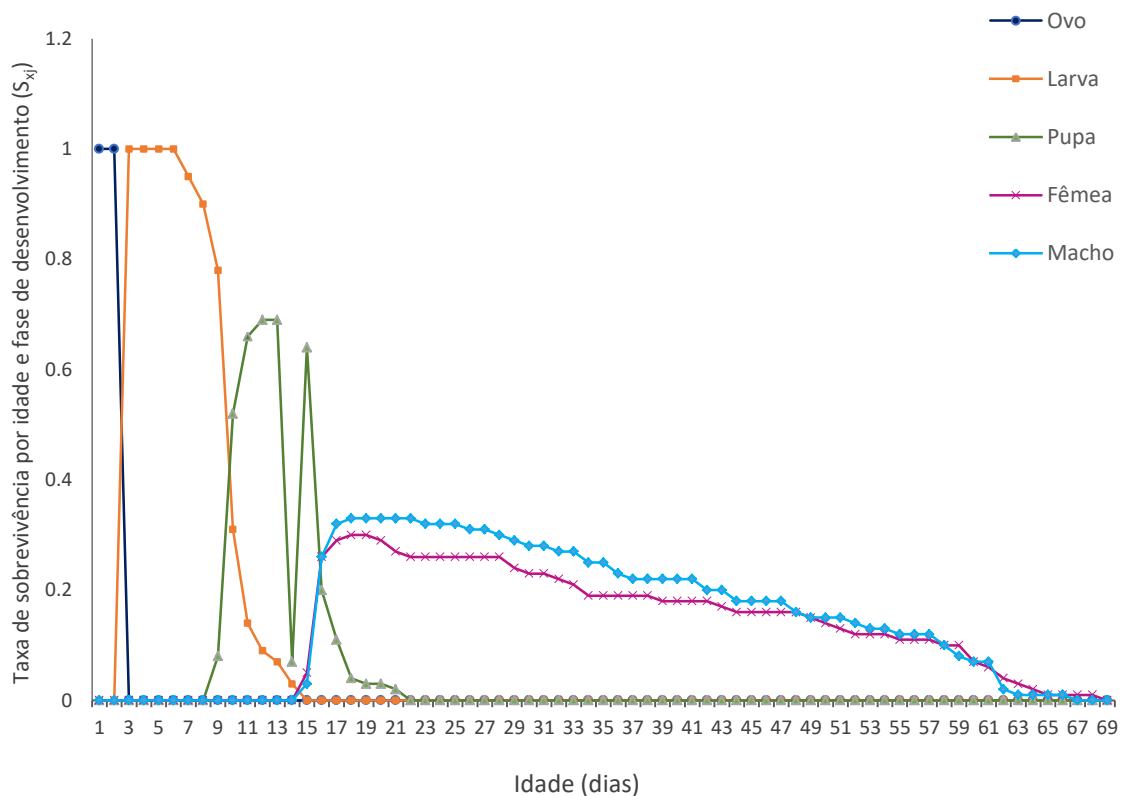


Figura 2.1 Gráfico da taxa de sobrevivência por idade e fase de desenvolvimento ( $S_{xj}$ ) de *Alograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR.

Os eventos de mortalidade mais críticos do presente estudo ocorreram na fase larval (28%), e reduzida em fase de pupa (9%), em fase de ovo não ocorreu mortalidade. A taxa de mortalidade específica para cada fase de desenvolvimento apresentou um pico de mortalidade no sexto e sétimo dia do ciclo para as larvas, totalizando 10% das mortes larvais naqueles dias. Para a fase de pupa foi observado um pico de mortalidade no décimo sétimo dia do ciclo, ocorrendo 5% das mortes naquele dia. Tanto os machos quanto as fêmeas apresentaram mortalidade uniforme ao longo da vida. As sobreposições entre diferentes fases durante o período de desenvolvimento demonstram as taxas de desenvolvimento variáveis entre os indivíduos (Figura 2.2).

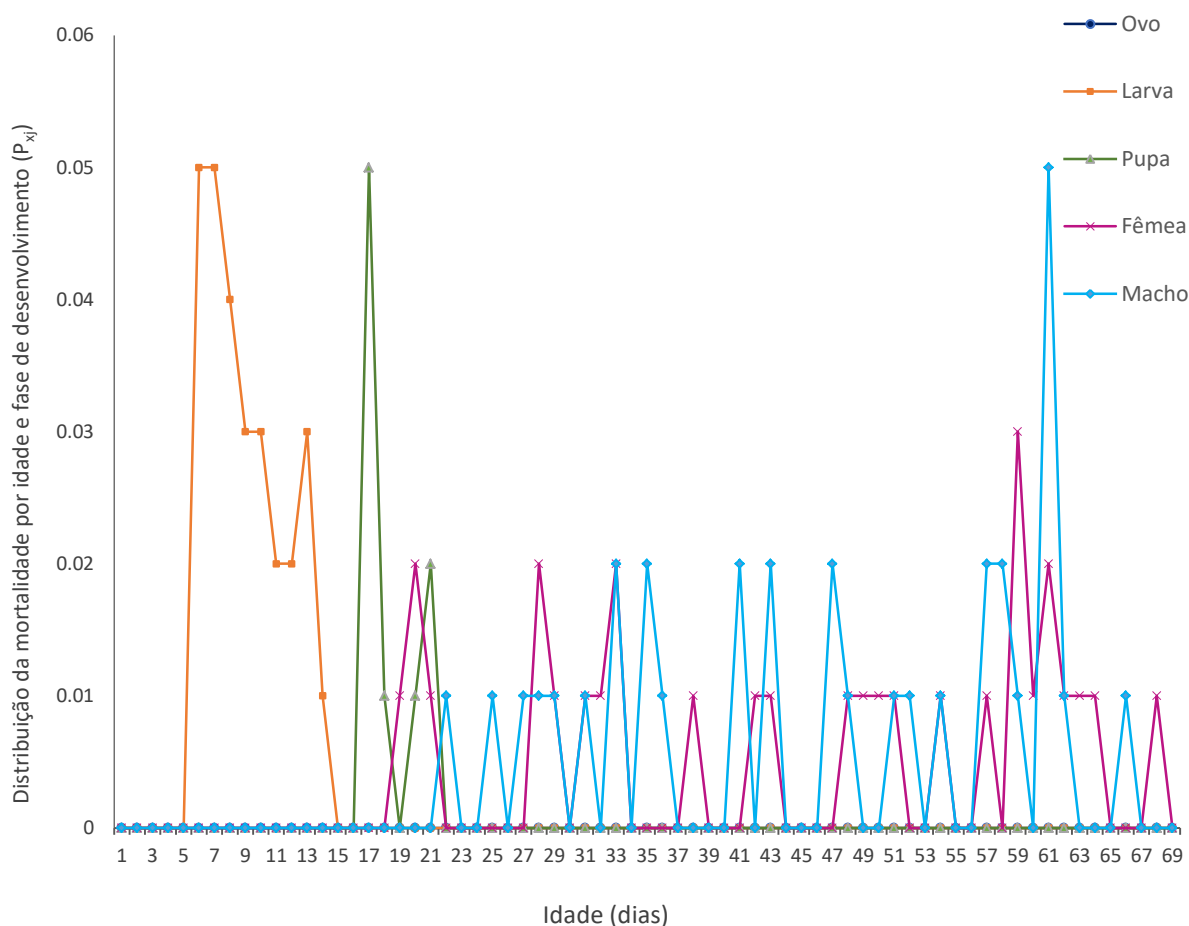


Figura 2.2 Gráfico da distribuição da mortalidade por idade e fase de desenvolvimento ( $P_{xj}$ ) de *Allorapta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR

Devido às dificuldades de se estimar a mortalidade das pupas (RAFAEL et al., 2012), para todas as pupas mortas neste estudo considerou-se o sétimo dia da fase como o dia da morte, visto que todos os adultos emergiram até o sexto dia da fase de pupa.

### 3.2 Fecundidade

A fecundidade média da população de fêmeas obtida no presente estudo foi de 221,07 ovos por fêmea, sendo 61 ovos para a fecundidade diária máxima por fêmea, e 653 ovos para a fecundidade total máxima registrada por uma das fêmeas. Em geral, o número médio de oviposições por fêmea foi de 24,45, com um intervalo de variação entre 2 e 36 dias. A média do período de pré-oviposição da fêmea adulta (APOP) considerado o número de dias decorridos desde a emergência até a primeira oviposição, foi de 10,1 dias, e a média do período de pré-oviposição total, considerado o número de dias desde a eclosão da larva até a primeira oviposição, foi de 25,05 dias (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 Parâmetros reprodutivos das fêmeas de *Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR.

Parâmetro	N	Média $\pm$ Erro padrão	Intervalo de variação
Fecundidade (ovos/fêmea)	30	221,07 $\pm$ 38,79	15-653
Fecundidade máxima diária (ovos/fêmea)		61	
Fecundidade máxima total (ovos/fêmea)		653	
Oviposições (dias)	20	24,45 $\pm$ 2,18	2-36
APOP (dias)	20	10,10 $\pm$ 0,27	9-13
TPOP (dias)	20	25,05 $\pm$ 0,28	23-28

APOP: Período de pré-oviposição da fêmea adulta

TPOP: Período de pré-oviposição total (desde a eclosão da larva)

Além dos parâmetros reprodutivos das fêmeas, outros parâmetros foram levados em consideração, como a taxa de sobrevivência por idade ( $l_x$ ), fertilidade por idade e fase de desenvolvimento ( $f_{x4}$ ), fertilidade por idade ( $m_x$ ) e maternidade por idade ( $l_x m_x$ ). Das 30 fêmeas obtidas neste estudo, somente 20 fêmeas ovipositaram, enquanto 10 não conseguiram realizar qualquer oviposição. O número diário médio de ovos produzidos por indivíduo reflete-se na fertilidade por idade e estágio de desenvolvimento ( $f_{xj}$ ), uma vez que apenas as fêmeas podem produzir descendentes, há apenas uma única linha  $f_{x4}$  (o número 4 representa a quarta fase, que ocupa as fêmeas no ciclo de vida do presente estudo). O primeiro evento de fecundidade ocorreu no 24º dia do ciclo, com uma média



de 0,23 ovos por fêmea. O gráfico mostra que o pico de fertilidade ocorreu no 39° dia do ciclo, com um total de 351 ovos, o que equivaleria a uma média de 19,5 ovos por fêmea. O último evento de fecundidade ocorreu no 63° dia, com 0,33 ovos por fêmea. No conjunto de dados avaliados, a fêmea mais longeva viveu até o 69° dia, seis dias depois do último evento de oviposição (Figura 2.3).

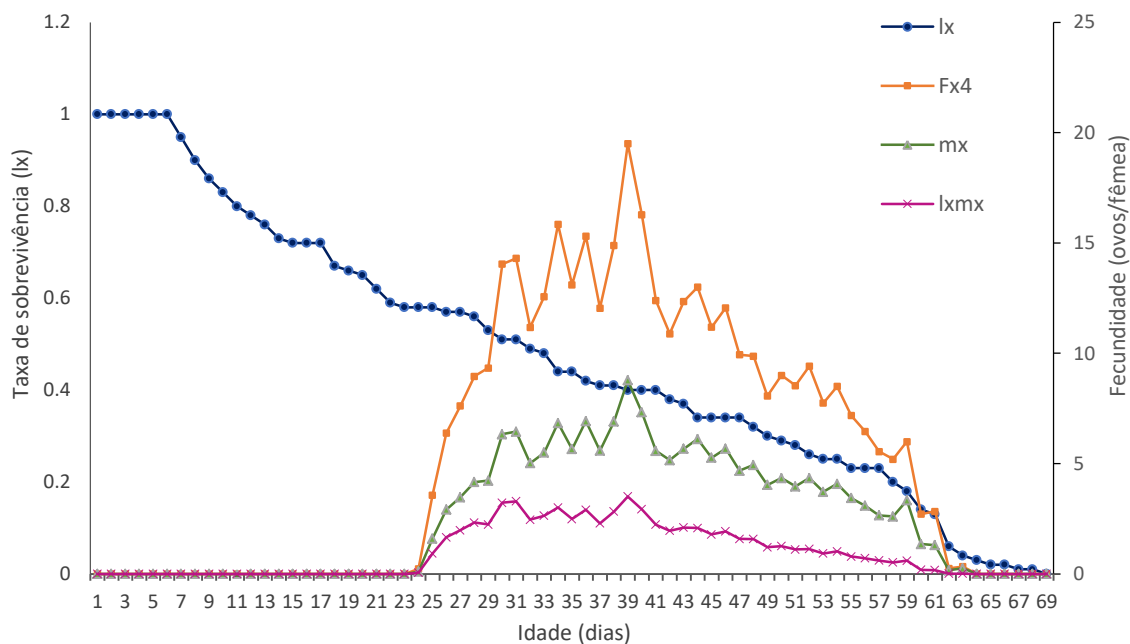


Figura 2.3 Gráfico da taxa de sobrevivência por idade ( $lx$ ), fecundidade por fase de desenvolvimento ( $fx4$ ), fecundidade por idade ( $mx$ ) e maternidade por idade ( $lxx$ ) de *Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR.

### 3.3 Parâmetros populacionais

Os seguintes valores, mostrados na Tabela 2.3, relatam a trajetória que a população ou a coorte do estudo podem seguir. Esses parâmetros são a taxa intrínseca de crescimento ( $r$ ), a taxa de crescimento finito ( $\lambda$ ), a taxa básica de reprodução ( $R_0$ ) e o tempo médio de geração ( $T$ ).

Tabela 2.3 Parâmetros populacionais de *Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR.

Parâmetro	Média
Taxa intrínseca de crescimento, $r$ (dias <sup>-1</sup> )	0,118684
Taxa finita de crescimento, $\lambda$ (dias <sup>-1</sup> )	1,126
Taxa básica de reprodução, $R_0$ (descendentes/indivíduo)	66,32
Tempo médio de geração, $T$ (dias)	35,34

### 3.4 Esperança de vida e valor reprodutivo

A esperança de vida de uma larva de *A. exotica* recém eclodida correspondeu ao valor de longevidade médio da população de 32,83 dias e decresceu gradualmente com a idade, intercalando-se com picos ascendentes nos eventos de mortalidade e desenvolvimento entre as fases. Neste experimento a fase de pupa foi a que apresentou maior expectativa de vida (Figura 2.4).

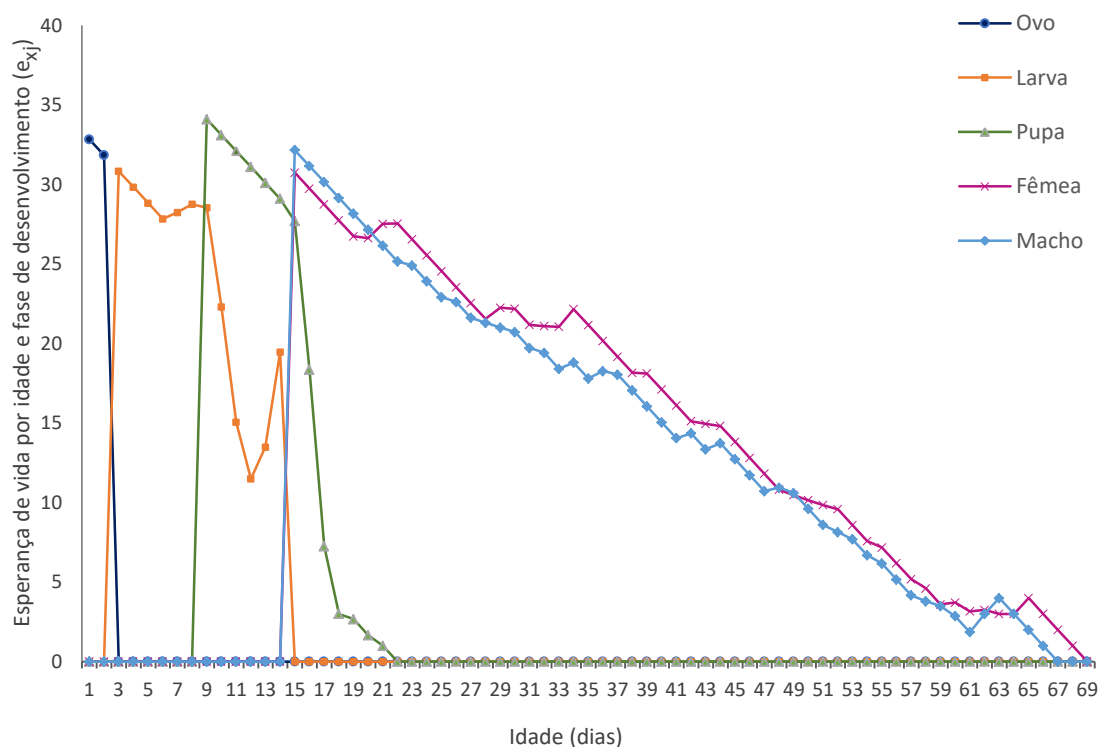


Figura 2.4 Gráfico da esperança de vida por idade e fase de desenvolvimento ( $ex_j$ ) de *Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR.

O valor reprodutivo representa a perspectiva de descendência de um indivíduo na idade  $x$  e estágio  $j$ . O valor reprodutivo de um recém-nascido ( $v_{01}$ ) coincide com a taxa de crescimento finito ( $\lambda$ ). No caso das fêmeas, a curva começa com o surgimento da primeira fêmea no 15º dia do ciclo, aumentando significativamente ao longo dos dias. No entanto, quando as fêmeas envelhecem e param de reproduzir, o valor reprodutivo cai para zero, isso ocorre no 64º dia do ciclo (um dia após a última oviposição). Os eventos de maior valor reprodutivo estão entre os 29º e 39º dias do ciclo, com pico no 34º dia (105,44) (Figura 2.5).

As curvas que representam as fases pré-adultas no gráfico apresentado na figura 2.7 indicam a probabilidade de tais indivíduos acabarem se tornando fêmeas, e assim aumentam o valor reprodutivo da população no futuro.

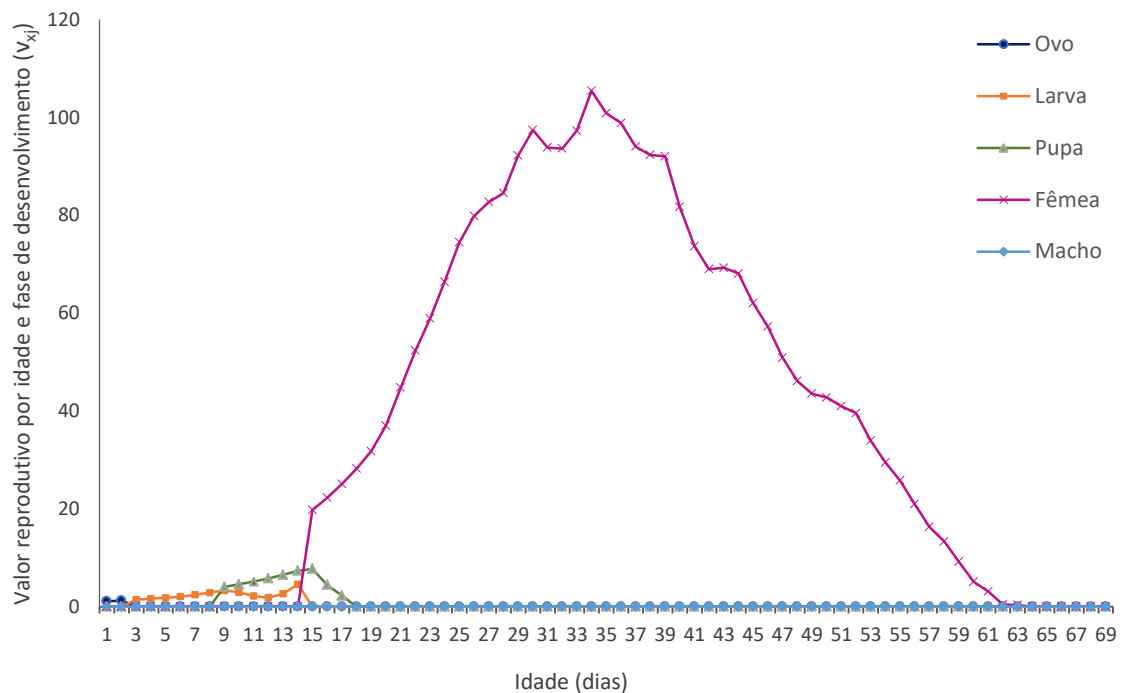


Figura 2.5 Gráfico do valor reprodutivo por idade e fase de desenvolvimento ( $v_{xj}$ ) de *Allograpta exotica* alimentada com *Myzus persicae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR.

## 4 DISCUSSÃO

A criação de insetos em laboratório requer um conhecimento sobre o ciclo de vida das espécies. Os parâmetros biológicos como as taxas de natalidade, mortalidade e reprodução, são parâmetros básicos que ajudam na compreensão das populações de insetos. Essas informações podem ser obtidas através da construção de tabelas de vida (CAREY et al., 2012).

Como visto anteriormente, existem poucos estudos focados no ciclo biológico e na criação em laboratório de *A. exotica*. O trabalho realizado por Arcaya et al. (2017), contribuiu com informações relacionadas ao tempo de desenvolvimento e sobrevivência por meio do estudo da TVSID, além de taxa de predação. Ao se comparar os resultados aqui obtidos, percebe-se que a média de desenvolvimento das fases pré-adultas ( $15,08 \pm 0,07$  dias) é bastante similar aos resultados de Arcaya et al. (2017) ( $15,04 \pm 0,13$  dias), embora os ovos avaliados naquele trabalho tenham sido provenientes de fêmeas grávidas obtidas em campo e as larvas alimentadas com uma espécie de afídeo diferente (*Aphis craccivora* Koch, 1854).

No estudo de Oliveira e Santos (2005) a média da longevidade da fase larval da suposta espécie *A. exotica* (veja discussão Arcaya et al. 2017, pág. 79), alimentando-se de ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (mosca branca) biótipo B foi de 11,0 dias, a qual foi maior do que a encontrada no presente estudo ( $7,36 \pm 0,13$  dias). Já para as pupas, a média da longevidade foi de 7,6 dias, valor também aproximado ao encontrado no presente trabalho e de Arcaya et al. (2017).

Iwai et al. (2007) avaliaram duas espécies diferentes de Syrphidae predadores, *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776) e *Eupeodes bucculatus* (Rondani, 1857), alimentadas com *Megoura crassicauda* Mordvilko, 1919 (Aphididae), e também encontraram valores semelhantes ao presente estudo. A média da longevidade da fase larval para aquelas espécies foi de  $7,5 \pm 1,0$  e  $9,6 \pm 0,8$  dias respectivamente, e a média da longevidade para a fase de pupa foi de  $8,3 \pm 0,5$  e  $9,8 \pm 0,4$  dias respectivamente. A taxa de sobrevivência das larvas de *E. balteatus* foi de 100%, e a taxa de sobrevivência das pupas foi de 81,8%. Para *E. bucculatus* a taxa de sobrevivência das larvas foi de 89,7%, e a taxa de sobrevivência das pupas foi de 89,7%. Visto esses valores, percebe-se que há uma certa variabilidade no número de dias para cada fase de desenvolvimento dependendo da espécie de sirfídeo predador e do alimento oferecido.

Cornelius e Barlow (1980) relataram que o número de afídeos é um fator que

influencia a duração do período larval dos sirfídeos. Neste sentido, embora a presa oferecida no estudo de Oliveira e Santos (2005) não tenha sido afídeos, não ficou explícita a quantidade de presas oferecidas. Observações pessoais em laboratório, sugerem que larvas de *A. exotica* podem apresentar um período de desenvolvimento mais longo quando alimentadas com um número inferior de presas requeridas para seu desenvolvimento adequado. Contudo, dependendo da espécie e seus requerimentos para desenvolvimento, o ciclo de vida pode ser realmente mais longo, e não devido à restrição de alimento, como pode ser o caso de *E. bucculatus*.

É interessante ressaltar que o hábito alimentar das larvas de *A. exotica* é restrito a espécies de Aphididae (Hemiptera), com registros de predação de pelo menos 20 espécies (ROJO et al., 2003; RESENDE et al., 2007; ARCAYA et al., 2017). Contudo o conhecimento sobre os hábitos alimentares de *A. exotica* não deve refletir a real gama de presas deste sirfídeo. Comparando-se com *Episyrphus balteatus*, uma espécie predadora cuja biologia é bastante estudada, apresenta registros da predação de mais de 200 espécies de Aphididae, além de algumas espécies de Aldegidae (3), Coccidae (1) Psyllidae (3), Phylloxeridae (1) e Lepidoptera (4) (ROJO et al., 2003). Acredita-se, portanto, que *A. exotica* apresente uma gama de presas relativamente similar a *E. balteatus*.

No que diz respeito à longevidade dos adultos, por outro lado, as médias foram consideravelmente maiores ( $\text{♂}31 \pm 2,29$ ;  $\text{♀}29,73 \pm 2,88$ ) em relação aos resultados de Arcaya et al. (2017) ( $\text{♂}12,97 \pm 1,98$ ;  $\text{♀}11,58 \pm 2,44$ ). Tal diferença poderia estar atrelada à dieta utilizada para alimentação dos adultos. No caso da dieta dos adultos utilizada em Arcaya et al. (2017), a mesma foi baseada em uma solução de mel a 50%, água destilada, e um buquê de flores da planta *Tridax procumbens* L. Esta combinação de recursos é similar aos recursos avaliados no Tratamento II do capítulo 1 do presente trabalho, o qual não proporcionou posturas dos espécimes avaliados, visto que a quantidade de pólen disponível apenas nas flores oferecidas pode estar afetando sobremaneira o desenvolvimento dos espécimes.

Parâmetros biológicos como a sobrevivência e a mortalidade são importantes para saber onde ocorrem os pontos críticos no ciclo biológico da população de uma espécie. Dessa forma, ao realizar um estudo de criação de insetos em laboratório, medidas apropriadas podem ser tomadas para tentar reduzir a mortalidade e aumentar a sobrevivência de uma população (CAMPOY-POMARES, 2014).

Apesar dos eventos de mortalidade mais relevantes que ocorreram ao longo da

fase larval de *A. exotica*, a taxa de sobrevivência das larvas deste estudo foi de 72%. Isto corrobora o estudo de Arcaya et al. (2017), onde indicaram uma sobrevivência da fase larval de 78%.

Investigações futuras sobre as preferências alimentares e necessidades nutricionais de *A. exotica* devem ser levadas em consideração no sentido de se reduzir a porcentagem de mortalidade na fase larval com o intuito de se estabelecer criações em laboratório. Além disso, as variáveis abióticas, como temperatura e umidade relativa em laboratório podem influenciar no desenvolvimento dos imaturos do início ao fim. Cammell e Knight (1992) relataram que a sobrevivência de um inseto sofre variações, dependendo do estágio de desenvolvimento e pode ser mais susceptível às condições de temperatura e umidade relativa quando comparado com a fase adulta.

Em relação à fecundidade de ovos/fêmea, não há estudos que estimam este parâmetro para *A. exotica*, que foi 221,07 ovos/fêmea. Embora para uma espécie saprófaga e com hábito de ovipositar em aglomerados, este valor é similar ao observado por Campoy-Pomares (2014) (209,71 ovos/fêmea).

A idade em que as fêmeas realizam sua primeira postura representa um valor importante no crescimento populacional, pois permite estimar o tempo necessário para que uma população ou coorte comece a crescer. Nesse sentido, o período para que as fêmeas comecem a ovipositar pode variar em decorrência da ação das variáveis abióticas, como temperatura, umidade relativa, além da disponibilidade de nutrientes, disponibilidade de machos.

Ao se avaliar o período de pré-oviposição, foi observado um valor médio para o APOP e TPOP desse estudo de 10,1 e 25,05 dias respectivamente. A média de dias até a primeira oviposição para *A. exotica* é relativamente similar aos valores indicados por Sadeghi e Gilbert (2000a) para sirfídeos predadores (7 a 8 dias). É evidente que os parâmetros reprodutivos das fêmeas estão atribuídos à espécie avaliada.

Embora os parâmetros APOP e TPOP sejam válidos e úteis, o APOP pode gerar erros sobre o valor reprodutivo da população, pois ignora o tempo decorrido como pré-adulto e assume que todos os imaturos emergem no mesmo dia. Por outro lado, o TPOP é considerado um parâmetro mais realista e permite observar o verdadeiro efeito que a primeira oviposição tem sobre o valor reprodutivo da população (CAMPOY-POMARES, 2014).

Convém mencionar que os resultados obtidos nesse estudo são provenientes da utilização de fêmeas de *A. exotica* obtidas exclusivamente em laboratório para a

avaliação dos períodos pré-oviposição e oviposição. Na literatura, há registros dessas avaliações somente com fêmeas grávidas coletadas em campo.

As fêmeas são capazes de detectar numerosos fatores no local de postura, como por exemplo, o tamanho (SADEGHI; GILBERT, 2000a), e a idade da colônia de afídeos (TENHUMBERG, 1995). Assim, as fêmeas preferem realizar as posturas próximas às colônias de afídeos maiores e mais jovens, a fim de aumentar o sucesso da prole (TENHUMBERG, 1995). Devido a isto, foram utilizados no presente estudo ninfas de segundo e terceiro instares nos substratos de oviposição.

As variações que ocorreram em relação ao número de ovos postos por dia, devem-se provavelmente à capacidade de oviposição de cada fêmea, ou seja, há fêmeas que são aptas a ovipositar um número elevado de ovos em comparação a fêmeas que não tem a capacidade de ovipositar. Como apresentado na Tabela 2.2 onde o intervalo de variação de ovos por fêmea variou entre 15-653 ovos. Para fins de criação massal dessa espécie, é fundamental avaliar a quantidade de casais que deverá conter em gaiolas de criação, de tal forma a produzir uma grande quantidade de ovos.

Em geral, a razão sexual de algumas espécies de insetos é influenciada por diversos fatores. As variações abióticas podem ter efeitos diretos e indiretos nas espécies, por exemplo, a temperatura afeta a razão sexual primária (razão no momento da fertilização), e a secundária (razão em decorrência dos adultos emergidos) (KFIR; LUCK, 1979; JERVIS, 2005). A razão sexual neste trabalho foi de 1:0,9 (machos:fêmeas). Arcaya et al. (2017) relatou que para *A. exotica* a proporção foi de 1:0,61 (machos:fêmeas) e Belliure e Michaud (2001) observou para *Pseudodoros clavatus* (Fabricius, 1794) uma proporção de 2:0,97 (machos:fêmeas). Por outro lado, uma proporção semelhante foi encontrada por Torrealba (2009) para *P. clavatus* apresentando uma razão sexual de 1:1 (♂:♀). As diferenças encontradas entre o número de machos e fêmeas nestes trabalhos podem ser atribuídas às mudanças das temperaturas em condições de laboratório e a dieta fornecida para aos imaturos, uma vez que essas variáveis biológicas são características para cada espécie (MARTINS; BARBEITOS, 2000).

De acordo com os padrões de curva de sobrevivência, foi observada uma tendência à curva do tipo I até o sexto dia e a partir deste uma curva de sobrevivência do tipo II, demonstrando que a taxa de mortalidade de *A. exotica* foi relativamente constante na população desde a eclosão até a idade máxima. Como o experimento foi conduzido

em laboratório, fatores de mortalidade como a ação de predadores e parasitoides e influência das variações climáticas foram excluídos.

Como as TVSID levam em consideração a taxa de desenvolvimento variável entre cada indivíduo, uma sobreposição significativa pode ser observada entre as diferentes fases (Gráfico 2.1). Se as curvas de sobrevivência fossem construídas com base em cada uma das fases independentemente, sem levar em consideração a diferenciação, como é feito nas tabelas de vida tradicionais, essa sobreposição não seria evidente, o que levaria a erros nas curvas de sobrevivência.

Os parâmetros populacionais permitem estimar a direção que uma população específica seguirá exposta a certas condições externas (competição interespecífica, fatores abióticos, etc.) e internas (taxa de sobrevivência, expectativa de vida, fertilidade, etc.). Nesse sentido, tanto a taxa intrínseca de crescimento ( $r$ ) quanto a taxa de crescimento finito ( $\lambda$ ) estimaram que a população tenderá a aumentar, pois  $r$  é maior que 0 (0,118684 dias<sup>-1</sup>) e  $\lambda$  maior que 1 (1,126 dias<sup>-1</sup>). Além disso, a taxa de reprodução básica ( $R_0$ ) estima que cada indivíduo da população inicial contribuirá com uma média de 66,32 descendentes/indivíduo, pois a produção total de ovos do experimento foi de 5696 e o número total de indivíduos foi de 100. Analisando-se o tempo médio de geração ( $T$ ), pode-se estimar que o tempo que levará para a atual coorte gerar uma nova coorte é 35,34 dias.

Por exemplo, considerando-se o crescimento populacional de afídeos em uma cultura de importância econômica, o seu rápido aumento populacional demonstra que são bem adaptados à exploração de um novo hábitat (BUENO, 2005). Dessa forma, para que um inimigo natural seja considerado efetivo como agente de controle biológico, a taxa intrínseca de crescimento populacional ( $r$ ) do mesmo deve ser pelo menos igual ao da praga a ser controlada (VAN LENTEREN, 2000). Estudos indicam que a taxa intrínseca de crescimento de *M. persicae* pode ser aproximada ao valor encontrado para *A. exotica*: Deloach (1974) = 0,277; Culliney e Pimentel (1985) = 0,348; Barbosa et al. (2011) = 0,31. Contudo, é importante se levar em conta a variedade de planta hospedeira utilizada nos experimentos, além de outros fatores como tipo de substrato, condições abióticas e características dos clones dos afídeos podem contribuir para variações das taxas (CULLINEY; PIMENTEL, 1985) entre os estudos.

Portanto, para se comparar as taxas de crescimento intrínsecas do predador com a presa, deve-se avaliar as taxas de cada espécie utilizando-se a mesma planta hospedeira no sistema. Além disso, é de sua importância se investigar se o número de



posturas e o número de ovos da espécie do sirfídeo pode variar frente ao número de afídeos disponíveis no substrato de oviposição ofertado.

A esperança de vida refere-se ao número de dias estimados que um indivíduo possa viver à idade  $x$  e estágio  $j$ . Neste estudo, a média da longevidade da população foi de 32,83 dias, valor superior encontrado para a mesma espécie em Arcaya et al. (2017) (20,98 dias), e que também diminuiu gradualmente com a idade. Como a distribuição dos dias vividos entre o número de indivíduos vivos tenderá a aumentar após um evento de mortalidade, uma vez que o mesmo número de dias a serem distribuídos será relativo a um número menor de indivíduos, a curva das pupas foi mais alta devido à baixa mortalidade em relação às demais fases do ciclo de vida de *A. exotica*.

## 5 CONCLUSÕES

Os parâmetros biológicos obtidos por meio da TVSID, com adição dos dados de fecundidade que até então não haviam sido avaliados, favoreceram uma melhor compreensão da biologia de *A. exotica* em laboratório.

Os primeiros estágios de desenvolvimento de *A. exotica*, especificamente a fase de larva, foi o mais crítico no ciclo biológico, apresentando as maiores taxas de mortalidade. Isso sugere que devem ser tomadas medidas apropriadas na tentativa de se reduzir a mortalidade e aumentar a sobrevivência desta espécie em laboratório.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversas espécies de sirfídeos predadores podem ser importantes agentes de controle biológico de afídeos-praga em culturas de importância econômica, mas o conhecimento sobre sua taxonomia, sistemática e biologia ainda é insipiente. Visto a importância dessas espécies, existem pouquíssimos estudos prévios a respeito do ciclo biológico e criação artificial de sirfídeos predadores, especialmente na Região Neotropical.

Para incrementar o conhecimento do potencial dos sirfídeos predadores, é necessária a utilização de metodologias apropriadas para uma criação artificial em laboratório, como realizada no presente estudo, pois facilita a obtenção de resultados mais robustos no reconhecimento dos pontos mais críticos que podem ocorrer em uma criação em laboratório.

A criação em cativeiro requer um controle específico das variáveis abióticas, tais como, temperatura, umidade relativa e fotoperíodo. A alteração dessas condições pode resultar em efeitos negativos, nulos ou benéficos no desenvolvimento dos insetos. Além disso, os recursos alimentares necessários para as fases de larva e de adulto são completamente diferentes, o que demanda a compreensão das necessidades nutricionais de cada fase, além da produção de quantidades necessárias desses recursos para obtenção de taxas de desenvolvimento adequadas.

No presente estudo, as condições abióticas estabelecidas demonstraram-se adequadas para a obtenção de gerações de *A. exotica* sob o esquema de alimentação incluindo a combinação de flores e pólen. Contudo ainda há a necessidade de se investigar as características que regem as exigências físicas, químicas e biológicas durante a alimentação. Deste modo, deve-se investigar se houve uma suposta falta de sacarose na oferta dos recursos alimentares de *A. exotica* em laboratório, além de avaliar se há diferenças na forma de como a solução açucarada é ofertada, levando ao favorecimento de cópulas e geração de descendentes férteis.

Tanto a sobrevivência quanto a mortalidade são parâmetros biológicos de relevante importância para se conhecer onde se encontram os pontos críticos da criação em laboratório de uma espécie. Isto permite conhecer em que pontos do ciclo aparecem as reduções populacionais mais acentuadas, de forma que se possam traçar medidas oportunas de redução de mortalidade e aumento de sobrevivência durante a criação massiva dos insetos em questão.

Em um futuro próximo, os resultados obtidos neste estudo serão de suma importância para se traçar estratégias a uma possível criação massal de *A. exotica* em laboratório. Com resultados mais robustos, poderão ser elaboradas metodologias apropriadas para posterior desenvolvimento de estratégias de manejo integrado de pragas eficientes, e assim utilizar a espécie como ferramenta no controle biológico aumentativo de afídeos que ocorrem em diversas culturas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAMI, S.; NASERI, B.; GOLIZADEH, A.; RAZMJOU, J. Age-stage, two-sex life table of the tomato looper, *Chrysodeixis chalcites* (Lepidoptera: Noctuidae), on different bean cultivars. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 8, n. 5, p. 475–484, 2014.

ARCAYA, E.; PÉREZ-BAÑÓN, C.; MENGUAL, X.; ZUBCOFF-VALLEJO, J. J.; ROJO, S. Life table and predation rates of the syrphid fly *Allograpta exotica*, a control agent of the cowpea aphid *Aphis craccivora*. **Biological Control**, v. 115, n. September, p. 74–84, 2017.

BARBOSA, L. R. .; CARVALHO, C. F. .; AUAD, A. M. .; DE SOUZA, B. .; BATISTA, E. P. Tabelas de esperança de vida e fertilidade de *Myzus persicae* sobre pimentão em laboratório e casa de vegetação. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 375–382, 2011.

BELLIURE, B.; MICHAUD, J. P. Biology and behavior of *Pseudodorus clavatus* (Diptera: Syrphidae), an important predator of citrus aphids. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 94, p. 91–96, 2001.

BUENO, V. H. P. Controle biológico de pulgões ou afídeos-praga em cultivos protegidos. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 225, p. 9–17, 2005.

CAMMELL, M. E.; KNIGHT, J. D. Effects of Climatic Change on the Population Dynamics of Crop Pests. In: BEGON, M.; FITTER, A. H.; MACFADYEN, A. B. T.-A. IN E. R. (Eds.). **The Ecological Consequences of Global Climate Change**. Academic Press, 1992. 22 p. 117–162.

CAMPOY-POMARES, A. **Estudio y mejora de los principales parámetros biológicos relacionados con la cría artificial de sírfidos cristalinos**. 71p. Monografía (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidad de Alicante. Alicante, 2014.

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

CAREY, J. R.; PAPADOPOULOS, N. T.; PAPANASTASIOU, S.; DIAMANTIDIS, A.; NAKAS, C. T. Estimating changes in mean population age using the death distributions of live-captured medflies. **Ecological Entomology**, v. 37, n. 5, p. 359–369, 2012.

CAREY, J. R.; LIEDO, P. Sex-specific life table aging rates in large medfly cohorts. **Experimental Gerontology**, v. 30, n. 3 p. 315-325, 1995.

CHI, H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environmental Entomology**, v. 17, n. 1, p. 26–34, 1988.

CHI, H. **TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis**. Chung Hsing University, 2014.

CHI, H.; LIU, H. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin**

of the **Institute of Zoology, Academia Sinica**, v. 24, n. 2, p. 225–240, 1985.

CHI, H.; SU, H.-Y. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate *Relatio*. **Environmental Entomology**, v. 35, n. 1, p. 10–21, 2006.

CORNELIUS, M.; BARLOW, C. A. Effect of aphid consumption by larvae on development and reproductive efficiency of a flower fly, *Syrphus corollae* (Diptera: Syrphidae). **The Canadian Entomologist**, v. 112, n. 10, p. 989–992, 1980.

CULLINEY, T. W.; PIMENTEL, D. The intrinsic rate of natural increase of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae), on collards (*Brassica oleracea* L.). **The Canadian Entomologist**, v. 117, n. 9, p. 1147–1149, 1985.

DE OLIVEIRA, M. R. V.; DOS SANTOS, E. A. Biologia de *Allograpta exotica* (Wiel), *Toxomerus lacrymosus* (Bigot) (Diptera: Syrphidae) e de *Nephaspis hydra* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae), predadores de ovos e ninfas da mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Comunicado 123 Técnico**, p. 15, 2005.

DELOACH, C. J. Rate of increase of populations of cabbage, green peach, and turnip aphids I at constant temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 67, n. 3, p. 332–340, 1974.

FISHER, R. A. **The genetical theory of natural selection**. Clarendon Press, Oxford, 1930.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os Insetos. Um resumo de entomologia**. 3ª ed. Ed. Rocca, São Paulo, p. 145-149, 2008.

IWAI, H.; NIIJIMA, K.; MATSUKA, M. An artificial diet for aphidophagous syrphids, *Episyrphus balteatus* (de Geer) and *Eupeodes bucculatus* (Rondani) (Diptera: Syrphidae) using drone honeybee brood powder. **Applied Entomology and Zoology**, v. 42, n. 2, p. 167–172, 2007.

ISTOCK, C. Natural selection and life history variation: Theory plus lessons from a mosquito. In **“Insect Life History Patterns: Habitat and Geographic Variation”** (R. F. Denno and H. Dingle, Eds.), pp. 113–127. Springer-Verlag, New York, 1981.

JERVIS, M. A. Insects as natural enemies. In: **A practical perspective**. Springer, 2005.

KFIR, R.; LUCK, R. F. Effects of constant and variable temperature extremes on sex ratio and progeny production by *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Ecological Entomology**, v. 4, n. 4, p. 335–344, 1979.

KREBS, C.J. **Ecology**. Harper & Row, New York, 694p, 1972.

KREBS, C. J.; BOONSTRA, R.; BOUTIN, S.; SINCLAIR, A. R. E. What drives the

10-year cycle of snowshoe hares? *Bioscience*, v. 51, p. 25–35. 2001.

LAINING, J. E. Life History and Life Table of *Tetranychus Urticae* Koch. **Acarologia**, v. 11, n. 1, p. 32–42, 1969.

MARTINS, R. P.; BARBEITOS, M. S. Adaptações de insetos a mudanças no ambiente: Ecologia e evolução da diapausa. **Oecologia Brasiliensis**, v. 8, p. 149–192, 2000.

NIELSEN, A. L.; HAMILTON, G. C.; MATADHA, D. Developmental rate estimation and life table analysis for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). **Environmental entomology**, v. 37, n. 2, p. 348–55, 2008.

PRESSAT, R. **The dictionary of demography**. Bell and bain. Ltd, Glasgow, UK, 1985.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole, 609 p, 2002.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A., CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Holos, 2012.

RESENDE, A. L. S.; SILVA, E. E.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Ocorrência de insetos predadores de pulgões em cultivo orgânico de couve em sistema solteiro e consorciado com adubos verdes. Seropédica, RJ. **Embrapa Agrobiologia, Comunicado Técnico**, v. 101, p. 1–6, 2007.

ROJO, S.; GILBERT, F.; MARCOS-GARCÍA, M. A.; NIETO, J. M.; MIER, M. P. A world review of predatory hoverflies (Diptera, Syrphidae: Syrphinae) and their prey. **Centro Iberoamericano de la Biodiversidad**, p. 319, 2003.

ROTHERAY, G. **Colour guide to hoverfly larvae (Diptera, Syrphidae) in Britain and Europe**. Dipterists Digest, 9, 1993.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. Individual variation in oviposition preference , and its interaction with larval performance in an insect predator. **Oecologia**, v. 118, n. 4, p. 405–411, 1999.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. Oviposition preferences of aphidophagous hoverflies. **Ecological Entomology**, v. 25, n. 1, p. 91–100, 2000a.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. **Journal of Animal Ecology**, v. 69, n. 5, p. 771–784, 2000b.

SADEGHI, H.; GILBERT, F. The effect of egg load and host deprivation on oviposition behaviour in aphidophagous hoverflies. **Ecological Entomology**, v. 25, n. 1, p. 101–108, 2000c.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 419 p, 1976.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological Methods**. London, Chapman and Hall, 1978.

TENHUMBERG, B. Estimating predatory efficiency of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) in Cereal Fields . **Environmental Entomology**, v. 24, n. 3, p. 687–691, 1995.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Artmed, 576p, 2006.

VAN LENTEREN, J. C. Critérios de seleção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle Biológico de Pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. p. 01–19.

WITTMAYER, J. L.; COUDRON T. A. Life table parameters, reproductive rate, intrinsic rate of increase and estimated cost of rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology**. v. 94, n. 6, p. 1344–1352, 2001.

YADAV, R.; CHANG, N. Age-stage , two sex-life table of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera : Thripidae) on Eggplant. **Academic Journal of Entomology**, v. 5, n. 3, p. 151–157, 2012.

YU-BING, H.; HSIN, C. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 2, p. 263–273, 2011.

YU, J. Z.; CHI, H.; CHEN, B. H. Comparison of the life tables and predation rates of *Harmonia dimidiata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) at different temperatures. **Biological Control**, v. 64, n. 1, p. 1–9, 2013.