



UFAM

Universidade Federal do Amazonas – UFAM  
Faculdade de Ciências Agrárias - FCA  
Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na  
Amazônia PPG-ASA

MÁRCIA REIS PENA

BIOLOGIA DA MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS, *Aleurocanthus  
woglumi* Ashby 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) EM TRÊS PLANTAS  
HOSPEDEIRAS E USO DO FUNGO *Aschersonia* sp., COMO  
AGENTE ENTOMOPATOGÊNICO.

Orientador: Dr. Neliton Marques da Silva - UFAM  
Co-orientador: Dr. José Djair Vendramim – ESALQ/USP

MANAUS/AM  
2007

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia PPG-ASA, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, área de concentração Agroecologia.

MÁRCIA REIS PENA

BIOLOGIA DA MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS, *Aleurocanthus woglumi* Ashby 1915  
(Hemiptera: Aleyrodidae) EM TRÊS PLANTAS HOSPEDEIRAS E USO DO FUNGO  
*Aschersonia* sp., COMO AGENTE ENTOMOPATOGÊNICO.

Aprovado em 02 de maio de 2007.

BANCA EXAMINADORA

---

Dr. Neliton Marques da Silva  
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

---

Dra. Beatriz Ronchi-Teles  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

---

Dr. José Odair Pereira  
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia PPG-ASA, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, área de concentração Agroecologia.

**DEDICO**

À Egídia, Vilmar, Renato e Fábio pelo apoio e incentivo.

**OFEREÇO**

À minha irmã Marcele, pelo carinho e ajuda.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Dr. Neliton Marques, pelo aprendizado em Entomologia Agrícola, acompanhamento dos trabalhos, apoio e amizade.

Ao meu co-orientador, Dr. José Djair Vendramim (ESALQ/USP), pelas dicas preciosas com os trabalhos de biologia e pelo estágio no Laboratório de Resistência de Plantas e Plantas Inseticidas.

Ao pesquisador Dr. André Luiz Lourenção (IAC - Campinas) pelas referências bibliográficas clássicas, gentilmente doadas e dicas com trabalhos de biologia.

Aos professores Dr. José Odair Pereira e Jânia Lilia Bentes (UFAM) e à Engenheira Agrônoma Elisângela Bezerra pelo apoio nos experimentos com Controle Microbiano de Insetos.

Ao Prfº Sérgio Batista Alves (ESALQ/USP) pelas sugestões.

À Engenheira Agrônoma Ivanilce Castro (UFAM) pelas sugestões e amizade. Ao Professor Dr. Antenor Figueiredo (UFAM) pelo apoio nas primeiras coletas de mosca-negra em seu pomar. Às biólogas Mônica e Gerane pelo apoio e amizade. Ao Clausewykson Ribeiro pela ajuda na impressão.

Aos colegas do Laboratório de Entomologia Agrícola, Marilene Martins, Maiara Gonçalves, Francisco Clóvis, Eneida Colares, Rodolfo Pessoa, Nilza Verônica pela amizade e apoio. Aos amigos da Pós-Graduação: Helder Frasão, Lucyfrancy Costa, Jucélia Vidal, Patrícia e Cristóvão Gomes, pela amizade.

À Profª Marinéia Hadad (ESALQ/USP), Carlos Edward Freitas e Lucyrene (UFAM) pela ajuda nas análises estatísticas.

À Universidade Federal do Amazonas - UFAM e CNPq pela oportunidade.

Todas as revoluções são impossíveis,  
até que se tornam inevitáveis.

Leon Trotsky

## **RESUMO GERAL**

A mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) é uma importante praga dos citros de origem asiática, foi detectada no Brasil em 2001. O objetivo deste estudo foi avaliar a biologia e os níveis de infestação de *A. woglumi* em três plantas hospedeiras (laranja Pêra, *Citrus sinensis*;

lima ácida Tahiti, *Citrus latifolia* e manga, *Mangifera indica*). Foram realizados também bioensaios para avaliar o efeito de *Aschersonia* sp. *in vitro* nos diferentes estádios de desenvolvimento de *A. woglumi*, como potencial agente de controle biológico, através de diferentes concentrações de inóculo do fungo. Para isto, foram montados experimentos no período de janeiro de 2006 a março de 2007 em condições de laboratório. Entre as plantas estudadas foi verificado que lima ácida Tahiti se mostrou o hospedeiro mais favorável para *A. woglumi*. O gênero *Citrus* se mostrou mais favorável ao desenvolvimento completo de *A. woglumi* em relação à manga. Manga é um hospedeiro adequado para *A. woglumi*. O estágio de ninfa 4 (pupário) é o mais longo da fase imatura. A duração do ciclo ovo-adulto foi de 70 dias em média (2 meses e 10 dias) para os três hospedeiros avaliados. As maiores viabilidades foram nas fases de ninfa 3, ovos e ninfa 2. *Aschersonia* sp. teve melhor eficiência no controle da mosca-negra, em laboratório, em concentrações mais elevadas, a partir de  $2,3 \times 10^7$  conídios/ml, revelando-se como um bom agente de controle biológico dessa praga. As maiores mortalidades ocorrem nas fases mais jovens de *A. woglumi* como ovo, ninfa 2 e ninfa 1, não havendo diferença estatística entre elas. No estágio de ninfa 4 ocorreu a menor mortalidade. As mortalidades nas fases de ovo, ninfas 1, 2 e 3, com exceção da ninfa 4, se iniciam no quarto dia após a inoculação de *Aschersonia* sp. com acmes de mortalidade no décimo dia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Praga dos citros, parâmetros biológicos, *Citrus sinensis*, *Citrus latifolia*, *Mangifera indica*; controle biológico; fungo entomopatogênico.

#### **ABSTRACT**

The citrus blackfly (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) is an important citrus pest of Asian, it was detected in Brazil in 2001. The objective of this study was to evaluate the biology and infestation

levels of *A. woglumi* in three host plants (orange Pêra, *C. sinensis*; acid lime Tahiti, *Citrus latifolia* and mango, *M. indica*). There were also accomplished bioassays to evaluate the effect of *Aschersonia* sp. in vitro on a different development stadium of *A. woglumi*, as potential biological control agent, through different concentrations of harmless fungi. For this, were assembled experiments in the period of January 2006 to March 2007 at laboratory conditions. Among the studied plants was verified that acid lime Tahiti was the most suitable host for *A. woglumi*. The Citrus genus had been shown as the most favorable to complete development of *A. woglumi*. Mango is an appropriate host for *A. woglumi*. The fourth nymph stadium is the longest of immature stage. The duration of egg – adult cycle was 70 days on average (2 months and 10 days) for the three hosts evaluated. The highest viabilities were on third nymph stage, eggs and second nymph stage. *Aschersonia* sp. had better efficiency in the control of *A. woglumi* at higher concentrations, from  $2,3 \times 10^7$  conids/ml, revealing itself as a good biological control agent of this pest. The highest mortalities occurred at the youngest stages of *A. woglumi* as egg, second and first nymph, having no statistic differences between them. At fourth nymph stadium occurred the lowest mortality. The mortalities at stages of egg, nymphs 1, 2 and 3 except fourth nymph, initialized at the fourth day after inoculation of *Aschersonia* sp. with peaks of mortality on tenth day.

**KEY WORDS:** Citrus pest; biological parameters; *Citrus sinensis*; *Citrus latifolia*; *Mangifera indica*; biological control; entomopathogenic fungus.

## INTRODUÇÃO GERAL

A mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) é uma importante praga dos citros de origem asiática (DIETZ & ZETEK, 1920), que se encontra disseminada nas Américas, África, Ásia e Oceania (OLIVEIRA et al. 1999; OLIVEIRA et al. 2001).

Recém introduzida no país, a mosca-negra-dos-citros foi detectada pela primeira vez no Estado do Pará em 2001 na área urbana do município de Belém e atualmente encontra-se disseminada em mais da metade dos municípios paraenses (MAIA et al. 2005). Há registro de ocorrência nos estados do Maranhão em 2003 (LEMOS et al. 2006), e Amapá em 2006 (JORDÃO & SILVA, 2006). No Amazonas foi detectada em junho de 2004 em Manaus (RONCHI-TELES, informação pessoal), ocorrendo também nos municípios de Itacoatiara, Rio Preto da Eva e Iranduba (PENA & SILVA, 2007).

A mosca-negra-dos-citros é um inseto picador-sugador que causa danos ao se alimentar do floema da planta, tanto os adultos quanto as formas imaturas. As plantas ficam debilitadas, levando ao murchamento e na maioria das vezes à morte (OLIVEIRA et al. 2001). Trata-se de uma praga de hábito alimentar polífago, que infesta diferentes espécies de plantas tanto cultivadas quanto silvestres (ANGELES et al. 1972). São relatadas cerca de 300 plantas hospedeiras deste inseto, sendo citros o hospedeiro preferido para o desenvolvimento da população (NGUYEN & HAMON, 2003).

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja. A partir da década de 1980 consolidou-se também como o maior produtor mundial de suco de laranja. Em 2003 participou com 78% do suco de laranja concentrado e congelado comercializado no mundo. Cerca de 98% do suco é exportado principalmente para os Estados Unidos e União Européia, além do Japão e outros 45 países (DONADIO et al. 2005). As exportações rendem ao país, divisas de 1,5 bilhão de dólares/ano, além da criação de empregos diretos e indiretos (AGRIANUAL, 2003 apud CUNHA 2003)

Segundo Franceschini et al. (2001) os produtos químicos têm efeito negativo sobre o solo, clima, vegetação, água, aos animais e ao homem e provocam a seleção de mutantes resistentes. Nesse contexto, o controle biológico é uma alternativa viável para o combate de pragas e patógenos e vantajosa em relação ao controle químico, especialmente quanto ao impacto ambiental, custo, especificidade e ao desenvolvimento de resistência.

Segundo Alves (1998), *Aschersonia aleyrodis* é considerado um dos mais importantes agentes no controle natural de pragas na cultura dos citros, pois ataca cochonilhas (Coccidae) e mosca-brancas *Dialeurodes citri* e *D. citrifolii* (Aleyrodidae); sendo avaliado como o mais eficiente inimigo natural da mosca-branca em diversas regiões do mundo, sendo comuns as epizootias naturais (BROWNING & MCCOY 1994 apud ALVES 1998; LIU et al. 2006).

O controle biológico da mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi* tem sido mais eficiente que o controle químico em diversas partes do mundo, sendo realizado por meio de parasitóides, predadores e o uso do fungo entomopatogênico *A. aleyrodis*. Na Costa Rica, o uso de parasitóides e predadores juntamente com *A. aleyrodis* foi eficiente no controle da mosca-negra (OLIVEIRA et al. 2001).

Este trabalho teve por objetivo estudar a biologia de *A. woglumi*, em três diferentes plantas hospedeiras, em condições de laboratório, através da identificação de parâmetros biológicos dos diferentes estádios de desenvolvimento. Além destes, avaliar o efeito de *Aschersonia* sp. *in vitro* nos diferentes estádios de desenvolvimento de *A. woglumi* como potencial agente de controle biológico.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Ocorrência no Brasil da mosca-negra-dos-citros, <i>Aleurocanthus woglumi</i> nos Estados do Amazonas, Pará, Amapá e Maranhão .....  | 24 |
| Figura 2 - Distribuição geográfica da mosca-negra-dos-citros, <i>Aleurocanthus woglumi</i> no Estado do Pará em outubro/2003.....  | 24 |
| Figura 3 - A) Árvore de limão-cravo infestada com mosca-negra localizada no setor de Produção da FCA/UFAM; B) Folhas infestadas com ninfas da mosca-negra.....   | 38 |
| Figura 4- Mudas de laranja ( <i>Citrus sinensis</i> ), lima ácida Tahiti ( <i>Citrus latifolia</i> ) e manga ( <i>Mangifera indica</i> ) expostas aos adultos de mosca-negra-dos-citros ( <i>Aleurocanthus woglumi</i> ) para infestação. .... | 42 |
| Figura 5 - Avaliação dos estádios de desenvolvimento de <i>Aleurocanthus woglumi</i> .....   | 42 |
| Figura 6 - Análise Multivariada de Cluster para avaliar o hospedeiro mais favorável de <i>Aleurocanthus woglumi</i> em três espécies de plantas. ....  | 45 |
| Figura 7- Biologia de <i>A. woglumi</i> em três plantas hospedeiras. ....  | 51 |
| Figura 8 - Viabilidade de <i>A. woglumi</i> em três plantas hospedeiras. ....  | 51 |
| Figura 9 - Ovos de <i>A. woglumi</i> , segundo dia após postura. ....  | 54 |
| Figura 10 - Ovos de <i>A. woglumi</i> no 8º dia, ovos com linhas de eclosão (abertura longitudinal) e curvados.....  | 54 |
| Figura 11 – Ovos de <i>A. woglumi</i> no 10º dia. ....   | 55 |
| Figura 12. Ninfas de primeiro estágio de <i>A. woglumi</i> em <i>C. latifolia</i> .....  | 55 |
| Figura 13 - Ninfas de segundo estágio de <i>A. woglumi</i> .....   | 56 |
| Figura 14 - Ninfas de terceiro estágio de <i>A. woglumi</i> em <i>Citrus</i> .....   | 57 |
| Figura 15 - Ninfas de quarto estágio recém emergidas de <i>A. woglumi</i> em <i>C. sinensis</i> no momento da troca de exúvia. ....  | 57 |
| Figura 16 - Ninfas de quarto estágio de <i>A. woglumi</i> .....  | 58 |
| Figura 17 - Emergência de adultos de <i>A. woglumi</i> . ....  | 59 |

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - A) Mudanças de lima ácida Tahiti ( <i>C.latifolia</i> ); B) Estufa de manutenção da criação estoque <i>A. woglumi</i> .....  | 72 |
| Figura 2 - A) Folhas com <i>Aschersonia</i> sp. em laranja, <i>Citrus sinensis</i> .; B) Fragmentos de <i>Aschersonia</i> sp. em placas de Petri com BDA.....                   | 73 |
| Figura 3 – Inoculação de <i>Aschersonia</i> sp em folhas de citros contendo ninfas de <i>A.woglumi</i> ...  | 75 |
| Figura 4 - Ninfas de mosca-negra, <i>A. woglumi</i> inoculadas com <i>Aschersonia</i> sp. em BOD.....   | 75 |
| Figura 5 – A) Folhas de <i>Citrus</i> sp.com ninfas de <i>A. woglumi</i> infectada por <i>Aschersonia</i> sp em campo; B e C) Ninfas mortas.....                                | 77 |
| Figura 6 – Colônias de <i>Aschersonia</i> sp. no 32º dia após a inoculação em BDA .....   | 78 |
| Figura 7 - Mortalidade de <i>A.woglumi</i> por <i>Aschersonia</i> sp. ....  | 79 |
| Figura 8. Mortalidade de <i>A. woglumi</i> por <i>Aschersonia</i> sp. em condições de laboratório.....  | 80 |
| Figura 9 – Análise de correlação do efeito de diferentes concentrações de <i>Aschersonia</i> sp. na mortalidade de ninfas de <i>A. woglumi</i> em condições de laboratório..... | 81 |
| Figura 10 – Mortalidade corrigida de <i>A. woglumi</i> pela ação do entomopatógeno <i>Aschersonia</i> sp. em condições de laboratório. ....                                     | 83 |

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Biologia de <i>A. woglumi</i> sob diferentes condições climáticas. ....   | 36 |
| Tabela 2 - Níveis de infestação em três plantas hospedeiras por <i>A. woglumi</i> . ....   | 44 |
| Tabela 3 - Duração média, erro padrão, amplitude (dias) e viabilidade (%) de diferentes estádios de desenvolvimento de <i>A. woglumi</i> em condições de laboratório, temperatura $27,25 \pm 1,86$ °C e umidade relativa em torno de $80,25 \pm 8,18\%$ . Teste 1. ....            | 50 |
| Tabela 4 - Duração média, erro padrão, amplitude (dias) e viabilidade (%) de diferentes estádios de desenvolvimento da mosca-negra-dos-citros, <i>A. woglumi</i> em condições de laboratório, temperatura de $27,6 \pm 0,24$ °C, umidade relativa de $78,6 \pm 1,1$ . Teste3. .... | 50 |
| Tabela 5. Razão sexual da mosca-negra, <i>A. woglumi</i> em três plantas hospedeiras. ....   | 53 |
| Tabela 6 - Biometria de ovos, ninfas 1, 2, 3, 4 (pupários de machos e fêmeas) e adultos (machos e fêmeas) de <i>A. woglumi</i> . ....  | 59 |

### CAPÍTULO 2

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Crescimento de <i>Aschersonia</i> sp. em placas de Petri com BDA. ....  | 78 |
| Tabela 2. Mortalidade de <i>A. woglumi</i> sob diferentes concentrações de <i>Aschersonia</i> sp. ....                                     | 80 |
| Tabela 3. Mortalidade corrigida dos estádios imaturos de <i>A. woglumi</i> pela ação do fungo entomopatogênico <i>Aschersonia</i> sp. .... | 83 |

## SUMÁRIO

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| <b>FOLHA DE ROSTO</b> .....   | <b>i</b>    |
| <b>AGRADECIMENTOS</b> .....   | <b>vi</b>   |
| <b>RESUMO GERAL</b> .....     | <b>viii</b> |
| <b>ABSTRACT</b> .....         | <b>ix</b>   |
| <b>INTRODUÇÃO GERAL</b> ..... | <b>x</b>    |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA DA MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS, <i>Aleurocanthus woglumi</i> Ashby 1915 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) EM TRÊS PLANTAS HOSPEDEIRAS EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.</b> ..... | <b>17</b> |
| <b>RESUMO</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>18</b> |
| <b>1.1 INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>19</b> |
| <b>1.2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | <b>21</b> |
| 1.2.1 Taxonomia .....   | 21        |
| 1.2.2 Distribuição Geográfica .....   | 22        |
| 1.2.3 Plantas Hospedeiras .....   | 25        |
| 1.2.4 Citricultura .....  | 29        |
| 1.2.5 Biologia.....   | 31        |
| <b>1.3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | <b>38</b> |
| 1.3.1. Condições Experimentais .....  | 38        |
| 1.3.2 Obtenção de <i>A. woglumi</i> .....   | 38        |
| 1.3.3 Hospedeiros Avaliados .....   | 38        |
| 1.3.4 Biologia e níveis de infestação em três plantas hospedeiras por <i>A. woglumi</i> .....   | 39        |
| 1.3.4.1 Biologia de <i>A. woglumi</i> em três plantas hospedeiras - Teste 1 .....   | 40        |
| 1.3.4.2 Níveis de infestação por <i>A. woglumi</i> em três plantas hospedeiras - Teste 2.....   | 41        |
| 1.3.4.3 Biologia e níveis de infestação em três plantas hospedeiras por <i>A. woglumi</i> - Teste 3 .....   | 41        |
| 1.3.5 Biometria dos diferentes estádios de <i>A. woglumi</i> .....  | 42        |
| 1.3.6 Análise dos Dados .....   | 43        |
| <b>1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>43</b> |
| 1.4.1 Níveis de infestação de <i>Aleurocanthus woglumi</i> em três plantas hospedeiras .....  | 43        |
| 1.4.2 Biologia da mosca-negra-dos-citros .....  | 46        |
| 1.4.2.1 Desenvolvimento Embrionário .....   | 46        |
| 1.4.2.2 Desenvolvimento da fase imatura.....  | 46        |
| 1.4.3 Biometria e aspectos morfológicos de <i>A. woglumi</i> .....  | 53        |
| <b>1.5 CONCLUSÃO CAPÍTULO I</b> .....   | <b>60</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 2: AVALIAÇÃO DO EFEITO DE <i>Aschersonia</i> sp. (DEUTEROMYCOTINA: HYPHOMYCETES) EM MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS, <i>Aleurocanthus woglumi</i> Ashby 1915 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)..</b> | <b>61</b> |
| <b>RESUMO.....</b>   | <b>61</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>   | <b>62</b> |
| <b>2.1 INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>63</b> |
| <b>2.2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>  | <b>64</b> |
| 2.2.1 Controle biológico com parasitóides e predadores.....  | 64        |
| 2.2.2 Controle biológico com fungos entomopatogênicos.....   | 66        |
| 2.2.2.1 Processo de infecção.....  | 66        |
| 2.2.2.2 Controle de Aleirodídeos por <i>Aschersonia</i> sp.....  | 67        |
| 2.2.2.3 Potencial biotecnológico de <i>Aschersonia</i> sp.....   | 70        |
| 2.2.3 Controle Químico.....  | 70        |
| <b>2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>   | <b>71</b> |
| 2.3.1 Obtenção dos insetos e criação estoque.....  | 71        |
| 2.3.2 Obtenção e isolamento do fungo <i>Aschersonia</i> sp.....  | 72        |
| 2.3.3 Preparação da suspensão dos conídios.....  | 73        |
| 2.3.3.1 “Avaliação do efeito de diferentes concentrações de inóculo de <i>Aschersonia</i> sp. em ninfas de <i>A. woglumi</i> ”.....  | 73        |
| 2.3.3.1.1 Bioensaios - Pré Testes.....   | 74        |
| 2.3.3.1.2 Bioensaio.....   | 74        |
| 2.3.3.2 Avaliação do efeito de <i>Aschersonia</i> sp. em diferentes fases de desenvolvimento de <i>A. woglumi</i> .....  | 74        |
| 2.3.4 Aplicação de <i>Aschersonia</i> sp. em diferentes fases de desenvolvimento de <i>A. woglumi</i> .....  | 74        |
| 2.3.5 Análise dos dados.....   | 76        |
| <b>2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>   | <b>76</b> |
| 2.4.1 Ocorrência de <i>A. woglumi</i> em campo.....  | 76        |
| 2.4.2 Isolamento de <i>Aschersonia</i> sp.....   | 77        |
| 2.4.3 Crescimento de <i>Aschersonia</i> em BDA.....  | 77        |
| 2.4.4 Avaliação do efeito de diferentes concentrações de inóculo de <i>Aschersonia</i> sp. em ninfas de <i>A. woglumi</i> .....  | 78        |
| 2.4.4.1 Bioensaios – Pré-Testes.....   | 78        |
| 2.4.4.2 Bioensaio.....   | 80        |
| 2.4.5 Avaliação do efeito de <i>Aschersonia</i> sp. em diferentes fases de desenvolvimento de <i>A. woglumi</i> .....  | 82        |
| <b>2.5 CONCLUSÃO CAPÍTULO 2.....</b>   | <b>85</b> |
| <b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>  | <b>86</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | <b>87</b> |

**CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA DA MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS, *Aleurocanthus woglumi* Ashby 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) EM TRÊS PLANTAS HOSPEDEIRAS EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.**

**RESUMO**

A mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) uma importante praga dos citros de origem asiática, foi detectada no Brasil em 2001. O objetivo deste estudo foi avaliar a biologia e os níveis de infestação de *A. woglumi* em três plantas hospedeiras (laranja Pêra, *C. sinensis*; lima ácida Tahiti, *Citrus latifolia* e manga, *M. indica*) e avaliações de biometria. Para isto, foram montados experimentos no período de janeiro a junho de 2006 em condições de laboratório. Foi verificado que lima ácida Tahiti se mostrou o hospedeiro mais favorável para *A. woglumi*. Laranja Pêra e manga assemelham-se; sendo que o gênero *Citrus* se mostrou mais favorável ao desenvolvimento completo de *A. woglumi*. Manga é um hospedeiro adequado para *A. woglumi*. A duração do desenvolvimento embrionário foi de 15 dias em média para os três hospedeiros. O estágio de ninfa 4 (pupário) foi o mais longo quando comparado com as outras fases do período desenvolvimento. As maiores viabilidades foram nas fases de ninfa 3, ovos e ninfa 2. A duração do ciclo ovo-adulto foi de 70 dias em média (2 meses e 10 dias) para os três hospedeiros avaliados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Praga dos citros, parâmetros biológicos, sobrevivência, *Citrus sinensis*, *Citrus latifolia*, *Mangifera indica*.

## ABSTRACT

The citrus blackfly (*Aleurocanthus woglumi*) an important pest of the citrus of Asian origin, was detected in Brazil in 2001. The aim of this research was to evaluate the biology and infestation levels of *A. woglumi* in three host plants (orange Pêra, *C. sinensis*, acid lime Tahiti, *Citrus latifolia* and mango, *M. indica*) and biometry evaluations. For this, experiments were assembled in the period of January to June of 2006 at laboratory conditions. It was verified that acid lime Tahiti had been shown as the most suitable host for *A. woglumi*. Orange Pêra and mango are similar, being the citrus genus the most favorable to the complete development of *A. woglumi*. Mango is an appropriate host for *A. woglumi*. The duration of embryonic development was 15 days on average for the three hosts. The fourth nymph stadium was the longest when compared to the other stages of evolutive cycle. The higher viabilities were on third nymph stages, eggs and second nymph stages. The duration of egg-adult cycle was 70 days on average (2 months and 10 days) for the three hosts evaluated.

**Key words:** Citrus pest; biological parameters; survivorship; *Citrus sinensis*; *Citrus latifolia*; *Mangifera indica*.

## 1.1 INTRODUÇÃO

A mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) é uma importante praga dos citros de origem asiática (DIETZ & ZETEK, 1920). Encontra-se disseminada nas Américas, África, Ásia e Oceania (OLIVEIRA et al. 1999; OLIVEIRA et al. 2001).

Recém introduzida no país, foi detectada pela primeira vez no Estado do Pará em 2001 na área urbana do município de Belém e atualmente encontra-se disseminada em mais da metade dos municípios paraenses (MAIA et al. 2005). Há registro de ocorrência nos estados do Maranhão em 2003 (LEMOS et al. 2006), e Amapá em 2006 (JORDÃO & SILVA, 2006). Segundo Cunha (2003), há registros de infestações no sudeste do Pará nos municípios de Brejo Grande do Araguaia, São Domingos do Araguaia, São João do Araguaia e Água Branca, sendo que estes municípios localizam-se muito próximos da fronteira com o estado de Tocantins, que poderá sofrer, oportunamente, a invasão dessa praga.

No Amazonas foi detectada em junho de 2004 em Manaus (RONCHI-TELES, informação pessoal) sobre plantas cítricas e encontra-se disseminada por toda a área urbana da cidade, ocorrendo também nos municípios de Itacoatiara, Rio Preto da Eva e Iranduba (PENA & SILVA, 2007).

Trata-se de uma praga de hábito alimentar polífago. Infesta diferentes espécies de plantas tanto cultivadas quanto silvestres (ANGELES et al. 1972). São relatadas cerca de 300 plantas hospedeiras deste inseto, sendo citros o hospedeiro preferido para o desenvolvimento da população (NGUYEN & HAMON, 2003), com destaque para: manga, uva, citros, caju, abacate, goiaba, maçã, figo, banana, mamão, pêra, romã, marmelo, café, rosas, entre outras. (ANGELES et al. 1971; OLIVEIRA et al. 2001; BARBOSA et al. 2004). Os hospedeiros primários de *A. woglumi* são as plantas do gênero *Citrus*, caju e abacate nas regiões pantropicais. São hospedeiros secundários, café na América do Sul, manga na Ásia e América do Sul, banana nas regiões pantropicais, uva na Índia, goiaba na China. Porém, em qualquer

região, quando em elevada densidade populacional os adultos se dispersam para outras plantas hospedeiras próximas das áreas infestadas (OLIVEIRA et al. 2001).

A mosca-negra-dos-citros é um inseto picador-sugador que causa danos ao se alimentar do floema da planta, tanto os adultos quanto as formas imaturas. As plantas ficam debilitadas, levando ao murchamento e na maioria das vezes à morte (OLIVEIRA et al. 2001). Durante a alimentação eliminam uma excreção açucarada na superfície da folha, facilitando o aparecimento da fumagina (*Capnodium* sp.). A presença desse fungo reduz a fotossíntese, impede a respiração (NGUYEN & HAMON, 2003) e diminui o nível de nitrogênio nas folhas. O ataque dessa praga pode levar à redução da frutificação em até 80% (BARBOSA et al. 2004) e perdas de 20 a 80% na produção, afetando a exportação, não apenas dos citros como de outras frutíferas (LOPES & RONCHI-TELES, 2003).

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja. A partir da década de 1980 consolidou-se também como o maior produtor mundial de suco de laranja. Em 2003 participou com 78% do suco de laranja concentrado e congelado comercializado no mundo. Cerca de 98% do suco é exportado principalmente para os Estados Unidos e União Européia, além do Japão e outros 45 países (DONADIO et al. 2005). As exportações rendem ao país, divisas de 1,5 bilhão de dólares/ano, além da criação de empregos diretos e indiretos (AGRIANUAL, 2003 apud CUNHA 2003)

A citricultura brasileira é afetada por inúmeras pragas e doenças, estando entre as culturas que mais têm perdas pelo ataque de insetos, ácaros e patógenos (PARRA et al. 2003).

A citricultura no Amazonas é uma atividade que paulatinamente vem se incorporando ao processo de integração agroindustrial, por se adaptar bem às condições edafoclimáticas da região, ser portadora de alta densidade-renda e possuir mercado tanto para o produto in natura, quanto para seus subprodutos, no resto do Brasil e do Mundo (BENEDITO, 1995; GASPAROTTO et al. 1998).

Este trabalho teve por objetivo estudar a biologia de *A. woglumi*, em três diferentes plantas hospedeiras, em condições de laboratório, através da identificação de parâmetros biológicos dos diferentes estádios de desenvolvimento.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

A mosca-negra-dos-citros pertence à Ordem Hemiptera, na subordem Sternorrhyncha (rosto aparentemente separado da cabeça, emergindo entre as pernas anteriores), superfamília – Aleyrodoidea, compreendendo uma única família de importância agrícola – Aleyrodidae (asas membranosas recobertas com substância pulverulenta); subfamília Aleyrodinae. Pertence ao gênero *Aleurocanthus* (NGUYEN & HAMON, 2003; GALLO et al. 2002), estando representado no Brasil por uma única espécie – *A. woglumi* Ashby.

Estudos taxonômicos indicam *Aleurocanthus punjabensis* Corbett e *A. husaini* como espécies sinonimizadas com *A. woglumi* Ashby (EPPO nº 103).

São conhecidas comumente por: mosca-negra dos citros, “mosca prieta de los citrilos”, “citrus blackfly” ou “aleurode noir des agrumes”.

Os aleirodídeos são insetos pequenos com quatro asas membranosas. Na fase adulta estas são recobertas com substância pulverulenta, de onde vem o nome comum mosca-branca (GALLO et al. 2002). A reprodução é sexuada com oviparidade,

*1.2.1 Taxonomia* ocorrendo também partenogênese arrenótoca (BYRNE & BELLOWS, 1991; GALLO et al. 2002). Os ovos são pedunculados e ficam, como as ninfas, presos a face inferior das folhas, envolvidos (ou não) pela cera branca. Possuem desenvolvimento com curto período, com quatro ecdises. Entre as espécies mais importantes estão: *Aleurothrixus floccosus*, que ataca folhas de citros e *Bemisia tabaci* em feijoeiro, soja, algodoeiro (GALLO et al. 2002).

Os aleirodídeos apresentam metamorfose incompleta, sendo observada uma grande variação na biologia de espécies dentro da mesma família. O ciclo de vida envolve, basicamente, uma fase de ovo, três instares ninfais ativos que se alimentam, seguidos de um quarto instar que é inativo. Esta fase é dividida em três estádios morfologicamente distintos, sendo usualmente o último referido como pupário. Após a quarta ecdise ocorre a emergência dos adultos (BYRNE & BELLOWS, 1991 apud RAMOS, 2001). A diferenciação dos instares pode ser feita pela avaliação de caracteres morfológicos como formatos, tamanho e secreção de cera (CABALLERO, 1996 apud RAMOS, 2001).

Dos quatro grupos de hemípteros Sternorrhyncha registrados, as moscas-brancas, no sentido lato, constituem o grupo com menor número de espécies conhecidas; cerca de 1.450 (MARTIN et al. 2000).

A mosca-negra-dos-citros é uma praga de origem asiática (DIETZ & ZETEK, 1920). Foi descoberta no Hemisfério Ocidental em 1913 na Jamaica. Propagou-se para Cuba em 1916, México em 1935 (SMITH et al. 1964) e foi descoberta em Key West na Flórida em 1934 onde foi erradicada em 1937 (NEWELL & BROWN, 1939). Redescoberta em Ft. Lauderdale, Flórida em 1976 (DOWELL et al. 1981). Atualmente encontra-se amplamente disseminada no centro e sul da Flórida de Cross Creek a Key West (NGUEN & HAMON, 2003).

A mosca-negra está presente nas Américas, África, Ásia e Oceania. Na América do Norte nos seguintes países: Bermudas, EUA (Flórida, Hawai, Texas), México; na América Central: Bahamas, Barbados, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Haiti, Ilhas Caimã, Jamaica, Nicarágua, Panamá, Porto Rico, Antilhas Holandesas e Trinidad e na América do Sul: Colômbia, Venezuela, Equador, Peru, Guiana, Suriname, Brasil. Segundo Angeles et al. (1968; 1972; 1974) e

### *1.2.2 Distribuição Geográfica*

Martínez (1983) a mosca-negra está presente na Venezuela desde 1965 e atualmente está disseminada em todas as regiões citrícolas do país. Na África, ocorre no: Quênia, Ilhas Seycheles, África do Sul, Tunísia, Tanzânia, Uganda, e Zimbábwe; e na Ásia: Bangladesh, Butão, Camboja, China, Emirados Árabes, Filipinas, Hong Kong, Índia, Indonésia, Irã, Laos, Malásia, Maldivas, Myanmar, Nepal, Oman, Paquistão, Singapura, Sri Lanka, Tailândia, Taiwan, Vietnã, Yemen; na Oceania: Ilhas Salomão, Papua – Nova Guiné (OLIVEIRA et al. 1999; OLIVEIRA et al. 2001; EPPO n° 103; WEEMS, 1962).

O primeiro registro de ocorrência da mosca-negra-dos-citros no Brasil foi no Estado do Pará, município de Belém em 2001. Atualmente encontra-se disseminada em mais da metade dos municípios paraenses (MAIA et al. 2005) (Figuras 1 e 2). Foi detectada nos estados do Maranhão em 2003 (LEMOS et al. 2006), Amazonas em 2004 (RONCHI-TELES, informação pessoal) e Amapá em 2006 (JORDÃO & SILVA, 2006). É considerada uma praga quarentenária A-2 (OLIVEIRA et al. 2001).

A distribuição da mosca-negra-dos-citros até o momento indica tendência de expansão para as regiões centro-oeste e sudeste do Brasil. Há a necessidade de reforçar e ampliar as barreiras fitossanitárias, com o objetivo de evitar a disseminação desta praga para as áreas de fruticultura dessas regiões (Figura 1). A entrada da mosca-negra-dos-citros ocorreu em regiões com pouca expressão na citricultura brasileira, se comparado com São Paulo e Minas. Entretanto, isso não minimiza o potencial de dano dessa praga, que em função de sua atual dispersão geográfica, não poderia ser considerada como praga quarentenária A-2.

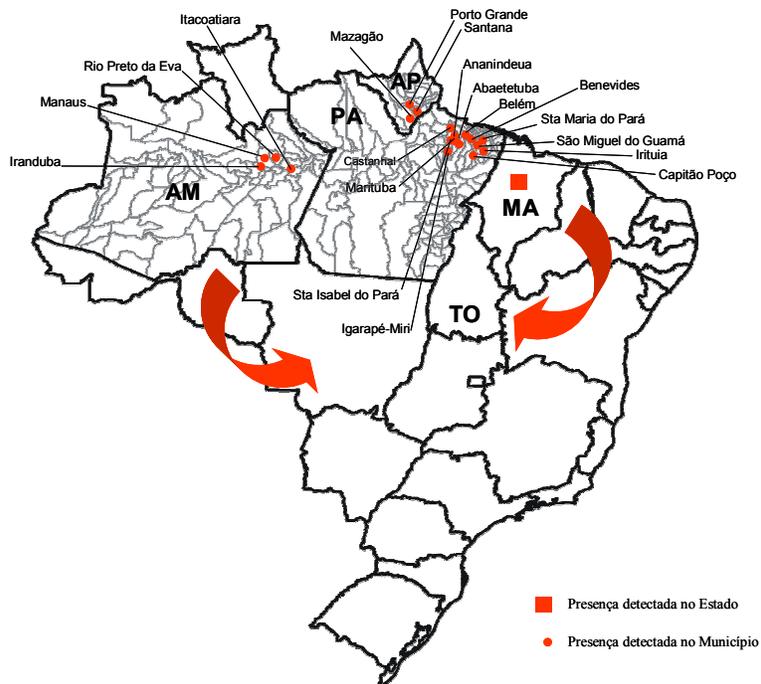


Figura 1 - Ocorrência no Brasil da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* nos Estados do Amazonas, Pará, Amapá e Maranhão.

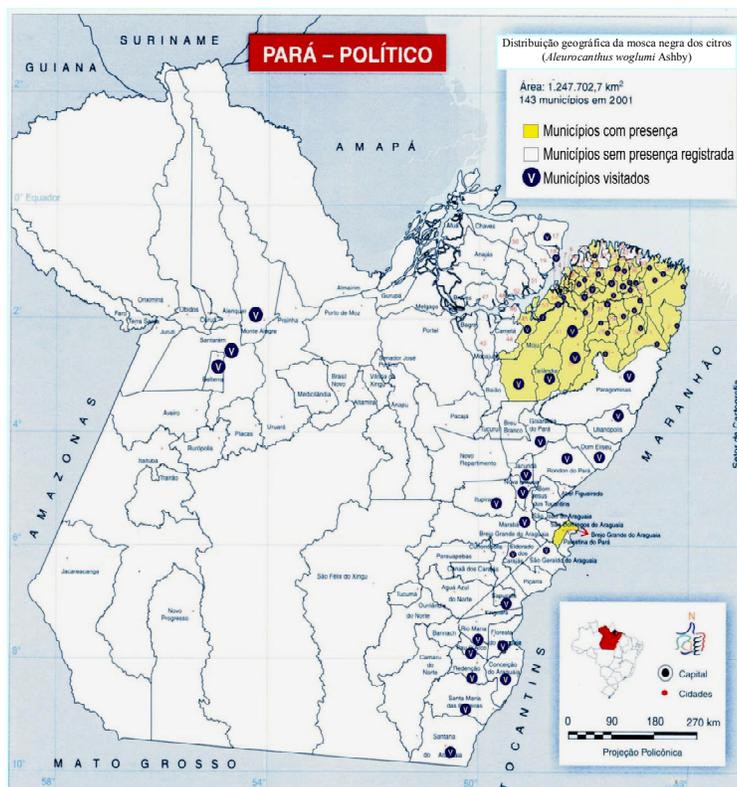


Figura 2 - Distribuição geográfica da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* no Estado do Pará em outubro/2003. (Fonte: Cunha 2003).

### 1.2.3 Plantas Hospedeiras

As plantas hospedeiras preferidas pela mosca-negra-dos-citros são as espécies do gênero *Citrus* (ANGELES et al. 1971 e 1972; CLAUSEN & BERRY, 1932; SHAW, 1950; HOWARD & NEEL, 1978; STEINBERG et al. 1978).

Entre 50 espécies de plantas estudadas por Howard & Neel (1978), sete suportaram o desenvolvimento de *A. woglumi* até a emergência do adulto; três destas pertencem à família Rutaceae, sendo *Citrus sinensis* Osbeck a mais favorável ao desenvolvimento de *A. woglumi*.

A mosca-negra tem sido relatada em pelo menos 160 espécies de plantas, distribuídas em 63 famílias botânicas (DIETZ & ZETEK, 1920; HOWARD & NEEL, 1978; SHAW, 1950; STEINBERG et al. 1978). Na Flórida em 1979 infestava pelo menos 115 espécies de plantas (HOWARD, 1979b).

Segundo Angeles et al. (1972) em levantamentos na Venezuela no período de 1967 a 1971, foram registradas 49 espécies hospedeiras, compreendidas em 16 famílias botânicas diferentes. Dentre as fortemente atacadas estão representantes da família Rutaceae (Tribo Citreae - espécies cítricas), e outro grupo onde é freqüente localizar infestações, porém não em altos níveis, como os representantes das famílias Bignoniaceae, Anacardiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Araceae, Musaceae, Rosaceae e Salicaceae. Segundo esses autores em *Murraya exotica* L. (Rutaceae) foi verificada elevada postura e eclosão, porém as ninfas não passaram do primeiro ínstar. Além desta, *Anturhium andreanum* LIND. (Araceae); *Hibiscus rosasinensis* L. (Malvaceae); *Philodendrum* sp. (Araceae); *Colocasia* sp. (Araceae); *Xanthosama* sp. (Araceae); *Carica papaya* L. (Musaceae); *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) não suportaram o desenvolvimento completo de *A. woglumi*.

Segundo Dowell et al. (1979a), espécies como manga, *Mangifera indica* (Anacardiaceae); “pink trumpet”, *Tabebuia pallida* (Bignoniaceae) e “kumquat”, *Fortunella* sp. (Rutaceae) são tão atrativas quanto *Citrus* spp. para a mosca-negra-dos-citrus ovipositar

em baixas densidades; seguidas das menos atrativas (“black-sapot”, *Diospyros ebenaster* (Ebenaceae); “loquat”, *Eriobotrya japonica* (Roaceae) e “Aroeira brava”, *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). Não houve posturas em abacate, *Persea americana* (Lauraceae); café, *Coffea arabica* (Rubiaceae) e sapoti, *Manilkara sapota* (Sapotaceae).

Entre 20 e 30% da população de adultos da mosca-negra é capaz de se mover entre as três plantas hospedeiras mais comuns no Sudeste da Flórida (“Surinam-cherry (*Eugenia uniflora* L; *Citrus* spp e manga) (DOWELL, 1979).

Em estudos de sobrevivência de *A. woglumi* em seis hospedeiros cítricos Dowell et al. (1978) utilizaram as espécies: “grapefruit”, *C. paradise* Macf; limão, *C. limon* Burm f.; lima, *C. aurantifolia* Swingle; laranja, *C. sinensis* Osbeck; tangelo (*C. x Tangelo*) e tangerina, *C. reticulata* Blanco. Neste estudo não foi observada nenhuma diferença significativa no tempo de desenvolvimento de *A. woglumi* entre as plantas testadas. A sobrevivência de *A. woglumi* foi significativamente maior em *C. limon* e menor em *C. paradisi*.

Segundo Dowell et al. (1978), baseado nos trabalhos de Shaw (1950) e Angeles et al. (1971), verificaram que as plantas do gênero *Citrus* não parecem igualmente capazes de suportar o desenvolvimento de *A. woglumi*. A sobrevivência das formas imaturas de *A. woglumi* difere entre as espécies onde oviposita (DOWELL et al., 1981).

Em estudos realizados na Flórida, Howard (1979a) testou seis espécies de citros como hospedeiras de *A. woglum* (“limonero agrio”, *C. jambhiri* Lush; “toranja”, *C. paradisi* Macf.; “naranjo agrio”, *C. aurantium* L.; “colo”, *C. macrophylla* Wester; “limonero de Volkamer”, *C. limonia* e “limonero dulce”, *C. limettioides* Tan). Este autor verificou que o número médio de espirais por planta foi significativamente maior em *Citrus jambhiri* quando comparado aos outros hospedeiros. O número médio de ovos por espiral foi também significativamente mais alto em *C. jambhiri* e *C. limonia* que em *C. aurantium*. O número médio de adultos desenvolvidos por planta foi significativamente mais alto em *C. jambhiri* que nas outras

espécies hospedeiras, sendo que a sobrevivência de *A. woglumi* foi significativamente mais alta em *C. limonia* e *C. limettioides* do que em *C. aurantium*. Estes resultados corroboram com os obtidos por Dowell et al. (1978), em relação a *C. limon* (limão). Deste modo, Howard (1979a) sugere que as limas e os limões são os hospedeiros mais favoráveis ao desenvolvimento de *A. woglumi*, em comparação com outros grupos de *Citrus*.

Segundo Weems (1962), no Oriente, *A. woglumi* ocorre raramente em plantas não cítricas e é de importância secundária para este hospedeiro devido ao controle quase total por inimigos naturais. Por outro lado na América Central e no Caribe outras plantas hospedeiras são atacadas. Apesar de ser praga principal de citros, também infesta manga, café, “ardisia”, abacate, pêra, ameixa, romã, “poplar”, marmelo, uva, “ash”, sapoti, caju, “rose-apple”, frutadão-conde, graviola, sapota, fruta-pão, carambola, goiaba, “mamoncillo”, “canistel” e muitas outras plantas tropicais e subtropicais.

As espécies “Myrsine”, *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Myrsinaceae); “Marlberry”, *Ardisia escallonioides* Schlecht. & Cham (Myrsinaceae); *Ardisia solanaceae* Roxb (Myrsinaceae); aroeira brava, *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) e pitangueira, *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), plantas nativas e introduzidas no Sul da Flórida, sustentaram o desenvolvimento completo de *A. woglumi*, podendo ser usadas como refúgios. *A. woglumi* pode ser capaz de se desenvolver em vegetação nativa ou exótica (STEINBERG et al. 1978). Se a planta onde ocorre a postura for um hospedeiro adequado, os insetos completam o desenvolvimento dos estádios imaturos e ocorre a emergência dos adultos (DIETZ & ZETEK, 1920; GOWDY 1921).

*Ardisia solanaceae* (Myrsinaceae) foi mais favorável ao desenvolvimento de *A. woglumi* que *C. jambhiri* (limão rugoso) devido esta apresentar índice de sobrevivência cinco vezes maior; assim *A. solanaceae* se equipara aos citros enquanto hospedeiro de *A. woglumi* (HOWARD, 1979b).

Espécies como *Citrus* spp (Rutaceae); *Persea americana* Mill. (Lauraceae); *Musa* spp (Musaceae); *Psidium guajava* L. (Myrtaceae); *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), *Carica papaya* L. (Caricaceae), *Pyrus* spp (Rosaceae); *Punica granatum* L. (Punicaceae); *Cydonia oblonga* Mill. (Rosaceae); *Rosa* spp (Rosaceae); *Litchi sinensis* Sonn. (Sapindaceae); *Garcinia mangostana* L. (Clusiaceae); *Eugenia brasiliensis* Lam.(Myrtaceae) e *Prunus lusitânia* L. (Rosaceae) são relatadas como hospedeiros de *A. woglumi* no Brasil pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2002 apud CUNHA, 2003).

Levantamentos em 44 dos 71 municípios do Estado do Pará por Cunha (2003), revelaram altas infestações de *A. woglumi* em espécies cítricas como laranja doce, tangerinas, limão, pomelo, limas ácidas Tahiti e galego. As mangueiras, *Mangifera indica*, em geral apresentaram altos índices de infestação, sendo grande o número de folhas com a face abaxial totalmente coberta por ninfas. Sendo assim, as plantas cítricas, mangueiras e grumixamas (*Eugenia brasiliensis*) são hospedeiros de *A. woglumi*. Jambeiros, *Syzygium malaccence* são hospedeiros não preferenciais da praga. Em roseiras, *Rosa sinensis*; bananeiras, *Musa* spp; mamoeiros, *Caryca papaya*; cajueiros, *Anacardium* spp e mangostãozeiros, *Garcinia mangostana* não são hospedeiros da praga no estado do Pará.

A diversidade de hospedeiros da mosca-negra, *A. woglumi* aumenta conforme a densidade da praga e a oviposição em hospedeiros preferidos parece ocorrer em todas as densidades da população da praga, independentemente de sua freqüência no ambiente. As fêmeas de mosca-negra não ovipositam em plantas ao acaso, mas parecem estar ativamente em busca de plantas hospedeiras “preferidas”. Foi observado também, que os adultos parecem ser atraídos por material vegetal que reflete luz na faixa de, 500-600 nanômetros, podendo ser este o único fator de atração de longo alcance (DOWELL et al. 1979a).

A extensa lista de hospedeiros da mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi* sugere que quaisquer estímulos químicos, quer sejam arestantes, ou estímulos oviposicionais não são específicos a nenhum grupo de plantas (DOWELL et al. 1979a).

Em estudos com atrações por cores, Dowell et al. (1979a) observaram, com frequência, grande número de adultos de mosca-negra pousando na folhagem de citros a uns poucos centímetros de uma armadilha amarela, sugerindo que estes se orientam para a cor quando estão voando e que os estímulos químicos só são importantes depois do inseto ter pousado.

Em experimentos envolvendo seleção hospedeira pela mosca-negra-dos-citros, Dowell (1979) não encontrou nenhuma evidência de atrativos olfativos nas folhas de laranja para os adultos de *A. woglumi*. A mosca-negra se orienta para qualquer objeto que reflita fortemente a luz numa faixa de 500-600 nanômetros independentemente do formato ou tamanho. Após o pouso, as fêmeas são capazes de distinguir entre as diferentes plantas hospedeiras potenciais.

#### **1.2.4 Citricultura**

As plantas cítricas como as do gênero *Citrus*, os kumquats (do *Fortunella*), o trifoliata (do *Poncirus*) e outros gêneros relativos à subfamília Aurantioideae, família Rutaceae, são nativas do sudeste do continente asiático, com ramos filogenéticos que se estendem do centro da China ao Japão, e do Leste da Índia à Nova Guiné, Austrália e África Tropical (SWINGLE & REECE, 1967; SCORA, 1975; SOOST & CAMERON, 1975 apud DONADIO et al. 2005). Da Europa, foi levada para as Américas, provavelmente por Colombo em 1493 (DONADIO et al. 2005).

A laranja doce, *C. sinensis* têm origem na Indochina e no Sul da China, com possível extensão até o Sul da Indonésia. Os limões e limas têm como centro de origem ou adaptação o Sul Asiático – como a península da atual Malásia (DONADIO et al. 2005).

Atualmente as plantas cítricas são cultivadas em uma ampla faixa ao redor do mundo, compreendida entre os paralelos 44° N e 41° S (AGUSTÍ, 2000 apud DONADIO et al. 2005), sendo que as principais áreas produtoras concentram-se em regiões subtropicais, em latitudes superiores a 20° N ou 20° S (DONADIO et al. 2005).

As plantas cítricas, compreendidas principalmente por laranjeiras, tangerineiras, limoeiros, limeiras, pomeleiros, e toranjeiras, desempenham um papel de acentuada importância sócio-econômica mundial (KOLLER, 1994). Essa posição de destaque se deve a grande aceitação dos citros na alimentação humana, principalmente sob as formas de fruta fresca e de suco.

Em 2004 o Brasil produziu 18.262.632 ton de laranja, representando 29% da produção mundial. Em 2003 a exportação brasileira de suco de laranja concentrado atingiu 1.347.226 ton, representando 78% do volume mundial (BOTEON & NEVES, 2005).

O Brasil em 2005 produziu 17.864.135 ton., e até outubro de 2006 com uma produção de 18.048.320 ton. A região Sudeste se destaca na produção de laranja no país com 15.031.915 ton, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, com 14.366.030 ton, seguida das regiões Nordeste, Sul, Norte e Centro-oeste (IBGE, 2006).

Na região Norte a produção até outubro de 2006 foi de 237.146 ton, com destaque para os Estados do Pará (212.539 ton.) e Amazonas (13.734 ton.), seguidas dos Estados do Amapá e Roraima (IBGE, 2006).

As principais variedades plantadas são a laranja Pêra (37,8%), seguida da Natal e Valência, ambas com 23,9%. Nas variedades de limões destaca-se a lima ácida Tahiti (POMPEU JUNIOR, 2001 apud DONADIO et al. 2005).

### 1.2.5 Biologia

Os ovos são colocados em forma de espiral no lado inferior da folha. Cada fêmea coloca de 2 a 3 espirais de ovos durante seu ciclo de vida, que é de 10 a 14 dias. As ninfas eclodem dentro de 7 a 10 dias (DOWELL et al. 1981).

Os ovos são depositados de forma agregada com média de 25, variando de 7 a 52 ovos por espiral (MARTÍNEZ, 1983). Outros autores registraram intervalos de posturas variando de: 30 a 35 ovos por espiral (JORDÃO & SILVA, 2006); 35 a 50 ovos por espiral (WEEMS, 1962); 28 a 32 ovos por espiral (DOWELL et al. 1978) e, 10 a 61 ovos por postura (LE MOS et al. 2006).

As fêmeas depositam em média 100 ovos durante seu ciclo biológico (HEU & NAGAIME, 2001). Os ovos são branco-creme quando depositados tornando-se marrom e finalmente pretos entre o oitavo e décimo dia. Estes são alongados com pontas arredondadas e fixam-se nas folhas através de um pedúnculo curto localizado próximo à extremidade posterior (WEEMS, 1962).

As ninfas de primeiro ínstar duram de 7 a 16 dias apresentando corpo oval-alongadas (0,30 mm x 0,15 mm), de coloração marrom, com dois filamentos transparentes que curvam em cima do corpo (DIETZ & ZETEK, 1920). São móveis por diversas horas, geralmente se movimentam uns poucos centímetros do espiral antes de se fixarem para se alimentar (DOWELL et al. 1978).

O segundo ínstar dura de 7 a 30 dias, sendo o corpo mais ovalado e convexo (0,40 mm x 0,20 mm) em relação ao primeiro ínstar, apresentando coloração marrom escuro com numerosas cerdas cobrindo o corpo (DIETZ & ZETEK, 1920).

O terceiro ínstar dura de 6 a 20 dias, sendo o corpo mais convexo (0,87mm x 0,74) que o segundo. Esse é preto brilhante com numerosas cerdas e mais robusto que o segundo ínstar (DIETZ & ZETEK, 1920; SMITH et al. 1964). Segundo Martinez & Angeles (1973) e

Dowell et al. (1981) é possível distinguir machos de fêmeas a partir do terceiro instar, já que as fêmeas são maiores.

No quarto instar, também chamado de pupa, o corpo é ovalado, preto brilhante e com cera branca na borda. O sexo é prontamente distinguível. As fêmeas tem em média de 1,24 mm de comprimento x 0,71 de largura; os machos medem de 0,99 mm de comprimento x 0,61 de largura. A fase pupal compreende um período de 16 a 50 dias (DIETZ & ZETEK, 1920; DOWELL et al. 1981).

O ciclo de vida de ovo a adulto varia de 45 a 133 dias, dependendo da temperatura (DIETZ & ZETEK, 1920). Outros autores como DOWELL & FITZPATRICK (1978) e JIMENEZ (1963) obtiveram valores que variaram de 60 a 150 dias e de 8-16 semanas, variando conforme a temperatura ambiente, respectivamente.

A duração do ciclo biológico de *A. woglumi* registrada em ambiente de laboratório variou de 65 a 108 dias (MARTÍNEZ & ANGELES, 1973). Posteriormente MARTÍNEZ (1983) estudou o ciclo de vida da mosca-negra-dos-citros em ambiente de campo, tendo obtido resultado semelhante. Cunha (2003), em estudos sob condições de campo em Belém/PA obteve uma média de 74 dias (59-88), equivalendo a 2,5 meses.

Enquanto o ciclo completo abrange um período de dois meses em árvores de pomares em condições climáticas adequadas, em plantas de viveiro ou teladas este período pode diminuir por até duas semanas (WEEMS, 1962).

O adulto emerge por uma sutura em forma de “T” que se rompe na região anterior da pupa. Ao emergir a cabeça é amarelo pálido, pernas brancas e olhos marrons avermelhado. Dentro de 24 horas após a emergência, o inseto é coberto com um pó de cera que dá um aspecto azul-ardósia (DIETZ & ZETEK, 1920; WEEMS, 1962). Fêmeas possuem de 1,2 mm a 1,7mm e machos com 0,8 mm a 1,3 mm de comprimento (MAIA, 2006; JORDÃO & SILVA, 2006).

São produzidas seis gerações por ano (NGUYEN et al. 1983; CLAUSEN & BERRY, 1932), mas sob ótimas condições de campo até seis gerações. Em trabalhos conduzidos sob condições naturais e de laboratório, foram registradas até quatro gerações ao ano (MARTÍNEZ & ANGELES, 1973; MARTÍNEZ, 1983). Em estudos sob condições de campo em Belém/PA, Cunha (2003) registrou cerca de cinco gerações por ano, sendo que uma fêmea produz ao final deste período, aproximadamente 1.845 indivíduos, revelando um alto potencial biótico.

Estudos de biologia foram feitos por Patel & Patel (2001) na Índia utilizando a lima, *C. aurantifolia* Swingle como hospedeiro, à temperatura média de 25,9°C e 52,5% UR. Foi observado que a fêmea põe em média 90,6 ovos/espíral. Os ovos eram brancos leitosos inicialmente e tornavam-se marrom-escuro antes da eclosão. O período de desenvolvimento embrionário foi em média de 15,27 dias e a viabilidade dos ovos de 75,61%. O período ninfal foi em média de 24,32 dias. A duração do pupário (machos) foi de 73,38 dias, enquanto o da fêmea foi de 71,39 dias. O adulto recém emergido possui a cabeça vermelha cor de tijolo, tórax e abdome vermelho-laranja. A longevidade de adultos machos foi de 6,5 dias e as fêmeas de 7,65 dias. O período médio de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição foi de 1,0; 5,9 e 2,1, respectivamente.

Em estudos realizados sob condições de campo por Cunha (2003) no Pará utilizando laranja Pêra como hospedeira de *A. woglumi*, o período de desenvolvimento embrionário, ninfas 1, 2, 3, 4, e ciclo ovo-adulto duraram (dias), respectivamente: 10 (7-12); 10 (8-11); 8 (7-9); 11(8-14); 36 (29-38) e 74 (59-88). A sobrevivência dos diferentes estágios foi variável; desenvolvimento embrionário (65,4%), ninfa 1 (41,7%), ninfa 2 (26,3%); ninfa 3 (19,2%) e ninfa 4 (13,6%). Segundo o autor a baixa taxa de sobrevivência pode estar relacionada à ação de parasitóides, predadores e a alta precipitação pluvial ocorrida durante a pesquisa.

Estudos de biologia realizados no município de Belém/PA também em hospedeiro de laranja Pêra, Maia (2006) obteve para *A. woglumi*, valores similares aos registrados por Cunha (2003).

Pesquisas em laboratório na Venezuela utilizando *C. aurantifolia* SWINGEL como hospedeiro, nas condições de temperatura e umidade de 25°C (19-31°C) e 73,66% UR, Martínez & Angeles (1973) verificaram que o desenvolvimento embrionário em dias variou de 10-18; ninfa 1 (11-15); ninfa 2 (8-13); ninfa 3 (9-19); ninfa 4 (23-39) e o ciclo ovo-adulto de 65-108 dias. A viabilidade do desenvolvimento embrionário, ninfa 1, 2, 3 e 4 foram: 95,3; 74,3; 86,0; 89,0 e 60%, respectivamente. A viabilidade ninfal foi de 56% e viabilidade dos imaturos de 44,7%.

Segundo Martínez (1983), em estudos de campo em variedades cítricas com temperatura média de 25°C e umidade relativa de 73-66%, foi observado que a duração (dias) do desenvolvimento embrionário, ninfa 1, 2, 3, 4 e ciclo ovo-adulto foram: 19,83 (12-26); 11,26 (6-19); 6,92 (6-7); 12,16 (9-19); 27,77 (21-32) e 77,94 (54-103), respectivamente. As percentagens de sobrevivência de *A. woglumi* em condições de campo para as fases de: ovo, ninfa 1, 2, 3 e 4 foram de 58,26; 59,07; 53,85; 76,71 e 74,44% respectivamente. A viabilidade ninfal foi de 80,75% e viabilidade dos imaturos de 16,88%.

No Estado do Maranhão Lemos et al. (2006) registraram ocorrência da mosca-negra durante todo o ano. Dados preliminares revelam número máximo de 100 posturas em espiral/folha, e 304 pupários/folha.

O desenvolvimento de *A. woglumi* é favorecido por temperaturas entre 28 e 32°C e umidade relativa do ar elevada, entre 70 a 80%, não sobrevivendo em temperaturas em torno de 40°C e altitudes acima de 1.000 metros (OLIVEIRA et al., 1999). Umidade média alta, pluviosidade relativamente alta e uniformemente distribuída, e baixa incidência de parasitismo, são condições essenciais para o ótimo desenvolvimento da mosca-negra.

Dowell & Fitzpatrick (1978) estudaram o efeito da temperatura no desenvolvimento e taxa de sobrevivência de formas imaturas da mosca-negra. De acordo com estes autores o limite mínimo para o desenvolvimento é de 13,7°C. A sobrevivência de formas imaturas se mantém constante a temperaturas de 25,6°C e decresce com aumento ou redução da temperatura.

Cherry (1979) avaliou as temperaturas letais para a mosca-negra e seu parasitóide *Amitus hesperidium* (Hym: Platygasteridae) nas estações de verão e inverno. Nos experimentos do verão a TL<sub>50</sub> para adultos e ninfas 1 ocorreram entre 40°C e 45°C; no inverno para os ovos e adultos ocorreram entre -5 e -10°C e para os demais estágios entre -10 e -15°C. A TL<sub>50</sub> para o adulto de *A. hesperidium*, sobrevivência e emergência dos parasitas ocorreram entre -10 e -15°C. O autor concluiu que os adultos são mais sensíveis e o parasitóides é mais sensível que a mosca-negra, especialmente em temperaturas mais altas, e que, exposições à temperaturas de curto prazo não impedem a propagação potencial da mosca-negra ou de seu parasitóide.

Segundo Silva (2005) o Brasil possui condições climáticas que favorecem o desenvolvimento da vida vegetal e animal em toda a sua plenitude, considerando-se que os insetos apresentam excelente desenvolvimento a temperaturas em torno de 25°C, com limiares de temperatura mínima de 15°C e máxima de 38°C. No caso do Estado do Pará, *A. woglumi* encontra condições favoráveis ao seu desenvolvimento.

Um resumo dos registros bionômicos de *A. woglumi* obtidos por vários autores em diferentes países e sob diferentes condições climáticas é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Biologia de *A. woglumi* sob diferentes condições climáticas.

| <b>Desenvolvimento embrionário</b> |                       |                                      |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| <b>Ambiente</b>                    | <b>Duração (dias)</b> | <b>Referência</b>                    |
| 21°C                               | 22                    | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 27°                                | 13                    | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 32°                                | 9                     | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| Favorável                          | 11-21                 | Dietz & Zetek, 1920 Panamá           |
| 10-24°C                            | 9-25                  | Jimenez, 1963 México                 |
| Qualquer época do ano              | 10-18                 | Quezada, 1974 El Salvador            |
| Laborat.(25°C(19-31) 73,66% UR     | 10-18                 | Martinez & Angeles 1973<br>Venezuela |
| Natural (25°C UR 73? 66%)          | 19,83 (12-26)         | Martinez, 1983 Venezuela             |
| 25,9° UR 52,5%                     | 15,27                 | Patel & Patel, 2001 Índia            |
| 26,8°C?                            | 10 (7-12)             | Cunha, 2003 Brasil/PA                |
| 25±1°C; 85±10% UR                  | 6-13                  | Maia, 2006 Brasil/PA                 |
| <b>Primeiro estágio ninfal</b>     |                       |                                      |
| 16°C                               | 73                    | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 21°C                               | 17                    | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 27°C                               | 9                     | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 32°C                               | 7                     | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| Favorável                          | 7-16                  | Dietz & Zetek, 1920 Panamá           |
| 10-24°C                            | 8-17                  | Jimenez, 1963 México                 |
| Qualquer época do ano              | 8-10                  | Quezada, 1974 El Salvador            |
| Laborat.(25°C(19-31) 73,66% UR     | 11-15                 | Martinez & Angeles 1973<br>Venezuela |
| Natural (25°C UR 73? 66%)          | 11,26 (6-19)          | Martinez, 1983 Venezuela             |
| 26,8°C?                            | 10 (8-11)             | Cunha, 2003 Brasil/PA                |
| 25±1°C; 85±10% UR                  | 7,5-10,3              | Maia, 2006 Brasil/PA                 |
| <b>Segundo estágio ninfal</b>      |                       |                                      |
| 16°C                               | 55                    | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 21°C                               | 13                    | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 27°C                               | 7                     | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| Favorável                          | 5-21                  | Dietz & Zetek, 1920 Panamá           |
| 10-24°C                            | 7-16                  | Jimenez, 1963 México                 |
| Qualquer época do ano              | 9-12                  | Quezada, 1974 El Salvador            |
| Laborat.(25°C(19-31) 73,66% UR     | 8-13                  | Martinez & Angeles 1973<br>Venezuela |
| Natural (25°C UR 73? 66%)          | 6,92 (6-7)            | Martinez, 1983 Venezuela             |
| 26,8°C?                            | 8 (7-9)               | Cunha, 2003 Brasil/PA                |
| 25±1°C; 85±10% UR                  | 7,5-10,1              | Maia, 2006 Brasil/PA                 |

Continuação Tabela 1. Biologia de *A. woglumi* sob diferentes condições climáticas.

| <b>Terceiro estágio ninfal</b>        |              |                                      |
|---------------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 16°C                                  | 70           | Dowell <i>et al.</i> 1981 USA        |
| 21°C                                  | 16           | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 27°C                                  | 9            | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 32°C                                  | 6            | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| Favorável                             | 6-14         | Dietz & Zetek 1920 Panamá            |
| 10-24°C                               | 7-22         | Jimenez, 1963 México                 |
| Qualquer época do ano                 | 10-14        | Quezada, 1974 El Salvador            |
| Laborat.(25°C(19-31) 73,66% UR        | 9-19         | Martinez & Angeles 1973<br>Venezuela |
| Natural (25°C UR 73? 66%)             | 12,16 (9-19) | Martinez, 1983 Venezuela             |
| 26,8°C?                               | 11 (8-14)    | Cunha, 2003 Brasil/PA                |
| 25±1°C; 85±10% UR                     | 6,8-13,2     | Maia, 2006 Brasil/PA                 |
| <b>Quarto estágio de ninfa (pupa)</b> |              |                                      |
| 16°C                                  | 272          | Dowell <i>et al.</i> 1981 USA        |
| 21°C                                  | 63           | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 27°C                                  | 36           | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |

|                                |                |                                      |
|--------------------------------|----------------|--------------------------------------|
| 32°C                           | 25             | Dowell <i>et al.</i> , 1981 USA      |
| 10-24°C                        | 21-45          | Jimenez, 1963 México                 |
| Qualquer época do ano          | 24-32          | Quezada, 1974 El Salvador            |
| Laborat.(25°C(19-31) 73,66% UR | 23-39          | Martinez & Angeles 1973<br>Venezuela |
| Natural (25°C UR 73? 66%)      | 27,77 (21-32)  | Martinez, 1983 Venezuela             |
| 25,9° UR 52,5%                 | 73,38 (machos) | Patel & Patel, 2001 Índia            |
| 25,9° UR 52,5%                 | 71,39 (fêmeas) | Patel & Patel, 2001 Índia            |
| 26,8°C?                        | 36 (29-38)     | Cunha, 2003 Brasil/PA                |
| 25±1°C; 85±10% UR              | 30,1-38,7?     | Maia, 2006 Brasil/PA                 |
| <b>Ciclo ovo-adulto</b>        |                |                                      |
| Favorável                      | 45-133 dias    | Dietz & Zetek 1920 Panamá            |
| 10-24°C                        | 8-16 semanas   | Jimenez, 1963 México                 |
| Laborat.(25°C(19-31) 73,66% UR | 65-108         | Martinez & Angeles 1973<br>Venezuela |
| Natural (25°C UR 73? 66%)      | 54-103         | Martinez, 1983 Venezuela             |
| 26,8°C?                        | 74 (59-88)     | Cunha, 2003 Brasil/PA                |
| 25±1°C; 85±10% UR              | 66,7-85,3      | Maia, 2006 Brasil/PA                 |

Fonte: Dados de Martinez, (1983), adaptado por Pena, M.

### 1.3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 1.3.1. Condições Experimentais

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias - FCA, localizado no Mini-Campus da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, em sala de criação com umidade e temperatura monitoradas com auxílio de um termohigrógrafo.

#### 1.3.2 Obtenção de *A. woglumi*

Os insetos adultos foram coletados em plantas de limão-cravo (*Citrus limonia* Osbeck) infestados com a mosca-negra (Figura 3), com auxílio de um aspirador, e transportados ao laboratório para infestação imediata das plantas hospedeiras.



Figura 3 – A) Árvore de limão-cravo infestada com mosca-negra localizada no setor de Produção da FCA/UFAM; B) Folhas infestadas com ninfas da mosca-negra.

### 1.3.3 Hospedeiros Avaliados

Em condições de laboratório foi avaliado o ciclo ovo-adulto de *A. woglumi* em três espécies de frutíferas hospedeiras: *Citrus sinensis* (laranja Pêra Rio sobre enxerto Cleópatra), *Citrus latifolia* (lima ácida Thaiti sobre enxerto Citromelo) com oito meses de idade e, *Mangifera indica* (manga) com um ano de idade, sendo cinco mudas de cada espécie. As mudas de citros foram obtidas de um viveiro comercial na AM 010, Manaus-AM, fertilizadas e irrigadas de forma semelhante. As mudas de manga foram obtidas do viveiro da UFAM, usando como substrato terriço de mata. Em condições de laboratório as plantas foram irrigadas a cada dois dias (Figura 4).

O processo de infestação de *A. woglumi* ocorreu em épocas diferentes, sendo utilizadas as mesmas mudas de plantas, exceção de manga onde se utilizaram outras mudas, porém do mesmo lote.

### 1.3.4 Biologia e níveis de infestação em três plantas hospedeiras por *A. woglumi*

A metodologia de criação da mosca-negra dos citros foi adaptada de diversos trabalhos realizados com mosca-branca *Bemisia tabaci* Biótipo B (FANCELLI & VENDRAMIM, 2002; VILAS BOAS et al. 2002; MIZUNO & VILLAS BOAS, 1997). A

mosca-branca e a mosca-negra possuem hábito sugador e algumas características morfológicas são semelhantes. A metodologia utilizada nos trabalhos com mosca-negra geralmente envolvia infestações realizadas em campo com pouco controle e uniformidade das posturas.

Os níveis de infestação foram usados para avaliar o hospedeiro mais favorável para *A. woglumi*. As plantas foram infestadas simultaneamente com adultos de mosca-negra, por 24 horas, sendo testes sem chance de escolha. Segundo Lara (1991) em se tratando de não-preferência para alimentação e oviposição, é sempre conveniente efetuar testes com os insetos confinados sobre a planta, sem chance de escolha.

Justifica-se o presente estudo pelo fato de a mosca-negra-dos-citros ser uma praga recém introduzida no Brasil e não termos estudos de biologia para as condições climáticas da região Amazônica, que possam subsidiar adoção de medidas de controle. Estudos básicos como os de taxonomia e bioecologia são fundamentais para adoção de programas de manejo integrado dessa e de outras pragas agrícolas.

Foram realizados três testes com o objetivo de avaliar a biologia e o hospedeiro mais favorável à mosca-negra-dos-citros (níveis de infestação). Para os estudos de biologia foram utilizados dados dos testes 1 e 3; para os estudos do hospedeiro mais favorável, dados dos testes 2 e 3. Os testes foram separados para facilitar a leitura e análises estatísticas.

O teste 1 foi realizado no período de 31 de janeiro a 14 de maio de 2006; temperatura  $27,25 \pm 1,86$  °C (24-33,9) e umidade relativa de  $80,25 \pm 8,18\%$ . No teste 2 a infestação das plantas ocorreu no dia 23 de fevereiro de 2006, nas condições de temperatura e umidade semelhantes ao teste 1. O teste 3 foi realizado no período de 03 de março a 09 de junho de 2006; temperatura de  $27,6 \pm 0,24$ °C, umidade relativa de  $78,6 \pm 1,1\%$ . A temperatura e umidade praticamente não diferiram nos testes 1 e 3 devido a estes acontecerem quase que concomitantemente.

#### 1.3.4.1 – Biologia de *A. woglumi* em três plantas hospedeiras - Teste 1

Para a infestação nas duas espécies de citros foram selecionados dois ramos por planta, isolados em gaiolas de arame galvanizado e tecido *voil* (30 cm de comprimento e 12 cm de diâmetro) e colocados 50 adultos de *A. woglumi* por gaiola. Em mudas de manga isolou-se integralmente a planta colocando-se 100 adultos por gaiola, estas de arame galvanizado e tecido *voil* (42 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro) (Figura 4).

Uma folha por ramo (citros) e duas folhas por planta (manga) contendo 10 ovos, foram selecionadas para avaliação do ciclo biológico, sendo cinco plantas por espécie. Os ovos excedentes nas folhas foram retirados com auxílio de um estilete, e os 10 ovos selecionados foram demarcados em áreas, passando-se um círculo em volta, com auxílio de uma caneta de retroprojeter de ponta de 1 mm para, fins de controle e registro dos dados. As folhas foram examinadas diariamente com auxílio de microscópio estereoscópico (Nikon SMZ 800) para registro das ecdises (Figura 5).

Para a infestação das plantas em laboratório realizaram-se testes preliminares de diferentes períodos de exposição aos adultos, para fins de oviposição, sendo adotado um período mínimo de 24 h. para garantir um boa postura. Menor tempo de infestação vem sendo adotado para mosca-branca, com objetivo de obter ovos mais uniformes com pouca diferença nos horários de postura (Lourenção, informação pessoal).

#### 1.3.4.2 Níveis de infestação por *A. woglumi* em três plantas hospedeiras - Teste 2

Para a infestação em citros foi selecionado um ramo por planta, isolados em gaiolas de arame galvanizado e tecido *voil* e colocados 100 adultos por gaiola. Em manga isolou-se integralmente a planta colocando-se 100 adultos por gaiola (Figura 4); sendo cinco plantas por espécie. Após 24 horas todos os adultos foram removidos para registro da infestação.

Para verificação do nível de infestação por *A. woglumi* nas três espécies de plantas hospedeiras foram avaliados os seguintes parâmetros: número de espirais por planta, número de ovos por planta, número de ovos por espiral por planta e viabilidade da fase imatura. Estes dados foram submetidos à Análise Multivariada de Cluster.

#### 1.3.4.3 Biologia e níveis de infestação em três plantas hospedeiras por *A. woglumi* - Teste 3.

Para a infestação em citros foi selecionado um ramo por planta, isolados em gaiolas de arame galvanizado e tecido *voil* e colocados 300 adultos por gaiola. Em manga isolou-se integralmente a planta colocando-se 300 adultos por gaiola (Figura 4). Após 24 horas todos os adultos foram removidos para registro da infestação, utilizando-se os mesmos parâmetros do teste 2.

Três folhas por ramo (citros) e três folhas por planta (manga), contendo 20 ovos, foram selecionadas para avaliação do ciclo biológico, num total de cinco plantas por espécie. O excesso de ovos nas folhas foi retirado com auxílio de um estilete, e os 20 ovos selecionados foram demarcados em áreas por meio de caneta de retroprojektor de ponta de 1 mm para fins de controle e registro dos dados. As folhas foram examinadas diariamente com auxílio de microscópio estereoscópico para registro das ecdises.



Figura 4. Mudas de Laranja (*Citrus sinensis*), lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia*) e manga (*Mangifera indica*) expostas aos adultos de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi*) para infestação.

### 1.3.5 Biometria dos diferentes estádios de *A. woglumi*

A avaliação dos diferentes estádios de *A. woglumi* foi realizada com auxílio de um microscópio estereoscópico (Nikon SMZ 800) e ocular micrométrica de precisão. Foi avaliado também a razão sexual de *A. woglumi* a partir de pupários (ninfas 4) do estudo de biologia.



Figura 5. Avaliação dos estádios de desenvolvimento de *Aleurocanthus woglumi*

### **1.3.6 Análise dos Dados**

Para a avaliação de preferência hospedeira (níveis de infestação) foram utilizados dados dos testes 2 e 3, os quais foram submetidos à Análise Multivariada de Cluster e para os estudos de biologia (Testes 1 e 3) foi feita análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Foi utilizado o programa Statistica 7.0.

## **1.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **1.4.1 Níveis de infestação de *Aleurocanthus woglumi* em três plantas hospedeiras.**

A lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia*) apresentou valores elevados quanto ao número de espirais/planta (17,4 e 35,8) e número de ovos/planta (211 e 568), tanto em baixa quanto em alta infestação de *A. woglumi*, ou seja, quanto maior o número de insetos/gaiola, proporcionalmente maior foi o número de espirais/planta e número de ovos/planta. Laranja Pêra e manga apresentaram valores inferiores e mais próximos entre si nos parâmetros citados anteriormente. A literatura relata que as plantas hospedeiras preferidas pela mosca-negra são as espécies do gênero *Citrus* (ANGELES et al. 1971; ANGELES et al. 1972; CLAUSEN & BERRY, 1932; SHAW, 1950; HOWARD & NEEL, 1978; STEINBERG et al. 1978).

Fêmeas de *A. woglumi* fazem grandes oviposições/planta e número de espirais/planta em lima ácida Tahiti como mencionado anteriormente, sendo que, quando comparado com laranja e manga no parâmetro ovos/espiral/planta observaram-se valores aproximados. Isto se deve ao fato de que, em lima ácida Tahiti as posturas (espirais) foram mais distribuídas, ou seja, ocorreu maior número de espirais/planta, sendo que em laranja e manga as posturas foram mais concentradas, talvez pela existência de menor número de fêmeas ovipositando (Tabela 2).

Apesar de a manga ter se revelado como um bom hospedeiro para oviposição, este não apresentou uma boa viabilidade dos imaturos, quando comparado às espécies do gênero *Citrus*, que se destacou-se como melhor hospedeiro para o desenvolvimento de *A. woglumi*.

Manga também pode ser considerada um hospedeiro adequado, na medida que possibilita o desenvolvimento completo de *A. woglumi*. Para uma espécie vegetal ser considerada um hospedeiro adequado, esta ao receber a postura, oferece suporte ao desenvolvimento dos estágios imaturos e a emergência dos adultos, ou seja, estas plantas têm a capacidade de suportar o desenvolvimento completo do inseto. (DIETZ & ZETEK, 1920; GOWDY, 1921). De modo geral, os insetos ovipositam em substratos que garantam o desenvolvimento da espécie (LARA, 1991).

Tabela 2 - Níveis de infestação em três plantas hospedeiras por *A. woglumi*.

| Níveis de Infestação      | Hospedeiros         | espirais/planta<br>Nº | ovos/planta<br>Nº | Ovos/espiral<br>/planta | Viabil. da fase imatura (%) |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 100<br>adultos/<br>gaiola | <i>C. sinensis</i>  | 5,4±4,33              | 89,2±49,58        | 27,61±20,02             | —                           |
|                           | <i>C. latifolia</i> | 17,4±11,97            | 211±146,05        | 12,27±1,26              | —                           |
|                           | <i>M. indica</i>    | 9±4,95                | 131±80,97         | 14,36±2,71              | —                           |
| 300<br>adultos/<br>gaiola | <i>C. sinensis</i>  | 16±13,71              | 232,4±188,71      | 15,33±1,59              | 56,59±9,68                  |
|                           | <i>C. latifolia</i> | 35,8±17,87            | 568±282,07        | 16,11±1,57              | 68±19,84                    |
|                           | <i>M. indica</i>    | 11,8±10,61            | 168,4±174,99      | 13,12±2,62              | 36,62±9,85                  |

Para avaliar as plantas hospedeiras mais favoráveis para *A. woglumi*, os parâmetros avaliados (Tabela 2) (itens estudados por Howard, 1979a) foram submetidos à Análise Multivariada de Cluster, onde, a lima ácida Tahiti se mostrou o hospedeiro mais adequado para oviposição e viabilidade dos imaturos de *A. woglumi*. Laranja e manga foram os hospedeiros que melhor assemelham-se em relação a esses parâmetros, formando um grupo a parte (Figura 6).

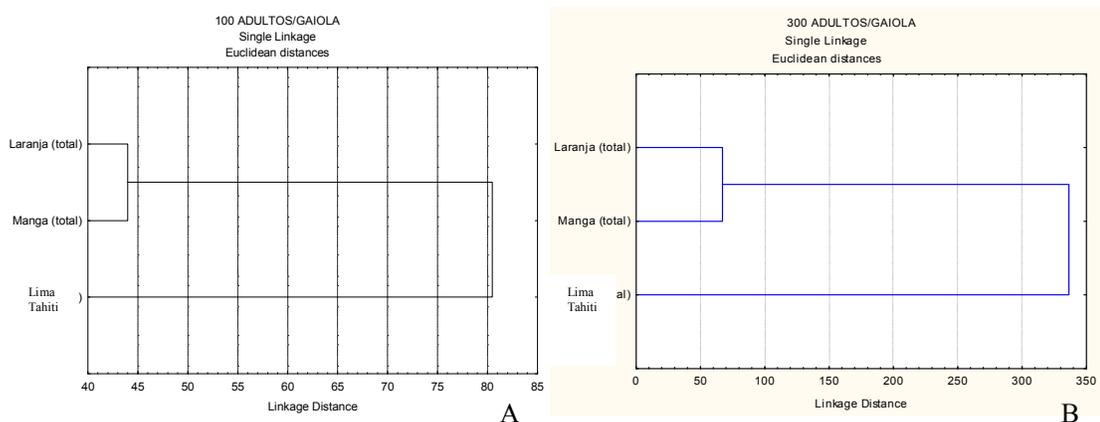


Figura 6 - Análise Multivariada de Cluster para avaliar o hospedeiro mais favorável de *Aleurocanthus woglumi* em três espécies de plantas. A) infestação de 100 adultos/gaiola; B) infestação de 300 adultos/gaiola.

Os dados deste trabalho revelam que a lima ácida Tahiti apresentou-se como o hospedeiro mais favorável de *A. woglumi*, tanto em alta (300 adultos\gaiola) quanto em baixa infestação (100 adultos\gaiola). Este hospedeiro se mostrou como o mais adequado para a maioria dos parâmetros avaliados, corroborando com o trabalho de Howard (1979a). Este autor sugere que as limas e os limões são mais favoráveis ao desenvolvimento de *A. woglumi*, pois entre estes hospedeiros, existem espécies que possuem, relativamente, mais fatores que beneficiam as populações de *A. woglumi* em comparação com outros grupos de *Citrus*. Isto pode justificar o fato da laranja Pêra não se igualar a lima ácida na maioria dos parâmetros e ficar mais próxima de manga.

Pode-se inferir que *A. woglumi* encontra estímulos químicos maiores para realizar a postura em lima ácida Tahiti do que em laranja, *C. sinensis* e manga, *M. indica*.

Embora existam herbívoros que no processo de forrageamento por alimentos, frequentemente são atraídos por substâncias voláteis liberadas pelas plantas, há também aquelas plantas que respondem aos danos causados por artrópodes fitófagos, através da regulação de mecanismos bioquímicos que induzem a liberação de compostos químicos, que irão repelir os herbívoros ou atrair os inimigos naturais (predadores ou parasitóides) destes

organismos (KARBAN & BALDWIN 1997; DICK 2000; HALITSCHKE et al. 2000; FRASER et al. 2003; HEIL 2004b apud ARAB & BENTO 2006).

## **1.4.2 Biologia da mosca-negra-dos-citros**

### 1.4.2.1 Desenvolvimento Embrionário

Foram avaliados diariamente 996 ovos (Testes 1 e 3). A duração do desenvolvimento embrionário e a viabilidade dos ovos não diferiram estatisticamente entre os hospedeiros nos dois testes. A duração do desenvolvimento embrionário foi de 15 dias em média, para laranja, *C. sinensis*; lima ácida Tahiti, *C. latifolia* e manga, *M. indica*. A viabilidade dos ovos para os três hospedeiros foi de 88% em média. Entre os hospedeiros a laranja (Teste 1) propiciou a menor viabilidade com 78,75% (Tabelas 3 e 4 e Figuras 7 e 8).

A duração do desenvolvimento embrionário para os três hospedeiros corroboram com os dados de Patel & Patel (2001) e Dowell et al. (1981). A viabilidade dos ovos (Teste 3) coincidem com os valores obtidos por Martínez & Angeles (1973) sob condições de laboratório em limão, *C. aurantifolia* quando comparados com as espécies de citros deste trabalho.

### 1.4.2.2 Desenvolvimento da fase imatura

O estágio ninfal de *A. woglumi* compreende quatro fases. A duração da ninfa 1 não diferiu estatisticamente, entre os hospedeiros, nos dois testes (1 e 3) e foi de 9,5 dias em média para os três hospedeiros. Apesar de não haver diferença significativa houve um desenvolvimento aparentemente mais tardio das ninfas 1, em relação à manga. O tempo de duração da ninfa 1 foi similar ao obtido por Dietz & Zetek (1920); Jimenez (1963); Martínez & Angeles (1973); Quezada (1974); Martínez (1983); Cunha (2003) e Maia (2006), cujos

trabalhos foram conduzidos sob condições de temperatura que variavam de 24 a 27°C (Tabelas 3 e 4 e Figura 7.)

A viabilidade da ninfa 1 não diferiu estatisticamente entre os hospedeiros no teste 1 e foi de 67,6% para os três hospedeiros. Já no teste 3, não houve diferença entre os valores registrados para laranja (89%) e lima ácida Tahiti (86%), que no entanto foram maiores que os obtidos em manga (63%) (Tabelas 3 e 4 e Figura 8).

A duração e a viabilidade da ninfa 2 não diferiram estatisticamente, entre os hospedeiros, nos dois testes. A duração da ninfa 2 foi de 7,5 dias em média para os três hospedeiros. Estes dados são aproximados aos de Jimenez (1963); Martínez & Angeles (1973); Quezada (1974); Martínez (1983); Cunha (2003) e Maia (2006). A viabilidade foi de 87,7% em média para os três hospedeiros (Tabelas 3 e 4 e Figuras 7 e 8).

A duração e a viabilidade da ninfa 3 não diferiram estatisticamente entre os hospedeiros, nos dois testes. Neste estágio o período médio de desenvolvimento foi de 8 dias e a viabilidade média de 95,2% para os três hospedeiros (Tabelas 3 e 4 e Figuras 7 e 8). Resultados da duração deste estágio são aproximados aos de Dowell et al. (1981); Dietz & Zetek (1920); Jimenez (1963); Martínez & Angeles (1973); Quezada (1974); Martínez (1983); Cunha (2003) e Maia (2006).

Não houve diferença significativa entre os hospedeiros, em relação à duração em dias da ninfa 4 (Teste 1) e foi de 28 dias em média para as três espécies hospedeiras. Entretanto, para o teste 3, houve diferença entre as plantas hospedeiras. Para laranja este estágio foi mais longo (38 dias) quando comparado com lima ácida Tahiti (33 dias) e manga (34 dias); não havendo, por sua vez, diferença estatística entre estes dois últimos hospedeiros. Estes dados corroboram com os estudos de Dowell et al (1981); Jimenez (1963); Martínez & Angeles (1973); Quezada (1974); Martínez (1983); Cunha (2003) e Maia (2006). A viabilidade da ninfa 4 não diferiu estatisticamente, entre os hospedeiros, nos dois testes. No geral

apresentaram uma boa viabilidade (77,2%) em média, resultando num padrão satisfatório de emergência de indivíduos, indistintamente em relação às três plantas hospedeiras testadas (Tabelas 3 e 4 e Figuras 7 e 8).

A duração do ciclo ovo-adulto foi de 70 dias em média (2 meses e 10 dias), não diferindo estatisticamente, entre os hospedeiros, nos dois testes. No entanto, a amplitude variou de 59 a 103 dias, ou seja, houve insetos que emergiram com um mês e vinte e nove dias a três meses e treze dias (Tabelas 3 e 4; Figura 7). A duração do ciclo ovo-adulto é semelhante aos estudos de Martínez, (1983); Cunha (2003) e Maia (2006).

A viabilidade da fase imatura (teste 1) não diferiu estatisticamente, entre os hospedeiros, apresentando valor médio para os mesmos de 43%. Já no teste 3, em lima ácida Tahiti e laranja Pêra ocorreu maior viabilidade (68 e 56% respectivamente) da fase imatura, cujos valores não diferiram entre si, mas foram significativamente maiores que em manga (36%). Os resultados expressam uma maior viabilidade em relação aos hospedeiros do gênero *Citrus*, com destaque para laranja, *C. sinensis*, e lima ácida Tahiti, *C. latifolia* (Tabelas 3 e 4; Figura 8).

Os valores da viabilidade da ninfa 1 e viabilidade dos imaturos (Teste 1); ninfa 3 (Teste 3) foram aproximados com os resultados de Martínez & Angeles (1973) sob condições de laboratório, em limão, *C. aurantifolia* quando comparados com as espécies de citros neste trabalho.

Esta alta viabilidade observada nas quatro diferentes fases de desenvolvimento de *A. woglumi*, pode ter sido em decorrência da ausência de inimigos naturais e condições microclimáticas adequadas. Além disso, os hospedeiros podem ter oferecido boas condições para o desenvolvimento completo do inseto, em função da provável presença de substâncias secundárias e outros nutrientes essenciais. Martínez (1983) observou variações nas percentagens de sobrevivência em trabalhos de campo, nas diferentes fases de *A. woglumi* em

relação às percentagens obtidas em laboratório, deduzindo que esta diferença se deva às variações climáticas e aos inimigos naturais (parasitóides, predadores e fungos) a que o inseto está exposto em condições de campo.

Comparando a duração de cada fase de desenvolvimento da mosca-negra para cada hospedeiro avaliado; foi verificado no teste 1 que a duração (dias) da ninfa 4 foi maior nos três hospedeiros, seguidas da duração do desenvolvimento embrionário e ninfas 1, 2 e 3, sendo que a duração das ninfas 1, 2 e 3 não diferiram entre si (Tabela 3 e Figura 7). No teste 3, a duração (dias) da ninfa 4 também foi maior nos três hospedeiros de *A. woglumi*, seguidas do desenvolvimento embrionário, ninfa 1, ninfa 3 e ninfa 2, sendo que não houve diferença entre o desenvolvimento embrionário, ninfa 1 e 3 (Tabela 4 e Figura 7).

A viabilidade nas três espécies hospedeiras (Teste 1) foi maior na ninfa 3, seguida da viabilidade dos ovos que foi maior que as viabilidades registradas para as ninfas 2, 4 e 1, sendo que não houve diferença entre estes três estádios (Tabela 3 e Figura 8). Já no teste 3 as maiores viabilidades para as três espécies hospedeiras foram nas fases de ninfa 2, desenvolvimento embrionário, ninfa 3, ninfa 4 e ninfa 1, não havendo diferença significativa entre elas, ou seja, em todas as fases de desenvolvimento as viabilidades foram semelhantes, exceção apenas para a fase de ninfa 1, que apresentou viabilidade inferior às demais fases de desenvolvimento, sobre manga (Tabela 4 e Figura 8).

Tabela 3 - Duração média, erro padrão, amplitude (dias) e viabilidade (%) de diferentes estádios de desenvolvimento de *A. woglumi* em condições de laboratório, temperatura 27,25±1,86 °C e umidade relativa em torno de 80,25±8,18%. Teste 1.

| Hospedeiros         | N (ovos) | Duração Des.Emb.        | Duração Ninfa 1        | Duração Ninfa 2        | Duração Ninfa 3        | Duração Ninfa 4        | Duração ciclo ovo-adulto |
|---------------------|----------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| <i>C. sinensis</i>  | 50       | 15,24±0,55 (14-20) a B  | 8,92±1,17 (7-18) a C   | 7,92±0,34 (6-15) a C   | 8,75±0,69 (5-12) a C   | 26,91±3,39 (21-61) a A | 65,71±4,62 (59-103) a    |
| <i>C. latifolia</i> | 60       | 15,11±0,57 (14-17) a B  | 9,09±1,14 (7-19) a C   | 7,93±0,44 (6-12) a C   | 6,22±1,75 (4-17) a C   | 27,12±4,17 (21-55) a A | 63,66±4,49 (57-92) a     |
| <i>M. indica</i>    | 67       | 14,94±0,44 (14-20) a B  | 10,16±2,04 (8-15) a C  | 7,71±0,79 (6-11) a C   | 7,00±0,79 (6-9) a C    | 29,81±2,29 (23-35) a A | 67,45±2,43 (60-73) a     |
| Hospedeiros         | N (ovos) | Viabilidade* dos ovos % | Viabilidade* Ninfa 1 % | Viabilidade* Ninfa 2 % | Viabilidade* Ninfa 3 % | Viabilidade* Ninfa 4 % | Viabil*. Fase Imatura %  |
| <i>C. sinensis</i>  | 50       | 78,75±26,57 a B         | 72,09±16,77 a C        | 69,34±46,60 a C        | 100,00±0,00 a A        | 71,88±15,27 a C        | 50,00±20,00 a            |
| <i>C. latifolia</i> | 60       | 81,00±29,24 a B         | 78,59±20,75 a C        | 92,06±7,36 a C         | 100,00±0,00 a A        | 80,28±15,60 a C        | 45,00±21,79 a            |
| <i>M. indica</i>    | 67       | 95,00±7,07 a B          | 52,24±29,19 a C        | 81,55±22,11 a C        | 100,00±0,00 a A        | 59,18±40,16 a C        | 33,75±30,38 a            |

Médias comparadas pelo teste *t*, seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente; P≤0,05.

Médias comparadas pelo teste *t* seguidas de mesma letra na LINHA não diferem estatisticamente; P≤0,05.

\*valores transformados em arc sen raiz(p/100).

Viabilidade dos ovos = 100 x n° ovos viáveis ÷ n° de ovos inicial (cálculo também para ninfa 1, 2, 3 e 4).

Viabilidade dos imaturos= 100 x n° de adultos emergidos ÷ n° de ovos inicial.

Tabela 4 - Duração média, erro padrão, amplitude (dias) e viabilidade (%) de diferentes estádios de desenvolvimento da mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi* em condições de laboratório, temperatura de 27,6±0,24°C, umidade relativa de 78,6±1,1. Teste3.

| Hospedeiros         | N (ovos) | Duração Dês.Emb.        | Duração Ninfa 1        | Duração Ninfa 2        | Duração Ninfa 3        | Duração Ninfa 4        | Duração ciclo ovo-adulto |
|---------------------|----------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| <i>C. sinensis</i>  | 291      | 14,13±0,58 (13-22) a B  | 8,77±0,30 (7-16) a B   | 6,66±0,46 (4-10) a C   | 9,40±1,05 (6-22) a B   | 38,11±1,69 (22-58) a A | 75,91±2,39 (55-97) a     |
| <i>C. latifolia</i> | 300      | 14,37±0,54 (13-24) a B  | 9,02±0,23 (7-15) a B   | 6,83±0,16 (5-11) a C   | 8,56±0,47 (6-13) a B   | 33,48±4,24 (18-55) b A | 71,73±4,58 (54-96) a     |
| <i>M. indica</i>    | 228      | 14,37±0,57 (13-24) a B  | 10,83±0,89 (7-26) a B  | 7,77±0,74 (4-18) a C   | 9,49±0,48 (7-18) a B   | 34,24±2,91 (23-47) b A | 73,79±3,99 (60-89) a     |
| Hospedeiros         | N (ovos) | Viabilidade* dos ovos % | Viabilidade* Ninfa 1 % | Viabilidade* Ninfa 2 % | Viabilidade* Ninfa 3 % | Viabilidade* Ninfa 4 % | Viabil*. Fase Imatura %  |
| <i>C. sinensis</i>  | 291      | 92,10±3,61 a A          | 89,47±6,08 a A         | 97,61±1,52 a A         | 88,70±4,64 a A         | 81,56±11,99 a A        | 56,59±9,68 a             |
| <i>C. latifolia</i> | 300      | 92,67±8,63 a A          | 86,99±10,10 a A        | 96,04 ±5,62 a A        | 96,23±4,07 a A         | 88,66±6,78 a A         | 68,00±19,84 a            |
| <i>M. indica</i>    | 228      | 91,04±6,05 a A          | 63,98±16,25 b B        | 89,64±6,84 a A         | 86,49±10,07 a A        | 81,88±8,24 a A         | 36,62±9,85 b             |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (p≤0,05) pelo teste de Tukey 5%.

Médias seguidas de mesma letra na LINHA não diferem estatisticamente (p≤0,05) pelo teste de Tukey 5%.

\*valores transformados em arc sen raiz(p/100).

Viabilidade dos ovos = 100 x n° ovos viáveis ÷ n° de ovos inicial (cálculo também para ninfa 1, 2, 3 e 4).

Viabilidade dos imaturos= 100 x n° de adultos emergidos ÷ n° de ovos inicial.

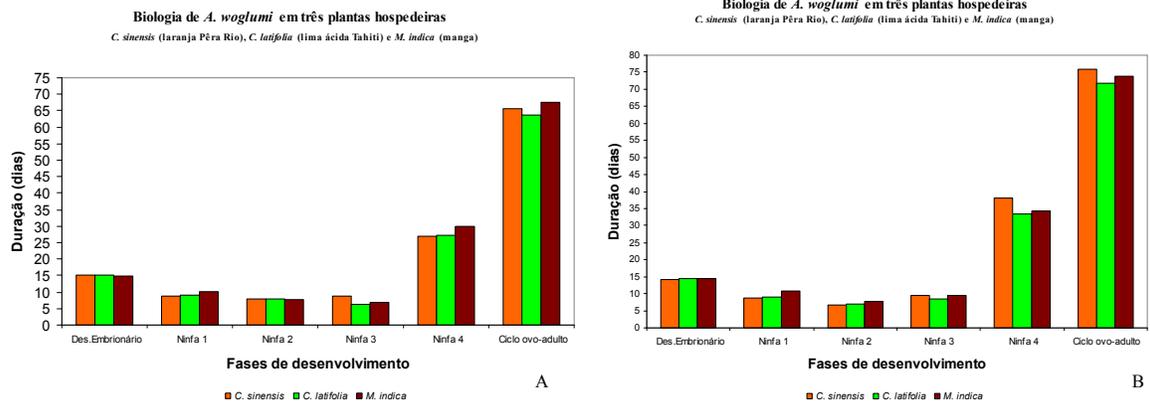


Figura 7. Biologia de *A. woglumi* em três plantas hospedeiras. A) Teste 1; B) Teste 3

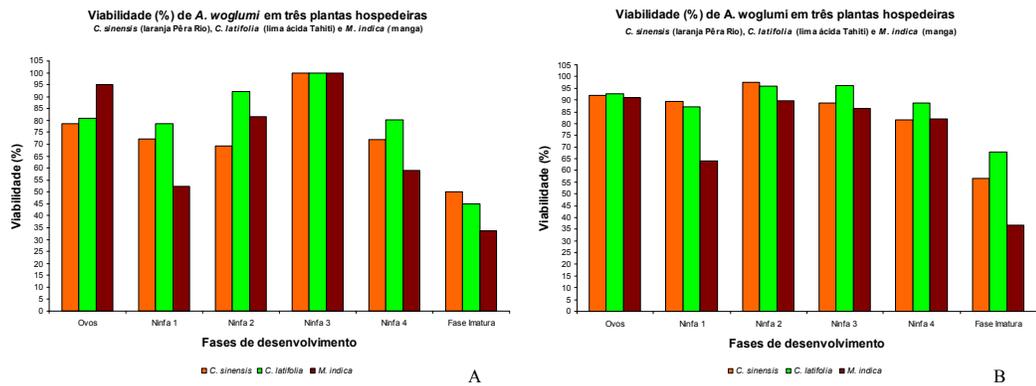


Figura 8. Viabilidade de *A. woglumi* em três plantas hospedeiras. A) Teste 1; B) Teste 3

A variação na duração dos diferentes estádios de desenvolvimento da mosca-negra observada neste estudo, quando comparados com os da literatura, pode ser em decorrência das diferenças de temperatura e umidade, que são determinantes no ciclo de vida do inseto, como também nas diferenças na metodologia e técnicas de trabalho.

O quarto estágio foi o mais longo entre os estádios de desenvolvimento, corroborando com valores obtidos por Cunha (2003) sob condições de campo no município de Belém/PA.

A mosca-negra-dos-citros apresentou um ciclo longo, se comparado com a mosca-branca, *Bemisia tabaci*, aleirodídeo que completa o ciclo em torno de 31 dias (Lourenção – informação pessoal).

Entre as plantas cítricas, não foi observada diferença significativa no tempo de desenvolvimento da mosca-negra nos dois testes, exceção da ninfa 4 (Teste 3). Estes dados corroboram com os de Dowell et al. (1978) que estudaram seis espécies de citros não verificando diferença no tempo de desenvolvimento de *A. woglumi* entre tais espécies testadas. Este autor verificou diferenças na sobrevivência, ou seja, dentro do gênero *Citrus* existem espécies que suportam melhor a sobrevivência de *A. woglumi*. Quanto a este aspecto não foram verificadas diferenças significativas entre laranja Pêra, *C. sinensis* e lima ácida Tahiti, *C. latifolia*.

Comparando os três hospedeiros (lima ácida Tahiti, laranja Pêra e manga) foi verificado no teste 1, que manga não difere das duas espécies cítricas em nenhum parâmetro observado, tanto na duração quanto na viabilidade dos insetos. No teste 3 a duração e viabilidade de *A. woglumi* nos diferentes estádios apresentaram comportamentos semelhantes, diferindo em três parâmetros (viabilidade da ninfa 1, duração ninfa 4 e viabilidade da fase imatura). No teste 3 o número de ovos observados foi bem maior que no teste 1 e com isso as diferenças foram mais facilmente observadas do ponto de vista estatístico. Foi verificada uma diferença significativa na sobrevivência da mosca-negra entre as espécies cítricas e manga (teste 3). A sobrevivência foi maior em lima ácida Tahiti e laranja Pêra, que não diferiram entre si, seguidas de manga.

Manga revelou-se como um hospedeiro adequado para mosca-negra-dos-citros por permitir o desenvolvimento completo de *A. woglumi*. É provável que na ausência de um hospedeiro preferido, mesmo em baixas infestações, esta poderá servir como refúgio para a mosca-negra. No Estado do Amazonas e Pará é comum a ocorrência deste hospedeiro em quintais, praças, calçadas, compondo a arborização das cidades. Cunha (2003) em levantamentos

realizados em 71 municípios no Estado do Pará verificou neste hospedeiro, altos índices de infestação e grande número de folhas totalmente cobertas com ninfas.

A mosca-negra encontra as condições ideais de temperatura e umidade no Estado do Amazonas, conforme os dados do INMET (2007). Segundo Oliveira et al. (1999) as temperaturas ideais para o desenvolvimento de *A. woglumi* estão entre 28 e 32°C e umidade relativa entre 70 e 80%.

A razão sexual de *A. woglumi* foi de 0,61 (Tabela 5) cujo valor corrobora com o obtido por Dowell et al. (1981) que obteve uma relação macho-fêmea de 1:1.

Tabela 5. Razão sexual da mosca-negra, *A. woglumi* em três plantas hospedeiras.

| Hospedeiros                              | N   | Razão sexual |
|--|-----|--------------|
| <i>C. sinensis</i> (laranja pêra)*       | 50  | 0,65         |
| <i>C. latifolia</i> (lima ácidaTahiti) * | 60  | 0,63         |
| <i>M. indica</i> (manga) *               | 67  | 0,59         |
| <i>C. sinensis</i> (laranja Pêra)◇       | 291 | 0,61         |
| <i>C. latifolia</i> (lima ácidaTahiti) ◇ | 300 | 0,61         |
| <i>M. indica</i> (manga) ◇               | 228 | 0,59         |

Razão sexual = n° de fêmeas ÷ (n° de fêmeas + n° de machos)

Dados obtidos dos ovos que conseguiram chegar ao quarto instar (pupário).

\* Teste 1

◇ Teste 3

### 1.4.3. Biometria e aspectos morfológicos de *A. woglumi*

Os ovos assemelham-se a bastonetes recurvados, colocados em forma de espiral, fixos através de um pedúnculo na face inferior das folhas. No primeiro e segundo dia após a postura a maioria dos ovos é de coloração leitosa, sendo que alguns se apresentam em tom alaranjado, numa mesma folha ou no mesmo espiral. Isto pode ser devido à diferença de horários de oviposição; ovos postos nas primeiras horas e outros mais adiante, num período de 24 h (Figura 9).

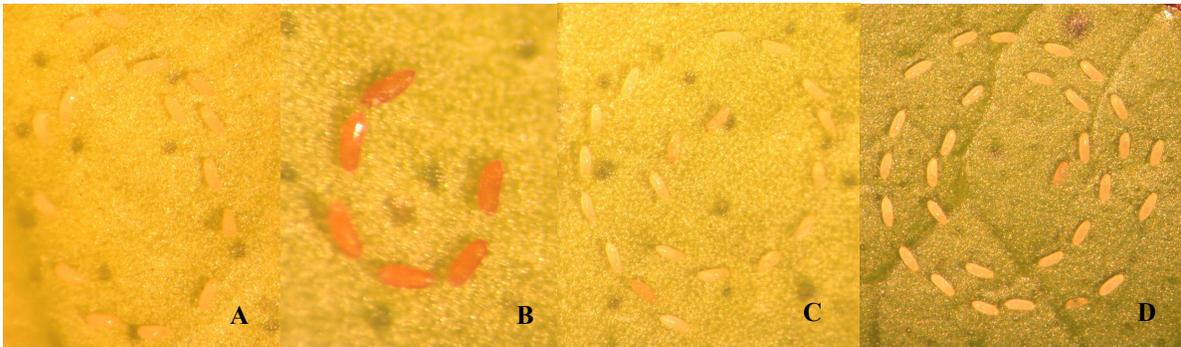


Figura 9: Ovos de *A. woglumi*, segundo dia após postura. A e B) Oviposição em *C. sinensis*; C) *C. latifolia*; D) *M. indica*.

Geralmente no 7º dia após a postura, nas três espécies hospedeiras, os ovos são alaranjados. No 8º dia apresentam as linhas longitudinais de eclosão em manga, laranja e limão (aberturas nos ovos muito discretas); os ovos são também mais curvados (Figura 10).

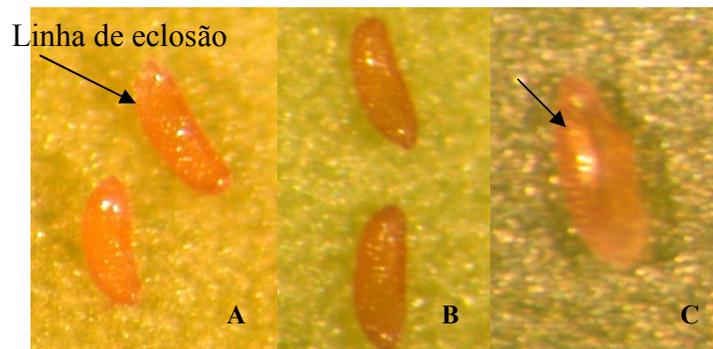


Figura 10 - Ovos de *A. woglumi* no 8º dia, ovos com linhas de eclosão (abertura longitudinal) e curvados. A) Oviposição em *C. sinensis*; B) *C. latifolia*; C) *M. indica*.

No 10º dia foram verificados em manga alguns ovos mais escuros devido à água oriunda da transpiração foliar (Figura 11A), porém não comprometendo a viabilidade. Também foi verificado em laranja ovos em posição invertida (Figura 11B e na extremidade um ponto enegrecido Figura 11C).

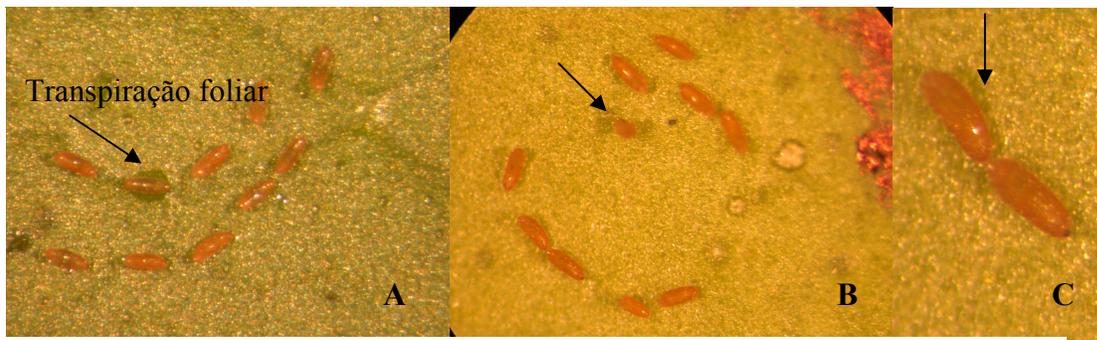


Figura 11 – Ovos de *A. woglumi* no 10º dia. A) *M. indica*. B e C) *C. sinensis*.

Neste estudo foram coletadas 60 folhas novas de *Citrus* em campo, na área de produção FCA/UFAM, infestadas com ovos da mosca-negra-dos-citros. Foram registrados 119 espirais, em média com 2 espirais/folha, constatando-se que em condições naturais são postos cerca de  $31,18 \pm 14,76$  (10-82) ovos/espiral.

Ninfas de primeiro estágio eclodem pelas aberturas longitudinais dos ovos. Inicialmente hialinas, estas são móveis, apresentando dois filamentos nas extremidades do corpo (Figura 12A). Posteriormente estes filamentos tornam-se dourados e a região anterior e posterior do corpo tornam-se enegrecidas com o centro amarelo-palha. Estas ninfas se locomovem a pequenas distâncias do espiral, no máximo até a margem das folhas (Figura 12B e C).

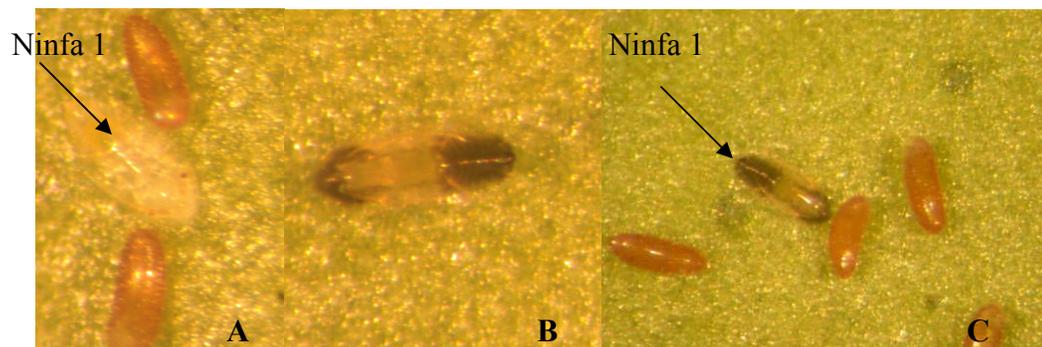


Figura 12 - Ninfas de primeiro estágio de *A. woglumi* em *C. latifolia* ; A) Ninfa 1 recém eclodida; B e C) Ninfa no 8º dia.

A eclosão das ninfas iniciou no décimo quarto dia para as três espécies hospedeiras testadas, sendo que não foi uniforme.

Ninfas de segundo estágio recém-emergidas são translúcidas (Figura 13A). Possuem pequenas cerdas em todo corpo, são enegrecidas nas extremidades e cor amarelo-pálido no centro. Com o tempo esta pigmentação escura nas extremidades vai se expandindo pelo corpo (Figura 13).

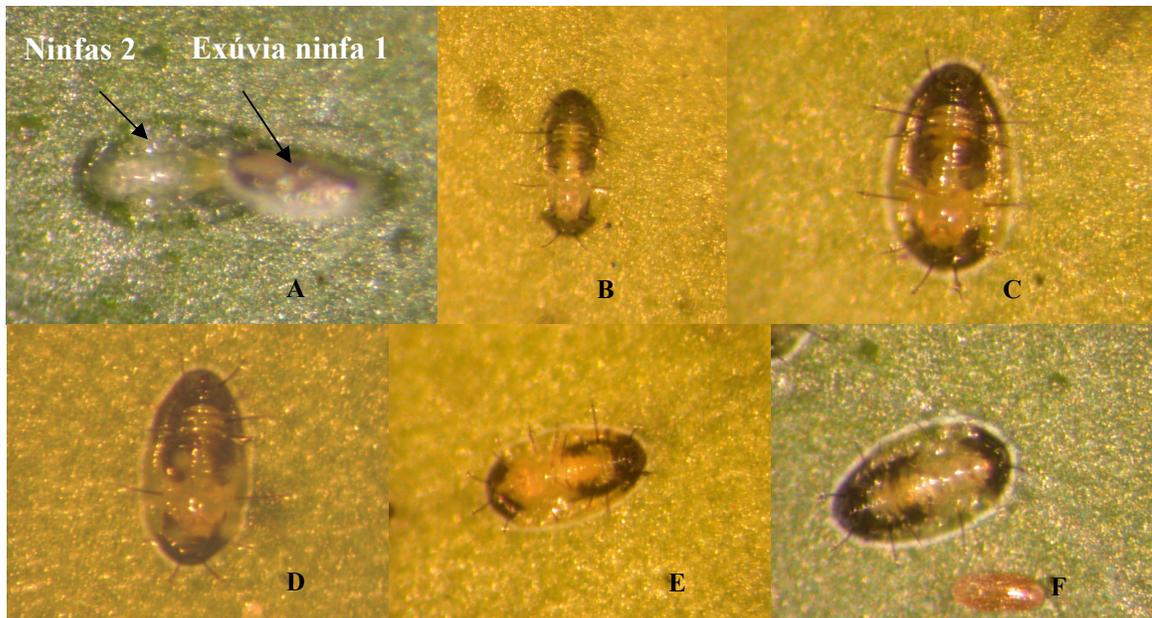


Figura 13 - Ninfas de segundo estágio de *A. woglumi*. A) recém emergida (*M.indica*); B e C) *C. sinensis* e D e E) *C. latifolia*; F) *M. indica*.

Ninfas de terceiro estágio são hialinas logo após ecdise (Figura 14A) e adquirem a pigmentação grafite a negra num período de 24 horas. São mais ovaladas, com cerdas mais visíveis que fase anterior. O que difere as ninfas de terceiro das de quarto estágio é que as primeiras apresentam uma região circular amarelo-claro na região anterior do corpo e em volta coloração grafite a enegrecido. As ninfas de quarto estágio são completamente negras, sem esta mancha amarelada. Isto significa que já sofreram ecdise. A diferenciação do terceiro para o quarto estágio é a mais

difícil de ser verificada inicialmente, mas após estes detalhes é de fácil distinção. Assim como a ninfa de quarto estágio, a ninfa de terceiro estágio também apresenta pequenas cerosidades, sendo que muito finas, sendo perceptíveis somente ao microscópio estereoscópio. Nas ninfas de quarto estágio estas faixas cerosas são perceptíveis a olho nu, sendo uma característica das ninfas de quarto estágio.

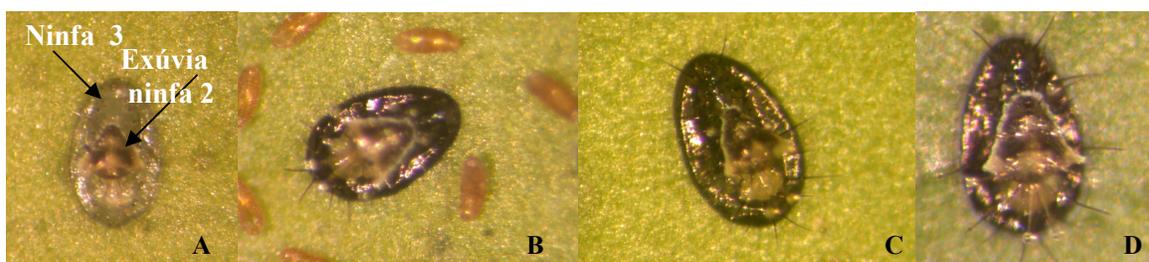


Figura 14 - Ninfas de terceiro estágio de *A. woglumi* em *Citrus*. A) recém emergida (*C. sinensis*); ninfas mais desenvolvidas em: B) *C. sinensis*; C) *C. latifolia*; D) *M. indica*.

Ninfas de quarto estágio são hialinas após ecdise (Fig 15A e B) e tornando-se de cor grafite a negra num período de 24 horas (Figuras 15C e 16A). As ninfas 4 são mais ovaladas, convexas e brilhantes que as ninfas 3. Apresentam cerosidade ao redor do corpo, sendo evidentes a olho nu. (Figura16).



Figura 15 - Ninfas de quarto estágio recém emergidas de *A. woglumi* em *C. sinensis* no momento da troca de exúvia.

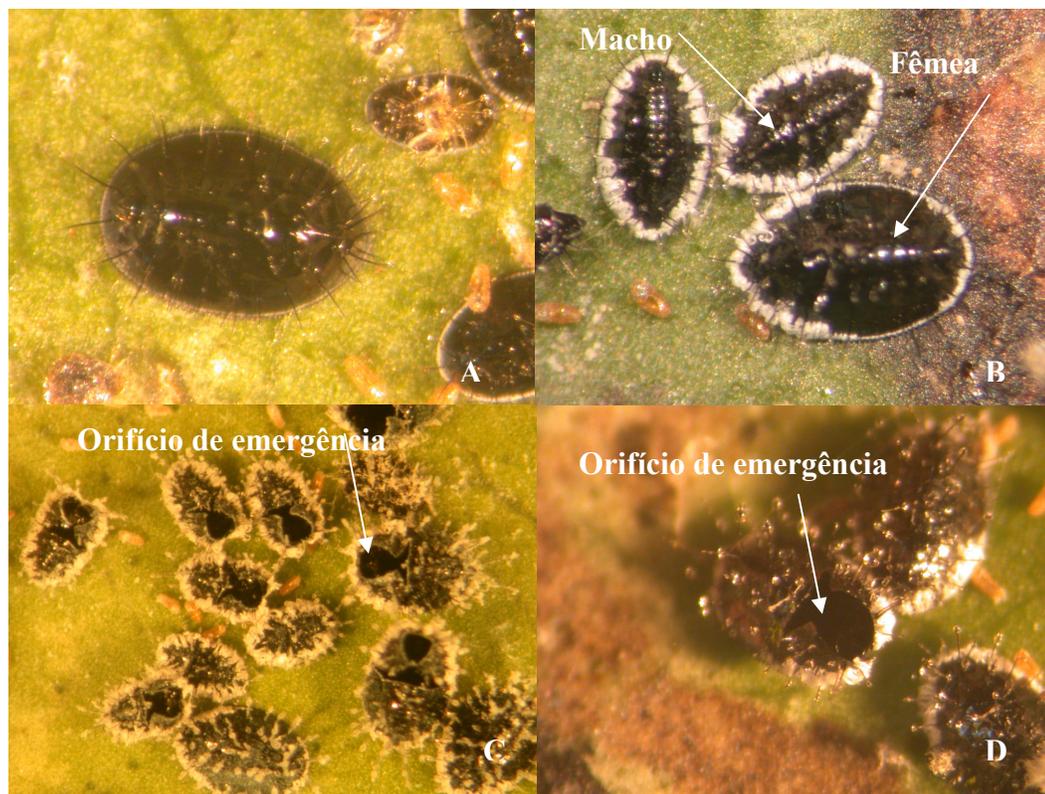


Figura 16. Ninfas de quarto estágio de *A. woglumi*. A) ninfas 4 mais jovens e B) mais velhas com a presença de cerosidade; C e D) Ninfas 4 com orifício de emergência.

O inseto emerge pela região anterior do pupário por uma sultura em forma de T. O tempo de emergência leva de dez a quinze minutos e a abertura das asas em torno de cinco minutos. O adulto após a saída do pupário realiza contrações abdominais, aumentando seu tamanho e expandindo as asas. Logo após a emergência a cabeça, tórax e abdome são de cor alaranjado-tijolo e as asas de cor cinza com manchas amarelo-pálido.

Os adultos após certo tempo ficam recobertos com substância pulverulenta, estes são bem ativos, andando por entre as ninfas. Apresentam a cabeça, tórax e abdome alaranjados com manchas cinza-escuro na cabeça, pro, meso e metatórax. As asas são negras-azuladas brilhantes. Os olhos são vermelho-alaranjados; antenas e pernas amarelo-pálido com manchas marrons nas extremidades anteriores (Figura 17).

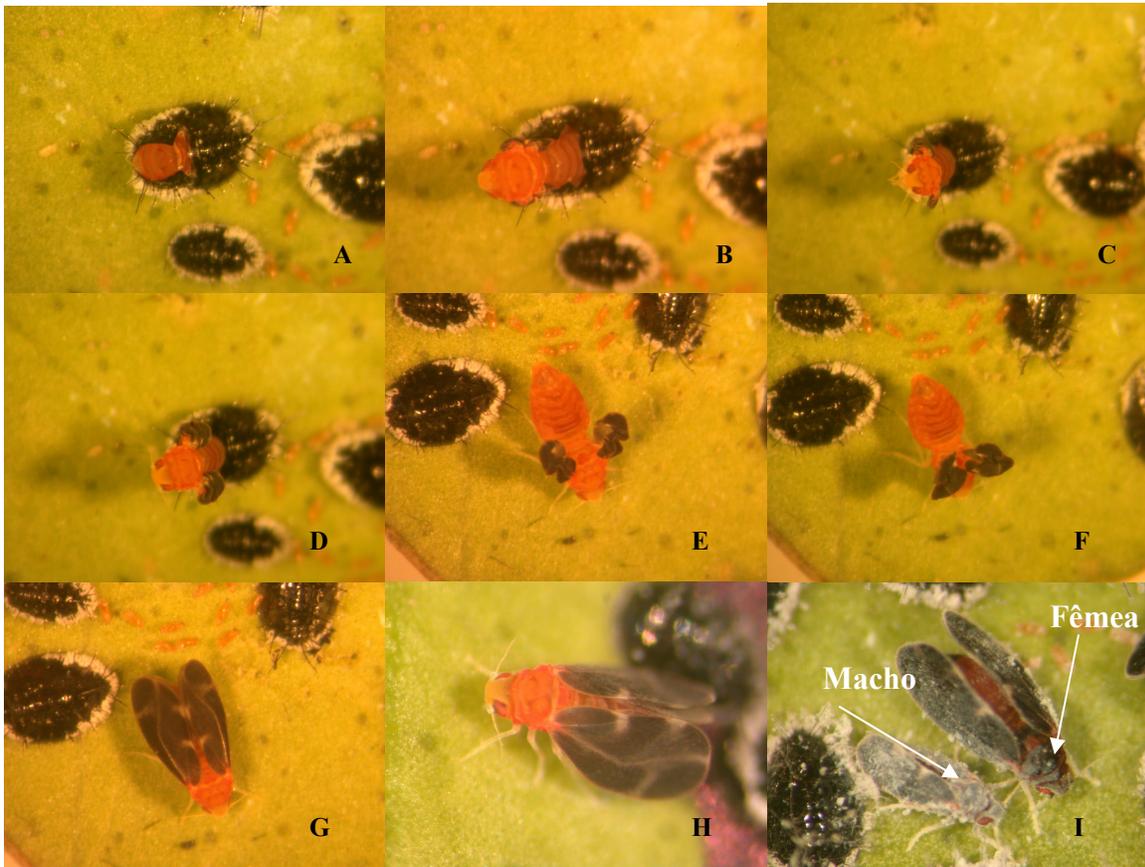


Figura 17. Emergência de adultos de *A. woglumi*.

Os ovos têm 0,2 mm; ninfa 1 (0,3 mm); ninfa 2 (0,4 mm); ninfa 3 (0,6mm) de comprimento. Os pupários (ninfa 4) das fêmeas possuem 1,14 mm e dos machos 0,85 mm de comprimento. As fêmeas adultas são maiores que os machos, medem cerca de 1,44 mm e os machos 1,03 mm de comprimento (Tabela 6).

Tabela 6 - Biometria de ovos, ninfas 1, 2, 3, 4 (pupários de machos e fêmeas) e adultos (machos e fêmeas) de *A. woglumi*.

| <b>Fase de Desenvolvimento</b> | <b>N</b> | <b>Tamanho (mm)</b>     |
|--------------------------------|----------|-------------------------|
| Ovo                            | 30       | 0,24±0,01 ( 0,21- 0,27) |
| Ninfa 1                        | 30       | 0,30±0,02 (0,25 - 0,33) |
| Ninfa 2                        | 30       | 0,42±0,03 (0,36 - 0,45) |
| Ninfa 3                        | 30       | 0,68±0,07 (0,56 - 0,76) |
| Ninfa 4 (pupários) fêmeas      | 30       | 1,14±0,06 (1,02 - 1,25) |
| Ninfa 4 (pupários) machos)     | 30       | 0,85±0,03 (0,76 - 0,89) |
| Adultos (fêmeas)               | 30       | 1,44±0,04 (1,32-1,52)   |
| Adultos (machos)               | 30       | 1,03±0,04 (0,96-1,09)   |

## 1.5 CONCLUSÃO CAPÍTULO I

- A lima ácida Tahiti, *Citrus latifolia* é o hospedeiro mais favorável para *A. woglumi*.
- O gênero *Citrus* é o mais favorável ao desenvolvimento do ciclo evolutivo de *A. woglumi* em relação à manga, *Mangifera indica*.
- Manga, *Mangifera indica* é um hospedeiro adequado para *A. woglumi*.
- A duração do ciclo ovo-adulto é de 70 dias em média (2 meses e 10 dias) para os três hospedeiros avaliados.
- O estágio de ninfa 4 (pupário) é o mais longo da fase imatura.
- A duração do desenvolvimento embrionário é de 15 dias em média para laranja, lima ácida Tahiti e manga.
- As maiores viabilidades foram nas fases de ninfa 3, ovos e ninfa 2.

**CAPÍTULO 2: AVALIAÇÃO DO EFEITO DE *Aschersonia* sp. (DEUTEROMYCOTINA: HYPHOMYCETES) EM MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS, *Aleurocanthus woglumi* Ashby 1915 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE).**

**RESUMO**

Os insetos hospedeiros de *Aschersonia* sp. estão restritos às famílias Aleyrodidae e Coccidae na ordem Hemiptera. Objetivou-se avaliar o efeito de *Aschersonia* sp. *in vitro* nos diferentes estádios de desenvolvimento da mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi*, como potencial agente de controle biológico, através de bioensaios com diferentes concentrações de inóculo do fungo. Este estudo foi desenvolvido em condições de laboratório no período de agosto de 2006 a março de 2007. *Aschersonia* sp. teve melhor eficiência no controle da mosca-negra-dos-citros em concentrações mais elevadas, a partir de  $2,3 \times 10^7$  conídios/ml, revelando-se como um bom agente de controle biológico dessa praga; que embora tenha apresentado crescimento lento no meio de cultura testado, mostrou-se eficiente no controle de mosca-negra-dos-citros. As maiores mortalidades ocorreram nas fases mais jovens de *A. woglumi* como ovo, ninfa 2 e ninfa 1, não havendo diferença estatística entre elas. No estágio de ninfa 4 ocorreu a menor mortalidade. As mortalidades nas fases de ovo, ninfas 1, 2 e 3 com exceção da ninfa 4, se iniciaram no quarto dia após a inoculação de *Aschersonia* sp. com acmes de mortalidade no décimo dia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle biológico; fungo entomopatogênico; praga-dos-citros;

## ABSTRACT

The host insects of *Aschersonia* sp. are restricted to the Aleyrodidae and Coccidae families at Hemiptera order. It was aimed to evaluate the effect of *Aschersonia* sp. *in vitro* on different development stages of *A. woglumi*, as a potential biological control agent, through bioassays with different concentrations of harmless fungi. This study was developed at laboratory conditions in the period of August 2006 to March 2007. *Aschersonia* sp. had better efficiency on the control of *A. woglumi* at higher concentrations, from  $2,3 \times 10^7$  conids/ml, turning out to be a good biological control agent of this plague, which although had shown a slow growth in the culture medium tested, had been shown efficient at the control of citrus blackfly. The highest mortalities occurred in the youngest stages of *A. woglumi* as egg, second and first nymph, having no statistic difference between them. At fourth nymph stadium occurred the lowest mortality. The mortalities at egg stages, first, second and third nymphs except fourth nymph, begun at the fourth day after *Aschersonia* sp. inoculation with peaks of mortality on tenth day. There is the mortality of black fly by *Aschersonia* sp. in field conditions, which, although had presented slow growth on tested culture medium, had been shown efficient at black fly control.

**Key words:** Biological control; entomopathogenic fungus; citrus pest

## 2.1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de fungos entomopatogênicos, em condições naturais, tanto enzoótica como epizooticamente, têm sido importante na redução das populações de pragas em agroecossistemas. A grande variabilidade genética desses entomopatógenos pode ser considerada uma das principais vantagens no controle microbiano de insetos. Cerca de 80% das doenças de insetos têm como agentes etiológicos fungos pertencentes a 90 gêneros que reúnem 700 espécies distribuídas em diferentes grupos taxonômicos (ALVES et al. 1998).

Segundo Franceschini et al. (2001) os produtos químicos têm efeito negativo sobre o solo, clima, vegetação, água, aos animais e ao homem e provocam a seleção de mutantes resistentes. Nesse contexto, o controle biológico é uma alternativa viável para o combate de pragas e patógenos e vantajosa em relação ao controle químico, especialmente quanto ao impacto ambiental, custo, especificidade e ao desenvolvimento de resistência.

Os fungos, quando comparados a outros sistemas utilizados em controle biológico, como bactérias produtoras de toxinas, protozoários e vírus, apresentam como vantagem, um mecanismo especializado de infecção, que ocorre pela sua penetração ativa nos hospedeiros, não dependendo assim, da sua ingestão para que se inicie o processo de infecção (FRANCESCHINI et al. 2001).

Os fungos entomopatogênicos que frequentemente são isolados de aleirodídeos pertencem a mais de 20 espécies, incluindo *Aschersonia aleyrodis* Webber, *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas, *Paecilomyces farinosus* Brown & Smith, *P. fumosoroseus* (Wise) Brown & Smith e *Beauveria bassiana* (FRANSEN, 1990a; FRANSEN 1990b; WRAIGHT et al 200 apud RAMOS, 2001).

Complementando a ação dos parasitóides e predadores, os patógenos podem ser utilizados como importantes inimigos naturais de aleirodídeos (RAMOS, 2001). Os insetos hospedeiros de *Aschersonia sp.* estão restritos as famílias Aleyrodidae e Coccidae na ordem Hemiptera (PETCH 1921; EVANS 1990; MEEKES et al. 2002 apud LIU et al. 2006).

Segundo Alves (1998) *Aschersonia aleyrodis* é considerado um dos mais importantes agentes no controle natural de pragas na cultura dos citros, pois ataca cochonilhas (Coccidae) e mosca-brancas *Dialeurodes citri* e *D. citrifolii* (Aleyrodidae); sendo avaliado como o mais eficiente inimigo natural da mosca-branca em diversas regiões do mundo, sendo comuns as epizootias naturais (BROWNING & MCCOY 1994 apud ALVES 1998; LIU et al. 2006).

O controle biológico da mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi* tem sido mais eficiente que o controle químico em diversas partes do mundo, sendo realizado por meio de parasitóides, predadores e o uso do fungo entomopatogênico *Aschersonia aleyrodis*. Na Costa Rica, o uso de parasitóides e predadores juntamente com *A. aleyrodis* foi eficiente no controle da mosca-negra (OLIVEIRA et al. 2001).

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de *Aschersonia sp. in vitro* nos diferentes estádios de desenvolvimento de *Aleurocanthus woglumi*, como potencial agente de controle biológico, através de testes com diferentes concentrações de inóculo do fungo.

## **2.2. REVISÃO DE LITERATURA**

Em diversas partes do mundo o controle biológico da mosca-negra tem sido mais eficiente que o controle químico. Para o controle biológico têm sido utilizados parasitóides (pequenas vespas) como: *Eretmocerus serius*, *Encarsia clypealis*, *E. opulenta* (Hymenoptera: Aphelinidae); *Amitus hesperidum* (Hymenoptera: Platygasteridae) e predadores como as joaninhas: *Delphastus*

*pellidus*, *D. pusillus* e *Scymnus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) e *Chrysoperla* spp. (bicho-licheiro) (Neuroptera: Chrysopidae) (OLIVEIRA et al. 1999).

O controle biológico de *A. woglumi* foi iniciado em Cuba em 1929, com a introdução de vários inimigos naturais provenientes da Ásia como Malásia, Java e Sumatra, de onde essa praga é provavelmente originária (OLIVEIRA et al. 1999).

As espécies *A. hesperidum* e *E. opulenta* são os parasitóides mais disseminados e estabilizados da mosca-negra-dos-citros, no novo mundo (DOWELL et al. 1981). Estas espécies, juntas ou separadas foram eficientes no controle de pragas nas Bahamas (RICHARDSON, 1949), El Salvador (QUEZADA, 1974), México (SMITH et al. 1964), Texas (KETNER & ROSIER, 1978) e na Malásia (CLAUSEN & BERRY, 1932). Ambos os parasitóides foram estabelecidos com sucesso na Flórida (HART et al. 1978; DOWELL et al. 1979c).

Na Jamaica o controle foi feito pelo parasitóide *E. serius*, proveniente de Cuba e *E. opulenta*, introduzido do México. Nas Bahamas, México e Estados Unidos (Texas e Flórida) a praga foi controlada com os parasitóides *E. Serius*, *A. hesperidium* e *E. opulenta* introduzidos da Índia. Na Costa Rica, *E. opulenta*, juntamente com os predadores *Delphastus* spp. e *Chrysopa* spp. nativos daquele país foram também eficientes no controle desta praga. Em Oman foi controlada pelo parasitóide *E. opulenta* (OLIVEIRA et al. 1999).

Segundo Weems (1962) no oriente a mosca-negra-dos-citros tem um controle quase que total por inimigos naturais em hospedeiros não cítricos.

Em levantamentos da entomofauna de inimigos naturais realizados por Maia et al. (2004) nos municípios de Belém, Capitão Poço e Irituia, no estado do Pará, os autores constataram a presença de predadores da Ordem Coleoptera (*Cycloneda sanguinea*, *Sthetorus* sp. *Neojauravia* sp); Neuroptera (*Chrysoperla* sp, *Ceraeochrysa* sp), Diptera (*Pseudodoris clavatus*) e um parasitóide, *Aphytis* sp. Em trabalhos posteriores Maia (2006) relata *Ceraeochrysa caligata*

Banks (1964); *Ceraeochrysa everes* (BANKS, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae); *Delphastus pusillus* (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae); *Cales noacki* Howard e *Encarsia* spp., (Hymenoptera: Aphelinidae) como predadores e parasitóides da mosca-negra.

Levantamentos realizados por Mendonça et al. (2004) no município de Capitão Poço no Pará verificaram a presença de Diptera (sirfídios), Coleoptera (joaninhas) e Neuroptera (bichos-lixeiros) e parasitóides do gênero *Aphytis* sp. Os dados faunísticos evidenciaram maior frequência e abundância dos grupos de predadores dos gêneros *Chrysoperla* sp, *Ceraeochrysa* sp. e *Sthetorus* sp.

#### 2.2.2.1 Processo de infecção

Segundo Alves (1998) o ciclo das relações fungo-hospedeiro depende das condições ambientais como temperatura, umidade, luz, radiação ultravioleta, assim como das condições nutricionais e suscetibilidade do hospedeiro, e apresentam as fases de adesão, germinação, formação de apressórios, formação do grampo de penetração, penetração, colonização, reprodução do patógeno e disseminação do fungo.

Os fungos mitospóricos de modo geral, podem entrar em contato com o inseto, sendo levados passivamente pelos agentes de disseminação. A germinação do fungo sobre o hospedeiro depende das condições favoráveis de umidade, temperatura, pH, oxigênio e nutrição, produzindo um tubo germinativo; as condições ótimas para germinação dependem da espécie e da origem dos isolados. De um modo geral, em condições de laboratório, a germinação pode ocorrer no mínimo em 12 horas, a uma temperatura de 23 a 30°C e UR acima de 90%. O aparelho bucal,

#### 2.2.2 Controle biológico com fungos entomopatogênicos

espiráculos, ânus, sifão  
respiratório e tarsos são locais

de penetração, porém membranas intersegmentais do abdome são tidas como a porta de entrada mais comum para os fungos em geral (ALVES, 1998).

Os sintomas iniciais da doença podem aparecer como manchas escuras nas pernas, regiões intersegmentais ou distribuídas por todo o tegumento. O inseto cessa a alimentação, torna-se enfraquecido, apresentando posteriormente sintomas de paralisia e perda de coordenação. Posteriormente o tegumento fica róseo (no caso de *B. bassiana* e *M. anisopliae* infectando lagartas), para depois o inseto assumir coloração esbranquiçada, devido ao crescimento do micélio. Após a morte do inseto, que ocorre depois de dois a oito dias da inoculação, as hifas começam a emergir pelos espiráculos e usando pressão mecânica saem através das áreas mais fracas e depois pela cutícula mais grossa, ocorrendo, em seguida o crescimento do micélio (ALVES, 1998).

#### 2.2.2.2 Controle de Aleirodídeos por *Aschersonia* sp.

O fungo *A. aleyrodis* (teleomorfo: *Hypocrella libera*, Clavicipitaceae, Hypocreales) está entre os primeiros fungos utilizados no controle biológico de pragas na América do Norte. Seu uso bem sucedido nas plantações de citros na Flórida data do início do século XX, quando ramos de citros com *A. aleyrodis* foram introduzidos nestas plantações para disseminar epizootias na população de mosca-branca (BERGER, 1921; FAWCETT, 1936 apud LIU et al. 2006). Com o aumento do uso de pesticidas químicos iniciando na década de 40 e 50, a demanda pelo controle biológico diminuiu. As espécies de *Aschersonia* podem ser encontradas nas populações de moscas-brancas e em plantações abandonadas (árvores de quintais) que não são tratadas com pesticidas. O interesse em utilizar esses fungos para o controle dessas pragas recomeçou nos anos 60 (LIU et al. 2006).

Na Caucásia (localizado na Eurásia, limites com Irã e Rússia) e regiões do Mar Negro *A. placenta* pode causar 90% de mortalidade em mosca-branca, *Dialeurodes citri* (FERRON, 1978 apud ALVES 1998). Na Venezuela ROJAS (2000) relatou a ocorrência de *A. basicystis* sobre coccídeos. Na Bulgária, China, Japão e União Soviética *A. aleyrodis* foi utilizado no controle de mosca-branca em casa de vegetação (EVANS & HYWEL-JONES 1990 apud LIU et al. 2006). Exemplos de sucesso também foram observados no Azerbaijão e Jamaica no controle da mosca-branca da goiaba e dos citros respectivamente (BORNER, 1956; McCOY et al. 1988 apud LIU et al. 2006).

Meekes et al. 2000 avaliaram a persistência de *A. aleyrodis* em folhas de pepino, “gérbera” e poinsetia. A capacidade de germinação foi maior em pepino, seguido de poinsetia e foi mais baixa em “gérbera”. Nas folhas de pepino, os conídios continuaram viáveis e foram capazes de infectar 90% das ninfas de mosca-branca 31 dias após a aplicação do esporo. Em “gérbera” a capacidade de germinação diminuiu consideravelmente de 80% para 40% após um mês. Isto foi refletido na mortalidade de ninfas que declinou de 75% para 40%. Apesar da alta capacidade de germinação (60%) dos conídios em poinsetia após a exposição de um mês, a mortalidade ninfal decaiu de 70% no dia da aplicação de esporos para 10% após três dias na superfície da folha, e permaneceu baixa durante todo período de monitoramento.

Estudos de patogenicidade com *Aschersonia* spp. contra moscas-brancas, *Bemisia argentifolii* e *Trialeurodes vaporariorum* foram realizados por Meekes et al. 2002 que utilizaram 44 isolados de *Aschersonia*, dos quais sete esporularam pouco e 10 não foram capazes de infectar ambas as espécies. Após uma seleção baseada na produção de esporos e infecção, a virulência de 31 isolados foi estimada em ninfas de terceiro instar de ambas as espécies. Os níveis de infecção de moscas-brancas variaram entre 2 e 70%, e as percentagens de infecção de *B. argentifolii*

correlacionadas com as de *T. vaporariorum*. Entretanto, a mortalidade foi mais alta em *T. vaporariorum* do que em *B. argentifolii*.

Farias & Santos Filho (2004) registraram *Aschersonia* sp. infectando *Aleurothrixus aepim* em mandioca na Bahia e Lourenção et al (1999) registraram a ocorrência de epizootia de *A. cf. goldiana* em *Bemisia tabaci* biótipo B na cultura da soja em São Paulo.

Foi verificada no estado do Pará a ocorrência do fungo *Aschersonia* sp. atuando de forma ainda pouco eficiente na redução da população de *A. woglumi*, apesar de ser eficiente na redução da população da maioria das cochonilhas dos citros e outros aleyrodídeos (SILVA, 1996 apud SILVA, 2005). Lemos et al. (2004) recomendam o controle biológico para a mosca-negra-dos-citros com o uso de *A. aleyrodis* e *Aegerita* spp.

Em levantamentos realizados no Estado do Pará por Batista et al. (2007) foram identificados os fungos entomopatogênicos: *A. aleyrodis*, *Fusarium* sp e *Aegerita webberi* como potenciais agentes de controle biológico da mosca-negra.

A época mais favorável às epizootias coincide com a maior precipitação pluviométrica (ALVES, 1998) resultando no aumento na incidência de *Aschersonia* sp., que depende de períodos extensos de alta umidade e temperatura adequadas para induzir a fase de esporulação do fungo no corpo do inseto. Pesquisas recentes revelaram que *A. aleyrodis* tem a vantagem de possuir alta tolerância à umidade relativamente baixa (FRANSEN, 1987 apud LIU et al. 2006), longa persistência na superfície das folhas (MEEKES et al. 2000 apud LIU et al. 2006) e compatibilidade com parasitóides de insetos (FRANSEN & VAN-LENTEREN 1993 apud LIU et al. 2006) no controle de mosca-branca. Espécies de *Aschersonia* são encontradas predominantemente em habitats tropicais e subtropicais e contaminam tanto moscas-brancas como cochonilhas (MEEKES et al. 2002).

Segundo Evans & Hywel-Jones (1990) apud LIU (2006), apesar do sucesso precoce com *A. aleyrodis*, outras espécies de *Aschersonia* foram pouco estudadas para seu potencial uso em controle biológico, isto devido às poucas espécies de *Aschersonia* disponíveis nas coleções de cultura, havendo somente tentativas de identificação e literatura dispersa e desatualizada.

Foi realizada uma revisão taxonômica de *A. aleyrodes* e seus variantes com estromata branco e de suas fases sexuadas (*Hypocrella*) por Liu et al. (2006). Estes autores sugerem por meio de análises filogenéticas de seqüências de partes de DNA de três genes, que as espécies de *Aschersonia* com estromata branco expansivo formam um grupo monofilético de patógenos para mosca-branca.

#### 2.2.2.3 Potencial biotecnológico de *Aschersonia* sp.

Ascherxanthone A, um novo dímero tetrahydroxanthone simétrico foi isolado de *Aschersonia* sp. Este composto mostrou atividade contra *Plasmodium falciparum* e atividades citotóxicas contra células cancerígenas (ISAKA et al. 2005).

Os fungos entomopatogênicos são uma rica fonte de componentes bioativos naturais (LEE et al. 2005). Estes autores testaram 47 fungos entomopatogênicos típicos, dentre estes *Aschersonia* sp. em suas habilidades de produzir atividade antibiótica. Trinta e oito linhagens (81%) e 30 linhagens (64%) desses fungos produziram tanto compostos anti-*Bacillus* quanto compostos anti-*Staphylococcus* respectivamente, indicando que a maioria dos fungos entomopatogênicos testados possuem a habilidade de produzir compostos antibacterianos.

#### 2.2.3 Controle Químico

Segundo Martínez (1983), o controle químico da mosca-negra é oneroso e pouco eficiente, especialmente quando se realiza sobre as posturas deste inseto, além disso, a abundância de hospedeiros tanto de plantas cultivadas como silvestres facilitam as reinfestações.

Heu & Nagamine, (2001), apud Cunha (2003) objetam ao uso do controle químico para a mosca-negra-dos-citros. Embora concordem com o uso de inseticidas, enfatizam que os resultados são de natureza temporária, e prejudicam os inimigos naturais. Lembram a necessidade de suprir a planta com água e nutrientes a fim de recuperá-las das perdas ocasionadas pelos insetos e desencorajam podas excessivas, devido a provocarem estresse nas plantas.

Após a introdução da mosca-negra-dos-citros no estado do Pará, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, através da Instrução Normativa n. 16 de 15 de fevereiro de 2002, autorizou, em caráter emergencial, o uso dos seguintes ingredientes ativos para o controle de *A. woglumi*: chlopyrifos, malation, dimetoato, thiametoxan, buprofezin, imidacloprid, triazophos, pyridaphention e pyriproxifen (CUNHA, 2003). Atualmente não há inseticida registrado no Brasil para esta praga.

Na Índia, por exemplo, foram testados inseticidas sistêmicos como monocrotofós (0,05 ou 0,08%), oxydemeton-metil (0,05%), fosfamidon (0,05) e dimetoato (0,1%) como os inseticidas mais usados. Os produtos permanecem ativos por um período de 15 dias, diminuindo a fumagina. Os inseticidas malation (0,15%) e dimetoato (0,1%) são eficientes no controle das ninfas. Outros inseticidas como permetrina (0,04%) e fenvalerato (0,04%), cipermetrina (0,04%), deltametrina e ciflutrina a 0,0075%, acefato, fentrina e fentoato, todos a 0,1% foram eficientes no controle de pupas (quarto estágio) da mosca-negra, podendo reduzir a população de pupas em 82% (OLIVEIRA et al. 1999).

Em estudos realizados por Cunha (2003), o inseticida imidacloprid, na formulação Provado 200 SC em combinação com Natur' óleo nas dosagens 20 e 500 ml por 100 L de água, apresentou eficiência superior a 80%, podendo ser recomendado no controle de adultos de *A. woglumi* na cultura da laranja, *C. sinensis*.

## 2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Bioativos/Microbiologia e Entomologia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias – FCA/UFAM, no período de agosto de 2006 a março de 2007.

### 2.3.1 Obtenção dos insetos e criação estoque

Os insetos utilizados nos bioensaios foram inicialmente obtidos no setor de produção da FCA/UFAM. Estes foram coletados com auxílio de um aspirador e em seguida foram postos em gaiolas para infestação das plantas, conforme descrito no item 4.2 do capítulo 1; em seguida foram mantidos em criação estoque (Figura 1).

O controle de insetos oportunistas nas plantas hospedeiras usadas nos bioensaios foi feito manualmente e sem uso de agrotóxicos, pois seus resíduos poderiam comprometer a eficiência dos entomopatógenos nos bioensaios.

Foi utilizada a lima ácida Tahiti *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka, porta-enxerto Cleópatra, ou popularmente, limão Tahiti, devido este ter sido o melhor hospedeiro nos estudos da biologia da mosca-negra descrito no capítulo 1 (Figura 1).



Figura 1 - A) Mudas de lima ácida Tahiti (*C. latifolia*); B) Estufa de manutenção da criação estoque *A. woglumi*.

### 2.3.2 Obtenção e isolamento do fungo *Aschersonia* sp.

Foram coletadas folhas de *Citrus* sp. no setor de produção da FCA/UFAM colonizadas com *Aschersonia* sp., onde haviam ninfas de mosca-negra mortas associadas ao fungo (Figura 2A). Fragmentos de colônias de *Aschersonia* sp. presentes nas folhas foram retirados com auxílio de um bisturi e foram submetidos a uma desinfestação superficial por dez segundos nas soluções de álcool 70%, hipoclorito 2% e lavados em água destilada. Em seguida estes fragmentos foram postos para secar em papel toalha e após secagem inoculados em placas de Petri (9 cm x 1,5cm) contendo meio de cultura BDA (batata 200g; ágar 20g; dextrose 20g; antibiótico 250mg/L; água destilada 1000 ml) e colocados em incubadora BOD (Biological Oxygen Demand) à temperatura de  $27\pm 2$  °C, até a produção de esporos (Figura 2B).

Após o isolamento de *Aschersonia* sp, o fungo foi repicado em placas de Petri com BDA, que foram colocadas em prateleiras, fora da BOD, na presença de luz para estimular o crescimento e esporulação.

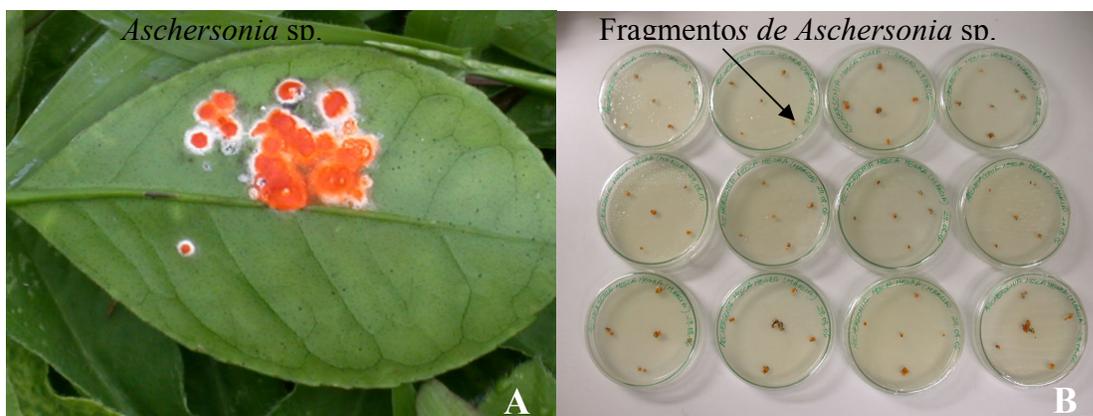


Foto: Silva, N. 2006

Foto: Pena, M. 2007

Figura 2 - A) Folhas com *Aschersonia* sp. em laranja, *Citrus sinensis*.; B) Fragmentos de *Aschersonia* sp. em placas de Petri com BDA.

### 2.3.3 Preparação da suspensão dos conídios

Para a preparação da suspensão de conídios, foram adicionados 40 ml de água destilada esterilizada nas placas contendo colônias do fungo. Os esporos foram removidos com o auxílio de um pincel de cerdas macias. A solução foi recolhida em um béquer, onde juntaram-se 10µl do espalhante adesivo Tween 80<sup>®</sup> sendo a concentração ajustada utilizando-se câmara de Neubauer (RAMOS, 2001). As concentrações foram ajustadas de acordo com o objetivo do bioensaio.

2.3.3.1 Avaliação do efeito de diferentes concentrações de inóculo de *Aschersonia* sp. em ninfas de *A. woglumi*”.

#### 2.3.3.1.1 Bioensaios - Pré Testes

Foram realizados dois bioensaios (pré-testes) em condições de laboratório: O primeiro no período de 13/12 a 01/01/07 nas concentrações de inóculo:  $5,7 \times 10^6$ ;  $5,7 \times 10^5$  e  $5,7 \times 10^4$  conídios/ml aplicados na fase de ninfa 2. O segundo no período de 19/12/06 a 07/01 de 2007 nas concentrações de inóculo:  $2,7 \times 10^8$ ;  $2,7 \times 10^7$  e  $2,7 \times 10^6$  conídios/ml na fase de ninfa 3.

#### 2.3.3.1.2 Bioensaio

Após estes bioensaios preliminares foi realizado um outro bioensaio, no período de 10 a 29 de janeiro de 2007, utilizando as concentrações de inóculo:  $2,3 \times 10^8$ ;  $2,3 \times 10^7$ ;  $2,3 \times 10^6$ ;  $2,3 \times 10^4$  e conídios/ml, inoculados na fase de ninfa 3.

2.3.3.2 Avaliação do efeito de *Aschersonia* sp. em diferentes fases de desenvolvimento de *A. woglumi*.

Neste bioensaio foi utilizada a concentração de  $3,9 \times 10^7$  conídios/ml inoculados nas fases de ovo e ninfas 1, 2, 3 e 4. Este bioensaio foi realizado em condições de laboratório no período de 23 de fevereiro a 14 de março de 2007.

#### 2.3.4 Aplicação de *Aschersonia* sp em diferentes fases de desenvolvimento de *A. woglumi*.

Para os bioensaios foram usadas folhas de plantas de lima ácida Tahiti infestadas com ninfas de mosca-negra. A abscisão das folhas foi realizada com auxílio de uma tesoura de poda e o corte em forma de bisel, próximo à inserção do ramo. As ninfas foram selecionadas ao acaso, contadas e o excesso eliminado com auxílio de um estilete. As regiões contendo os insetos foram demarcadas com caneta de retroprojektor de ponta de 1 mm, para facilitar o registro e controle dos dados. O pecíolo foi envolvido em algodão umedecido com água destilada e trocados diariamente, evitando o ressecamento precoce do material vegetal.

Os testes foram realizados em placas de Petri contendo uma camada de papel filtro circular esterilizado, onde foi colocada uma folha de citros por placa, contendo 20 ninfas. Com auxílio de um microaspersor, a inoculação foi feita adicionando-se 3ml de suspensão de conídios nas diferentes concentrações em cada placa (Figura 3). As concentrações foram ajustadas para cada bioensaio de acordo com o item 2.3.3.

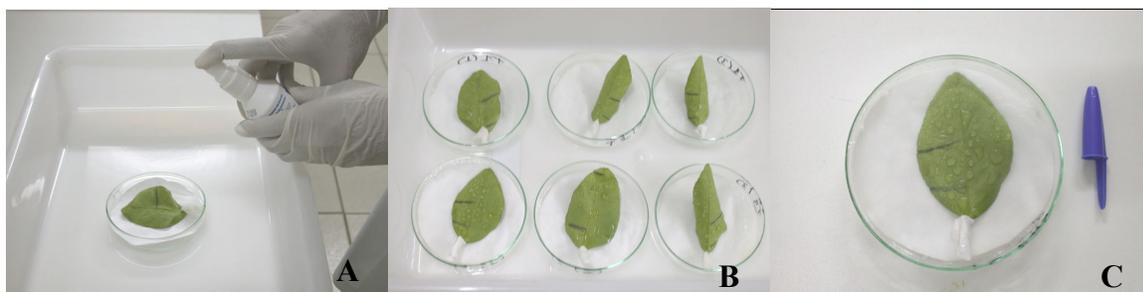


Figura 3 – Inoculação de *Aschersonia* sp em folhas de citros contendo ninfas de *A. woglumi*

Em seguida as placas foram cobertas com filme plástico perfurado e incubadas em BOD (25±1°C e 86,1±2% e fotoperíodo de 12 horas). As avaliações foram feitas diariamente, até o décimo nono dia após a inoculação, registrando-se a mortalidade de ninfas em cada folha (Figura 4).



Figura 4 - Ninfas de mosca-negra, *A. woglumi* inoculadas com *Aschersonia* sp. em BOD.

Para a confirmação da morte das ninfas pelo patógeno, foi feito o reisolamento do fungo a partir das ninfas mortas, as quais foram lavadas em álcool 70%, colocadas em papel filtro esterilizado e posteriormente transferidas para placas de Petri contendo ágar-água (1, 5%) para favorecer o crescimento e esporulação do fungo, conforme metodologia utilizada por Ramos (2001) e Tamai (2002). As placas foram mantidas em BOD com temperaturas de 27±2 °C.

### 2.3.5 Análise dos dados

No bioensaio para “Avaliação do efeito de diferentes concentrações de inóculo de *Aschersonia* sp em ninfas de *A. woglumi*” adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (concentrações) e três repetições, cada repetição com 20 ninfas por placa. Os dados (mortalidades totais) foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao Teste

de Tukey 5%, além de análise de correlação. Para os bioensaios (pré-testes) foram realizados quatro tratamentos e três repetições, cada repetição com 20 ninfas por placa.

No bioensaio para “Avaliação do efeito de *Aschersonia* sp. em diferentes fases de desenvolvimento de *A. woglumi*” foi realizado um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (fases de desenvolvimento) e quatro repetições, cada repetição com 20 ninfas por placa. A mortalidade foi corrigida, utilizando a fórmula de Abbott (1925). Foi utilizado o programa STATISTICA 6.0 na análise dos dados.

## 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.4.1 Ocorrência de *A. woglumi* em campo

Em observações de campo foi verificado o crescimento maciço de *Aschersonia* sp. em folhas de laranja e tangerina (Figura 5) causando a morte de *A. woglumi*. Estas folhas foram levadas ao Laboratório de Entomologia Agrícola e examinadas ao microscópio estereoscópico.

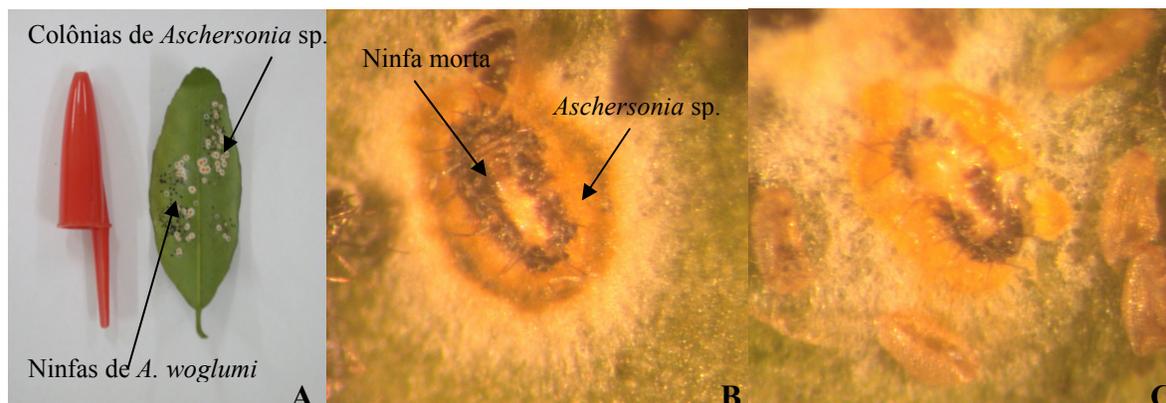


Figura 5 – A) Folhas de *Citrus* sp. com ninfas de *A. woglumi* infectada por *Aschersonia* sp. em campo; B e C) Ninfas mortas.

### 2.4.2 Isolamento de *Aschersonia* sp.

Houve dificuldades no isolamento de *Aschersonia* sp. devido a elevada ocorrência de infestação por contaminantes associada a um crescimento lento, quando comparado com outros

fungos. Os fungos associados a colônias de *Aschersonia* sp. foram: *Colletotrichum* sp (61,81%); *Fusarium* sp. (15,45%); *Botryosphaeria* sp. (15%); *Pestalotia* sp. (8,18%) e *Aspergillus* sp. (0,90%).

### 2.4.3 Crescimento de *Aschersonia* em BDA.

Após o isolamento do fungo *Aschersonia* sp., este foi repicados em placas de Petri com BDA, sendo verificado seu lento crescimento quando comparado com outros fungos (Tabela 1 e Figura 6). Quando as colônias de *Aschersonia* sp. atingem estas medidas tendem a manter este tamanho e começam a perder coloração. Estes dados corroboram com os relatos da literatura, onde mencionam que as espécies de *Aschersonia* crescem lentamente em cultura e nem todos os estágios de vida do hospedeiro podem ser atacados (RAMAKERS & SAMSOM, 1984 apud LIU et al. 2006). Estudos recentes na produção de esporos, germinação e patogenicidade permitiram um melhor entendimento da biologia de *A. aleyrodis*, a fim de favorecer o desenvolvimento desse promissor agente de controle biológico (MEEKES et al. 2002).

Tabela 1 - Crescimento de *Aschersonia* sp. em placas de Petri com BDA.

| Isolados | Crescimento (Nº de dias) | N  | Comprimento (cm)       | Largura da colônia (cm) |
|----------|--------------------------|----|------------------------|-------------------------|
| 1        | 32                       | 23 | 3,85±0,33 (3,30-4,70)  | 4,00±0,33 (3,50-4,70)   |
| 2        | 35                       | 15 | 3,65±0,36 (3,00- 4,20) | 3,65±0,36 (3,20-4,40)   |
| 3        | 41                       | 12 | 3,67±0,54 (3,00-4,60)  | 3,73±0,57 (3,00-5,20)   |



Figura 6 – Colônias de *Aschersonia* sp. no 32º dia após inoculação em BDA.

#### **2.4.4 Avaliação do efeito de diferentes concentrações de inóculo de *Aschersonia* sp. em ninfas de *A. woglumi*.**

##### **2.4.4.1 Bioensaios – Pré-Testes**

Foi verificado crescimento evidente de *Aschersonia* sp. colonizando e causando a morte de *A. woglumi*, principalmente nas concentrações de  $2,7 \times 10^8$ ;  $2,7 \times 10^7$  e  $5,7 \times 10^6$ . A mortalidade das ninfas de mosca-negra geralmente ocorre a partir do quinto dia da inoculação do fungo, indo até o 16° ou 17° dia (Figura 7).

O crescimento do fungo sobre o inseto é, inicialmente, de aspecto cotonoso tornando-se alaranjado (Figuras 7E, F e G). As ninfas ficam inicialmente mumificadas e/ou com sintomas de histólise (decomposição do tecido por ação enzimática) de cor alaranjado-claro (Figura 7A). A ação do fungo pode também impedir a troca completa da exúvia, pigmentando o novo tegumento em tom alaranjado, inviabilizando o desenvolvimento das fases subseqüentes (Figura 7B). Outra forma de ação do fungo ocorre quando o inseto consegue realizar a troca de tegumento, estando neste caso, já contaminado com posterior emergência das hifas pelas regiões intersegmentais do abdome e orifício vasiforme (Figura 7C). Segundo Alves & Pereira 1998 a maioria dos fungos são capazes de penetrar via tegumento, e durante esse processo de penetração causam distúrbios nessa primeira barreira de proteção do corpo dos insetos e o tegumento torna-se bastante vulnerável à penetração de patógenos por ocasião da mudança de ínstars, quando o novo tegumento formado não está ainda esclerotizado.

O fungo quando completamente desenvolvido cobre as ninfas, adquirindo a coloração característica de um alaranjado intenso, podendo crescer e atingir as ninfas vizinhas.

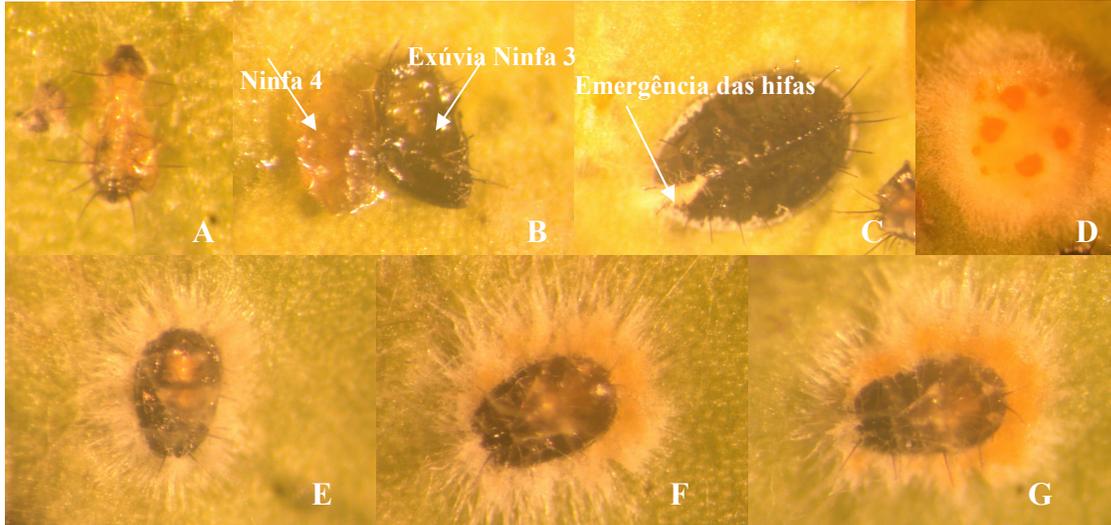


Figura 7 - Mortalidade de *A. woglumi* por *Aschersonia* sp.

Não foi possível realizar o reisolamento de *Aschersonia* sp. a partir das ninfas mortas para o cálculo de mortalidade confirmada, devido ao elevado crescimento de fungos contaminantes. Estes cresciam mais rapidamente e, conseqüentemente ocupavam toda a placa. Segundo Tamai (2002), o fato de alguns ácaros não apresentarem esporulação do entomopatógeno não descarta totalmente a possibilidade de terem sido mortos pelo inimigo natural. Para este autor em alguns casos, o álcool utilizado na desinfestação externa pode inviabilizar o fungo após a sua entrada para o interior do cadáver por eventuais fissuras no tegumento, provocadas pelo manuseio, além da ação rápida de bactérias decompositoras no cadáver podendo impedir que o fungo esporule.

#### 2.4.4.2 Bioensaio

A maior mortalidade ocorreu nos tratamentos 1 ( $2,3 \times 10^8$  conídios/ml) e 2 ( $2,3 \times 10^7$  conídios/ml), não havendo diferença significativa entre eles. Estes diferiram dos tratamentos 4 e 5 (testemunha). A menor mortalidade ocorreu no tratamento 4, que não diferiu do tratamento 3 e

nem da testemunha; demonstrando que o efeito letal do entomopatógeno em concentrações altas.

$F(4,10) = 7,6$ ;  $p = 0,004$ . (Tabela 2 e Figura 8).

Tabela 2. Mortalidade de *A. woglumi* sob diferentes concentrações de *Aschersonia* sp.

| Tratamentos (Concentrações de <i>Aschersonia</i> sp) | Mortalidade total           |
|--|-----------------------------|
| T1 ( $2,3 \times 10^8$ conídios/ml)                  | $17,33 \pm 3,79$ (13-20) a* |
| T2 ( $2,3 \times 10^7$ conídios/ml)                  | $14,67 \pm 6,66$ (7-19) a   |
| T3 ( $2,3 \times 10^6$ conídios/ml)                  | $6,33 \pm 7,77$ (0-15) ab   |
| T4 ( $2,3 \times 10^4$ conídios/ml)                  | $1,00 \pm 1,73$ (0-13) b    |
| T5 (0 conídios/ml) Testemunha                        | 0,00 b                      |

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey 5%.

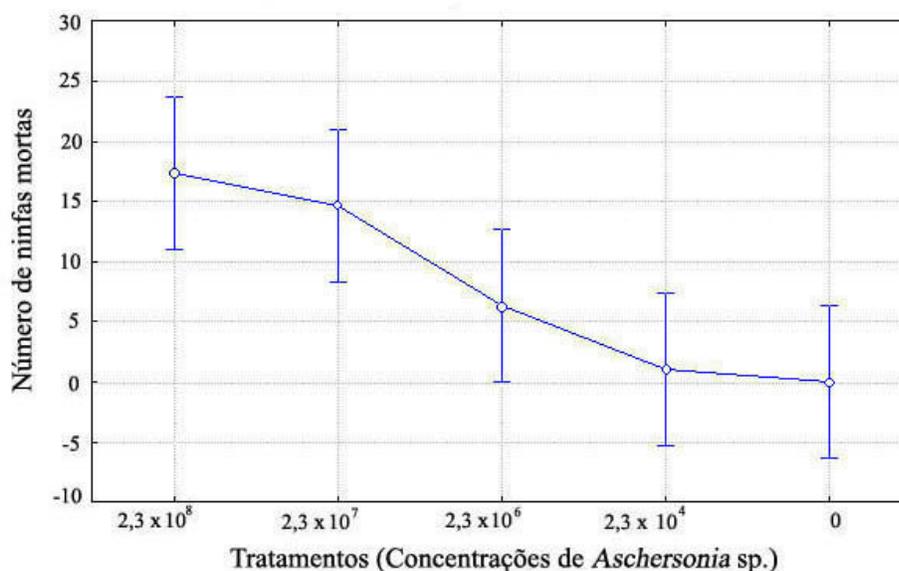


Figura 8. Mortalidade de *A. woglumi* por *Aschersonia* sp. em condições de laboratório.

Os mesmos dados foram submetidos à análise de correlação sendo verificado que existe correlação entre a mortalidade das ninfas de *A. woglumi* e as concentrações de *Aschersonia* sp ( $p=0,01$ ). As concentrações de *Aschersonia* sp. são responsáveis por 36% das mortes de ninfas. Estas informações podem ser verificadas também pelos valores do intercepto de regressão ( $A=4,92$ ), mostrando que na ausência de tratamentos (concentrações de *Aschersonia* sp.) há uma mortalidade de 4,9%. O valor da declinação da reta ( $B= 0,0000001$ ) indica que a cada unidade de

aumento na concentração haverá um aumento na mortalidade neste valor. Verificou-se que, quando ocorre o aumento das concentrações de *Aschersonia* sp., há aumento do número de ninfas mortas de *A. woglumi*, existindo correlação positiva (Figura 9).

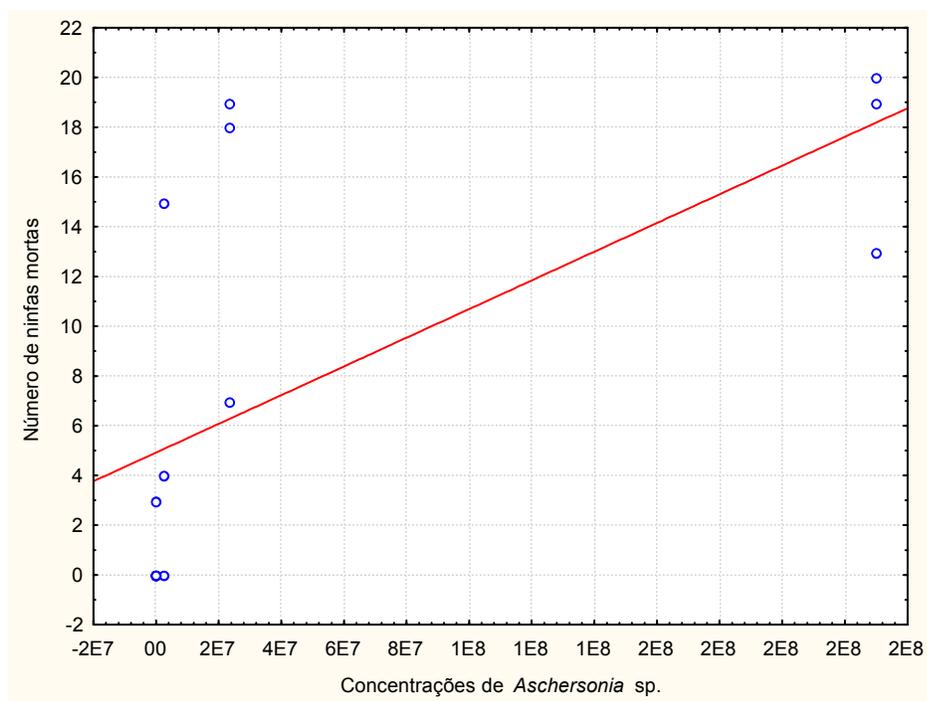


Figura 9 – Análise de correlação do efeito de diferentes concentrações de *Aschersonia* sp. na mortalidade de ninfas de *A. woglumi* em condições de laboratório.

#### 2.4.5 Avaliação do efeito de *Aschersonia* sp. em diferentes fases de desenvolvimento de *A. woglumi*.

As maiores mortalidades corrigidas ocorreram nas fases de ovo, ninfa 2 e ninfa 1, não havendo diferença estatística entre elas.  $F(4,15) = 11,8$ ;  $p = 0,00015$ . (Figura 10 e Tabela 3). Mortalidades elevadas (90%) em ninfas de mosca-branca, *Dialeurodes citri* foram verificadas por Ferron (1978) apud Alves (1998). Outros autores também relatam mortalidades elevadas em ninfas de moscas-brancas (MEEKES et al. 2000 e MEEKES et al. 2002).

Estudos da susceptibilidade de *Trialeurodes vaporariorum* à infecção por *A. aleyrodis* mostraram que cerca de 90% dos ovos, ninfas de primeiro e segundo ínstar foram infectadas quando tratadas com 2 ml de uma suspensão de  $4 \times 10^6$  conídios/ml. A percentagem de infecção sobre o terceiro e quarto ínstar alcançou 76 e 28%, respectivamente (FRANSEN et al 1987 apud RAMOS, 2001).

Após a aplicação da solução de conídios os ovos inviáveis adquiriram coloração marrom-escuro e ficaram “murchos” (desidratados) e retorcidos, contrastando com os ovos nas testemunhas que possuíam coloração alaranjada e se mantiveram túrgidos e brilhantes. Os ovos apresentavam a linha de eclosão, sendo perceptível o corpo da ninfa 1, mas estas não conseguiram eclodir. As ninfas ficaram inicialmente mumificadas e/ou com sintomas de histólise conforme descrito no item 2.4.4

No estágio de ninfa 4 ocorreu a menor mortalidade corrigida, apesar de esta fase não diferir da ninfa 3. Estes dados corroboram com os trabalhos de Sengonca et al. (2006), que avaliaram 41 isolados de fungos entomopatogênicos, sendo 14 altamente patogênicos a tripes (Thysanoptera: Thripidae) e verificaram que a susceptibilidade dos estágios de desenvolvimento ao fungo entomopatogênico decaiu da larva para pupa e desta para os adultos. A menor mortalidade no estágio de ninfa 4 pode ter sido em razão da maior dificuldade de o fungo em penetrar no tegumento do inseto, pois foi verificado que estas ninfas possuem o tegumento mais esclerotizado em relação às demais fases de desenvolvimento.

Espécies de *Aschersonia* contaminam tanto moscas-brancas como cochonilhas presumivelmente pela germinação e penetração direta do conídio aderido à cutícula do hospedeiro (MEEKES et al. 2002).

Tabela 3. Mortalidade corrigida dos estágios imaturos de *A. woglumi* pela ação do fungo entomopatogênico *Aschersonia* sp.

| Fases de Desenvolvimento de <i>A. woglumi</i> | Mortalidade Corrigida* |
|---|------------------------|
| Ovos  | 98,75 a                |
| Ninfa 1                                       | 65,00 ab               |
| Ninfa 2                                       | 83,75 a                |
| Ninfa 3                                       | 42,5 bc                |
| Ninfa 4                                       | 25,00 c                |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey 5%

\*Mortalidade corrigida (fórmula de Abbott) = % mortalidade no tratamento - % na testemunha x 100/100 - %mortalidade na testemunha.

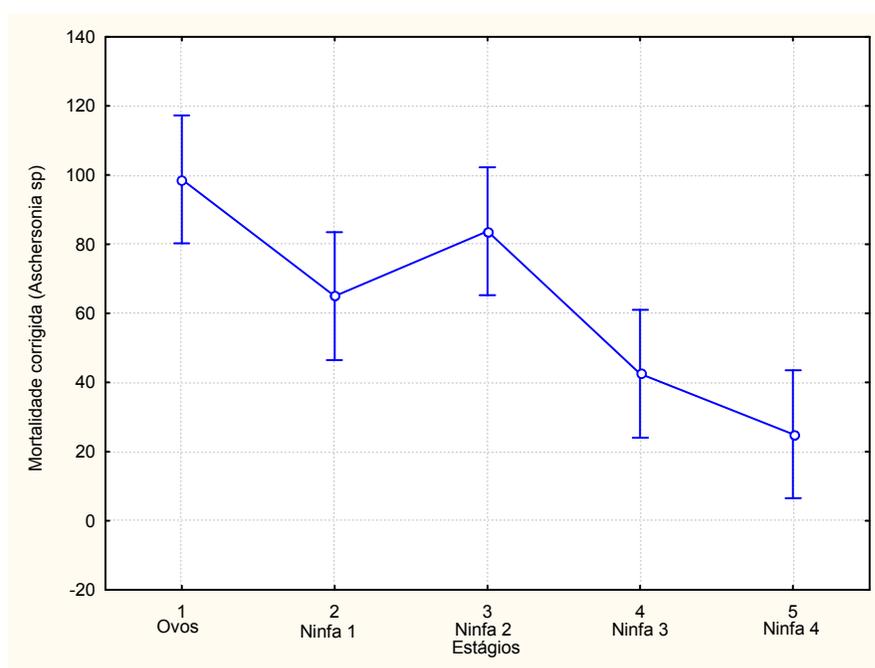


Figura 10 – Mortalidade corrigida de *A. woglumi* pela ação do entomopatógeno *Aschersonia* sp. em condições de laboratório.

As mortalidades nas fases de ovo, ninfas 1, 2, e 3 com exceção da ninfa 4, iniciaram no quarto dia após a inoculação de *Aschersonia* sp. e variaram de 1,2% a 5% nas referidas fases. Esta baixa mortalidade inicial corrobora com os estudos de Tamai et al (2002) onde a mortalidade do ácaro *Tetranychus urticae* por *Aschersonia* sp. no 5º dia foi inferiores a 3%.

Na fase de ovo, os acmes de mortalidades ocorreram no 10º (36,2%) e 11º (17,5%) dia; para ninfa 1, no 10º (25%) e 17º (17,5%) dia; para ninfa 2, no 10º (23,7%) e 12º (18,7%) dia;

para ninfa 3, no 10º (13,7%). Na fase de ninfa 4, a mortalidade teve início no 10º dia com acme no 11º (10%) dia. Os acmes de mortalidade ocorridos com o uso de *Aschersonia* sp. neste estudo (em média no 10º dia para as diferentes fases) foi tardia quando comparados com *Beauveria* spp., *Metarhizium anisopliae* e *Hirsutella* sp. Para estes fungos os valores de mortalidade corrigida tornam-se maiores a partir do terceiro dia, sendo o acme de mortalidade no quarto e quinto dia após a inoculação dos isolados; no quinto dia a mortalidade ficou entre 70 e 80% (TAMAI et al. 2002).

Nas fases de ovo, ninfas 1, 2, 3 e 4 as mortalidades corrigidas no décimo nono dia foram de 98%; 65%; 83,7%; 42,5% e 25% , respectivamente.

Segundo Tamai et al. (2002) a rapidez com que o patógeno mata seu hospedeiro é uma característica desejável para o controle de muitas pragas agrícolas, contudo não deve ser considerada como única. É imprescindível também que o isolado seja capaz de proporcionar elevada mortalidade final, exigindo desta maneira pulverizações menos frequentes e possibilitando reduzir os custos de controle de pragas.

A literatura relaciona o entomopatógeno, *Aschersonia* sp. ao controle de aleirodídeos (ALVES, 1998; LOURENÇÃO et al. 1999; ROJAS, 2000; MEEKES et al.2000; MEEKES et al. 2002; LIU et al. 2006). No Brasil a ocorrência de *Aschersonia* sp. em mosca-branca é muito comum, aparecendo em todas as regiões onde se cultiva citros (ALVES, 1998).

A ocorrência natural deste fungo nos plantios de citros no Amazonas, colonizando e causando a mortalidade da mosca-negra, além dos bioensaios realizados em laboratório, demonstram uma alternativa viável no controle desta praga, como importante instrumento no âmbito do Manejo Integrado de Pragas. Há uma elevada possibilidade de multiplicação e uso de entomopatógenos adaptado às condições climáticas da região amazônica.

*A. aleyrodis* é eficiente no controle da mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi*, em diversas partes do mundo (OLIVEIRA et al. 1999). A região amazônica possui as condições ideais de umidade e temperatura para o crescimento e esporulação deste fungo, havendo a necessidade de mais estudos objetivando testar seu desempenho em todas as fases do ciclo evolutivo do inseto, seleção de meios de crescimento menos onerosos, multiplicação, além da avaliação dos parasitóides e predadores da mosca-negra.

## 2.5 CONCLUSÃO CAPÍTULO 2

- *Aschersonia* sp. teve melhor eficiência no controle da mosca-negra-dos-citros, em laboratório, em concentrações mais elevadas, a partir de  $2,3 \times 10^7$  conídios/ml, revelando-se como um bom agente de controle biológico dessa praga; que embora tenha apresentado crescimento lento no meio de cultura testado, mostrou-se eficiente no controle de mosca-negra-dos-citros.
- As maiores mortalidades com o uso de *Aschersonia* sp. ocorrem nas fases mais jovens de *A. woglumi* como ovo, ninfa 2 e ninfa 1, não havendo diferença estatística entre elas. No estágio de ninfa 4 ocorreu a menor mortalidade.
- As mortalidades nas fases de ovo, ninfas 1, 2 e 3 com exceção da ninfa 4, se iniciam no quarto dia após a inoculação de *Aschersonia* sp. com acmes de mortalidade no décimo dia.

## CONCLUSÃO GERAL

- A lima ácida Tahiti, *Citrus latifolia* é o hospedeiro mais favorável para *A. woglumi*.
- O gênero *Citrus* é o mais favorável ao desenvolvimento do ciclo evolutivo de *A. woglumi* em relação à manga, *Mangifera indica*.
- Manga, *Mangifera indica* é um hospedeiro adequado para *A. woglumi*.
- A duração do ciclo ovo-adulto é de 70 dias em média (2 meses e 10 dias) para os três hospedeiros avaliados.
- O estágio de ninfa 4 (pupário) é o mais longo da fase imatura.
- As maiores viabilidades foram nas fases de ninfa 3, ovos e ninfa 2.
- *Aschersonia* sp. teve melhor eficiência no controle da mosca-negra, em laboratório, em concentrações mais elevadas, a partir de  $2,3 \times 10^7$  conídios/ml, revelando-se como um bom agente de controle biológico dessa praga.
- As maiores mortalidades com o uso de *Aschersonia* sp. ocorrem nas fases mais jovens de *A. woglumi* como ovo, ninfa 2 e ninfa 1, não havendo diferença estatística entre elas. No estágio de ninfa 4 ocorreu a menor mortalidade.
- As mortalidades nas fases de ovo, ninfas 1, 2 e 3, com exceção da ninfa 4, se iniciam no quarto dia após a inoculação de *Aschersonia* sp. com acmes de mortalidade no décimo dia.

ABBOT, W.S. A Method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, v.18, 1925. p.265-267.

AGRIANUAL. *Anuário da Citricultura Brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2003. p. 295-332.

AGUSTÍ, M. *Citricultura*. Madri: Ediciones Mundi-Prensa. 2000. 416p.

ALVES, S.B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B (Ed.). *Controle Microbiano de Insetos*. São Paulo: FEALQ, 1998. p. 289-381.

ALVES, S.B.; PEREIRA, R.M. Distúrbios fisiológicos provocados por entomopatógenos. In: ALVES, S.B (Ed.). *Controle Microbiano de Insetos*. Piracicaba: FEALQ. 1998. p.39-52.

ANGELES, N. J. de; OAKLEY, R.G.; OSÓRIO, J.A. Presencia em Venezuela de *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Aleyrodidae – Homoptera) mosca prieta de los cítricos. *Agronomia tropical* 18(4): 487-488. 1968.

ANGELES, N. J. de; DEDORDY, J.R.; PAREDES, P.P.; REQUENA, J.R. Mosca prieta (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) de los cítricos em Venezuela. *Agronomia Tropical* 21 (2):71-75. 1971.

ANGELES, N. J. de; DEDORD, J.R.; MARTINEZ, N.B.; PAREDES, P.P.; REQUENA, J.R. Aportes en el estudio de hospederas de la “mosca prieta de los cítricos”, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, en Venezuela. *Agronomia Tropical* 22 (5):549-553. 1972.

ANGELES, N. J. de; PAREDES, P.P.; MARTINEZ, N.B.; DEDORDY, J.R.; REQUENA, J.R.; BORNAS M. de. Registro de nuevas localidades, em la distribucion de la “mosca prieta de los cítricos” *Aleurocanthus woglumi* Ashby, em Venezuela. *Agronomia Tropical* 24(2):107-111. 1974.

ARAB, A.; BENTO, J.M.S. Plant volatiles: New perspectives for research in Brazil. *Neotropical Entomology* 35(2): 151-158. 2006

BARBOSA, F.R.; SANTANA, M.R.S.P.; SILVA, C.S.B.; PARANHAS, B.J. *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae): uma ameaça à fruticultura do Vale do São Francisco. In: *Anais do XX Congresso Brasileiro de Entomologia*. Gramado/RS. 2004.

BATISTA, T.F.C., RODRIGUES, R.C., OHASHI, O. S., SANTOS, M.M.L.S., OLIVEIRA, F.C., SOARES, A.C. S., LIMA, W. G., CASTRO, C. V. *Identificação de Fungos Entomopatogênicos Para Controle da Mosca Negra dos Citros Aleurocanthus woglumi Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae). Praga Quarentenária*. Anais do XVII CBF. Disponível em: [www.ufpel.br](http://www.ufpel.br). Acesso em 18 de fevereiro de 2007.

BENEDITO, L. *Dinâmica do complexo agroindustrial*. Belém: BASA, 1995. 53p.

BERGER E.W. Natural enemies of scale insects and whiteflies in Florida. *Florida State Plant Breeding Quarterly*. 1921. Bulletin 5: 141-154.

BOTEON, M.; NEVES, E.M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JÚNIOR, D. de; NEGRI, J.D.de; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (eds.). *Citros*. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p. 21-36.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa MAPA/DAS nº 20/2002. *Diário Oficial*. Brasília/DF, 02 de fevereiro. 2002.

BROWING, H.W. & C. W. MCCOY. Friendly fungi and the *citrus* tree snail. In: D. ROSEN, F.D. BENNETT & J.L. CAPINERA (eds.), *Pest management in the subtropics biological control – Florida perspective*. Andover, Intercept limited, 1994. p. 11-25.

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

CABALLERO, R. Identificación de moscas blancas. In: Hilje, J. (Ed.). *Metodologias para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*. Turrialba: CATIE. 1996. Cap.1, p.1-10.

CHERRY, R. H. Lethal temperatures of citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* (Hom.: Aleyrodidae) and its parasite, *Amitus hesperidium* (Hym.: Platygasteridae). *Entomophaga* 24(I). 1979. p. 35-39.

CHERRY, R.H.; FITZPATRICK, G.E. Field studies of the host range of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* (Homoptera: Aleyrodidae). *The Can. Ent.* Ottawa, Canadá. 111(1). 1979.

CLAUSEN, C.P; BERRY, P.A. *The citrus blackfly in Asia and the importation of its natural enemies into tropical america*. US. Dept. Agric. Tech Bull. nº. 320, 1932. 58p.

CUNHA, M.L.A. da. *Distribuição geográfica, aspectos biológicos e controle químico da mosca negra dos citros, Aleurocanthus woglumi Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), nas condições ambientais do Estado do Pará*. Dissertação de mestrado (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém/PA. 2003. 57p.

DICK, M. Chemical ecology of host-plant selection by herbivorous arthropods: A multitrophic perspective. *Biochem. Syst. Ecol.* 2000. 28: 601-617.

DIETZ, H.F.; ZETEK, J. *The blackfly of citrus and other subtropical plants*. USDA Dep. Agric. Bull. 885, 1920.55p.

DONADIO, L.C.; ALVES, F. A.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; MOREIRA. C.S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: MATTOS JÚNIOR, D. de., NEGRI, J.D.de., PIO, R.M.; POMPEU Júnior, J. (eds.). *Citros*. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. 2005. p. 3-18.

DOWELL, R.V.; FITZPATRICK, G.E. Effects of temperature on the growth and survivorship of the citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae). *Can. Ent.* Ottawa, Canadá. 110:1347-1350. 1978.

DOWELL, R.V.; FITZPATRICK, G.E; HOWARD, F.W. Activity and dispersal of first instar larvae of the citrus blackfly. *Jl. N. Y. Ent. Soc.* 85:17-18. 1978.

DOWELL, R.V. Host selection by the citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* (Homoptera: Aleyrodidae). *Ent. exp. & appl.* 25:289-296. 1979.

DOWELL, R.V.; HOWARD, F.W.; CHERRY, R.H.; FITZPATRICK, G.E. Field studies of the host range of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* (Homoptera: Aleyrodidae). *Can. Ent.* Ottawa, Canadá. 111(1):1-6.1979a.

DOWELL, R.V.; CHERRY, R.H.; FITZPATRICK, G.E. Citrus pests in an urban environment. *Florida Scientist, Biological Sciences.* 42:196-200. 1979b.

DOWELL, R.V.; FITZPATRICK, G.E.; REINERT, J.A. Biological control of citrus blackfly in southern Florida. *Environ. Entomol.* 8(4):595-597. 1979c.

DOWELL, R.V.; CHERRY, R.H.; FITZPATRICK, G.E.; REINERT, J.A.; KNAPP, J.L. Biology, plant-insect relations, and control of citrus blackfly. *Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin* 818:1-48. 1981.

EPPO n° 103. Disponível em: [www.wppo.org/QUARANTINE/insects/Aleurocanthus\\_woglumi/Alecwo\\_ds.pdf](http://www.wppo.org/QUARANTINE/insects/Aleurocanthus_woglumi/Alecwo_ds.pdf). Acesso dia 01 de junho de 2005.

EVANS, H.C.; HYWELL-JONES, N. Aspects of the genera *Hypocrella* and *Aschersonia* as pathogens of coccids and whiteflies. *Vth International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control*. Society for Invertebrate Pathology. Adelaide. 1990. p.111-115.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J.D. Development of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biotype B on *Lycopersicon* spp. *GenoYpes. Scientia Agricola. Piracicaba/SP.* 59(4). 2002.

FARIAS, A.R.N., SANTOS FILHO, H.P. *Ocorrência de Aschersonia sp. Infectando ninfas de mosca-branca na Bahia.* Disponível em: [www.zoonews.com.br](http://www.zoonews.com.br). Acesso em 18 de outubro de 2006. 2004.

FAWCETT, H.S. *Citrus diseases and their control.* McGraw Hill, New York. 1936.

FERRON, P. Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *An. Rev. Entomol.* 23: 409-442. 1978.

FRANCESCHINI, M.; GUIMARÃES, A.P.; CAMASSOLA, M.; FRAZZON, A.P.; BARATTO, C.M.; KOGLER, V.; SILVA, M.V.; DUTRA, V.; NAKAZOTO, L.; CASTRO, L.; SANTI, L.; VAINSTEIN, M.H.; SCHRANK, A. 2001. Biotecnologia aplicada ao controle biológico. *Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, n° 23. 2001. p. 32-37.

FRANSEN, J.J. *Aschersonia aleyrodis as a microbial control agent of greenhouse whitefly.* Poonsen en Looijen, Wageningen. 1987.

FRANSEN, J.J.; WINKELMAN, K.; VAN LENTEREN, J.C. The differential mortality at various life stages of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae), by infection with the fungus *Aschersonia aleyrodis* (Deuteromycotina: Coelomycetes. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.50.1987.p.158-165.

FRANSEN, J.J. Fungi of aphids, thrips and whitefly in greenhouse environment. In: *International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control*. Society for Invertebrate Pathology. Adelaide. 1990a. p. 376-380.

FRANSEN, J.J. Natural enemies of whiteflies: fungi. In: Gerling, D. (Ed.) *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Andover: Intercept, 1990b. p.187-210.

FRANSEN, J.J.; VAN-LENTEREN, J.C. Host selection and survival of the parasitoid *Encarsia formosa* on greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, in the presence of hosts infected with the fungus *Aschersonia aleyrodis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 1993. 69: 239-249

FRASER, A.M.; MECHABER, W.L.; HILDEBRAND, J.G. Electroantennographic and behavioral responses of the sphinx moth *Manduca sexta* to host plant headspace volatiles. *J. Chem. Ecol.* 29: 1813-1833. 2003.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba/SP v.10, ed. FEALQ. 2002. 920p.

GASPAROTTO, L.; JUNQUEIRA, N. T. V.; & PEREIRA, J.C.R. Doenças de citros no Estado do Amazonas. EMBRAPA-CPAA. Manaus. *Circular Técnica* N° 6. 1998. 20p.

GOWDY, C.C. *The citrus blackfly (Aleurocanthus woglumi Ashby)*. Jamaica Dept. Agr. Ent. Cir. 3:1-11. 1921.

HALITSCHKE, R.; SCHITTKO, G.; POHNERT, G.; BOLAND, W.; BALDWIN, I.T. Molecular interactions between the specialist herbivore *Manduca sexta* (Lepidoptera: Sphingidae) and its natural host *Nicotiana attenuate*. III. Fatty acid-amino acid conjugates in herbivore oral secretions are necessary and sufficient for herbivore-specific plant responses. *Plant Physiol.* 125:711-717. 2001.

HART, W.G.; SELHIME, A.G.; HARLAN, D.P.; INGLE, S.J.; SANCHES –R, M.; RHODE, R.H.; GARCIA, C.A.; CABALLERO, J.; GARCIA, R.L. 1978. The introduction and establishment of parasites of citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, in Florida. *Entomophoga*, 23. p. 361-366.

HEIL, M. Direct defense or ecological costs: Responses of herbivorous beetles to volatiles released by wild lima bran (*Phaseolus lunatus*). *J. Chem. Ecol.* 30: 1289-1295. 2004.

HEU, R.A.; NAGAMINE, W.T. *Citrus blackfly, Aleurocanthys woglumi Ashby (Homoptera, Aleyrodidae)*. Hawaii. Department of Agriculture, Division of Plant Industry, New Pest Advisory. 99:1-3. 2001.

HOWARD, F.W.; NEEL, P.L. Host plant preferences of citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) in Flórida. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. 1978.

HOWARD, F.W. Comparacion de seis especies de Citrus como plantas hospederas de *Aleurocanthus woglumi* Ashby. *Folia entomológica Mexicana*. 41: 33-40. 1979a.

HOWARD, F.W. Studies of the host plant suitability of *Ardisia solanaceae* and *Citrus jambhiri* for citrus blackfly and its whitefly. *The Florida Entomologist* 62(4)380-383. 1979b.

ISAKA, M.; PALASARN, S.; KOCHARIN, K.; SAENBOONRUENG, J.; A citotoxic xanthone dimer from the entomopathogenic fungus *Aschersonia* sp. BCC 8401. *J. Nat. Prod.* 68, 2005. p. 945-946.

JIMENEZ, J.E.; MALBY, H. *Control biológico de la mosca prieta em México*. Fitólito 16(37):5-41. 1963.

JORDÃO, A.L & R.A SILVA. *Guia de Pragas Agrícolas para o Manejo Integrado no Estado do Amapá*. Ribeirão Preto: Ed. Holos. 2006. 182p.

KARBAN, R.; BALDWIN, I.T. *Induced responses to herbivory*. Chicago & London, The University of Chicago Press. 1997. 319p.

KETNER, C.F.; ROSIER, J.G. Citrus blackfly controlled biologically. *Tex. Agric. Prog.* 21. 1978. p. 19-20.

KOLLER, O. C. *Citricultura: laranja, limão e tangerina*. Porto Alegre: Ed. Regel. 1994. 446p.

LARA, F.M. *Princípios de Resistência de Plantas a insetos*. São Paulo: Ícone. 1991.336p.

LEE,SI-YOUNG.; NAKAJIMA, I.; IHARA,F.; KINOSHITA,H.; NIHIRA,T. Cultivation of entomopathogenic fungi for the search of antibacterial compounds. *Mycopathologia*. 160: 321-325.2005.

LEMOS, R.N.S.; SILVA, G.S.; ARAÚJO, J.R.G.; CHAGAS, E.F.; MOREIRA, A. A.; SOARES, A.T.M. Ocorrência de *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) no Maranhão. *Neotrop. Entomol.* Londrina.35(4). 2006.

LEMOS, W. P.de.; VELOSO, C. A.C.; RIBEIRO, S.I.R. Identificação e controle das principais pragas em pomares de citros no Pará. EMBRAPA. *Comunicado Técnico* 119. Belém/PA. 2004.

LOPES, C.M.D; RONCHI-TELES, B. *Evite a introdução da mosca negra, Aleurocanthus woglumi no Amazonas*. Delegacia Federal de agricultura no Amazonas DFA-AM. Folder Técnico. 2003.

LIU, M.; CHAVERRI, P.; HODGE,K. A taxonomic revision of the insect biocontrol fungus *Aschersonia*, its allies with white stromata and their *Hypocrella* sexual states. *Mycological Research* 110. 2006. p.537-554.

LOURENÇÃO, A.L., YUKI, V.A., ALVES, S.B. Epizootia de *Aschersonia cf goldiana* em *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biótipo B no Estado de São Paulo. *An. Soc. Entomol. Brasil.* Londrina/PR. 28(2):343-345. 1999.

MAIA, W.J.M.S.; MAIA, T.J.A.F.; MENDONÇA, D.M.; LEÃO, T.A.de. C.; PINHEIRO, S.J.L.; OLIVEIRA, A.S.S.de. Diversidade da entomofauna de inimigos naturais de *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemíptera: Aleyrodidae), nos municípios de paraenses de Belém, Capitão Poço e Irituia. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Entomologia*. Gramado/RS. 2004.

MAIA, W.J.M.S.; SOUZA, J.C.; MARQUES, L.C.; SILVA, L.M.S.; BENADUCE, R.V.; GENTIL, R.M. Infestação em citros por *Aleurocanthus woglumi* (Ashby) e perspectivas de controle biológico aplicado no Pará. *Anais do 9º Simpósio de Controle Biológico*. Recife. 2005. p.183.

MAIA, W.J.M.S. Mosca negra de los cítricos: Aspectos biológicos de la mosca de los citrus, *Aleurocanthus woglumi* Ashby 1913, y ocurrencia de enemigos naturales em el estado de Pará, Proyecto de control biológico coordinado por el Dr. Wilson José Melo e Silva Maia, Universidad Rural Federal de Amazônia, Belém, Brazil. *IOBCSRNT Boletín*. 2006. p.17-18.

MARTIN, J. H. D. & RAPISARDA, C. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae ) of Europe and Mediterranean Basin. *Bulletin of Entomological Research* 90:407-448. 2000.

MARTÍNEZ, N.B. Biología de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) em el campo. *Agronomia Tropical* 31(1-6):211-218. 1983.

MARTÍNEZ, N.B.; ANGELES, N. Contribución al conocimiento de la biología de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby em Venezuela. *Agronomia Tropical* 23(4):401-406. 1973.

MCCOY, C.W.; SAMSON, R.A.; BOUCIAS, D.G. Entomogenous fungi. In: Ignoffo CM, Mandava NB (eds), *CRC Handbook of Natural Pesticides*. CRC Press, Boca Raton. 1988. pp. 151-236.

MEEKS, E.T.M.; VAN-VOORST, S.; JOOSTEN, N.N.; FRANSEN, J.J.; VAN-LENTEREN, J.C. Persistence of the fungal whitefly pathogen, *Aschersonia aleyrodus*, on three different plant species. *Mycological Research*. 2000. 104: 1234-1240.

MEEKES, E.T.M.; FRANSEN, J.J.; VAN LENTEREN, J.C. Pathogenicity of *Aschersonia* spp. against whiteflies *Bemisia argentifolii* and *Trialeurodes vaporariorum*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2002. 81: 1-11.

MENDONÇA, D.C.; LEÃO, T.A.C.; PINHEIRO, S.J.L.; OLIVEIRA, A.S.S.; MAIA, W.J.M.S. 2004. Levantamento da entomofauna de inimigos naturais da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), no município de Capitão Poço/PA. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Entomologia*. 5-10 de setembro, Gramado/RS.

MIZUNO, A.C.R.; VILLAS BÔAS, G.L. *Biologia da mosca-branca (Bemisia argentifolii) em tomate e repolho*. Pesquisa em andamento Embrapa Hortaliças. 1997.

NEVES, M.F.; VAL, A. M. & MARINO, M. K. The orange network in Brazil. *Journal for the Fruit Processing and Juice Producing European and Overseas Industry (Fruit Processing/Flussiges Obst)*. Schönborn, Germany.11(12). ISSN 0930-4435. 2001. p.486-490.

NEWELL, W; BROWN, A.C. Eradication of the citrus blackfly in Key West, Fla. *Journal Economic Entomology* 32:680-682. 1939.

NGUYEN, R.; BRASIL, Jr.; POACHER, C. Population density of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae), and its parasites in urban Florida in 1979-81. *Environmental Entomology* 12:878-884. 1983.

NGUYEN, R.; HAMON, A.B. *Citrus blackfly, Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae). University of Florida. CIR 360. 2003.

OLIVEIRA, M.R.V.; SILVA, C.C.A.; NÁVIA, D. *Praga quarentenária 1 a mosca negra dos citros, Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae). Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 1999. p.1-7.

OLIVEIRA, M.R.V.; SILVA, C.C.A.; NÁVIA, D. *Mosca negra dos citros Aleurocanthus woglumi: Alerta quarentenário*. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2001.12p.

PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N.; PINTO, A.S. *Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros*. Piracicaba/SP. 2003.140p.

PATEL, P.S; PATEL, G.M. Biology of de citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) on kagzi lime. *Pest Management and Economic Zoology*. 9(2):147-150. ISSN:0971-5703. 2001.

PENA, M.R.; SILVA, N.M. Sugadora negra. In: *Revista Cultivar: Hortaliças e Frutas*. Pelotas/RS Ano VII, nº41. ISSN 1518-3165. p.16-18. 2007.

PETCH, T. Studies in entomogenous fungi. II. The genera *Hypocrella* and *Aschersonia*. *Annals of the Royal Botanic Gardens Peradeniya*. 1921. 7: 167-278.

POMPEU JUNIOR, J. Rootstock and scions in the citriculture of the São Paulo. In: *INT. CONG. CITRUS NURSERYMEN*, 6. 2001. Ribeirão Preto. Proceedings...Ribeirão Preto: [s.n], 2001. p.331.

QUEZADA, J.R.; CORNEJO, C.A.; DIAZ, A. M. de.; HIDALGO, F. Control biológico e integrado de la mosca prieta de los cítricos em El Salvador, San Salvador. Universidade de El Salvador. *Boletín Técnico*. 1974. 33p.

RAMAKERS, P.M.J.; SAMSON, R.A. *Aschersonia aleyrodis*, a fungal pathogen of whitefly. II. Application as a biological insecticide in glasshouses. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*. 1984. 97: 1-8.

RAMOS, E.Q. *Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos para o controle de Bemisia tabaci Biótipo B*. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciências, área de concentração: Entomologia). USP/ESALQ, Piracicaba/SP. 2001. 57p.

RICHARDSON, H.H. Present status of the citrus blackfly and its parasite *Eretmocerus serius* at Nassau, Bahamas. *J. Econ. Entomol.*41. 1949.

ROJAS, T. *Aschersonia basicystis* sobre insectos escamas (Homoptera: Coccidae) em Venezuela. *Rer. Iberoam Micol.* Bilbao (Spain). 17:134-137. 2000.

SENGONCA,C.; THUNGRABEAD, M.; BLAESER,P.; Potential of different isolates of entomopathogenic fungi from Thailand as biological control agents against western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of plant diseases and protection*. 113(2): 74-80.2006.

SCHRANK, A.; BASSANESI, M.C.; PINTO Jr, H.; COSTA, S.V.; BOGO, M.R.; SILVA, M.S.N. Siperoxide dismutases in the entomopathogenic fungus *Metharhizium anisopliae*. *Ciência e Cultura* 45:200-205. 1993.

SCORA, R.W. On the history and origin of *Citrus*. *Bull. Torrey Bot. Club*, v.102. 1975. p.369-375.

SHAW, J.G. Hosts of the citrus blackfly in México. USDA, ARS *Bur. Ent. Pl. Quar.* E-798. 1950.15p.

SILVA, A.de B.; SOUZA, L.A. de. Controle biológico natural da entomofauna daninha da laranja em Belém e Capitão Poço, Estado do Pará. Belém, PA: Embrapa-CPATU. *Boletim de Pesquisa*, 162. 1996. 25p.

SILVA, A.de B. Mosca Negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, praga potencial para a citricultura brasileira. In: Poltronieri, L.S.; Trindade, D.R.; Santos, I.P (ed.). *Pragas e Doenças de Cultivos Amazônicos*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Ocidental. 2005. p.147-156.

SMITH, H.D.; MALTBY, H.L.; JIMENEZ, E.J. Biological control of the citrus blackfly in Mexico. USDA-ARS, *Technical Bulletin* No. 1311:1-30. 1964.

SOOST, R.K.; CAMERON, J.W. Citrus. In: JANIK, J.; MOORE, J.N. (Ed.) *Advances in fruit breeding*. West Lafayette: Purdue University Press, 1975. p.507-540.

STEINBERG, B.; DOWELL, R.V.; FITZPATRICK, G.E.; HOWARD, F.W. Suitability among native or naturalized plant species of southern Florida for citrus blackfly development. *Florida Sci.* 41(1)61-63. 1978.

SWINGLE, W.T.; REECE, P.C. The botany of citrus and its wild relatives. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.I.; BATCHELOR, L.D (Eds). *The citrus industry*. vol. 1. Univ. of Calif. Div. of Agric. Sci. 1967. p.190-422.

TAMAI, M.A.; ALVES, S.B.; ALMEIDA, J.E.M de.; FAION, M.. Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.69, n.3. 2002. p. 77-84.

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, H.F.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes hospedeiras. *Horticultura Brasileira*. 20(1). Brasília. 2002.

WEEMS, H.V. Jr. *Citrus blackfly, Aleurocanthus woglumi* Ashby. Fla. Dept. of Agri, Div. of Plant Industry. Entomology Circular nº 9. 1962.

WRAIGHT, S.P.; CARRUTHERS, R.I.; JARONSKI, S.T.; BRADLEY, C.A.; GARZA, C.J.; GALAINI-WRAIGHT, S. Evaluation of the entomopatogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biological Control*, n.17, 2000. p. 203-217.