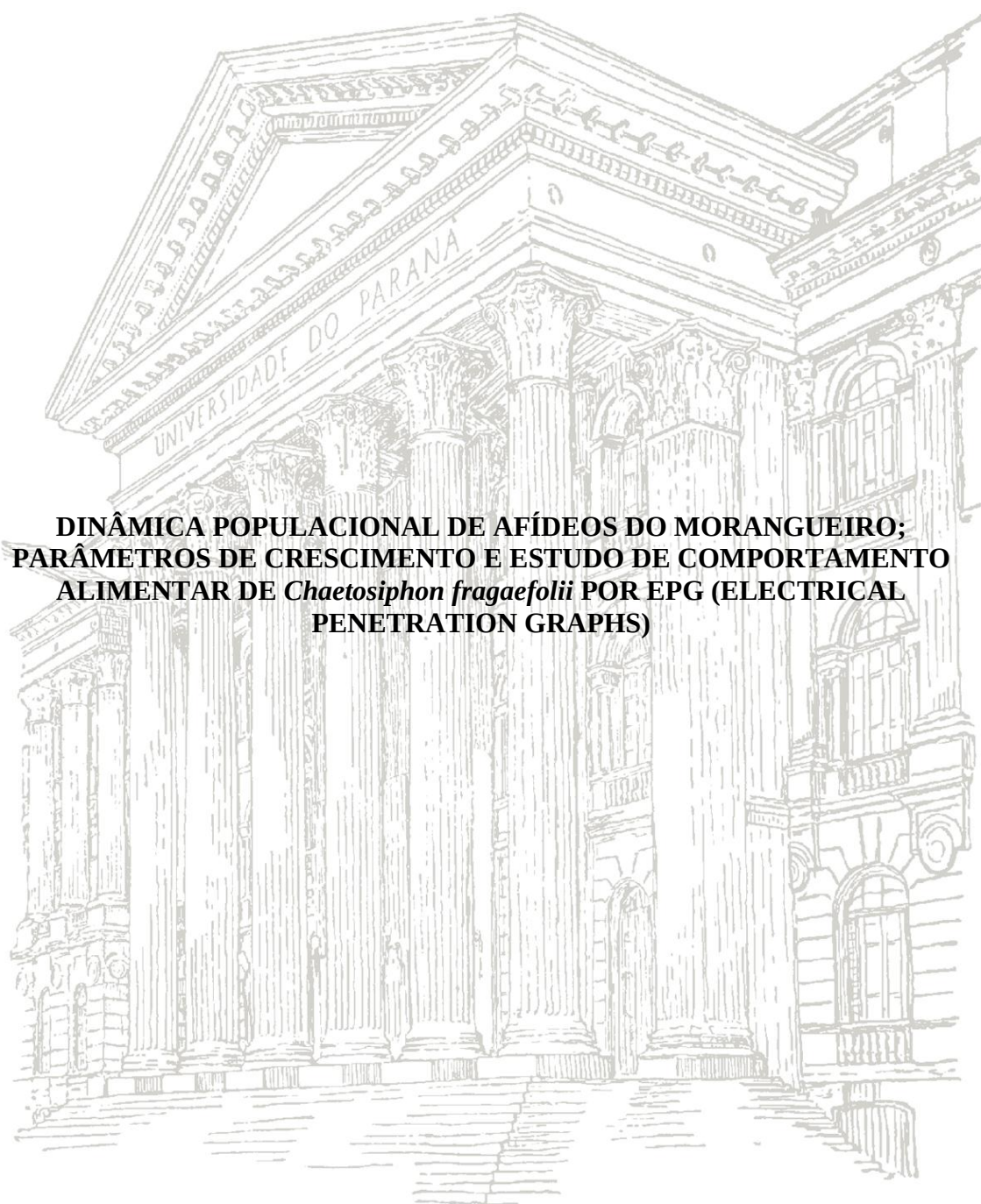


ALESSANDRA BENATTO



**DINÂMICA POPULACIONAL DE AFÍDEOS DO MORANGUEIRO;  
PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E ESTUDO DE COMPORTAMENTO  
ALIMENTAR DE *Chaetosiphon fragaefolii* POR EPG (ELECTRICAL  
PENETRATION GRAPHS)**

CURITIBA  
2014

ALESSANDRA BENATTO

**DINÂMICA POPULACIONAL DE AFÍDEOS DO MORANGUEIRO;  
PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E ESTUDO DE COMPORTAMENTO  
ALIMENTAR DE *Chaetosiphon fragaefolii* POR EPG (ELECTRICAL  
PENETRATION GRAPHS)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: ProfºDr. Átila Francisco  
Mógor

Co-orientadora: Profª. Dra. Maria  
Aparecida Cassilha  
Zawadneak

Co-orientadora: Dra. Susete do Rocio  
Chiarello Penteado

CURITIBA  
2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



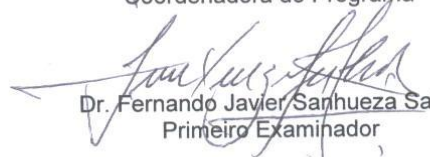
## PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **ALESSANDRA BENATTO**, sob o título “**DINÂMICA POPULACIONAL DE AFÍDEOS DO MORANGUEIRO; PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E ESTUDO DE COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *Chaetosiphon fragaefolii* POR EPG (Electrical Penetration Graphs)**”, para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

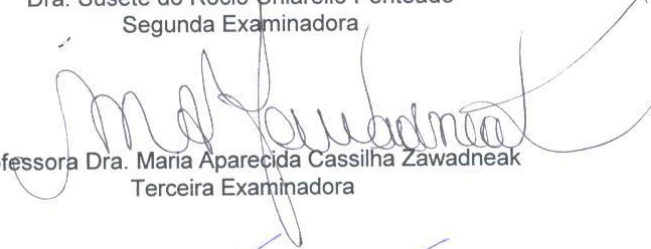
Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação.

Curitiba, 24 de Fevereiro de 2014.

  
Professora Dra. Louise Larissa May De Mio  
Coordenadora do Programa

  
Dr. Fernando Javier Sanhueza Salas  
Primeiro Examinador

  
Dra. Susete do Rocio Chiarello Penteado  
Segunda Examinadora

  
Professora Dra. Maria Aparecida Cassilha Zawadneak  
Terceira Examinadora

  
Professor Dr. Átila Francisco Mógor  
Presidente da Banca e Orientador

## DEDICATÓRIA

*Dedico aos meus pais  
João Sérgio (in memoriam) e Ana Maria*

## **Agradecimentos**

À minha mãe, Ana, e aos meus irmãos, Fábio e Diego, por terem sempre me apoiado, independente das dificuldades ao longo do caminho.

Ao meu noivo, Carlos, por sempre ter me incentivado e acreditado em mim.

À Eliane Liesenberg, minha sogra, pelo apoio, incentivo e auxílio com a correção dos textos em inglês.

À professora Dra. Maria Aparecida Cassilha Zawadneak, pela orientação, paciência, conselhos e amizade ao longo de seis anos de convivência. E por todas as oportunidades que me foram ofertadas e que tanto contribuíram para a minha formação.

Ao professor Dr. Átila Francisco Mógor, pela oportunidade de cursar o mestrado ao me aceitar como orientada e pelo seu grande apoio ao longo de todo o projeto.

À Dra. Susete do Rocio Chiarello Penteado, pesquisadora da Embrapa Florestas, pela sua orientação durante o experimento com o EPG e por todas as contribuições essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Fernando Javier Sanhueza Salas, pesquisador do Instituto Biológico de São Paulo, pelas valiosas sugestões e contribuição para o aprimoramento deste trabalho.

Aos estagiários e ex-estagiários do laboratório Ângelo Moreira da Costa Lima, que contribuíram direta ou indiretamente na realização dos experimentos, por todos os momentos alegria (e agonia) compartilhados: Carla Kwiatkowski Dossa, Mariana Dalmolin, Vagner Blenski, Giovanna Borges, Adilson Machozeki Filho, Suelen Oelke, Natacha Wistuba, Gustavo Hartmann Neto, Estela Brenner, Rodrimar Barboza Gonçalves, Adélia Bischoff, Aline Borba, Aline México, Steffani Dobrovolski, Catherine Machulek e Deivyson Bozza.

Às colegas Engenheiras Agrônomas: Msc. Emily Silva Araújo, Msc. Taciana Melissa Azevedo Kuhn, Msc. Josélia Maria Schuber, Suzana Carvalho, Eliane Rogovski Czaja, Msc. Daniela Jerszurki pela amizade e por todas as conversas produtivas que geraram boas ideias.

Ao Estatístico Msc. Nério Aparecido Cardoso por sua valiosa colaboração nas análises estatísticas.

Ao Dr. Alex Sandro Poltronieri, pelas sugestões e auxílio na correção deste trabalho e por sua amizade e disposição em ajudar.

Às professoras do laboratório Ângelo Moreira da Costa Lima Dra. Ida Pimentel e Dra. Patricia Dalzoto, pelo incentivo, apoio e conselhos!

À doutoranda Cínthia Roeder por ter disponibilizado seu tempo para dividir seu conhecimento comigo, pela amizade e ajuda nos experimentos.

À Engenheira Agrônoma Márcia Prokopiuk, pela troca de ideias e informações sobre morangueiro.

Aos funcionários da Horta Sr. Abílio da Costa Farias e Sr. Marcos Stadler, pelo bom humor e apoio nos experimentos de campo.

Ao Engenheiro Msc. Agrônomo Ricardo Murilo Zanetti, pelo auxílio com a elaboração dos gráficos.

Aos professores da Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal, pelos ensinamentos.

À secretária do PGAPV, Sra. Lucimara Antunes, pelo auxílio, disposição e paciência.

À funcionária do departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Maria Emília, pelo auxílio, gentileza e dedicação.

À funcionária da Embrapa Florestas, Mila Ferraz, por todo auxílio e paciência durante o experimento do EPG.

Ao “Projeto Taxon line Rede Paranaense de Coleções Biológicas”, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, pelas imagens obtidas com o Software Auto-Montage Pro (Syncroscopy).

A Key Shimizu, da empresa Bioagro pelas doação de mudas de morangueiro.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná.

À Embrapa Florestas, pelo apoio no experimento com o EPG.

À Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias e ao curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de realização deste curso.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Instituto Tecnológico Simepar, por fornecer os dados meteorológicos fundamentais para elaboração deste trabalho.

A todos os demais amigos e colegas de pós-graduação e professores que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| LISTA DE TABELAS .....                                                                                                                                                                  | 3  |
| LISTA DE FIGURAS .....                                                                                                                                                                  | 4  |
| RESUMO GERAL .....                                                                                                                                                                      | 6  |
| GENERAL ABSTRACT.....                                                                                                                                                                   | 7  |
| Keywords: population fluctuation; Aphididae; <i>electrical penetration graph</i> ; life table;<br>natural enemies .....                                                                 | 7  |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL .....                                                                                                                                                               | 8  |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                                                                                                                                                          | 11 |
| 2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MORANGUEIRO .....                                                                                                                                         | 11 |
| 2.2 AFÍDEOS DO MORANGUEIRO .....                                                                                                                                                        | 11 |
| 2.2.1 Monitoramento de afídeos .....                                                                                                                                                    | 13 |
| 2.2.2 Inimigos naturais .....                                                                                                                                                           | 14 |
| 2.3 TABELAS DE ESPERANÇA DE VIDA E TABELAS DE VIDA DE<br>FERTILIDADE .....                                                                                                              | 14 |
| 2.4 RESISTÊNCIA DE PLANTAS A INSETOS .....                                                                                                                                              | 15 |
| 2.5 TÉCNICA DE MONITORAMENTO ELETRÔNICO (EPG) .....                                                                                                                                     | 16 |
| Capítulo I: DINÂMICA POPULACIONAL DE AFÍDEOS EM SEIS CULTIVARES<br>DE MORANGUEIRO ORGÂNICO.....                                                                                         | 18 |
| RESUMO .....                                                                                                                                                                            | 18 |
| ABSTRACT .....                                                                                                                                                                          | 19 |
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                                                                                                                                      | 20 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                                                                              | 21 |
| 2.1 ÁREA EXPERIMENTAL.....                                                                                                                                                              | 21 |
| 2.2 DADOS METEOROLÓGICOS.....                                                                                                                                                           | 22 |
| 2.3 MÉTODOS DE COLETA.....                                                                                                                                                              | 22 |
| 2.4 IDENTIFICAÇÃO .....                                                                                                                                                                 | 23 |
| 2.5 ANÁLISE DE DADOS .....                                                                                                                                                              | 23 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                                                                         | 24 |
| 4. CONCLUSÕES .....                                                                                                                                                                     | 32 |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                                                                       | 33 |
| CAPÍTULO II. PARÂMETROS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL E<br>COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> (HEMIPTERA:<br>APHIDIDAE) EM QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO ..... | 39 |
| RESUMO .....                                                                                                                                                                            | 39 |
| ABSTRACT .....                                                                                                                                                                          | 40 |

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                                                                                   | 41 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                           | 43 |
| 2.1 MUDAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO .....                                                                                            | 43 |
| 2.2 ESTABELECIMENTO DAS COLÔNIAS DE <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> .....                                                            | 43 |
| 2.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO DE BIOLOGIA DE <i>C. fragaefolii</i> .....                                                             | 44 |
| 2.3.1 Parâmetros analisados nas tabelas de esperança de vida e tabelas de vida e de fertilidade:.....                                | 45 |
| 2.3.2 Análise de dados .....                                                                                                         | 46 |
| 2.4 AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE <i>C. fragaefolii</i> PELA TÉCNICA DE MONITORAMENTO ELETRÔNICO DA ALIMENTAÇÃO (EPG)..... | 46 |
| 2.4.1 O Sistema EPG .....                                                                                                            | 46 |
| 2.4.2 Preparo dos insetos para uso nos registros .....                                                                               | 47 |
| 2.4.3 Análise de dados.....                                                                                                          | 49 |
| 2.5 ANÁLISE ANATÔMICA DE FOLHAS DE QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO ATRAVÉS DE MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA .....             | 49 |
| 2.5.1 Análise de dados.....                                                                                                          | 49 |
| 3. RESULTADOS .....                                                                                                                  | 49 |
| 3.1 CICLO BIOLÓGICO DE <i>C. fragaefolii</i> EM CULTIVARES DE MORANGUEIRO .....                                                      | 49 |
| 3.2 TABELAS DE ESPERANÇA DE VIDA .....                                                                                               | 51 |
| 3.3 TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE.....                                                                                               | 56 |
| 3.5 COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE <i>C. fragaefolii</i> EM CULTIVARES DE MORANGUEIRO .....                                              | 62 |
| 3.6 ANÁLISE ANATÔMICA DE FOLHAS DE QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO ATRAVÉS DE MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA .....             | 64 |
| 4. DISCUSSÃO.....                                                                                                                    | 65 |
| 5. CONCLUSÃO.....                                                                                                                    | 68 |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                    | 69 |
| CONCLUSÕES GERAIS .....                                                                                                              | 76 |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                    | 78 |

## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo I: DINÂMICA POPULACIONAL DE AFÍDEOS EM SEIS CULTIVARES DE MORANGUEIRO ORGÂNICO**

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Relação entre fatores climáticos e ocorrência de três espécies de afídeos no morangueiro..... | 25 |
| Tabela 2. Relação entre a ocorrência de afídeos e inimigos naturais. ....                               | 26 |
| Tabela 3. Relação entre a ocorrência de afídeos e formigas doceiras. ....                               | 26 |

### **CAPÍTULO II. PARÂMETROS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL E COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *Chaetosiphon fragaefolii* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EM QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1. Parâmetros utilizados nas análises EPG .....                                                                                                                                                                                                                                                     | 48 |
| Tabela 1. Duração (dias) e mortalidade (%) (média $\pm$ EPM) do estágio ninfal de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> em cultivares de morango em laboratório. Temperatura de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ ; UR: $70 \pm 10\%$ ; Fotofase: 12 horas. Curitiba, PR, 2012. ....                                     | 50 |
| Tabela 2. Duração (dias) (média $\pm$ EPM) dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> criados em cultivares de morangueiro em laboratório. Temperatura de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ ; UR: $70 \pm 10\%$ ; Fotofase: 12 horas. Curitiba, PR, 2012. .... | 50 |
| Tabela 3. Fecundidade diária (média $\pm$ EPM), total, duração e viabilidade do ciclo de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> em cultivares de morangueiro. Temperatura de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ ; UR: $70 \pm 10\%$ ; Fotofase: 12 horas. Curitiba, PR, 2012. ....                                         | 51 |
| Tabela 4. Dados das tabelas de esperança de vida para <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em quatro cultivares de morangueiro. Temperatura de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ , U.R. de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. ....                                                                                 | 52 |
| Tabela 5. Dados da tabela de vida de fertilidade de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em quatro cultivares de morangueiro. Temperatura de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ , U.R. de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. ....                                                                                   | 57 |
| Tabela 6. Parâmetros de crescimento populacional obtidos para <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> alimentados em folhas de quatro cultivares de morangueiro. Temperatura de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ , UR $70 \pm 10\%$ , fotofase de 12 horas. Curitiba, 2012. ....                                          | 62 |
| Tabela 7. Padrão e duração de ondas (em minutos) observados para adultos ápteros de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> em mudas de quatro cultivares de morangueiro, registrado com o auxílio do equipamento GIGA 4 – DC. ....                                                                                | 63 |
| Tabela 8. Percentuais de padrões de ondas e número de eventos observados para adultos ápteros de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> em mudas de quatro cultivares de morangueiro, registrado com o auxílio do equipamento GIGA 4 – DC. ....                                                                   | 63 |
| Tabela 9. Densidade de tricomas glandulares e tricomas não-glandulares na epiderme abaxial de folhas de quatro cultivares de morangueiro. ....                                                                                                                                                             | 64 |

## LISTA DE FIGURAS

### **Capítulo I: DINÂMICA POPULACIONAL DE AFÍDEOS EM SEIS CULTIVARES DEMORANGUEIRO ORGÂNICO**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Dinâmica populacional de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> coletados em morangueiro no período de outubro de 2012 a julho de 2013 (somatória dos afídeos coletados em batida de planta e armadilha do tipo Möericke) e fatores climáticos registrados. Pinhais- PR..... | 27 |
| Figura 2. Dinâmica populacional de <i>Aphis gossypii</i> coletados em morangueiro no período de outubro de 2012 a julho de 2013 (somatória dos afídeos coletados em batida de planta e armadilha do tipo Möericke) e fatores climáticos registrados. Pinhais- PR.               | 28 |
| Figura 3. Dinâmica populacional de <i>Aphis forbesi</i> coletados em morangueiro no período de outubro de 2012 a julho de 2013 (somatória dos afídeos coletados em batida de planta e armadilha do tipo Möericke) e fatores climáticos registrados. Pinhais- PR. ....           | 29 |
| Figura 4. Dinâmica populacional de afídeos coletados em morangueiro em armadilha Möericke no período de outubro de 2012 a julho de 2013. Pinhais-PR.....                                                                                                                        | 30 |
| Figura 5. Dinâmica populacional de afídeos coletados em morangueiro pelo método de batida de planta no período de outubro de 2012 a julho de 2013. Pinhais- PR.....                                                                                                             | 31 |

### **CAPÍTULO II. PARÂMETROS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL E COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *Chaetosiphon fragaefolii* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EM QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Representação esquemática do funcionamento do sistema de monitoramento eletrônico. ....                                                                                                                                                                                   | 47 |
| Figura 2. Relação entre a sobrevivência (Lx), expresso em número de indivíduos e esperança de vida (ex), expresso em dias, de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em folhas de morangueiro cultivar ‘Albion’. Temperatura de 22±2 °C, U.R. de 70±10% e fotofase de 12 horas. ....     | 53 |
| Figura 3. Relação entre a sobrevivência (Lx), expresso em número de indivíduos e esperança de vida (ex), expresso em dias, de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em folhas de morangueiro cultivar ‘Aromas’. Temperatura de 22±2 °C, U.R. de 70±10% e fotofase de 12 horas. ....     | 54 |
| Figura 4. Relação entre a sobrevivência (Lx), expresso em número de indivíduos e esperança de vida (ex), expresso em dias, de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em folhas de morangueiro cultivar ‘Camarosa’. Temperatura de 22±2 °C, U.R. de 70±10% e fotofase de 12 horas.....    | 55 |
| Figura 5. Relação entre a sobrevivência (Lx), expresso em número de indivíduos e esperança de vida (ex), expresso em dias, de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em folhas de morangueiro cultivar ‘San Andreas’. Temperatura de 22±2 °C, U.R. de 70±10% e fotofase de 12 horas..... | 56 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 6. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em nº médio de ninfas/dia, de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em folhas de morangueiro cultivar ‘Albion’. Temperatura de $22\pm 2$ °C, U.R. de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. ....      | 58 |
| Figura 7. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em nº médio de ninfas/dia, de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em folhas de morangueiro cultivar ‘Aromas’. Temperatura de $22\pm 2$ °C, U.R. de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. ....      | 59 |
| Figura 8. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em nº médio de ninfas/dia, de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em folhas de morangueiro cultivar ‘Camarosa’. Temperatura de $22\pm 2$ °C, U.R. de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. ....    | 60 |
| Figura 9. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em nº médio de ninfas/dia, de <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , em folhas de morangueiro cultivar ‘San Andreas’. Temperatura de $22\pm 2$ °C, U.R. de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. .... | 61 |
| Figura 10. Densidade de tricomas glandulares e tricomas não-glandulares na epiderme abaxial de folhas de quatro cultivares de morangueiro em cortes de $5,76\text{mm}^2$ de área, aumento de 100 vezes. ....                                                                                                   | 66 |

## RESUMO GERAL

Afídeos são pragas-chave do morangueiro, causando danos diretos e indiretos, principalmente devido à sucção contínua de seiva e transmissão de vírus. *Chaetosiphon fragaefolii* é o principal afídeo associado ao morangueiro. O conhecimento da flutuação populacional da praga é fundamental para o estabelecimento de um manejo eficiente e racional. O uso de cultivares resistentes pode ser uma importante estratégia de controle de viroses transmitidas por afídeos. Estudos sobre resistência de plantas a insetos podem ser realizados por meio do monitoramento eletrônico (EPG). O presente trabalho objetivou registrar a flutuação populacional de afídeos do morangueiro, relacionando sua ocorrência com fatores climáticos e população de inimigos naturais; estudar em condições de laboratório os parâmetros biológicos e de crescimento populacional e o comportamento alimentar de *C. fragaefolii* em quatro cultivares de morangueiro. Durante o período de outubro de 2012 a julho de 2013, foram realizados monitoramentos quinzenais em área experimental de morangueiro em Pinhais, Paraná. Foram encontradas as seguintes espécies de afídeos: *Chaetosiphon fragaefolii*, *Aphis forbesi* e *Aphis gossypii*, sendo a primeira a espécie predominante. Os períodos de maior ocorrência a campo de *C. fragaefolii* e *A. forbesi* foram registrados nos meses de junho e julho de 2013. Para *A. gossypii*, o pico populacional foi no mês de março de 2013. Fatores climáticos afetaram significativamente a densidade populacional de afídeos, sendo que *C. fragaefolii* e *A. forbesi* apresentaram correlação negativa com a temperatura e *A. gossypii* apresentou correlação positiva. Os inimigos naturais mais encontrados foram coleópteros coccinelídeos, hemípteros predadores e himenópteros parasitoides. Nos experimentos de laboratório, foram avaliadas as cultivares Albion, Aromas, Camarosa e San Andreas. A maior viabilidade da fase ninfal foi observada em ‘San Andreas’ (87%) e a menor em ‘Camarosa’ (43%). ‘Albion’ apresentou o maior valor de taxa líquida de reprodução ( $R_0 = 6,39 \pm 0,03$ ) e o menor tempo necessário para a população duplicar ( $TD = 5,61 \pm 0,01$ ). Também apresentou o maior valor para a inata capacidade de aumentar em número ( $r_m = 0,12$ ). ‘Camarosa’ e ‘Aromas’ apresentaram os menores valores de taxa líquida de reprodução ( $R_0 = 2,65 \pm 0,17$  e  $R_0 = 2,70 \pm 0,11$ , respectivamente) e os maiores valores de tempo necessário para a população duplicar ( $TD = 10,89 \pm 0,72$  e  $TD = 10,34 \pm 0,43$ , respectivamente). Em ‘San Andreas’ foram observados os valores mais baixos de risco de morte (100qx), sendo iguais a zero durante quase todo o período ninfal (0,5 a 9,5 dias) enquanto em ‘Camarosa’ foram observados os valores mais altos de risco de morte durante o mesmo período. Em ‘San Andreas’ foi observada a maior longevidade dos insetos (34,5 dias). Com relação ao comportamento alimentar, em ‘San Andreas’ os insetos apresentaram maior tempo de alimentação na fase floemática que em ‘Camarosa’. Em ‘San Andreas’, todos os insetos avaliados apresentaram fase floemática, diferindo de ‘Camarosa’, onde 65% dos insetos atingiram o floema. Em ‘Camarosa’ o tempo médio de duração da fase xilemática foi superior ao da fase floemática. Os resultados obtidos sugerem que mecanismos de antibiose e de antixenose podem estar envolvidos no processo de resistência de ‘Camarosa’ a *C. fragaefolii*. Com bases nessas informações, é possível planejar a implantação da lavoura de morangueiro, passando pela escolha da cultivar adequada em função da época de plantio, até o estabelecimento de um programa de manejo integrado de pragas para afídeos; considerando a cultivar com menor potencial de crescimento populacional de *C. fragaefolii* e sua época de menor ocorrência.

Palavras-chave: flutuação populacional; Aphididae; *electrical penetration graph*; tabela de vida; inimigos naturais

## GENERAL ABSTRACT

Aphids are important pests in strawberry, causing direct and indirect damage, mainly due to sap continues suction and viruses transmission. *Chaetosiphon fragaefolii* is the main aphid associated with strawberry. Knowledge of the population dynamics of the pest is essential to the establishment of an efficient and rational management. The use of resistant cultivars can be an important strategy for the control of viruses transmitted by aphids. Plant resistance to insects can be studied using electronic monitoring technique (EPG). Our aim was to register the population dynamics of aphids on strawberry plants, correlating their occurrence with weather conditions and natural enemy population - and to study, under laboratory conditions, the biological parameters and feeding behavior of *C. fragaefolii* in four strawberry cultivars. During the period from October 2012 to July 2013, fortnightly monitoring were conducted in an experimental field of strawberry in Pinhais, Paraná. The aphid species found were: *Chaetosiphon fragaefolii*, *Aphis forbesi* and *Aphis gossypii*, being, the first, the predominant species. Periods of higher occurrence of *C. fragaefolli* and *A. forbesi* on the field were recorded in the months of June and July 2013. To *A. gossypii*, population peak was in March 2013. Climatic factors affected significantly the population density of aphids, whereas *C. fragaefolli* and *A. forbesi* showed negative correlation with temperature, and *A. gossypii* showed a positive correlation. Natural enemies more found were coccinellids (Coleoptera), predators (Hemiptera) and parasitoids (Hymenoptera). In laboratory experiments, the cultivars Albion, Aromas, Camarosa and San Andreas were evaluated. The highest viability in the nymphal stage was observed in 'San Andreas' (87%) and the lowest in 'Camarosa' (43%). 'Albion' showed the highest value of net reproductive rate ( $R_0 = 6.39 \pm 0.03$ ) and lowest doubling time ( $TD = 5.61 \pm 0.01$ ), and also showed the highest value for the intrinsic rate of natural increase ( $r_m = 0.12$ ). 'Camarosa' and 'Aromas' showed the lowest values of net reproductive rate ( $R_0 = 2.65 \pm 0.17$  and  $R_0 = 2.70 \pm 0.11$ , respectively) and the highest values of doubling time ( $DT = 10.89 \pm 0.72$  and  $10.34 \pm 0.43 = TD$ , respectively). In 'San Andreas' the lower values of risk of death (100qx) were observed, being almost null throughout the nymphal period (0.5 to 9.5 days) while in Camarosa the highest values of risk of death were observed during the same period. The highest longevity of insects was observed In 'San Andreas' (34.5 days). In relation to feeding behavior, in 'San Andreas' the insects spent more time in phloematic phase feed than in 'Camarosa'. In 'San Andreas', all insects reviews showed phloem phase, differing from 'Camarosa', where 65% of the insects reached the phloem. In 'Camarosa' the average duration of xylem phase was higher than the phloem phase. The results suggest that mechanisms of antibiosis and antixenosis may be involved in resistance 'Camarosa' process *C. fragaefolii*. Based on such information, it's possible to plan the deployment of strawberry plant, beginning with the choice of the proper cultivar depending on the time of planting, until the establishment of an integrated pest management program for aphids - considering the cultivar with lowest potential for population growth of *C. fragaefolii* and its time of lowest occurrence.

Keywords: population fluctuation; Aphididae; *electrical penetration graph*; life table; natural enemies

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do morangueiro é uma importante atividade socioeconômica, se destacando pela alta rentabilidade por área e utilização de mão de obra familiar (FERLA *et al.*, 2007; MANGNABOSCO, 2010; RONQUE, 2010). Devido à sua importância, modelos de produção dependentes de insumos químicos estão sendo reavaliados quanto à sua sustentabilidade ao longo do tempo e a suas consequências ao homem e ao meio ambiente (FADINI; LOUZADA, 2001). Neste contexto, um sistema de monitoramento pode fornecer informações sobre a época de maior ocorrência e a intensidade do ataque do inseto-praga, subsidiando a tomada de decisão sobre o momento adequado para iniciar o controle em um programa de manejo integrado (MILLER; FOOTTIT, 2009).

O sistema orgânico de produção apresenta grande importância para manutenção da biodiversidade da entomofauna nos ecossistemas agrícolas (CARNEIRO *et al.*, 2010; LEITE *et al.*, 2011). Togni *et al.* (2009) verificaram que inimigos naturais foram significativamente mais abundantes em sistema orgânico de cultivo de tomateiro que em sistema convencional, e que esta abundância favoreceu o controle biológico natural de *Bemisia tabaci* Biótipo B.

Afídeos são pragas-chave do morangueiro (RONDON; CANTLIFFE, 2004; CÉDOLA; GRECO, 2010; BERNARDI *et al.*, 2013), alimentando-se de aminoácidos da seiva floemática. Uma vez que a seiva do floema é rica em açúcares e pobre em aminoácidos, os afídeos ingerem uma grande quantidade de seiva para atender suas exigências nutricionais. O excesso de açúcares é excretado na forma de uma substância açucarada denominada “honey dew” (LAZZARI; ZONTA DE CARVALHO, 2009). Desta forma, causam danos diretos, pela sucção de seiva e, danos indiretos, pela transmissão de vírus e formação de fumagina, causada por fungo do gênero *Capnodium*, em decorrência da excreção de “honey dew” (BERNARDI, 2011). Os principais vírus que afetam a cultura do morangueiro são “vírus da faixa da nervuras do morangueiro” (*Strawberry vein banding vírus*, SVBV), “vírus da clorose marginal do morangueiro” (*Strawberry mild yellow edge vírus*, SMYEV), “vírus do encrespamento do morangueiro” (*Strawberry crinkle vírus*, SCV) e o “vírus do mosqueado do morangueiro” (*Strawberry mottle vírus*, SMoV) (NICKEL *et al.*, 2005). A dinâmica populacional de afídeos depende de fatores intrínsecos (taxa de fecundidade, natalidade, mortalidade) e fatores extrínsecos (fatores climáticos, presença de inimigos naturais, qualidade da planta hospedeira) (KINDLMANN *et al.*, 2010). De um modo geral, o

período de maior ocorrência de afídeos no morangueiro é no outono e na primavera (RONDON; CANTLIFFE 2004; BERNARDI *et al.*, 2013; CÉDOLA; GRECO, 2010). O controle de pragas é uma das principais dificuldades enfrentadas por produtores, principalmente em sistemas orgânicos de produção. Dentre as possíveis alternativas para incluir no planejamento de um manejo integrado de pragas no morangueiro está uso de cultivares resistentes, uma vez que não aumenta o custo de produção e pode ser usado aliado a outros métodos de controle (GALLO *et al.*, 2002). O uso de variedades/cultivares resistentes é citado como uma importante estratégia de controle de viroses transmitidas por afídeos (LIMA *et al.*, 2001; MORAES; BLEICHER, 2007). Uma variedade é considerada resistente quando, por suas características genéticas, sofre menos danos que outra em igualdade de condições. Lara (1991) determinou que podem ocorrer três tipos de resistência de plantas a insetos: antibiose, antixenose e tolerância. Ainda, segundo Lara (1991), as características anatômicas das plantas, como a presença de tricomas, podem atuar como barreiras físicas à alimentação de insetos, conferindo a elas um fator de resistência.

A técnica de monitoramento eletrônico - EPG (*Electrical Penetration Graph*) vem sendo utilizada como ferramenta auxiliar no estudo do comportamento alimentar de insetos sugadores com objetivo de localizar fatores de resistência de planta ao ataque de insetos-praga (SALAS *et al.*, 2010), e em estudos sobre a relação entre o comportamento alimentar dos afídeos e os mecanismos de transmissão de vírus. Trata-se de um sistema no qual estão conectados um inseto sugador e uma planta, em um circuito fechado (TJALLINGI, 1978). Este sistema de monitoramento eletrônico permite avaliar a alimentação de insetos sugadores por meio de sinais gerados por uma corrente elétrica. Cada sinal constitui um evento onde observam-se amplitudes e voltagens diferentes que o equipamento EPG converte de analógico em digital para análise. Cada registro assim convertido em um padrão de onda já conhecida, representa uma determinada atividade da alimentação do inseto (TJALLINGII, 1978; TJALLINGII, 1990).

Desta forma, estudos sobre a relação entre o comportamento alimentar dos afídeos e resistência de plantas e para a compreensão dos mecanismos de transmissão de vírus podem ser realizados por meio do monitoramento eletrônico (EPG) gerando subsídios para elaboração de um programa de manejo integrado de pragas.

Este trabalho teve como objetivos:

**Objetivo geral:** Estudar a dinâmica populacional de afídeos do morangueiro; o comportamento alimentar e o ciclo biológico de *Chaetosiphon fragaefolii* (Hemiptera: Aphididae) em laboratório.

### **Objetivos específicos**

- Registrar a flutuação populacional de afídeos em seis cultivares de morangueiro sob cultivo orgânico em área experimental;
- Avaliar a resistência de quatro cultivares de morangueiro ao afídeo *C. fragaefolii*;
- Caracterizar o comportamento alimentar do afídeo *C. fragaefolii* em quatro cultivares de morango utilizando a técnica do monitoramento eletrônico (EPG);
- Determinar os parâmetros de crescimento populacional de *C. fragaefolii* por meio de tabelas de vida.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MORANGUEIRO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne) pertence à família Rosaceae (PALHA, 2005; RONQUE, 2010; FAEDI; ANGELINI, 2010), sendo que as cultivares mais difundidas comercialmente são constituídas de um híbrido entre duas espécies selvagens: *Fragaria virginiana* Duchesne e *Fragaria chiloensis* (Linnaeus) Miller (FAEDI; ANGELINI, 2010).

O morango é cultivado no mundo todo, sendo as maiores regiões produtoras os continentes Americano e Europeu, e os principais países produtores os Estados Unidos, Espanha e Turquia (FAEDI; ANGELINI, 2010).

A produção anual de morangos no Brasil é em torno de 100 mil toneladas, e a área plantada é de aproximadamente 3.500 hectares. Minas Gerais é o maior produtor nacional, com 72,716 toneladas. O Estado de São Paulo é o segundo maior produtor, seguido pelo Rio Grande do Sul e Paraná (CARVALHO, 2011). Em 2010, no Estado do Paraná, o morangueiro foi cultivado numa área de 615 ha, e uma produção de aproximadamente 18 toneladas, sendo a Região Metropolitana de Curitiba o principal núcleo produtor responsável por 41,23% da produção estadual (CARVALHO, 2011). Um dos aspectos de maior interesse econômico na cultura do morangueiro é a sua alta rentabilidade quando comparada com culturas tradicionais como soja e milho, porém o cultivo do morangueiro é exigente em mão de obra, sendo praticada no Estado do Paraná, sobretudo em pequenas propriedades rurais (RONQUE, 2010). Deste modo, no Brasil, o morangueiro assume importante papel sócio econômico nas regiões Sul e Sudeste, uma vez que se mostra como uma alternativa de fonte de renda para pequenos agricultores que utilizam mão de obra familiar (MANGNABOSCO, 2010).

Existem mais de 1.000 variedades de morangueiro a nível mundial, sendo que seu melhoramento genético é focado principalmente em características de precocidade, produtividade, tamanho de frutos e facilidade para colheita. Resistência a pragas e doenças são características geralmente pouco trabalhadas em melhoramento genético de morangueiro (PALHA, 2005).

### 2.2 AFÍDEOS DO MORANGUEIRO

Os afídeos são insetos sugadores que atacam principalmente brotações e folhas novas das plantas (SCHUBER, 2007). Apresentam dois tipos morfológicos distintos:

formas ápteras e formas aladas. São reconhecidos pelos apêndices abdominais denominados sifúnculos (VALÉRIO; CECÍLIO, 2005). Alimentam-se de seiva floemática, inserindo o estilete através dos tecidos da folha, perfurando a parede dos elementos crivados do floema. A alta pressão de turgor gerada força a ingestão do conteúdo celular através do canal alimentar do inseto (DUNFOR, 2006). O floema é rico em carboidratos, porém pobre em aminoácidos, que são essenciais para o desenvolvimento de afídeos. Estes ingerem uma grande quantidade de seiva a fim de obter o teor adequado de aminoácidos (LAZZARI; ZONTA-DE-CARVALHO, 2009). O excesso de carboidratos é eliminado por estes insetos na forma de uma excreção denominada ‘honeydew’. Algumas espécies de afídeos apresentam protocooperação com formigas que se alimentam deste excesso de açúcares excretados (VALÉRIO; CECÍLIO, 2005).

As principais espécies de afídeos-praga do morangueiro são *Chaetosiphon fragaefolii* (CÉDOLA; GRECO, 2010; ARAÚJO, 2012; BERNARDI *et al.*, 2013), *Aphis forbesi* (ARAÚJO, 2012; BERNARDI *et al.*, 2013), e *Aphis gossypii* (RONDON; CANTLIFFE, 2004; TORRES, 2006; VALÉRIO *et al.*, 2007; ARAÚJO, 2012).

Afídeos são relatados como vetores de viroses, que levam ao enfraquecimento e eventual morte da planta (BORTOLOZZO *et al.*, 2007; VALÉRIO; CECÍLIO, 2005). Os principais vírus que afetam a cultura do morangueiro são “vírus da faixa da nervuras do morangueiro” (*Strawberry vein banding vírus*, SVBV), “vírus da clorose marginal do morangueiro” (*Strawberry mild yellow edge vírus*, SMYEV), “vírus do encrespamento do morangueiro” (*Strawberry crinkle vírus*, SCV) e o “vírus do mosqueado do morangueiro” (*Strawberry mottle vírus*, SMoV). A dispersão dos vírus entre plantas é realizada pelos pulgões de forma persistente (vírus SCV) e semi-persistente (SVBV, SMYEV e SMoV) (NICKEL, 2005; FRAZIER; MELLOR, 1970).

Silva (2007) relatou a presença de infecções virais nas cultivares Camarosa, Oso Grande, Dover, Tudla, Aromas, Verão, Burkley, Diamante e Serrana em diversas regiões do estado do Rio Grande do Sul, com destaque para os vírus do ‘encrespamento’ (SCV), ‘clorose marginal’ SMYEV) e ‘mosqueado’ (SMoV). Desse modo, demonstrou-se a presença de vírus em mudas utilizadas em plantio comercial de morangueiro no Brasil.

O pulgão-verde do morangueiro, *C. fragaefolii*, espécie monófaga predominante em diversas regiões onde o morangueiro é cultivado, como Estados Unidos, Portugal, Argentina e Brasil (RONDON; CANTLIFFE, 2004; VALÉRIO; CECÍLIO, 2005;

CÉDOLA; GRECO, 2010; ARAÚJO, 2012; BERNARDI *et al.*, 2013), é relatado como o principal vetor de vírus no morangueiro. Ele é responsável pela transmissão do vírus do mosqueado, vírus do encrespamento, vírus da clorose marginal e vírus da faixa das nervuras (NICKEL, 2005; SILVA, 2007; BERNARDI, 2011). Apresenta preferência alimentar por folhas ou pecíolos novos, localizando-se próximo da coroa ou junto à nervura principal (BERNARDI, 2011; ARAÚJO, 2012). *C. fragaefolii* apresenta quatro instares ninfais, com duração variável conforme a cultivar de morangueiro utilizada para a alimentação, variando de nove a onze dias na temperatura de 25°C (BERNARDI, 2011). A reprodução ocorre de forma partenogenética telítica e as fêmeas apresentam um período reprodutivo de aproximadamente dezessete dias. O ciclo biológico é de quatorze a dezenove dias, sendo que a duração do período reprodutivo e a fecundidade variam em função da cultivar da qual o inseto se alimenta (BERNARDI, 2011).

*Aphis forbesi* Weed é uma espécie nativa da América do Norte, tendo o morangueiro como único hospedeiro. Forma colônias em brotos e na base de pecíolos, podendo colonizar também as raízes. Atualmente é encontrada também na Europa, Ásia e América do Sul (BLACKMAN; EASTOP 2006). No Brasil, esta espécie foi relatada em São Paulo (PASSOS *et al.*, 2000) no Paraná (BERNARDI *et al.*, 2013; ARAUJO *et al.*, 2010) e no Rio Grande do Sul (BERNARDI *et al.*, 2013), estando associada às formigas *Camponotus* sp., que protegem as colônias por montículos de terra (LOPES 2005; BERNARDI, 2011).

O afídeo *Aphis gossypii* é uma espécie altamente polífaga (BLACKMAN; EASTOP, 2006). É relatado como praga em morangueiro principalmente em cultivo protegido em Portugal (VALÉRIO; CECÍLIO, 2005), Estados Unidos (RONDON *et al.*, 2005; ISAACS; WOODFORD, 2007), Brasil (BERNARDI *et al.* 2013), sendo vetor do *Strawberry mottle virus* e *Strawberry pseudo mild yellow edge virus* (ISAACS; WOODFORD 2007).

### 2.2.1 Monitoramento de afídeos

O componente mais importante de qualquer sistema de manejo integrado de pragas é o monitoramento sistemático de pragas e de inimigos naturais, onde se determinam os níveis populacionais e/ou injúrias (CARVALHO, 2011). Armadilhas cromotrópicas amarelas do tipo Möericke são tradicionalmente empregadas no monitoramento de afídeos (ILHARCO, 1992; SCHUBER, 2007). Araújo (2012)

observou que o método de batida de plantas foi mais eficiente para coleta e monitoramento de *C. fragaefolii* que o uso de armadilhas do tipo Möericke. Botton *et al.* (2010) sugerem que o monitoramento de *C. fragaefolii* deve ser realizado observando-se a parte inferior das folhas e indiretamente, a presença de formigas que se associam às colônias de pulgões. Ainda segundo Botton *et al.* (2010), medidas de controle devem ser adotadas quando for observado 5% de plantas infestadas numa amostragem de 20 plantas por ha.

### 2.2.2 Inimigos naturais

Himenópteros parasitoides, coccinelídeos predadores (joaninhas) e fungos entomopatogênicos podem ser usados no controle biológico de afídeos (VALÉRIO; CECÍLIO 2005). *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera: Aphidinae) foi recentemente registrado parasitando *A. forbesi* em morangueiro na região metropolitana de Curitiba, PR, Brasil (ARAÚJO *et al.*, 2013). *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 (Coleoptera: Coccinellidae), *Eriopsis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) (BENATTO *et al.*, 2012) e *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777) (Coleoptera: Coccinellidae) (KIANPOUR *et al.*, 2010) destacam-se entre os coccinelídeos predadores de afídeos.

## 2.3 TABELAS DE ESPERANÇA DE VIDA E TABELAS DE VIDA DE FERTILIDADE

Tabelas de vida auxiliam na compreensão da dinâmica populacional de uma espécie e também na avaliação do impacto que os inimigos naturais podem ter sobre a população de uma determinada praga (VAN LENTEREN; WOETS, 1988; BELLOWS-JUNIOR *et al.*, 1992). O principal dado que se obtém em uma tabela de vida de fertilidade é a taxa intrínseca de aumento ( $r_m$ ) (PEDIGO; ZEISS, 1996), como também este é o principal parâmetro relacionado ao controle biológico de pragas. Quanto maior o valor de ( $r_m$ ), mais bem sucedida será a espécie em um determinado ambiente; permite a comparação do potencial de crescimento das espécies, facilitando assim a avaliação do potencial de um parasitoide como agente de controle biológico (COATS, 1976).

Através das tabelas de esperança de vida são obtidas informações sobre taxa de mortalidade, sobrevivência e esperança de vida de uma espécie (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). Estudos desta natureza são de grande importância para a compreensão da dinâmica populacional destes insetos (SOUTHWOOD, 1978). Estudos sobre tabelas de

esperança de vida e de fertilidade envolvendo afídeos têm sido desenvolvidos por diversos autores (BASTOS *et al.*, 1996; RICCI *et al.*, 2000; VASICEK *et al.*, 2001), estando os afídeos mantidos sob temperatura constante (CIVIDANES; SOUZA, 2003) ou variável (GODOY; CIVIDANES, 2002; AUAD; MORAES, 2003).

## 2.4 RESISTÊNCIA DE PLANTAS A INSETOS

Uma planta é dita resistente a insetos quando, por suas características genéticas, sofre menor dano que outras plantas, em igualdade de condições. Desse modo, assume-se que a resistência é hereditária, pois depende de características genéticas e, relativa, uma vez que implica na comparação entre plantas (LARA, 1991). Segundo Lara (1991), há três tipos de resistência: tolerância, antibiose e antixenose. A antixenose, ou não preferência, ocorre quando uma planta é menos utilizada por um inseto para alimentação, oviposição ou abrigo. A antibiose ocorre quando um inseto se alimenta de uma planta que exerce efeito negativo sobre seus parâmetros biológicos (LARA, 1991). A antixenose induz a uma alteração no comportamento do inseto, retardando a aceitação da planta como hospedeira ou mesmo rejeitando-a. Em um caso de forte antixenose, o jejum prolongado do inseto pode causar redução da capacidade inata em aumentar em número ( $r_m$ ), que expressa a máxima razão de aumento de uma população. A antibiose também pode reduzir o  $r_m$  (Le ROUX *et al.*, 2010).

O termo tolerância refere-se a uma planta que sofre um menor dano em relação a outras, sob um mesmo nível de infestação de um inseto.

Apêndices foliares, como tricomas, são considerados mecanismos de defesa de plantas contra insetos herbívoros (VALVERDE *et al.*, 2001), tanto pela liberação de compostos fenólicos ou metabólitos secundários quanto por criar uma barreira física para locomoção e alimentação destes insetos (TIAN *et al.*, 2012). Podem ser divididos em dois grupos: glandulares e não glandulares. Tricomas não glandulares atuam geralmente como barreira física para a movimentação e alimentação de insetos (CARDOSO, 2008; KENNEDY, 2003). Tricomas glandulares podem estocar substâncias tóxicas para os insetos, como monoterpenos e sesquiterpenos, tendo uma ação química sobre estes (CHOI *et al.*, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2013).

### 2.4.1 Resistência de plantas e afídeos

O uso de variedades resistentes ao inseto vetor, ou ao vírus propriamente dito, merece destaque como método de controle cultural de viroses em plantas cultivadas (SALAS *et al.*, 2010). Os métodos de avaliação de resistência de cultivares mostram-se limitados, uma vez que analisam, em sua maioria, características da morfologia externa da folha/ou planta, sem investigar os fatores de resistência que podem estar associados à estrutura interna, como o feixe vascular (SALAS *et al.*, 2010).

Embora a resistência a insetos praga seja uma característica pouco explorada em programas de melhoramento genético de morangueiro (PALHA, 2005), ‘Camarosa’ é citada como tolerante a viroses transmitidas por afídeos, no Estado da Califórnia (DAUBENY, 1994).

## 2.5 TÉCNICA DE MONITORAMENTO ELETRÔNICO (EPG)

A técnica de monitoramento eletrônico da alimentação de insetos foi proposto para estudar o comportamento alimentar de afídeos através de mudanças de voltagem de corrente alternada em um circuito elétrico fechado, onde são incluídos um inseto e uma planta (Sistema AC) (MCLEAN; KINSEY, 1964).

O Sistema AC sofreu algumas modificações, sendo que a contribuição mais relevante foi feita por Tjallingii (1978; 1985; 1988), que mudou o sistema para corrente contínua (Sistema DC) e nomeou a técnica de *EPG* (*Electrical Penetration Graph*). A técnica de *EPG* é um sistema de voltagem no qual estão conectados um inseto sugador e uma planta. Quando o inseto insere o estilete na planta, um circuito elétrico é fechado, uma corrente é gerada e passa por um aparelho amplificador de sinais conectado a um computador, onde o registro é apresentado na forma de ondas semelhantes a um eletrocardiograma. Cada padrão de onda representa uma fase (atividade) da alimentação do inseto (TJALLINGII, 1978; TJALLINGII, 1990).

O início da seleção de alimento por um afídeo ocorre após o inseto pousar na planta, e continua com a inserção dos estiletes no tecido vegetal, atravessando a epiderme e movendo-os entre as células parenquimáticas até encontrar os vasos de floema (LAZZARI; ZONTA-DE-CARVALHO, 2009). Este processo pode ser registrado pela técnica de monitoramento eletrônico, *EPG* (TJALLING, 1985). Esta técnica permite estudar com precisão o comportamento alimentar dos afídeos, pois fornece informações detalhadas sobre a trajetória dos estiletes durante a penetração nos tecidos das plantas e sobre a fase da alimentação do inseto (PENTEADO, 2007). Para

estudos com afídeos, os padrões de cada onda foram descritos por Tjallingii (1978; 1988; 1990) de acordo com amplitude, frequência, picos e vales.

De acordo com Tjallingii (1978; 1988), os diferentes padrões de ondas obtidos com os registros realizados pela técnica de EPG foram caracterizados como a seguir:

Np - não penetração (parados ou andando na planta);

A, B e C - caminhar do estilete, extracelularmente;

Pd - queda de potencial (potential drop), breves inserções do estilete dentro de uma célula durante a fase de caminhar;

R-pd - repetitivas quedas de potencial;

E1 - injeção de saliva aquosa dentro do floema (preparando-se para a ingestão);

E2 - ingestão passiva da seiva do floema;

E>10 min - tempo necessário para a ingestão sustentada no floema;

G - ingestão de seiva do xilema;

F - dificuldades encontradas pelo estilete durante a penetração.

O estudo do comportamento alimentar de insetos sugadores por meio do monitoramento eletrônico tem sido amplamente utilizado com objetivo de localizar fatores de resistência da planta ao ataque de insetos-praga (ALVAREZ *et al.*, 2006; SALAS *et al.*, 2010; LIANG *et al.*, 2012) e em estudos de sobre a relação entre o comportamento alimentar dos afídeos e os mecanismos de transmissão de vírus (MIRANDA *et al.*, 2009; SALAS *et al.*, 2010).

## Capítulo I: DINÂMICA POPULACIONAL DE AFÍDEOS EM SEIS CULTIVARES DE MORANGUEIRO ORGÂNICO

### RESUMO

O conhecimento da flutuação populacional de uma praga é requisito indispensável para o estabelecimento de um manejo eficiente e racional durante o cultivo do morangueiro. O presente trabalho objetivou registrar a flutuação populacional de afídeos no morangueiro, relacionar sua ocorrência com fatores climáticos e população de inimigos naturais. Os monitoramentos quinzenais foram realizados de outubro de 2012 a julho de 2013, em Pinhais, Paraná, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis cultivares (Albion, Camarosa, Camino Real, Cristal, Sabrosa e San Andreas) e quatro repetições. Para coleta de afídeos, foram utilizados dois métodos de amostragem (armadilhas do tipo Möericke e batida de plantas com auxílio de bandeja plástica). Durante o período de monitoramento foram coletados 1.405 afídeos. *Chaetosiphon fragaefolii* foi a espécie de maior ocorrência. *Aphis gossypii* e *Aphis forbesi* foram as outras espécies presentes na área. Os maiores picos populacionais de afídeos ocorreram nos meses de junho e julho de 2013, para *A. forbesi* e *C. fragaefolii*. Os fatores climáticos afetaram a população de afídeos, sendo que a temperatura apresentou uma correlação negativa com *C. fragaefolii* e *A. forbesi*. Já *A. gossypii* apresentou correlação positiva com a temperatura. Foi observada correlação positiva entre a ocorrência de afídeos e inimigos naturais. Os fatores climáticos afetaram significativamente a dinâmica populacional de afídeos. Não foi observada diferença significativa entre as cultivares avaliadas com relação à ocorrência de afídeos.

Palavras-chave: *Fragaria X ananassa*, inimigos naturais, *Chaetosiphon fragaefolii*, *Aphis forbesi*, *Aphis gossypii*, Aphididae.

## ABSTRACT

Knowledge of the population dynamics of the pest is essential to the establishment of an efficient and rational management in strawberry crops. The present study aimed to register the population dynamics of aphids on strawberry plants, correlating their occurrence with weather conditions and natural enemy population. During the period from October 2012 to July 2013, fortnightly monitoring were conducted in an experimental field of strawberry in Pinhais, Paraná. The experimental design was completely randomized with six cultivars (Albion, Camarosa, Camino Real, Crystal Sabrosa and San Andreas) and four replicates. We used a completely randomised trial design with 2 sampling methods (Möericke-like trap method and the tapping method). During the monitoring period we collected 1.405 aphids. *Chaetosiphon fragaefolii* was the most frequent specie. *Aphis gossypii* and *Aphis forbesi* were the other species present in the area. The highest population peaks of aphids occurred in June and July 2013 for *A. forbesi* e *C. fragaefolii*. Climatic factors affected the aphid population, and the temperature showed a negative correlation with *C. fragaefolii* and *A. forbesi*. *A. gossypii* showed a positive correlation with temperature. Positive correlation between the occurrence of aphids and natural enemies was observed. Climatic factors significantly affected the population dynamics of aphids. No significant difference was observed among cultivars with regard to the occurrence of aphids.

Keywords: *Fragaria X ananassa*, natural enemies, *Chaetosiphon fragaefolii*, *Aphis forbesi*, *Aphis gossypii*, Aphididae.

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duchesne) é uma importante atividade econômica para pequenos e médios produtores, principalmente no Sul e Sudeste do Brasil (FERLA *et al.*, 2007). O uso de produtos químicos para o controle de pragas e doenças é frequente (FADINI *et al.*, 2004), a fim de satisfazer as necessidades do mercado por frutos de aparência perfeita.

Entre as pragas-chave associadas ao cultivo do morangueiro estão os afídeos (BERNARDI *et al.* 2013, ARAÚJO 2012, BERNARDI 2011, ARAÚJO *et al.* 2010; BOTTON *et al.* 2010, CÉDOLA; GRECO 2010). As principais espécies são *Chaetosiphon fragaefolii* (BERNARDI *et al.* 2013, ARAÚJO 2012, CÉDOLA; GRECO 2010), *Aphis forbesi* (BERNARDI *et al.* 2013, ARAÚJO 2012, BERNARDI 2011), e *Aphis gossypii* (BERNARDI *et al.* 2013, ARAÚJO 2012, ARAÚJO *et al.* 2010, VALÉRIO *et al.* 2007, TORRES, 2006; RONDON; CANTLIFFE, 2004), todas relatadas no Estado do Paraná (ARAÚJO *et al.* 2010, ARAÚJO, 2012).

Os afídeos localizam-se na face abaxial das folhas mais novas podendo estar associados à presença de formigas doceiras (BERNARDI *et al.*, 2013). Os danos causados por afídeos podem ser diretos, devido à sucção da seiva da planta e indiretos, pela possível transmissão de viroses que levam ao enfraquecimento e eventual morte da planta (BORTOLOZZO *et al.*, 2007) e pela excreção de uma substância açucarada denominada 'honeydew' que favorece o aparecimento de um fungo saprófita causador da fumagina (*Capnodium* sp.) (VALÉRIO *et al.*, 2007).

Muitos são os fatores que afetam a dinâmica populacional de afídeos, desde fatores intrínsecos (fecundidade, taxa de mortalidade, taxa de migração) e fatores externos (clima, principalmente, temperatura e precipitação). Indivíduos que se reproduzem partenogeneticamente tem um período de desenvolvimento muito curto e um grande potencial de crescimento populacional. A planta hospedeira e a presença de inimigos naturais também influenciam a dinâmica populacional de afídeos, embora em menor intensidade que os fatores climáticos (KINDLMANN *et al.*, 2010). Predadores e parasitoides que ocorrem naturalmente em uma área são responsáveis pela mortalidade natural de pragas no ecossistema agrícola, tendo grande importância em programas de manejo de pragas (PARRA *et al.*, 2002).

O conhecimento da flutuação populacional de insetos de importância econômica e de seus inimigos naturais são requisitos indispensáveis para o estabelecimento de um controle eficiente e racional (RONCHI-TELES; SILVA, 2005). Neste sentido um

sistema de amostragem de insetos-praga é de crucial importância na implantação de programas de manejo, uma vez que será utilizado para determinação da intensidade do ataque da praga à cultura.

A seleção de técnicas adequadas para a coleta dos artrópodes-pragas e organismos benéficos constitui uma atividade essencial tanto para estudos básicos, como para a implantação de programas de manejo integrado. A simplicidade do método e a reprodutibilidade de resultados devem ser usadas como critérios na escolha da metodologia mais adequada (DEGRANDE *et al.*, 2003).

No Brasil, são poucos os estudos sobre flutuação populacional e interações entre pragas e inimigos naturais em morangueiro. Desta forma, o presente trabalho visou registrar a flutuação populacional de afídeos no morangueiro, bem como correlacionar a ocorrência destes com as médias mensais de temperatura, precipitação e população de inimigos naturais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Área Experimental de Olericultura Orgânica da UFPR, localizada no município de Pinhais, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná (25° 25' Latitude Sul e 49°08' Longitude Oeste, com altitude de 920 metros), durante o período de outubro de 2012 a julho de 2013. O clima segundo a classificação Köppen é temperado, do tipo Cfb, precipitação anual entre 1.400 e 1.800 mm, com chuvas bem distribuídas. O solo é classificado como latossolo vermelho amarelo, de textura média com relevo suave ondulado.

A análise do solo na área experimental apresentou os seguintes valores médios na camada de 0-20 cm: pH (CaCl<sub>2</sub>)= 6,30; pH SMP= 6,60; Al<sup>3+</sup>= 0; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>= 3,20 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>= 13,0 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>= 6,50 cmolc dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>= 0,87 cmolc dm<sup>-3</sup>; P= 73,20 mg dm<sup>-3</sup>; C= 39,7 g dm<sup>-3</sup>; V%= 86 e CTC= 23,57 cmolc dm<sup>-3</sup>. O preparo do solo ocorreu previamente, com a utilização de roto-encanteirador e a fertilização foi realizada com cinco t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico contendo os seguintes valores médios

de nutrientes: N= 14,4 g kg<sup>-1</sup>; P Mehlich= 10,6 g kg<sup>-1</sup>; K= 11,3 g kg<sup>-1</sup>; Ca= 31,7 g kg<sup>-1</sup>; Mg= 6,8 g kg<sup>-1</sup>; C= 384 g kg<sup>-1</sup>; pH= 7,1; C/N= 27,6.

As mudas de morango de origem chilena foram plantadas em julho de 2012. As plantas foram conduzidas sob cultivo protegido, utilizando estrutura do tipo túnel baixo, composto por arcos de polietileno. As dimensões do canteiro foram de 1,20 m por 40 m. As plantas foram distribuídas em três fileiras, com espaçamento alternado, sendo 30 cm entre plantas, em linhas, e 40 cm na diagonal. O sistema de irrigação foi localizado, utilizando tubos gotejadores. O solo foi coberto com plástico preto ‘mulch’ de 50 micras. Durante o cultivo não foi utilizado o controle químico para redução da população de pragas doenças.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, realizado em 24 parcelas, com seis cultivares (Albion, Camarosa, Camino Real, Cristal, Sabrosa e San Andreas) e quatro repetições, nas quais foram feitos dois métodos de amostragem. Cada parcela possuía 18 plantas.

## 2.2 DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados meteorológicos foram obtidos no Instituto Tecnológico SIMEPAR, a partir de informações da Estação Meteorológica de Pinhais, PR. Para fins de análise, foram utilizadas médias de temperatura e os totais pluviométricos e de umidade relativa do ar referente à semana anterior a cada coleta.

## 2.3 MÉTODOS DE COLETA

O monitoramento para avaliação da densidade populacional de afídeos foram realizados quinzenalmente com o uso de armadilhas cromotrópicas amarelas modificadas do tipo Möericke (AMARO; BAGGIOLINI 1982) e pelo método de batida de plantas conforme proposto por Van Driesche (1998). As armadilhas cromotrópicas amarelas foram posicionadas horizontalmente entre as folhagens do morangueiro, no centro das parcelas, na mesma altura das plantas e transversal ao sentido do canteiro. As armadilhas foram preenchidas com solução de água e detergente em uma proporção de 1: 200. Após uma semana, o conteúdo da armadilha foi recolhido com uma peneira de 0,2 mm e transferido para recipientes plásticos com tampa e a solução da armadilha substituída por uma nova. O método de batida de planta foi executado através de três batidas rápidas na parte aérea da planta, fazendo com que os espécimes fossem capturados em uma bandeja plástica branca posicionada logo abaixo da planta. A batida

foi realizada aleatoriamente em quatro plantas de cada cultivar, por parcela, quinzenalmente. Com auxílio de um pequeno pincel, os espécimes foram transferidos, imediatamente após cada batida, para um recipiente plástico identificado com solução álcool 70% para sua preservação temporária. Após a coleta, o material era transportado para laboratório para a realização de triagens.

## 2.4 IDENTIFICAÇÃO

As triagens dos materiais coletados na área experimental foram realizadas no laboratório de Entomologia Prof. Ângelo Moreira da Costa Lima, no Departamento de Patologia Básica, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

Inicialmente, os espécimes de afídeos foram separados de acordo com suas características morfológicas externas em três grupos distintos, com auxílio de microscópio estereoscópio (aumento de 32 vezes). As morfo-espécies de afídeos encontradas foram identificadas com auxílio das chaves de identificação propostas por Martin (1983), Blackman e Eastop (1984), Costa *et al.* (1993), Footitt e Richards (1993) e Gualtieri e McLeod (1994).

## 2.5 ANÁLISE DE DADOS

As análises de variância para a ocorrência de afídeos nas diferentes cultivares e ao longo do período de monitoramento foram realizadas dentro do enfoque dos GML (Modelos Lineares Generalizados). Porém, como foi observada superdispersão nessa estrutura de dados e a distribuição de Poisson foi substituída pela Binomial Negativa (DOBSON, 2001).

Ao considerar os pressupostos de variabilidade, normalidade, bem como o nível de mensuração das variáveis e as características dos dados, para as análises de correlação, o método mais adequado foi o Teste de Correlação de Kendall's ao nível de 95% de confiabilidade (SIEGEL 1969, HOLLANDER; WOLFE 1999). Foi realizada a análise de correlação entre a ocorrência de afídeos e fatores climáticos, considerando valores médios semanais (semana anterior a cada data de coleta) de temperatura (média, máxima e mínima), precipitação e umidade relativa do ar. Também foi realizada análise entre a ocorrência de afídeos e inimigos naturais presentes na área.

Todas as análises foram feitas utilizando o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de outubro de 2012 a julho de 2013, considerando a somatória dos dois métodos de coleta, foram coletados 1.405 espécimes de afídeos das seguintes espécies: *Aphis forbesi*, *Aphis gossypii* e *Chaetosiphon fragaefolii*, correspondendo respectivamente a 9,0%, 6,1% e 84,9% dos exemplares coletados no período. O pico populacional de afídeos ocorreu nos meses de junho e julho, onde foram coletados 1.035 afídeos.

Os maiores picos populacionais de *C. fragaefolii* ocorreram nos meses de junho e julho de 2013 (Figura 1) ( $p < 0,05$ ), de *A. gossypii* em dezembro de 2012 e de *A. forbesi* em outubro de 2012 e junho e julho de 2013 ( $p < 0,05$ ) ( $p < 0,05$ ) (Figuras 2 e 3, respectivamente).

Os fatores climáticos afetaram significativamente a densidade populacional dos afídeos. A população de afídeos foi significativamente afetada pela variação de temperatura ao longo do período. Para todas as espécies, foi possível observar, por meio do Teste de Correlação de Kendall's ao nível de 95% de confiabilidade, uma correlação significativa ( $p < 0,05$ ) entre a ocorrência dos insetos e variáveis climáticas (Tabela 1). Os picos populacionais registrados para afídeos neste estudo têm correlação altamente significativa com as variações de temperatura média ao longo do período avaliado, representados pela correlação altamente significativa ( $p < 0,05$ ). *A. forbesi* e *C. fragaefolii* apresentaram correlação negativa com a temperatura média e *A. gossypii* apresentou correlação positiva (Tabela 1). Ou seja, períodos de temperatura elevada causam redução das populações de *A. forbesi* e *C. fragaefolii* no campo, mas levam a um aumento da população de *A. gossypii*. Nos meses de temperatura mais amena, entre 13° C a 19° C, em junho e julho, ocorreu o pico populacional de *C. fragaefolii* e *A. forbesi*. Cédola e Greco (2010) na Argentina, também relataram a presença predominante de *C. fragaefolli*, com picos populacionais na primavera e outono, meses de temperatura amena.

O período de maior ocorrência de *A. gossypii* foi observado em dezembro, mês no qual foi registrada a maior média de temperatura 22,5° C, fato que está relacionado a um comportamento típico desta espécie. Soglia *et al.* (2002) relatam que os parâmetros reprodutivos de *A. gossypii* são significativamente afetados pela variação de temperatura, sendo que a temperatura ótima para reprodução destes afídeos, que proporcionou a maior taxa de fecundidade, foi em torno de 25° C. Segundo Deguine *et*

al. (2007) a faixa de temperatura ótima para *A. gossypii* é em torno de 26° C a 28° C, quando a espécie pode produzir até 50 gerações em um ano. Segundo Eastop (1977), a temperatura afeta não apenas o comportamento individual dos afídeos, mas condiciona o tamanho e a migração das populações de pulgões.

Apenas *C. fragaefolii* apresentou correlação significativa e positiva com a umidade relativa. Todas as três espécies apresentaram correlação significativa com a precipitação, sendo que *C. fragaefolii* e *A. forbesi* apresentaram correlação negativa e *A. gossypii* correlação positiva (Tabela 1).

Tabela 1. Relação entre fatores climáticos e ocorrência de três espécies de afídeos no morangueiro.

| Fator climático        | Espécie de afídeo               | Significância do Teste (p-valor) | Coef. Correlação (Tau) |
|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Temperatura média (°C) | <i>Aphis gossypii</i>           | 0,001                            | 0,09                   |
|                        | <i>Aphis forbesi</i>            | 0,003                            | -0,13                  |
|                        | <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> | 2,20E-16                         | -0,33                  |
| Umidade Relativa (%)   | <i>Aphis gossypii</i>           | 0,12                             |                        |
|                        | <i>Aphis forbesi</i>            | 0,23                             |                        |
|                        | <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> | 0,003                            | 0,08                   |
| Precipitação(mm)       | <i>Aphis gossypii</i>           | 0,0007                           | 0,1                    |
|                        | <i>Aphis forbesi</i>            | 0,96                             | -0,002                 |
|                        | <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> | 2,1 E-6                          | -0,62                  |

Durante o período de monitoramento foi possível observar um coeficiente de correlação diretamente proporcional e altamente significativo entre a ocorrência de afídeos e himenópteros parasitoides ( $p < 0,001$ ,  $\tau = 0,21$ ). Também foi observada correlação entre a ocorrência de afídeos e coccinelídeos ( $p = 0,01$ ,  $\tau = 0,08$ ) e entre afídeos e percevejos predadores da família Miridae ( $p < 0,001$ ,  $\tau = 0,23$ ) (Tabela 2).

O pico populacional de *C. fragaefolii* é melhor representado pelo método de batida de planta, que capturou um número cinco vezes maior de insetos que a armadilha do tipo Möericke no mesmo período (Figuras 4 e 5).

Segundo Leslie *et al.* (2009) a regulação da população de afídeos depende de uma interação entre os fatores climáticos e a quantidade de inimigos naturais, sendo esta uma relação que sofre grandes variações de um ano para o outro. De um modo geral, dentre os organismos benéficos se destacaram himenópteros parasitoides, que estiveram presentes durante todo o estudo a campo, da mesma forma como destacaram Valério e Cecílio (2005) e Kianpour *et al.* (2010). Coccinelídeos predadores (joaninhas) também foram relatados por Mendes *et al.* (2000), que observaram correlação positiva destes inimigos naturais com pulgões na cultura da alfafa. O percevejo *Hyaliodorcoris insignis*

(Hemiptera: Miridae) foi relatado como potencial predador de afídeos por Dobrovolski *et al.* (2013), sendo o presente estudo, o segundo relato da presença desta espécie em áreas de cultivo de morangueiro.

Também foi verificada correlação positiva entre a ocorrência de *C. fragaefolii* e *A. forbesi* e formigas doceiras dos gêneros *Camponotus* e *Solenopsis* (Tabela 3), conforme já foi relatado por Bernardi (2011) e Araújo (2012).

Nenhuma das três espécies de afídeos apresentou preferência de colonização por alguma das seis cultivares presentes na área de experimental.

De um modo geral, grande parte das informações sobre afídeos do morangueiro referem-se a espécies encontradas em regiões de clima temperado, sendo poucos os estudos sobre as espécies que ocorrem no Brasil (BERNARDI *et al.*, 2013; ARAÚJO 2012). Os resultados obtidos neste trabalho contribuem para ampliar o conhecimento sobre as espécies de afídeos associadas ao morangueiro no Estado do Paraná e seus inimigos naturais.

Tabela 2. Relação entre a ocorrência de afídeos e inimigos naturais.

| Fator A              | Fator B                   | p-valor   | tau  |
|----------------------|---------------------------|-----------|------|
| Hemiptera: Aphididae | Hymenoptera: Braconidae   | 2,92 E-08 | 0,21 |
|                      | Coleoptera: Coccinellidae | 0,01      | 0,08 |
|                      | Hemiptera: Miridae        | 1,03 E-09 | 0,23 |

Tabela 3. Relação entre a ocorrência de afídeos e formigas doceiras.

| Fator A                         | Fator B                 | p-valor   | tau  |
|---------------------------------|-------------------------|-----------|------|
| <i>Aphis gossypii</i>           | Hymenoptera: Formicidae | 0,19      | 0,21 |
| <i>Aphis forbesi</i>            |                         | 2,91 E-07 |      |
| <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> |                         | 2,2 E-16  |      |

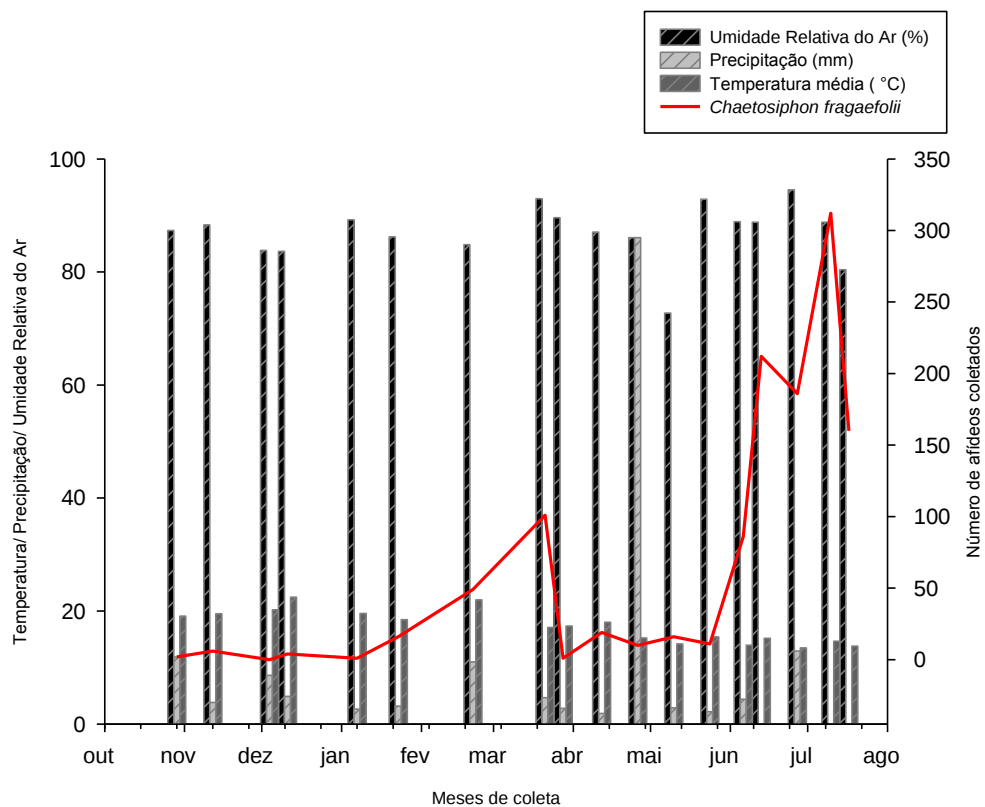


Figura 1. Dinâmica populacional de *Chaetosiphon fragaefolii* coletados em morangueiro no período de outubro de 2012 a julho de 2013 (somatória dos afídeos coletados em batida de planta e armadilha do tipo Möericke) e fatores climáticos registrados. Pinhais- PR.

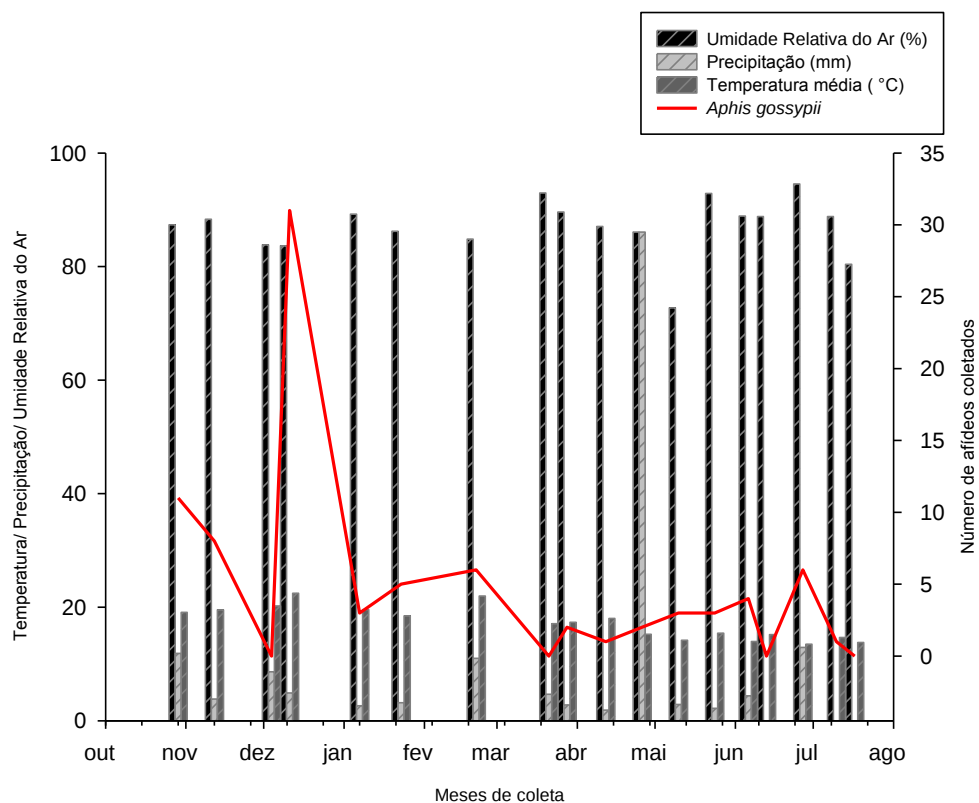


Figura 2. Dinâmica populacional de *Aphis gossypii* coletados em morangueiro no período de outubro de 2012 a julho de 2013 (somatória dos afídeos coletados em batida de planta e armadilha do tipo Möericke) e fatores climáticos registrados. Pinhais- PR.

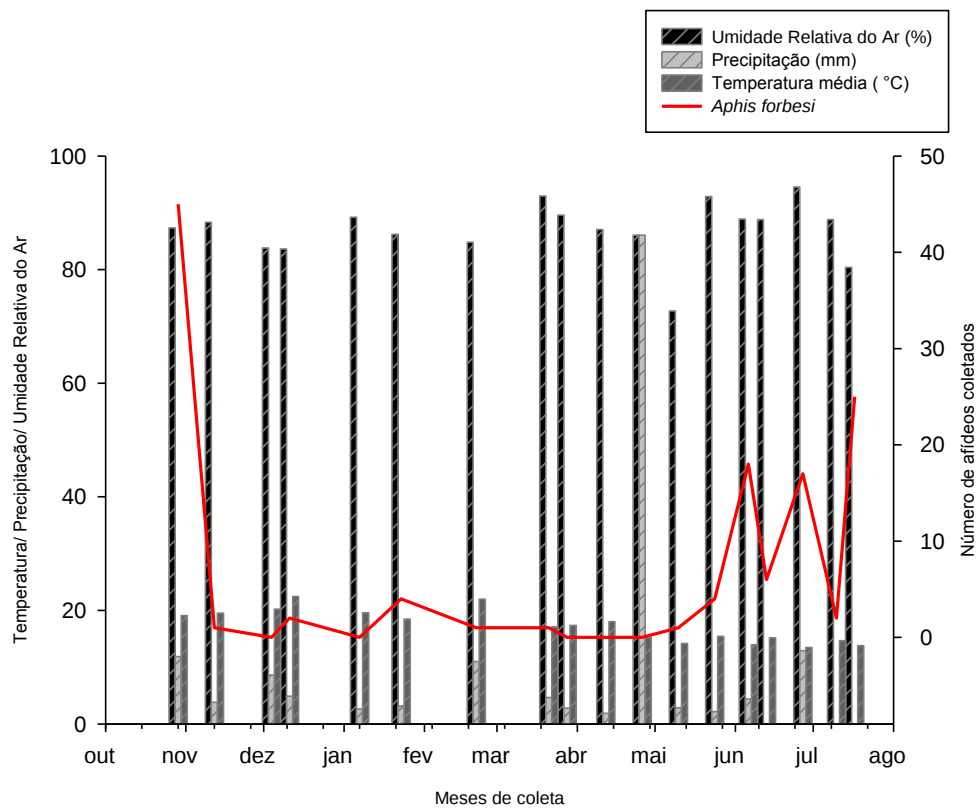


Figura 3. Dinâmica populacional de *Aphis forbesi* coletados em morangueiro no período de outubro de 2012 a julho de 2013 (somatória dos afídeos coletados em batida de planta e armadilha do tipo Möericke) e fatores climáticos registrados. Pinhais- PR.

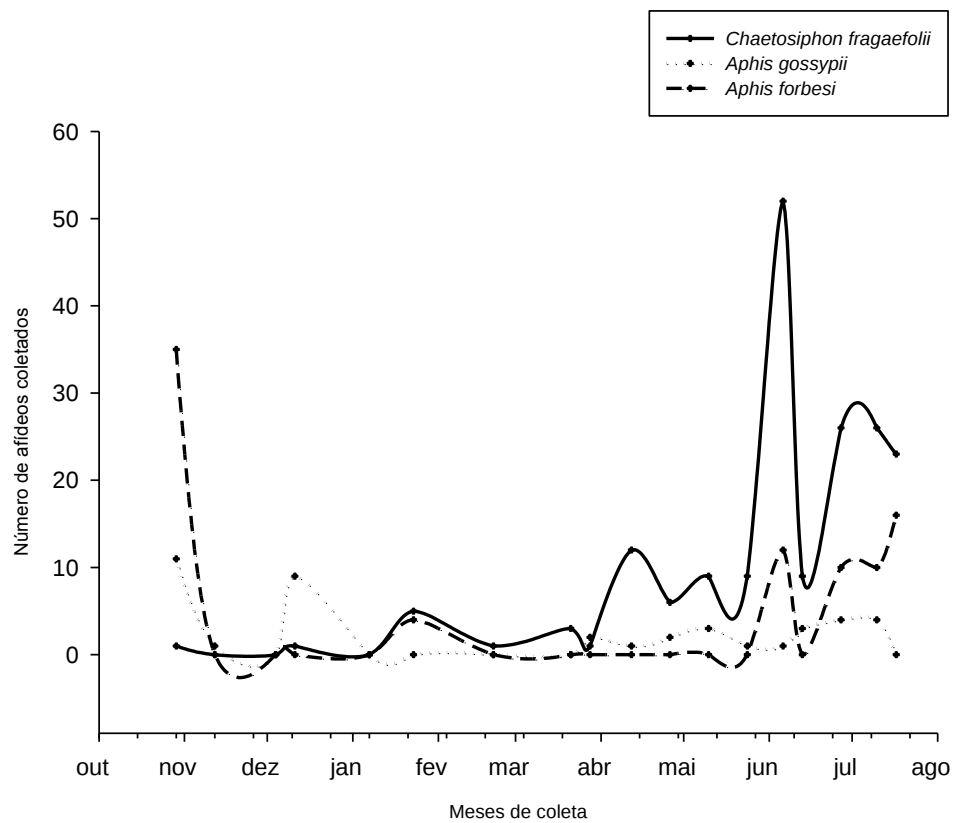


Figura 4. Dinâmica populacional de afídeos coletados em morangueiro em armadilha Möericke no período de outubro de 2012 a julho de 2013. Pinhais-PR.

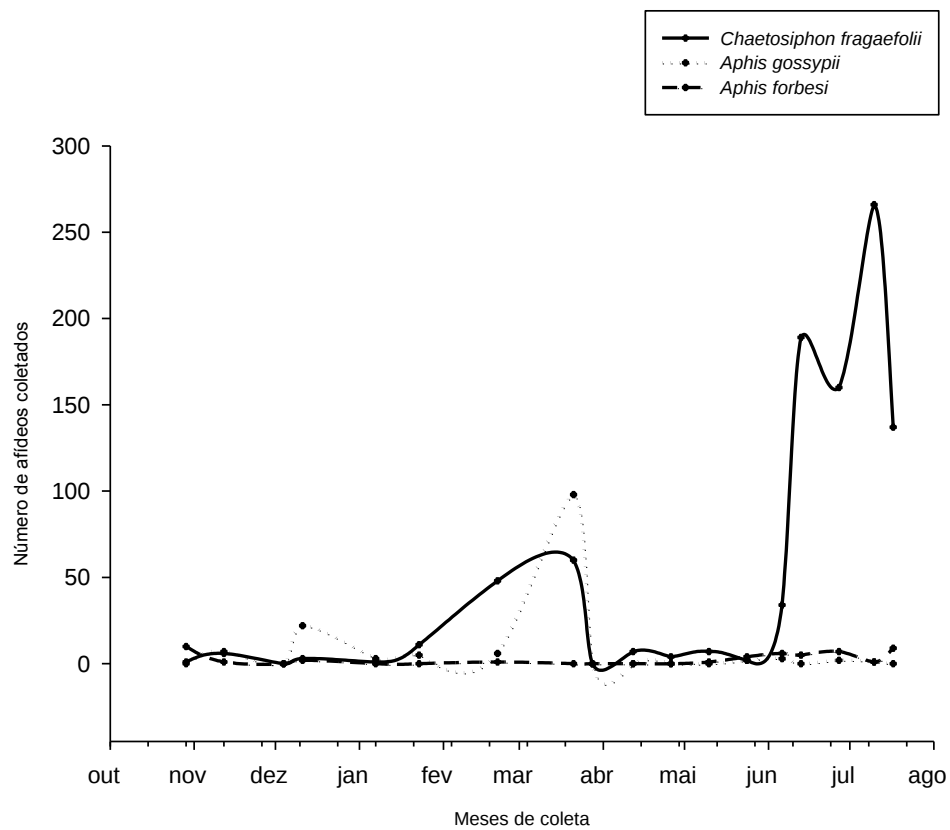


Figura 5. Dinâmica populacional de afídeos coletados em morangueiro pelo método de batida de planta no período de outubro de 2012 a julho de 2013. Pinhais- PR.

#### 4. CONCLUSÕES

*C. fragaefolii*, *A. gossypii* e *A. forbesi* são espécies de afídeos associadas ao cultivo orgânico do morangueiro em Pinhais-PR. *C. fragaefolii* foi a espécie predominante em morangueiro nas condições deste estudo. Fatores climáticos influenciaram significativamente a população de afídeos, principalmente temperatura, sendo que *C. fragaefolii* e *A. forbesi* apresentaram uma correlação negativa com as variações de temperatura, temperaturas elevadas causaram redução populacional, e *A. gossypii* apresentou correlação positiva, aumento populacional com o aumento da temperatura. Afídeos apresentaram correlação positiva com os seguintes inimigos naturais: himenópteros parasitoides, coccinelídeos predadores e percevejos predadores da família Miridae.

## REFERÊNCIAS

AMARO, P.; BAGGIOLINI, M. (Eds.) Introdução à protecção integrada. FAO/DGPPA, Lisboa, 1982. 276 p.

ARAÚJO, E.M. Afídeos associados à cultura do morangueiro na Região Metropolitana de Curitiba e biologia de *Aphis forbesi* Weed, 1889. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ARAÚJO, E. S.; BENATTO, A.; KUHN, T. M. A.; MOGOR A. F.; ZAWADNEAK, M.A.C. Afídeos Associados à cultura do morangueiro em sistema orgânico na região metropolitana de Curitiba. In: Simpósio Nacional do Morango, 5. Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul, 4. 2010. Resumo... Pelotas, RS. P.199-199. 2010.

BERNARDI, D. ; ARAUJO, E. S. ; ZAWADNEAK, M. A. C. ; BOTTON, M. ; MOGOR, A. F. ; GARCIA, M. S. Aphid Species and Population Dynamics Associated with Strawberry. Neotropical Entomology, v. 4, p. 1-18. 2013.

BERNARDI, D. Espécies de afídeos, biologia de *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell, 1901) (Hemiptera: Aphididae) e seu controle com azadiractina na cultura do morangueiro. 2011. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Programa de Pós-graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. Aphids on the World's Crops: an identification guide. New York: Wiley e Sons, 1984. 466p.

BORTOLOZZO A.R.; SANHUEZA R.M.V.; BOTTON M.; MELO G.W.B.; KOVALESKI A.; BERNARDI J.; HOFFMANN, A.; BOTTON, M.; FREIRE, J.M.; BRAGHINI L.C.; VARGAS L.; CALEGARIO F.F.; FERLA, N.J.; PINENT, S.J. Produção de morangos no sistema semihidropônico. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, (Circular Técnica), 24p. (2007) Disponível em:<<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/circular/cir062.pdf>>. Acesso em 15/03/2010.

BOTTON, M.; BERNARDI, D.; NAVA, D. E.; CUNHA, U. S.; GARCIA, M.S. Manejo de pragas na cultura do morangueiro. In: Simpósio nacional do morango, 5 e Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul, 4. 2010. Resumo... Pelotas, RS. p.23-29. 2010.

CÉDOLA, C.; GRECO, N. Presence of the aphid, *Chaetosiphon fragaefolii*, on strawberry in Argentina. Journal of Insect Science, v. 10, p.1-9. 2010.

COSTA, C.; EASTOP, V.F.; BLACKMAN, R.L. Brazilian Aphidoidea: I. Key to families, subfamilies and account of the Phylloxeridae. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.28, p. 1-19. 1993.

DEGUINE, J.P.; VAISSAYRE, M.; LECLANT, I, F. IPM Case Studies: Cotton. In: Aphids as Crop Pests, United Kingdom. 2007. p. 573-581.

DEGRANDE, P. E.; OLIVEIRA, M. A.; RIBEIRO, J. F.; BARROS, R.; NOGUEIRA, R. F.; RODRIGUES, A. L. L.; FERNANDES M. G. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas do algodoeiro. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.70, n.3, p.291-294, jul./set., 2003. Disponível em [http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/V70\\_3/degrande.PDF](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/V70_3/degrande.PDF). Acesso em 9 jun 2013.

DOBROVOLSKI, S.; BRENNER, E. A.; WISTUBA, N.; BISCHOFF, A. M.; BORBA, A. M.; ZAWADNEAK, M. A. C. Registro da ocorrência do predador *Hyaliodorcoris insignis* (Stal) (Heteroptera: Miridae) em morangueiro. In: 13º SICONBIOL, 2013, Bonito, MS. SIMPÓSIO CONTROLE BIOLÓGICO (SINCOBIOL). Bonito: Sociedade Entomológica do Brasil, 2013.

DOBSON, A. J. An Introduction to Generalized Linear Models. 2.ed. London: Chapman & Hall, 2001, 225p.

EASTOP, V. F. Worldwide importance of aphids as virus vectors, p.3- 62. In: HARRIS, K. F.; MARAMOROSCH, K. Aphis as virus vectors. New York: Academic Press, 1977. 559p.

FADINI, M.A.M.; PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaro em sistema de produção integrada de morango. Ciência Rural, v.34, p. 1271-1277. 2004.

FERLA, N.J.; MARCHETTI, M.M.; GONÇALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do RS. Biota Neotropica. v.7, n. 2. 2007.

FOOTIT, R.G.; RICHARDS, W. The genera of aphid of Canadá, Homoptera: Aphidoidea and Phylloxeroidea. Ottawa: Agriculture Canadá, 1993. 766p.

GUALTIERI, L. L.; MCLEOD, D. G. R. Atlas of aphids trapped in agricultural crops. Ottawa, Agriculture and Agri-Food Canadá, 1994.66p.

HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A. Nonparametric Statistical Methods. New York: Wiley, 1999.

KIANPOUR, R.; FATHIPOUR, Y.; KAMALI, K ; NASERI, B. Bionomics of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) and Its Predators *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) in Natural Conditions. Journal of Agricultural Science and Technology, v. 12, p. 1-11, 2010.

KINDLMANN, PAVEL; DIXON, A.F.G.; MICHAUD, J.P. (Eds.) Aphid Biodiversity under Environmental Change Patterns and Processes. Springer. 2010. 191 p.

LESLIE, T.W.; WERF, W.; BIANCHI, F. J. J. A.; HONĚK, A. Population dynamics of cereal aphids: influence of a shared predator and weather. Agricultural and Forest Entomology, v.11, p. 73-82. 2009.

MARTIN, J.H. The identification of common aphid pests of Tropical Agriculture. Tropical pest management, v.29, p. 395-411. 1983.

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

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S.(Eds) Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. Editora Manole, São Paulo. 2002. 609p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2011. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>

RONCHI-TELES, B.; SILVA, N. M. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha schiner* (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus, AM. Neotropical Entomology, Londrina, v. 4, n. 5, p. 733- 741, 2005.

RONDON, S.I.; CANTLIFFE, D.J. *Chaetosiphon fragaefolli* (Homoptera: Aphididae): a potencial new pest in florida? Florida entomology, v. 87, n.4, p 612-615. 2004.

SIEGEL,S. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. McGraw-Hill, New York. 1969.

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em Diferentes

temperatures e Cultivares Comerciais de Crisântemo. Neotropical Entomology, v.31, n.2, p. 211-216.2002.

TORRES, A. F. Tabela de vida de fertilidade de *Aphidius colemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera.:Aphididae). 2006, p.33. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VALÉRIO, E.; CECÍLIO, A. Afídeos. In: PALHA MG (coord.). Manual do morangueiro. Alhos Vedros: Belgráfica, Lda, Lisboa, 2005. p.35-42.

VALÉRIO, E.; CECÍLIO, A.; MEXIA, A. Population dynamics of aphids (Homoptera: Aphididae) and beneficial organisms on protected strawberry crops. Boletín Sanidad Vegetal Plagas, v. 33, p. 153-161. 2007.

VAN DRIESCHE, R.G.; HEINZ, K. M.; VAN LENTEREN, J.C.; LOOMANS, A.; WICK, R.; SMITH, T.; LOPES, P.; SANDERSON, J. P.; DAUGHTREY, M.; BROWNBRIDGE, M. Western flower thrips in greenhouses: a review of its biological control and other methods. Mass Extension Floral Facts, University of Massachusetts. 1998.

## **CAPÍTULO II. PARÂMETROS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL E COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *Chaetosiphon fragaefolii* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EM QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO**

### **RESUMO**

*Chaetosiphon fragaefolii* é a espécie de afídeo predominante e o principal vetor de vírus no morangueiro. O uso de variedades resistentes pode ser uma importante estratégia de controle de viroses transmitidas por afídeos. Neste contexto, estudos sobre a resistência de cultivares a afídeos podem ser realizados por meio do monitoramento eletrônico (EPG). O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de cultivares de morangueiro a *C. fragaefolii*, considerando antibiose e antixenose. Foram testadas quatro cultivares (Albion, Aromas, Camarosa e San Andreas). Para o experimento de biologia, foram utilizadas 30 repetições, a  $22 \pm 2^\circ \text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ; Fotofase: 12 horas. Para o experimento de monitoramento eletrônico utilizados 20 registros de 6 horas para cada cultivar. Para a análise estatística dos parâmetros de crescimento populacional foi utilizado o sistema computacional *Tabvida*. A maior viabilidade da fase ninfal foi observada em ‘San Andreas’ (87%) e a menor em ‘Camarosa’ (43%) (p-valor < 0,05). ‘Albion’ apresentou o maior valor de taxa líquida de reprodução ( $R_0 = 6,39 \pm 0,03$ ) e o menor tempo necessário para a população duplicar ( $TD = 5,61 \pm 0,01$ , apresentando assim, os melhores parâmetros reprodutivos para *C. fragaefolii* (p-valor < 0,05). Também apresentou o maior valor para a inata capacidade de aumentar em número ( $r_m = 0,12$ ). ‘Camarosa’ e ‘Aromas’ apresentaram os menores valores de taxa líquida de reprodução ( $R_0 = 2,65 \pm 0,17$  e  $R_0 = 2,70 \pm 0,11$ , respectivamente) e os maiores valores de tempo necessário para a população duplicar ( $TD = 10,89 \pm 0,72$  – ‘Camarosa’ e  $TD = 10,34 \pm 0,43$  – ‘Aromas’). Em ‘San Andreas’ foram observados os valores mais baixos de risco de morte (100qx), sendo iguais a zero durante quase todo o período ninfal (0,5 a 9,5 dias) enquanto em ‘Camarosa’ foram observados os valores mais altos de risco de morte durante o mesmo período. Em ‘San Andreas’ foi observada a maior longevidade dos insetos (34,5 dias). Observou-se que os insetos da cultivar ‘San Andreas’ apresentaram maior tempo de fase floemática, quando comparada com ‘Camarosa’. Em ‘San Andreas’, todos os insetos apresentaram fase floemática, diferindo de ‘Camarosa’, onde 65% dos insetos atingiram o floema. Em ‘Camarosa’ o tempo médio de duração da fase xilemática foi superior ao da fase floemática. Conclui-se que mecanismos de antibiose e de antixenose estão envolvidos no processo de resistência de ‘Camarosa’ a *C. fragaefolii*.

Palavras-chave: *Fragaria X ananassa* Duschene, pulgão-verde do morangueiro, tabela de vida de fertilidade, tabela de esperança de vida, monitoramento eletrônico

## ABSTRACT

*Chaetosiphon fragaefolli* is the main aphid specie and the main vector of viruses in strawberry. The use of resistant varieties can be an important strategy for controlling viruses transmitted by aphids. In this context, studies on cultivar resistance to aphids can be accomplished through electronic monitoring (EPG). The objective of this study was to evaluate the resistance of strawberry cultivars to *C. fragaefolli* considering antibiosis and antixenosis mechanisms. Four cultivars (Albion, Aromas, Camarosa and San Andreas) were tested. For the experiment of biology, were used 30 repetitions; temperature:  $22 \pm 2^{\circ} \text{C}$ ; relative humidity:  $70 \pm 10\%$ ; Photofase: 12 hours. For the experiment with electronic monitoring, 20 records were made with 6 hours each. For statistical analysis of the parameters of population growth, the computational system TabVida was used. The highest viability in the nymphal stage was observed in 'San Andreas' (87%) and the lowest in 'Camarosa' (43%). 'Albion' showed the highest value of net reproductive rate ( $R_0 = 6.39 \pm 0.03$ ) and lowest time required for doubling time ( $TD = 5.61 \pm 0.01$ ), thus presenting the best reproductive parameters for *C. fragaefolli*. Also showed the highest value for intrinsic rate of natural increase ( $r_m = 0.12$ ). Camarosa and 'Aromas' showed the lowest values of net reproductive rate ( $R_0 = 2.65 \pm 0.17$  and  $R_0 = 2.70 \pm 0.11$ , respectively) and the highest doubling time ( $DT = 10.89 \pm 0.72$  and  $10.34 \pm 0.43 = TD$ , respectively). In 'San Andreas' the lower values of risk of death ( $100q_x$ ) were observed, being almost null throughout the nymphal period (0.5 to 9.5 days) while in Camarosa the highest values of risk of death were observed during the same period. The highest longevity of insects was observed In 'San Andreas' (34.5 days). In relation to feeding behavior, in 'San Andreas' the insects spent more time feeding in phloematic phase than in 'Camarosa'. In 'San Andreas', all insects reviews showed phloem phase, differing from 'Camarosa', where 65% of the insects reached the phloem. In 'Camarosa' the average duration of xylem phase was higher than the phloem phase. We conclude that mechanisms of antibiosis and antixenosis are involved in the process of resistance 'Camarosa' *C. fragaefolli*.

Keywords: *Fragaria X ananassa* Duschene, green aphid strawberry, fertility life table, life expectancy table, electronic monitoring

## 1. INTRODUÇÃO

O pulgão-verde do morangueiro, *Chaetosiphon fragaefolli*, é o principal afídeo associado à cultura do morangueiro em diversos países, tais como Brasil, Estados Unidos, Canadá, Argentina, Grã-Bretanha, África do Sul, Nova Zelândia e Austrália (Rondon; Cantliffe, 2004; Cédola; Greco, 2010; Bernardi *et al.*, 2013).

Afídeos podem causar danos diretos, devido à sucção de seiva e morte de tecidos, e danos indiretos, por facilitarem o desenvolvimento de fungos do gênero *Capnodium* e principalmente, pela transmissão de vírus (Valério; Cecílio, 2005). *C. fragaefolli* é um importante inseto vetor de vírus em morangueiro; quanto aos de característica persistente os mais importantes são “vírus do encrespamento do morangueiro” (*Strawberry crinkle vírus*, SCV) (Frazie; Mellor, 1970) e pela forma semi-persistente de “vírus do mosqueado do morangueiro” (*Strawberry mottle vírus*, SMOV) (Blackman; Eastop, 1984), “vírus da clorose marginal do morangueiro” (*Strawberry mild yellow edge vírus*, SMYEV) (Blackman; Eastop, 1984) e “vírus da faixa da nervuras do morangueiro” (*Strawberry vein banding vírus*, SVBV) (Frazier, 1955; Mellor; Forbes, 1960).

Quando a população do pulgão-verde do morangueiro é elevada, causando danos diretos, os produtores realizam o controle, principalmente com a pulverização de inseticidas, com destaque para o tiametoxam, a lambda-cialotrina e malation, sendo o primeiro mais utilizado na cultura do morangueiro (Botton *et al.*, 2010).

O número limitado de produtos registrados para uso em morangueiro é um dos fatores que contribui para a elevada quantidade de resíduos de agrotóxicos em frutos que chegam ao consumidor final (Botton *et al.*, 2010). Outro problema associado ao uso destes inseticidas é seu efeito letal a ácaros predadores, principalmente *Neoseilus californicus*, fator que contribui para o aumento populacional do ácaro rajado, *Tetranychus urticae*, praga-chave do morangueiro (Bernardi *et al.*, 2011). Desta forma, estratégias de controle que preservem a fauna benéfica e ao mesmo tempo mantenham os frutos livres de resíduos químicos, devem ser priorizadas sempre que possível, tais como o controle biológico e uso de cultivares resistentes.

Salas *et al.* (2010) destacam o uso de variedades resistentes dentre os métodos de controle de afídeos em batata, quer seja visando danos diretos ou indiretos.

São três os mecanismos de resistência: antibiose, antixenose e tolerância. A resistência por antibiose ocorre quando o inseto se alimenta de uma planta que exerce efeito negativo em seu desenvolvimento. Os efeitos observados incluem aumento da

mortalidade das formas jovens e na transformação de fases imaturas em adulto além da redução da fecundidade dos indivíduos, destacando a antibiose como o principal fator de redução da população de pragas. A resistência por antixenose, ou não preferência, refere-se a uma reação comportamental do inseto em relação à planta, sendo a variedade resistente menos utilizada pelo inseto que outra para alimentação, oviposição ou abrigo, quando em igualdade de condições. Já a resistência do tipo tolerância expressa a capacidade da planta suportar o ataque do inseto sem sofrer queda significativa na qualidade ou quantidade de sua produção (Lara 1991).

Tricomas são apêndices foliares considerados mecanismos de defesa de plantas contra insetos herbívoros (Valverde *et al.*, 2001; Taiz & Zeiger, 2013), tanto pelos compostos químicos liberados quanto por criar uma barreira física para locomoção e alimentação destes insetos (Tian *et al.*, 2012).

Segundo Tjallingii *et al.* (1995), os períodos de permanência do estilete no floema da planta, por mais de 10 minutos caracterizam o aceite da planta como hospedeira pelo inseto. Dessa forma, a técnica de monitoramento eletrônico (*Electrical Penetration Graph* - EPG) permite avaliar a resistência ou suscetibilidade de cultivares a insetos sugadores, sendo uma importante ferramenta para auxiliar em estudos desta natureza (Liang *et al.*, 2012).

O início da reprodução dos afídeos indica a aceitação da planta como hospedeira, uma vez que estes podem até se alimentar em plantas com baixa qualidade nutricional, mas não se reproduzem (Minks & Harrewijn 1987). A capacidade reprodutiva de um afídeo é afetada por fatores diversos como a planta hospedeira, resistência de cultivares e variação na temperatura (Kocourek *et al.*, 1994). Dixon (1987) cita que a temperatura e a qualidade do hospedeiro apresentam grande influência no desenvolvimento, sobrevivência e reprodução dos afídeos.

As tabelas de vida de fertilidade auxiliam na compreensão do crescimento populacional de uma espécie (Van Lenteren & Woets 1988; Bellows-Junior *et al.*, 1992), sendo uma ferramenta de grande auxílio em um programa de manejo integrado de pragas, pois permite fazer previsões sobre futuros aumentos populacionais (Guldemon *et al.*, 1998). Tabelas de esperança de vida fornecem informações sobre taxa de mortalidade, sobrevivência e esperança de vida de uma espécie (Silveira Neto *et al.*, 1976).

De acordo com Pedigo & Zeiss (1996), o principal dado que se obtém em uma tabela de vida de fertilidade é a taxa intrínseca de aumento  $r_m$ . Krebs (1994) ressalta que

o  $r_m$  não é influenciado somente pela temperatura, mas também, conforme Wyatt & Brown (1977), pela intensidade luminosa e pela planta hospedeira.

De acordo com Traicevski & Ward (2002),  $r_m$  é uma medida relativa da qualidade do hospedeiro e Price (1984) acrescenta que  $r_m$  relaciona ( $R_o$ ), ou taxa líquida de reprodução e ( $T$ ), ou tempo de geração, traduzindo o potencial biótico da espécie. Quanto maior o valor de  $r_m$  mais bem sucedida será a espécie, em um determinado ambiente. Assim, se a natalidade for maior que a mortalidade,  $r_m$  é positivo e ocorre crescimento populacional; se a mortalidade for maior que a natalidade,  $r_m$  é negativo e a população está diminuindo e se  $r_m$  é igual a zero, a população está estável (Birch 1948).

O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento alimentar de *C. fragaefolii* e determinar os parâmetros biológicos e de crescimento populacional deste afídeo em quatro cultivares de morangueiro.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 MUDAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO

Foram utilizadas nos testes de laboratório mudas provenientes do Chile, das cultivares Albion, Aromas, Camarosa, Camino Real e San Andreas, cultivadas em vasos de plástico (25 cm de altura por 20 cm de diâmetro) e mantidas em estufa com tela anti-insetos do tipo antiafídeo (malha de 50 mesh). Os vasos foram preparados com terra preparada para jardinagem marca Riga Sniker e substrato plantmax® (1:1), sendo os vasos adubados a cada 30 dias com Forth Hortalças na dosagem de 100 g.m<sup>-2</sup>. Cada vaso continha uma planta. As folhas utilizadas no experimento foram uniformizadas por idade e tamanho igual, equivalendo à folhas recém expandidas com 2,5 cm de comprimento (ponta da folha até onde inicia o pecíolo) e idade de 10 dias.

### 2.2 ESTABELECIMENTO DAS COLÔNIAS DE *Chaetosiphon fragaefolii*

Colônias de *C. fragaefolii* foram coletadas em plantas da cultivar Camino Real, na área de Olericultura Orgânica, UFPR, município de Pinhais, Paraná. Os espécimes coletados em folhas foram acondicionados em sacos plásticos e levados ao laboratório de Entomologia Professor Ângelo Moreira da Costa Lima, no Departamento de Patologia Básica, da Universidade Federal do Paraná. Os espécimes foram transferidos,

com auxílio de um pincel, para plantas de morangueiro também da cultivar Camino Real, com cerca de 2 meses de idade, mantidas em casa de vegetação, para início da criação estoque do afídeo.

### 2.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO DE BIOLOGIA DE *C. fragaefolii*

Para o estudo da biologia de *C. fragaefolli* foram utilizados folíolos de morangueiro das cultivares Albion, Aromas, Camarosa e San Andreas, sendo as plantas cultivadas e mantidas no mesmo local e nas mesmas condições da criação de manutenção. As mudas foram cedidas pela empresa Bioagro, sendo provenientes do Chile e cultivadas sob manejo orgânico.

A cultivar Camino Real não foi utilizada no experimento de biologia para evitar um comportamento de condicionamento pré imaginal, uma vez que os afídeos utilizados nos ensaios foram criados nesta cultivar.

No momento da instalação do experimento, as folhas foram cortadas, higienizadas com hipoclorito de sódio a 1%, lavadas para eliminação de resíduos e retirado o excesso de água em papel absorvente. Na extremidade do pecíolo foi colocado um algodão umedecido para reduzir o ressecamento. Com o auxílio de um pincel fino de cerdas macias, foram colocadas duas fêmeas adultas por placa e mantidas em BOD. As fêmeas foram retiradas após 24 h, sendo deixada apenas uma ninfa por placa, quando se deu início aos registros diários dos parâmetros biológicos.

O número e duração dos instares foram determinados diariamente pela observação, em microscópio estereoscópio (aumento de 32 vezes) com a coleta das exúvias. Na fase adulta, procedeu-se à contagem da produção diária de ninfas e sua posterior retirada da folha, permanecendo apenas o adulto. Os parâmetros biológicos avaliados foram: número e duração de cada estágio ninfal; duração do período ninfal; porcentagem de sobrevivência do estágio ninfal; duração dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo; longevidade; fertilidade diária e total; duração do ciclo de vida e viabilidade.

O experimento foi realizado em BOD, sob temperatura de  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 30 repetições de cada cultivar. Cada repetição foi constituída por uma placa de petri (1,3 cm x 6,5 cm) contendo um folíolo de morangueiro e uma ninfa.

### 2.3.1 Parâmetros analisados nas tabelas de esperança de vida e tabelas de vida e de fertilidade:

Os parâmetros descritos a seguir foram calculados com o sistema computacional *TabVida*.

#### 2.3.1.1 Tabela de esperança de vida:

- $(x)$  intervalo de idade, como sendo o ponto médio de cada idade de fêmea;
- $(L_x)$  número de sobreviventes em cada intervalo de idade;
- $(dx)$  número de indivíduos mortos em cada intervalo de idade;
- $(Ex)$  estrutura etária, que é o número de insetos vivos entre um dia e outro;
- $(Tx)$  número total de insetos em cada intervalo de idade  $x$ ;
- $(e_x)$  expectativa de vida;
- $(100 qx)$  probabilidade de morte na idade  $x$ , ou porcentagem de risco, que é a razão de mortalidade por intervalo de idade e indica a probabilidade de ocorrência de morte dos indivíduos antes do prazo estabelecido por  $e_x$ .

#### 2.3.1.2 Tabelas de vida de fertilidade:

- $(x)$  intervalo de idade: calculado como o ponto médio de cada idade das fêmeas;
- $(lx)$  expectativa de vida até a idade  $x$ , sendo expressa como uma fração de uma população inicial de uma fêmea;
- $(mx)$  fertilidade específica, ou seja, o número de descendentes produzidos por fêmea na idade  $x$  e que originarão fêmeas;
- $(l_x m_x)$  número total de fêmeas nascidas na idade  $x$ .

Com os dados obtidos nas tabelas de vida de fertilidade foram calculados os parâmetros de crescimento populacional abaixo relacionados:

- $(R_0)$  taxa líquida de reprodução, ou seja, o total de descendentes fêmeas produzidas por fêmea, durante todo o período de reprodução, que chegam à geração seguinte;
- $(T)$  tempo médio de cada geração, ou a duração média de uma geração;
- $(r_m)$  taxa intrínseca de crescimento populacional ou a capacidade inata de aumentar em número;

- ( $\lambda$ ) razão finita de aumento populacional, ou seja, o número de vezes que a população multiplica em uma unidade de tempo;
- (TD) o tempo que leva a população para duplicar em número.

### 2.3.2 Análise de dados

Com os dados da biologia, foram calculados os parâmetros das tabelas de vida de fertilidade e tabelas de esperança de vida. A comparação estatística das curvas de sobrevivência, obtidas na tabela de esperança de vida, foi feita pelo teste de Prova G (Rabinovich, 1978), utilizando o sistema computacional *TabVida* (Penteado *et al.*, 2010). As tabelas de vida de fertilidade foram elaboradas e os parâmetros de crescimento populacional foram estimados pelo método Jackknife, utilizando o sistema computacional *TabVida* e as médias comparadas pelo Teste t unilateral (Penteado *et al.*, 2010). Os dados referentes à duração do ciclo biológico foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis, com o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

## 2.4 AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *C. fragaefolii* PELA TÉCNICA DE MONITORAMENTO ELETRÔNICO DA ALIMENTAÇÃO (EPG)

Para estudar a prefero comportamento alimentar de *Chaetosiphon fragaefolii* em quatro cultivares de morangueiro, foi utilizada a técnica de monitoramento eletrônico - EPG, baseado em Tjallingii (1978). O estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Florestas, localizado no município de Colombo, PR.

### 2.4.1 O Sistema EPG

Foi utilizado o equipamento GiGA 4, de corrente contínua – DC, com quatro canais de registro, descrito por Tjallingii (1978). Para a redução dos ruídos que interferem na qualidade dos registros, o equipamento foi colocado no interior de uma ‘Gaiola de Faraday’. O equipamento foi acoplado a um computador, por meio de uma placa (KPCI – 3101). Para a aquisição dos registros foi utilizado o programa Probe 3.0 - Acq 3.2 e para a análise dos registros, foi utilizado o programa Ana 3.2.

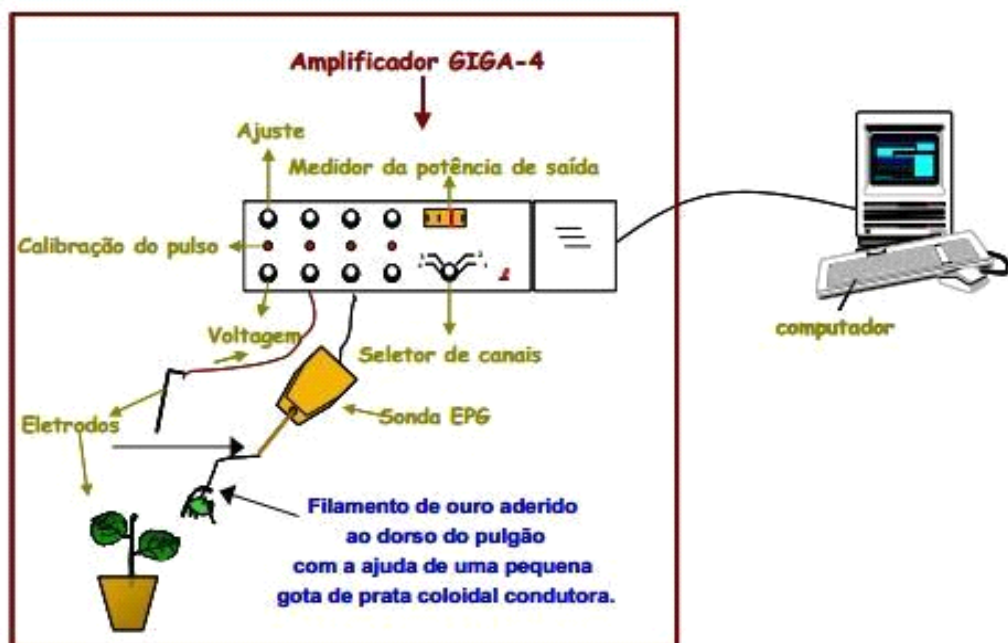


Figura 1. Representação esquemática do funcionamento do sistema de monitoramento eletrônico.

(Fonte: Penteado, 2007. Adaptado de: Adaptado de Eliza Garzo - CSIC- Madri, Espanha).

#### 2.4.2 Preparo dos insetos para uso nos registros

Fêmeas adultas ápteras de *C. fragaefolii*, de mesma idade, provenientes da criação-estoque foram deixados pelo período de uma hora em jejum antes de se proceder ao preparo para uso nos registros.

Inicialmente o inseto foi imobilizado, com o auxílio de uma bomba de vácuo, a qual foi conectada uma pequena placa de acrílico (5X5 cm) e a esta, acoplado um tubo Eppendorf, com a extremidade cortada, onde, cuidadosamente, era colocado o afídeo. Quando a bomba de vácuo era ligada, o ar era sugado por esta extremidade e mantinha o afídeo imóvel. Sob microscópio estereoscópico, marca Olympus, foi fixado, ao tórax do afídeo, um filamento de ouro, medindo 2 cm de comprimento e 0,25 mm de diâmetro, com o auxílio de uma pequena gota de cola de prata coloidal à base d'água. Este filamento estava fixado, na outra extremidade, a um fio de cobre, que por sua vez estava aderido a um eletrodo. Posteriormente, o eletrodo foi conectado ao canal amplificador do equipamento GIGA 4 – DC (Figura 1).

Foram utilizadas trifolíolos de morangueiro Albion, Aromas, Camarosa e San Andreas provenientes de mudas com aproximadamente 60 dias de idade. De cada cultivar, os folíolos eram cortados das plantas, imediatamente colocados em recipiente com água e colocados dentro da 'Gaiola de Faraday', juntamente com o equipamento. O aterramento constitui de outro eletrodo, ligado ao equipamento GIGA 4 – DC, foi

introduzido no recipiente com água, sendo o circuito fechado quando o inseto inseriu o estilete na planta, produzindo ondas que eram convertidas de sinal analógico em digital. Diariamente eram feitos quatro registros simultâneos, sendo que, tanto as plantas como os insetos eram trocados a cada novo registro. Foram analisados 14 parâmetros relativos ao comportamento alimentar dos afídeos (Quadro 1).

Foram realizados 60 registros para cada cultivar, entretanto, apenas 20 de cada uma foram utilizados, uma vez que os demais apresentaram problemas diversos que poderiam comprometer as análises. O período de duração de cada registro foi de 6 horas, determinado através de um teste piloto.

Para garantir a qualidade dos registros obtidos, ao início de cada um era feita a calibragem de cada canal, principalmente para nivelar os sinais (próximos a zero) e verificar a ocorrência de interferência (ruídos), para que se pudesse eliminá-las ou reduzi-las, para não prejudicar os resultados e posterior análise.

#### **Parâmetros observados**

---

|                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Duração total da fase de np                                                                                    |
| Duração média da fase de np                                                                                    |
| Tempo necessário para a primeira penetração                                                                    |
| Duração da primeira penetração                                                                                 |
| Duração da fase de caminhamento (ondas C)                                                                      |
| Ocorrência da primeira “pd” (queda de potencial)                                                               |
| Tempo necessário para atingir o floema, do início da primeira penetração                                       |
| Tempo necessário para atingir o floema, após o início da prova que atingiu esta fase                           |
| Tempo necessário para a ingestão sustentada no floema (E>10 min), do início da primeira penetração             |
| Tempo necessário para a ingestão sustentada no floema (E>10 min), após o início da prova que atingiu esta fase |
| Tempo entre a primeira fase floemática e a primeira alimentação sustentada no floema                           |
| Duração da fase floemática                                                                                     |
| Hora em que o inseto atingiu o floema                                                                          |
| Tempo total ingestão no xilema                                                                                 |
| Número de períodos de np (não-penetração)                                                                      |
| Número de fases floemáticas                                                                                    |
| % de tempo utilizado em np em relação ao total do registro                                                     |
| % de tempo utilizado no caminhamento em relação ao total do registro                                           |
| % de tempo utilizado no floema em relação ao total do registro                                                 |
| % de insetos que apresentaram fase floemática                                                                  |
| % de insetos que apresentaram fase floemática sustentada (E>10 min)                                            |
| % de insetos com a primeira ingestão sustentada no floema durante a primeira fase floemática*                  |

---

Quadro 1. Parâmetros utilizados nas análises EPG

#### 2.4.3 Análise de dados

Os dados foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis. Para todas as análises foi utilizado o software R (R Development Core Team, 2011).

### 2.5 ANÁLISE ANATÔMICA DE FOLHAS DE QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO ATRAVÉS DE MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA

As análises foram realizadas no Centro de Microscopia Eletrônica (CME) da Universidade Federal do Paraná.

Para a análise da superfície foliar das cultivares de morango, foram realizadas observações em microscópio eletrônico de varredura (MEV) de bancada em equipamento Phenom da marca FEI. As amostras foram desidratadas em série etílica crescente até etanol absoluto e secas via ponto crítico com CO<sub>2</sub>, em equipamento BAL-TEC CPD-030. As amostras foram fixadas em suportes metálicos, com fita dupla-fase de cobre e metalizadas com ouro em equipamento SCD 030 Balzers Union FL 9496.

Foram analisadas dez plantas por cultivar, e de cada planta foi analisada uma amostra, um folíolo de uma folha completamente desenvolvida.

Para cada cultivar foram analisadas a densidade de tricomas glandulares e de tricomas tectores na face abaxial de cada folha. Para a contagem dos tricomas foram realizados cortes de 16mm<sup>2</sup> de área, sendo a contagem feita a partir das imagens obtidas em microscópio eletrônico de varredura com aumento de 100 vezes.

#### 2.5.1 Análise de dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

## 3. RESULTADOS

### 3.1 CICLO BIOLÓGICO DE *C. fragaefolii* EM CULTIVARES DE MORANGUEIRO

Todos os insetos apresentaram quatro instares ninfais em todas as cultivares avaliadas. A duração total do estágio ninfal foi de 8,2 dias em ‘Camarosa’, 8,5 dias em

‘Albion’, 8,6 dias em ‘Aromas’ e 9,6 dias em ‘San Andreas’, não apresentando diferença estatística entre as cultivares (Tabela 1).

‘Camarosa’ apresentou maior mortalidade em todos os ínstar, exceto no segundo instar (Tabela 1). A maior mortalidade total da fase ninfal foi observada em ‘Camarosa’ (56,8%) e a menor em ‘San Andreas’ (13,3%) (p-valor < 0,05). O período pré reprodutivo variou de 2,4 dias em ‘Albion’, até 3,6 em ‘Camarosa’. O período reprodutivo teve duração de 9,5 dias em ‘Aromas’ e 12,4 dias em ‘San Andreas’ (Tabela 2). O ciclo biológico total variou entre 19,9 e 23,1 dias em ‘Aromas’ e ‘San Andreas’, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 1. Duração (dias) e mortalidade (%) (média  $\pm$  EPM) do estágio ninfal de *Chaetosiphon fragaefolli* em cultivares de morango em laboratório. Temperatura de  $22 \pm 2^\circ \text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ; Fotofase: 12 horas. Curitiba, PR, 2012.

| Ínstar  | Cultivar         |                 |                 |                 |
|---------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|         | Duração (dias)   |                 |                 |                 |
|         | Albion           | Aromas          | Camarosa        | San Andreas     |
| I       | $2,2 \pm 0,1$ a  | $2,3 \pm 0,1$ a | $2,6 \pm 0,3$ a | $2,0 \pm 0,1$ a |
| II      | $1,9 \pm 0,2$ ab | $1,7 \pm 0,1$ b | $2,1 \pm 0,2$ a | $2,1 \pm 0,1$ a |
| III     | $2,4 \pm 0,1$ a  | $2,5 \pm 0,2$ a | $2,7 \pm 0,3$ a | $2,7 \pm 0,2$ a |
| IV      | $2,5 \pm 0,2$ a  | $2,5 \pm 0,1$ a | $2,6 \pm 0,3$ a | $3,1 \pm 0,2$ a |
| Total   | $8,5 \pm 0,3$ a  | $8,6 \pm 0,3$ a | $8,2 \pm 0,5$ a | $9,6 \pm 0,3$ a |
|         | Mortalidade (%)  |                 |                 |                 |
|         | Albion           | Aromas          | Camarosa        | San Andreas     |
| I       | 13 ab            | 2,4 b           | 24,3 a          | 3,3 b           |
| II      | 10,0 ab          | 14,6 a          | 7,1 ab          | 3,4 b           |
| III     | 13,9 a           | 20 a            | 26,9 a          | 26,9 a          |
| IV      | 3,2 a            | 10,7 a          | 15,8 a          | 7,1 a           |
| Ninfal* | 34,8 ab          | 40,5 a          | 56,8 a          | 13,3 b          |

\* mortalidade ao fim do estágio ninfal

Médias ( $\pm$  EP) seguidas da mesma letra **na linha** não diferem entre si pelo Teste não paramétrico de Kruskal Wallis (p-valor <0,05).

Tabela 2. Duração (dias) (média  $\pm$  EPM) dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo de *Chaetosiphon fragaefolli* criados em cultivares de morangueiro em laboratório. Temperatura de  $22 \pm 2^\circ \text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ; Fotofase: 12 horas. Curitiba, PR, 2012.

| Cultivar    | Período (dias)          |                     |                         |
|-------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
|             | Período pré-reprodutivo | Período reprodutivo | Período pós-reprodutivo |
| Albion      | $2,4 \pm 0,3$ NS        | $10,3 \pm 1,1$ NS   | $2,8 \pm 0,2$ NS        |
| Aromas      | $3 \pm 0,4$ NS          | $9,5 \pm 1,4$ NS    | $2,7 \pm 0,3$ NS        |
| Camarosa    | $3,6 \pm 0,8$ NS        | $10,3 \pm 1,3$ NS   | $2,6 \pm 0,3$ NS        |
| San Andreas | $3,3 \pm 0,3$ NS        | $12,4 \pm 1,2$ NS   | $3,1 \pm 0,6$ NS        |

Médias ( $\pm$  EP) seguidas da mesma letra **na linha** não diferem entre si pelo Teste não paramétrico de Kruskal Wallis (p-valor <0,05). NS: não significativa.

Tabela 3. Fecundidade diária (média  $\pm$  EPM), total, duração e viabilidade do ciclo de *Chaetosiphon fragaefolli* em cultivares de morangueiro. Temperatura de  $22 \pm 2^\circ \text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ; Fotofase: 12 horas. Curitiba, PR, 2012.

| Cultivar    | Período (dias)    |                   | Número de ninfas   |                  |
|-------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|
|             | Longevidade       | Ciclo biológico   | Total ninfas/fêmea | Ninfas/fêmea/dia |
| Albion      | $12,3 \pm 1,1$ NS | $20,8 \pm 1,1$ NS | $14,6 \pm 1,7$ NS  | $1,4 \pm 0,2$ a  |
| Aromas      | $11,3 \pm 1,3$ NS | $19,9 \pm 1,3$ NS | $9,2 \pm 1,1$ NS   | $1,1 \pm 0,1$ a  |
| Camarosa    | $12,4 \pm 1,2$ NS | $20,6 \pm 1,2$ NS | $10,3 \pm 1,7$ NS  | $1,0 \pm 0,2$ b  |
| San Andreas | $13,5 \pm 1,6$ NS | $23,1 \pm 1,6$ NS | $10,6 \pm 1,2$ NS  | $0,9 \pm 0,1$ c  |

Médias ( $\pm$  EP) seguidas da mesma letra **na coluna** não diferem entre si pelo Teste não paramétrico de Kruskal Wallis (p-valor  $<0,05$ ). NS: não significativa.

### 3.2 TABELAS DE ESPERANÇA DE VIDA

Para ‘San Andreas’ o maior valor de  $dx$  (número de indivíduos mortos em cada intervalo de idade) foi no intervalo 12,5 dias, onde morreram três insetos, estando associado a um risco de morte de 12,0% ( $100q_x=12,0$ ). Para as demais cultivares, os maiores valores de  $dx$  ocorreram nos primeiros dias, entre os intervalos de 6,5 dias para ‘Albion’, onde morreram cinco insetos ( $100q_x=13,9$ ); 7,5 dias para ‘Aromas’ onde morreram cinco insetos ( $100q_x=16,1$ ) e 4,5 e 5,5 dias para ‘Camarosa’ onde morreram quatro insetos ( $100q_x=12,1$  e  $100q_x=13,8$ , respectivamente) (Tabela 4).

A esperança de vida ( $e_x$ ), que representa a razão entre a taxa de sobrevivência e o nº de sobreviventes na idade x, foi mais alta no primeiro e segundo dias para os insetos em todas as cultivares. Em ‘Aromas’ ocorreu um pequeno aumento de  $e_x$  no intervalo 8,5 e em ‘Camarosa’ no intervalo 6,5, mas em ambos os casos, os valores de  $e_x$  continuaram a cair gradualmente, diminuindo até o fim do ciclo (Tabela 4).

Os menores valores de risco de morte ( $100q_x$ ) foram observados em ‘San Andreas’, sendo nulos ou muito baixos até o intervalo de idade de 9,5. Entre os intervalos de idade de 11,5 e 14,5 os valores oscilaram entre 7,4 e 10,0, respectivamente, voltando a cair no intervalo de idade de 15,5 ( $100q_x=5,6$ ). Os valores apresentaram novo aumento no intervalo de idade de 28,5 até o intervalo de 34,5, quando o último inseto morreu. Para as demais cultivares, os valores oscilaram bastante ao longo do ciclo (Tabela 4) sendo que ‘Camarosa’ apresentou os valores mais altos de  $100q_x$  no início (intervalo de 4,5 e 5,5) e na metade do ciclo (intervalo de 19,5).

A maior longevidade dos insetos foi observada em ‘San Andreas’ (34,5 dias), as menores em ‘Camarosa’ e ‘Aromas’ (30,5 dias) e ‘Albion’ apresentou um valor intermediário (31,5 dias) (Tabela 4).

A comparação das curvas de sobrevivência indicou diferença significativa ao comparar ‘Albion’ (Figura 2), ‘Aromas’ (Figura 3) e ‘Camarosa’ (Figura 4) com ‘San Andreas’ (Figura 5), cultivar na qual os insetos apresentam a maior sobrevivência, principalmente no início do ciclo.

Tabela 4. Dados das tabelas de esperança de vida para *Chaetosiphon fragaefolii*, em quatro cultivares de morangueiro. Temperatura de 22±2 °C, U.R. de 70±10% e fotofase de 12 horas.

| Intervalo de idade | Albion |    |      |       |      |       | Aromas |    |      |       |      |       | Camarosa |    |      |       |      |       | San Andreas |    |      |       |      |       |
|--------------------|--------|----|------|-------|------|-------|--------|----|------|-------|------|-------|----------|----|------|-------|------|-------|-------------|----|------|-------|------|-------|
| x                  | Lx     | dx | Ex   | Tx    | ex   | 100qx | Lx     | dx | Ex   | Tx    | ex   | 100qx | Lx       | dx | Ex   | Tx    | ex   | 100qx | Lx          | dx | Ex   | Tx    | ex   | 100qx |
| 0,5                | 46     | 0  | 46   | 696   | 15,1 | 0,0   | 42     | 0  | 42   | 581   | 13,8 | 0,0   | 37       | 0  | 37   | 456,5 | 12,3 | 0,0   | 30          | 0  | 30   | 620   | 20,7 | 0,0   |
| 1,5                | 46     | 1  | 45,5 | 650   | 14,1 | 2,2   | 42     | 0  | 42   | 539   | 12,8 | 0,0   | 37       | 1  | 36,5 | 419,5 | 11,3 | 2,7   | 30          | 0  | 30   | 590   | 19,7 | 0,0   |
| 2,5                | 45     | 2  | 44   | 604,5 | 13,4 | 4,4   | 42     | 3  | 40,5 | 497   | 11,8 | 7,1   | 36       | 1  | 35,5 | 383   | 10,6 | 2,8   | 30          | 1  | 29,5 | 560   | 18,7 | 3,3   |
| 3,5                | 43     | 4  | 41   | 560,5 | 13,0 | 9,3   | 39     | 1  | 38,5 | 456,5 | 11,7 | 2,6   | 35       | 2  | 34   | 347,5 | 9,9  | 5,7   | 29          | 0  | 29   | 530,5 | 18,3 | 0,0   |
| 4,5                | 39     | 1  | 38,5 | 519,5 | 13,3 | 2,6   | 38     | 2  | 37   | 418   | 11,0 | 5,3   | 33       | 4  | 31   | 313,5 | 9,5  | 12,1  | 29          | 1  | 28,5 | 501,5 | 17,3 | 3,4   |
| 5,5                | 38     | 2  | 37   | 481   | 12,7 | 5,3   | 36     | 2  | 35   | 381   | 10,6 | 5,6   | 29       | 4  | 27   | 282,5 | 9,7  | 13,8  | 28          | 0  | 28   | 473   | 16,9 | 0,0   |
| 6,5                | 36     | 5  | 33,5 | 444   | 12,3 | 13,9  | 34     | 3  | 32,5 | 346   | 10,2 | 8,8   | 25       | 1  | 24,5 | 255,5 | 10,2 | 4,0   | 28          | 0  | 28   | 445   | 15,9 | 0,0   |
| 7,5                | 31     | 0  | 31   | 410,5 | 13,2 | 0,0   | 31     | 5  | 28,5 | 313,5 | 10,1 | 16,1  | 24       | 2  | 23   | 231   | 9,6  | 8,3   | 28          | 0  | 28   | 417   | 14,9 | 0,0   |
| 8,5                | 31     | 0  | 31   | 379,5 | 12,2 | 0,0   | 26     | 1  | 25,5 | 285   | 11,0 | 3,8   | 22       | 2  | 21   | 208   | 9,5  | 9,1   | 28          | 0  | 28   | 389   | 13,9 | 0,0   |
| 9,5                | 31     | 2  | 30   | 348,5 | 11,2 | 6,5   | 25     | 0  | 25   | 259,5 | 10,4 | 0,0   | 20       | 2  | 19   | 187   | 9,4  | 10,0  | 28          | 0  | 28   | 361   | 12,9 | 0,0   |
| 10,5               | 29     | 0  | 29   | 318,5 | 11,0 | 0,0   | 25     | 1  | 24,5 | 234,5 | 9,4  | 4,0   | 18       | 1  | 17,5 | 168   | 9,3  | 5,6   | 28          | 1  | 27,5 | 333   | 11,9 | 3,6   |
| 11,5               | 29     | 1  | 28,5 | 289,5 | 10,0 | 3,4   | 24     | 1  | 23,5 | 210   | 8,8  | 4,2   | 17       | 1  | 16,5 | 150,5 | 8,9  | 5,9   | 27          | 2  | 26   | 305,5 | 11,3 | 7,4   |
| 12,5               | 28     | 2  | 27   | 261   | 9,3  | 7,1   | 23     | 4  | 21   | 186,5 | 8,1  | 17,4  | 16       | 2  | 15   | 134   | 8,4  | 12,5  | 25          | 3  | 23,5 | 279,5 | 11,2 | 12,0  |
| 13,5               | 26     | 1  | 25,5 | 234   | 9,0  | 3,8   | 19     | 2  | 18   | 165,5 | 8,7  | 10,5  | 14       | 0  | 14   | 119   | 8,5  | 0,0   | 22          | 2  | 21   | 256   | 11,6 | 9,1   |
| 14,5               | 25     | 0  | 25   | 208,5 | 8,3  | 0,0   | 17     | 1  | 16,5 | 147,5 | 8,7  | 5,9   | 14       | 0  | 14   | 105   | 7,5  | 0,0   | 20          | 2  | 19   | 235   | 11,8 | 10,0  |
| 15,5               | 25     | 2  | 24   | 183,5 | 7,3  | 8,0   | 16     | 2  | 15   | 131   | 8,2  | 12,5  | 14       | 1  | 13,5 | 91    | 6,5  | 7,1   | 18          | 1  | 17,5 | 216   | 12,0 | 5,6   |
| 16,5               | 23     | 2  | 22   | 159,5 | 6,9  | 8,7   | 14     | 0  | 14   | 116   | 8,3  | 0,0   | 13       | 0  | 13   | 77,5  | 6,0  | 0,0   | 17          | 0  | 17   | 198,5 | 11,7 | 0,0   |
| 17,5               | 21     | 2  | 20   | 137,5 | 6,5  | 9,5   | 14     | 1  | 13,5 | 102   | 7,3  | 7,1   | 13       | 1  | 12,5 | 64,5  | 5,0  | 7,7   | 17          | 1  | 16,5 | 181,5 | 10,7 | 5,9   |
| 18,5               | 19     | 2  | 18   | 117,5 | 6,2  | 10,5  | 13     | 1  | 12,5 | 88,5  | 6,8  | 7,7   | 12       | 1  | 11,5 | 52    | 4,3  | 8,3   | 16          | 1  | 15,5 | 165   | 10,3 | 6,3   |
| 19,5               | 17     | 1  | 16,5 | 99,5  | 5,9  | 5,9   | 12     | 1  | 11,5 | 76    | 6,3  | 8,3   | 11       | 2  | 10   | 40,5  | 3,7  | 18,2  | 15          | 0  | 15   | 149,5 | 10,0 | 0,0   |
| 20,5               | 16     | 0  | 16   | 83    | 5,2  | 0,0   | 11     | 2  | 10   | 64,5  | 5,9  | 18,2  | 9        | 2  | 8    | 30,5  | 3,4  | 22,2  | 15          | 1  | 14,5 | 134,5 | 9,0  | 6,7   |
| 21,5               | 16     | 2  | 15   | 67    | 4,2  | 12,5  | 9      | 0  | 9    | 54,5  | 6,1  | 0,0   | 7        | 1  | 6,5  | 22,5  | 3,2  | 14,3  | 14          | 0  | 14   | 120   | 8,6  | 0,0   |
| 22,5               | 14     | 2  | 13   | 52    | 3,7  | 14,3  | 9      | 0  | 9    | 45,5  | 5,1  | 0,0   | 6        | 3  | 4,5  | 16    | 2,7  | 50,0  | 14          | 0  | 14   | 106   | 7,6  | 0,0   |
| 23,5               | 12     | 2  | 11   | 39    | 3,3  | 16,7  | 9      | 1  | 8,5  | 36,5  | 4,1  | 11,1  | 3        | 1  | 2,5  | 11,5  | 3,8  | 33,3  | 14          | 1  | 13,5 | 92    | 6,6  | 7,1   |
| 24,5               | 10     | 2  | 9    | 28    | 2,8  | 20,0  | 8      | 1  | 7,5  | 28    | 3,5  | 12,5  | 2        | 0  | 2    | 9     | 4,5  | 0,0   | 13          | 0  | 13   | 78,5  | 6,0  | 0,0   |
| 25,5               | 8      | 3  | 6,5  | 19    | 2,4  | 37,5  | 7      | 0  | 7    | 20,5  | 2,9  | 0,0   | 2        | 0  | 2    | 7     | 3,5  | 0,0   | 13          | 2  | 12   | 65,5  | 5,0  | 15,4  |
| 26,5               | 5      | 2  | 4    | 12,5  | 2,5  | 40,0  | 7      | 2  | 6    | 13,5  | 1,9  | 28,6  | 2        | 1  | 1,5  | 5     | 2,5  | 50,0  | 11          | 1  | 10,5 | 53,5  | 4,9  | 9,1   |
| 27,5               | 3      | 1  | 2,5  | 8,5   | 2,8  | 33,3  | 5      | 2  | 4    | 7,5   | 1,5  | 40,0  | 1        | 0  | 1    | 3,5   | 3,5  | 0,0   | 10          | 0  | 10   | 43    | 4,3  | 0,0   |
| 28,5               | 2      | 0  | 2    | 6     | 3,0  | 0,0   | 3      | 2  | 2    | 3,5   | 1,2  | 66,7  | 1        | 0  | 1    | 2,5   | 2,5  | 0,0   | 10          | 1  | 9,5  | 33    | 3,3  | 10,0  |
| 29,5               | 2      | 0  | 2    | 4     | 2,0  | 0,0   | 1      | 0  | 1    | 1,5   | 1,5  | 0,0   | 1        | 0  | 1    | 1,5   | 1,5  | 0,0   | 9           | 2  | 8    | 23,5  | 2,6  | 22,2  |
| 30,5               | 2      | 1  | 1,5  | 2     | 1,0  | 50,0  | 1      | 1  | 0,5  | 0,5   | 0,5  | 100,0 | 1        | 1  | 0,5  | 0,5   | 0,5  | 100,0 | 7           | 2  | 6    | 15,5  | 2,2  | 28,6  |
| 31,5               | 1      | 1  | 0,5  | 0,5   | 0,5  | 100,0 | 0      | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 0        | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 5           | 2  | 4    | 9,5   | 1,9  | 40,0  |
| 32,5               | 0      | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 0      | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 0        | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 3           | 1  | 2,5  | 5,5   | 1,8  | 33,3  |
| 33,5               | 0      | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 0      | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 0        | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 2           | 0  | 2    | 3     | 1,5  | 0,0   |
| 34,5               | 0      | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 0      | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 0        | 0  | 0    | 0     | 0    | 0     | 2           | 2  | 1    | 1     | 0,5  | 100,0 |

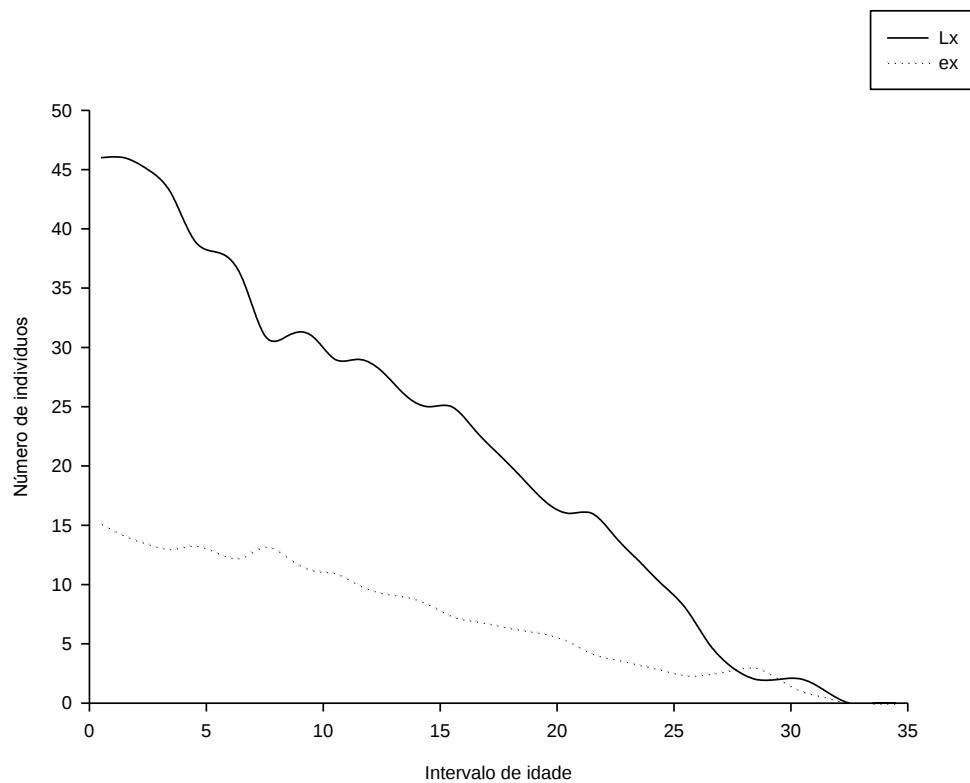


Figura 2. Relação entre a sobrevivência (Lx), expresso em número de indivíduos e esperança de vida (ex), expresso em dias, de *Chaetosiphon fragaefolii*, em folhas de morangueiro cultivar 'Albion'. Temperatura de  $22 \pm 2$  °C, U.R. de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

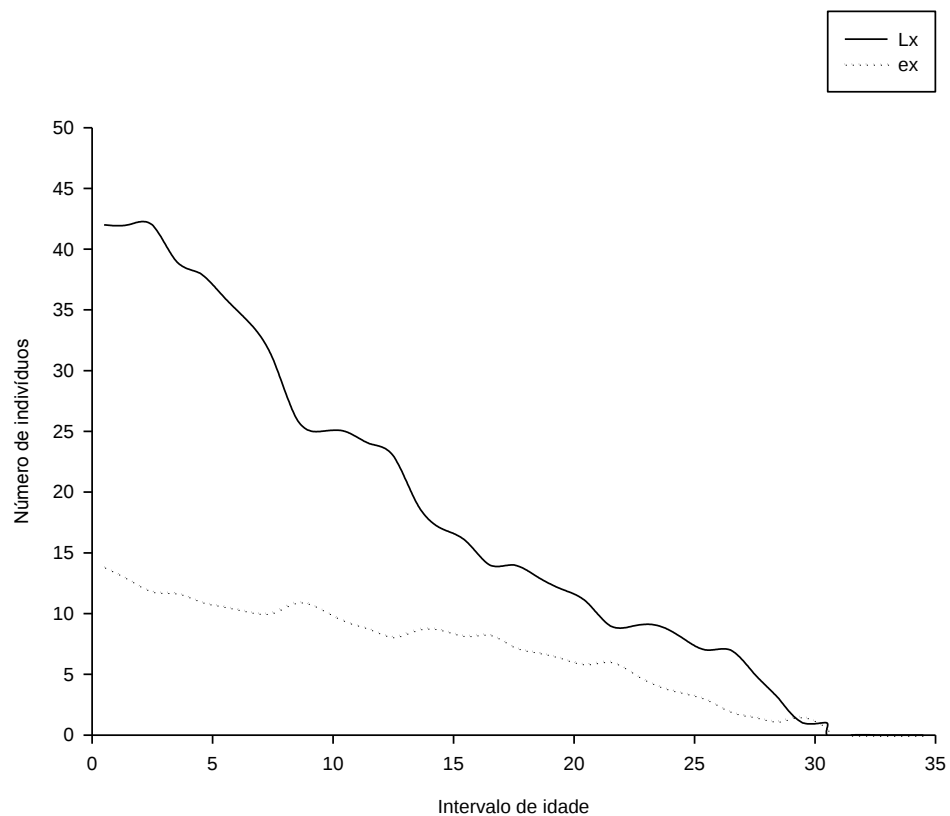


Figura 3. Relação entre a sobrevivência (Lx), expresso em número de indivíduos e esperança de vida (ex), expresso em dias, de *Chaetosiphon fragaefolii*, em folhas de morangueiro cultivar 'Aromas'. Temperatura de  $22 \pm 2$  °C, U.R. de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

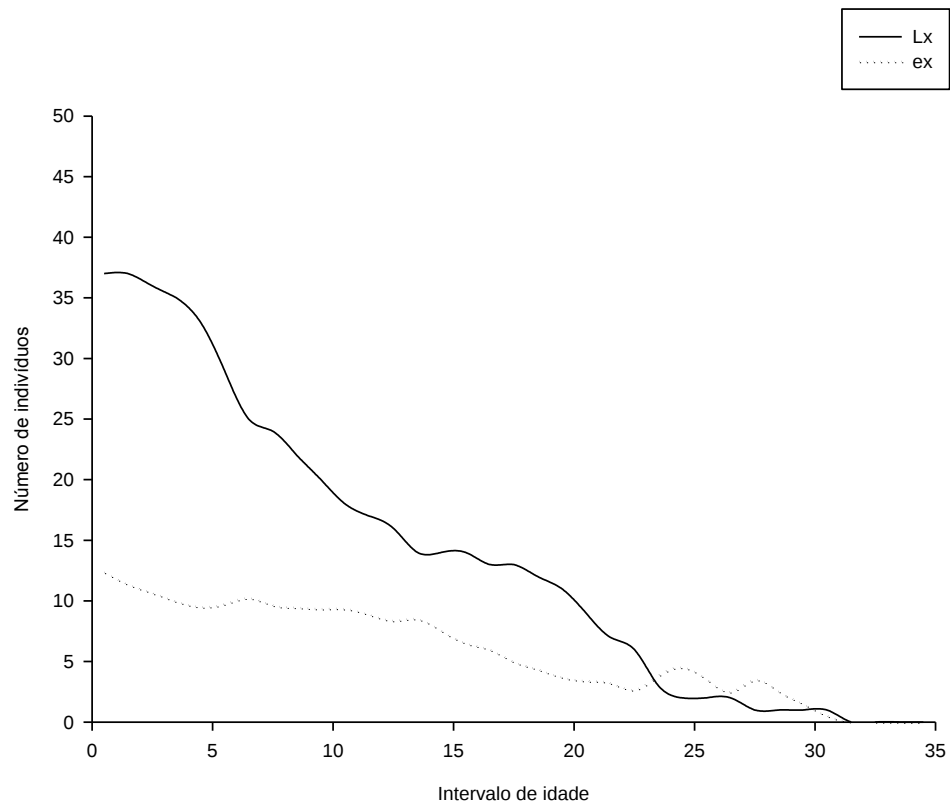


Figura 4. Relação entre a sobrevivência (Lx), expresso em número de indivíduos e esperança de vida (ex), expresso em dias, de *Chaetosiphon fragaefolii*, em folhas de morangueiro cultivar ‘Camarosa’. Temperatura de  $22 \pm 2$  °C, U.R. de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

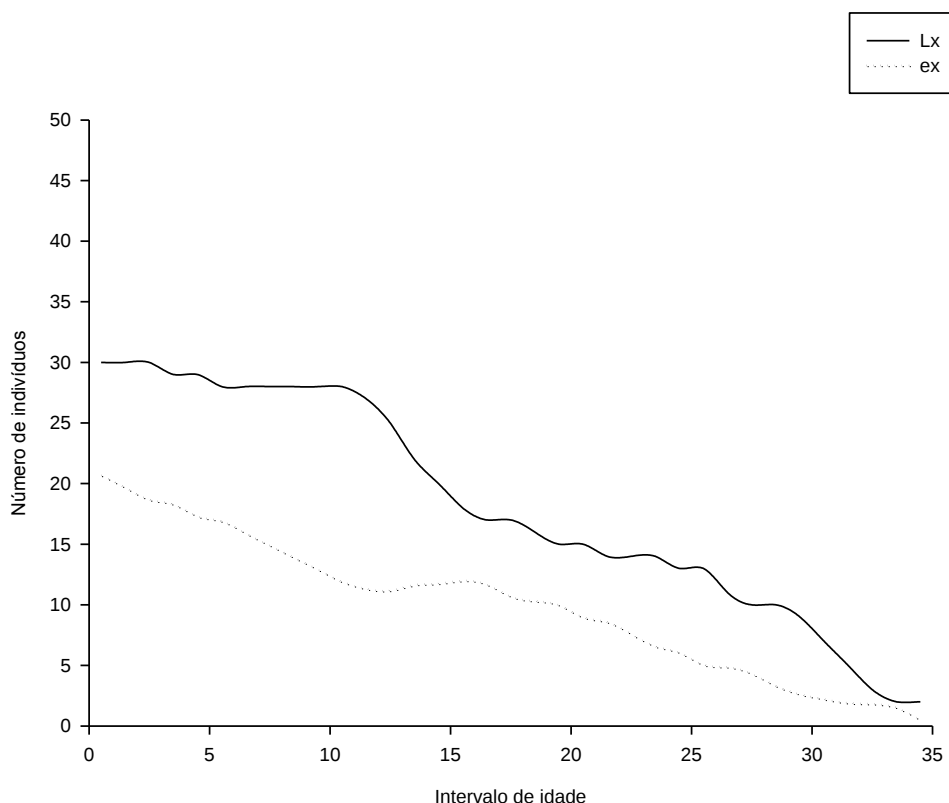


Figura 5. Relação entre a sobrevivência (Lx), expresso em número de indivíduos e esperança de vida (ex), expresso em dias, de *Chaetosiphon fragaefolii*, em folhas de morangueiro cultivar ‘San Andreas’. Temperatura de  $22 \pm 2$  °C, U.R. de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

### 3.3 TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE

Os maiores valores de fertilidade específica ( $m_x > 0,5$ ) ocorreram entre o intervalo de idade de 10,5 a 22,5, para ‘Albion’, entre 11,5 e 15,5 para ‘Aromas’, entre 12,5 e 20,5 para ‘Camarosa’ e entre 13,5 e 18,5 para ‘San Andreas’. Os maiores valores da relação  $m_x l_x$  foram observados em ‘Albion’ (6,39) e os menores em ‘Aromas’ e ‘Camarosa’ (respectivamente,  $m_x l_x = 2,7$  e 2,65) (Tabela 5). Em ‘Aromas’ (Figura 7) ocorreu uma queda abrupta nos valores de  $m_x$  no intervalo entre 16,5 e 17,5 dias e em ‘Camarosa’ esta queda ocorreu a partir do intervalo de 21,5 dias (Figura 8). Em ‘San Andreas’ (Figura 9), a produção de ninfas flutuou ao longo do período reprodutivo. Em ‘Albion’ (Figura 6), a maior produção ocorreu no intervalo de 12,5 dias (Tabela 5).

Tabela 5. Dados da tabela de vida de fertilidade de *Chaetosiphon fragaefolii*, em quatro cultivares de morangueiro. Temperatura de 22±2 °C, U.R. de 70±10% e fotofase de 12 horas.

| Intervalo de idade | Albion     |      |      |       | Aromas     |      |      |       | Camarosa   |      |      |       | San Andreas |      |      |       |
|--------------------|------------|------|------|-------|------------|------|------|-------|------------|------|------|-------|-------------|------|------|-------|
| x                  | mx         | lx   | mxlx | mxlxx | mx         | lx   | mxlx | mxlxx | mx         | lx   | mxlx | mxlxx | mx          | lx   | mxlx | mxlxx |
| 0,5                | 0          | 1    | 0    | 0     | 0          | 1    | 0    | 0     | 0          | 1    | 0    | 0     | 0           | 1    | 0    | 0     |
| 1,5                | 0          | 1    | 0    | 0     | 0          | 1    | 0    | 0     | 0          | 1    | 0    | 0     | 0           | 1    | 0    | 0     |
| 2,5                | 0          | 0,98 | 0    | 0     | 0          | 1    | 0    | 0     | 0          | 0,97 | 0    | 0     | 0           | 1    | 0    | 0     |
| 3,5                | 0          | 0,93 | 0    | 0     | 0          | 0,93 | 0    | 0     | 0          | 0,95 | 0    | 0     | 0           | 0,97 | 0    | 0     |
| 4,5                | 0          | 0,85 | 0    | 0     | 0          | 0,9  | 0    | 0     | 0          | 0,89 | 0    | 0     | 0           | 0,97 | 0    | 0     |
| 5,5                | 0          | 0,83 | 0    | 0     | 0          | 0,86 | 0    | 0     | 0          | 0,78 | 0    | 0     | 0           | 0,93 | 0    | 0     |
| 6,5                | 0          | 0,78 | 0    | 0     | 0          | 0,81 | 0    | 0     | 0          | 0,68 | 0    | 0     | 0           | 0,93 | 0    | 0     |
| 7,5                | 0,07       | 0,67 | 0,00 | 0,34  | 0          | 0,74 | 0    | 0     | 0,06       | 0,65 | 0    | 0,3   | 0           | 0,93 | 0    | 0     |
| 8,5                | 0,2        | 0,67 | 0,00 | 1,15  | 0,04       | 0,62 | 0    | 0,21  | 0,06       | 0,59 | 0    | 0,32  | 0           | 0,93 | 0    | 0     |
| 9,5                | 0,37       | 0,67 | 0,00 | 2,35  | 0,12       | 0,6  | 0    | 0,68  | 0,25       | 0,54 | 0    | 1,28  | 0           | 0,93 | 0    | 0     |
| 10,5               | 0,9        | 0,63 | 0,01 | 5,96  | 0,48       | 0,6  | 0    | 3     | 0,19       | 0,49 | 0    | 0,96  | 0,08        | 0,93 | 0,00 | 0,75  |
| 11,5               | 0,83       | 0,63 | 0,01 | 6,04  | 0,52       | 0,57 | 0    | 3,42  | 0,44       | 0,46 | 0    | 2,31  | 0,23        | 0,90 | 0,00 | 2,39  |
| 12,5               | 1,4        | 0,61 | 0,01 | 10,65 | 0,92       | 0,55 | 0,01 | 6,3   | 0,56       | 0,43 | 0    | 3,04  | 0,38        | 0,83 | 0,00 | 4,01  |
| 13,5               | 0,97       | 0,57 | 0,01 | 7,38  | 0,64       | 0,45 | 0    | 3,91  | 0,94       | 0,38 | 0    | 4,79  | 0,50        | 0,73 | 0,00 | 4,95  |
| 14,5               | 1,03       | 0,54 | 0,01 | 8,14  | 0,52       | 0,4  | 0    | 3,05  | 0,56       | 0,38 | 0    | 3,09  | 0,46        | 0,67 | 0,00 | 4,46  |
| 15,5               | 1,03       | 0,54 | 0,01 | 8,70  | 0,52       | 0,38 | 0    | 3,07  | 0,5        | 0,38 | 0    | 2,93  | 0,77        | 0,60 | 0,00 | 7,15  |
| 16,5               | 1,1        | 0,50 | 0,01 | 9,08  | 0,24       | 0,33 | 0    | 1,32  | 0,5        | 0,35 | 0    | 2,9   | 0,46        | 0,57 | 0,00 | 4,32  |
| 17,5               | 0,83       | 0,46 | 0,00 | 6,66  | 0,28       | 0,33 | 0    | 1,63  | 0,56       | 0,35 | 0    | 3,46  | 0,50        | 0,57 | 0,00 | 4,96  |
| 18,5               | 0,83       | 0,41 | 0,00 | 6,37  | 0,56       | 0,31 | 0    | 3,21  | 1          | 0,32 | 0    | 6     | 0,58        | 0,53 | 0,00 | 5,69  |
| 19,5               | 0,77       | 0,37 | 0,00 | 5,53  | 0,44       | 0,29 | 0    | 2,45  | 0,56       | 0,3  | 0    | 3,26  | 0,27        | 0,50 | 0,00 | 2,63  |
| 20,5               | 0,57       | 0,35 | 0,00 | 4,04  | 0,56       | 0,26 | 0    | 3,01  | 0,69       | 0,24 | 0    | 3,43  | 0,35        | 0,50 | 0,00 | 3,55  |
| 21,5               | 0,57       | 0,35 | 0,00 | 4,24  | 0,24       | 0,21 | 0    | 1,11  | 0,25       | 0,19 | 0    | 1,02  | 0,50        | 0,47 | 0,00 | 5,02  |
| 22,5               | 0,73       | 0,30 | 0,00 | 5,02  | 0,2        | 0,21 | 0    | 0,96  | 0,31       | 0,16 | 0    | 1,14  | 0,42        | 0,47 | 0,00 | 4,44  |
| 23,5               | 0,27       | 0,26 | 0,00 | 1,63  | 0,16       | 0,21 | 0    | 0,81  | 0,13       | 0,08 | 0    | 0,24  | 0,35        | 0,47 | 0,00 | 3,80  |
| 24,5               | 0,27       | 0,22 | 0,00 | 1,42  | 0,04       | 0,19 | 0    | 0,19  | 0          | 0,05 | 0    | 0     | 0,54        | 0,43 | 0,00 | 5,72  |
| 25,5               | 0,2        | 0,17 | 0,00 | 0,89  | 0,16       | 0,17 | 0    | 0,68  | 0,06       | 0,05 | 0    | 0,09  | 0,38        | 0,43 | 0,00 | 4,25  |
| 26,5               | 0,07       | 0,11 | 0,00 | 0,19  | 0,12       | 0,17 | 0    | 0,53  | 0          | 0,05 | 0    | 0     | 0,19        | 0,37 | 0,00 | 1,87  |
| 27,5               | 0,1        | 0,07 | 0,00 | 0,18  | 0,08       | 0,12 | 0    | 0,26  | 0,06       | 0,03 | 0    | 0,05  | 0,19        | 0,33 | 0,00 | 1,76  |
| 28,5               | 0          | 0,04 | 0,00 | 0,00  | 0,16       | 0,07 | 0    | 0,33  | 0,06       | 0,03 | 0    | 0,05  | 0,23        | 0,33 | 0,00 | 2,19  |
| 29,5               | 0,03       | 0,04 | 0,00 | 0,04  | 0          | 0,02 | 0    | 0     | 0          | 0,03 | 0    | 0     | 0,15        | 0,30 | 0,00 | 1,36  |
| 30,5               | 0          | 0,04 | 0,00 | 0,00  | 0          | 0,02 | 0    | 0     | 0          | 0,03 | 0    | 0     | 0,12        | 0,23 | 0,00 | 0,82  |
| 31,5               | 0          | 0,02 | 0,00 | 0,00  | 0          | 0    | 0    | 0     | 0          | 0    | 0    | 0     | 0,00        | 0,17 | 0,00 | 0,00  |
| 32,5               | 0          | 0    | 0    | 0     | 0          | 0    | 0    | 0     | 0          | 0    | 0    | 0     | 0,08        | 0,10 | 0,00 | 0,25  |
| 33,5               | 0          | 0    | 0    | 0     | 0          | 0    | 0    | 0     | 0          | 0    | 0    | 0     | 0           | 0,07 | 0,00 | 0,00  |
| 34,5               | 0          | 0    | 0    | 0     | 0          | 0    | 0    | 0     | 0          | 0    | 0    | 0     | 0           | 0,07 | 0,00 | 0,00  |
|                    | 6,39 95,99 |      |      |       | 2,70 40,11 |      |      |       | 2,65 40,64 |      |      |       | 4,18 76,33  |      |      |       |

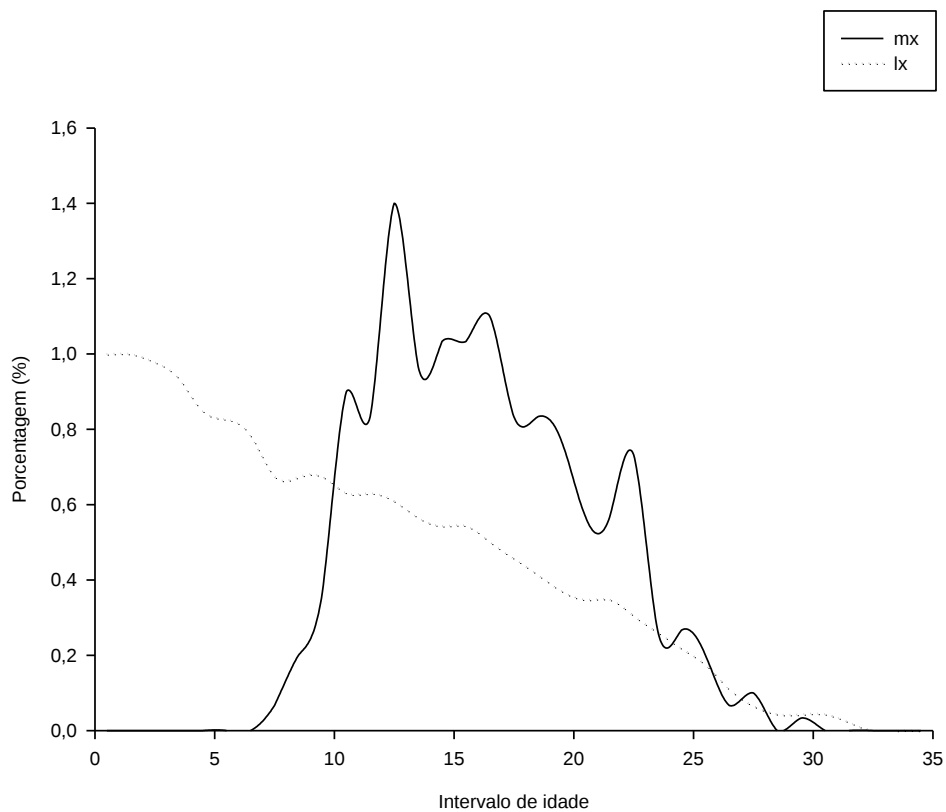


Figura 6. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em nº médio de ninfas/dia, de *Chaetosiphon fragaefolii*, em folhas de morangueiro cultivar 'Albion'. Temperatura de  $22\pm 2$  °C, U.R. de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

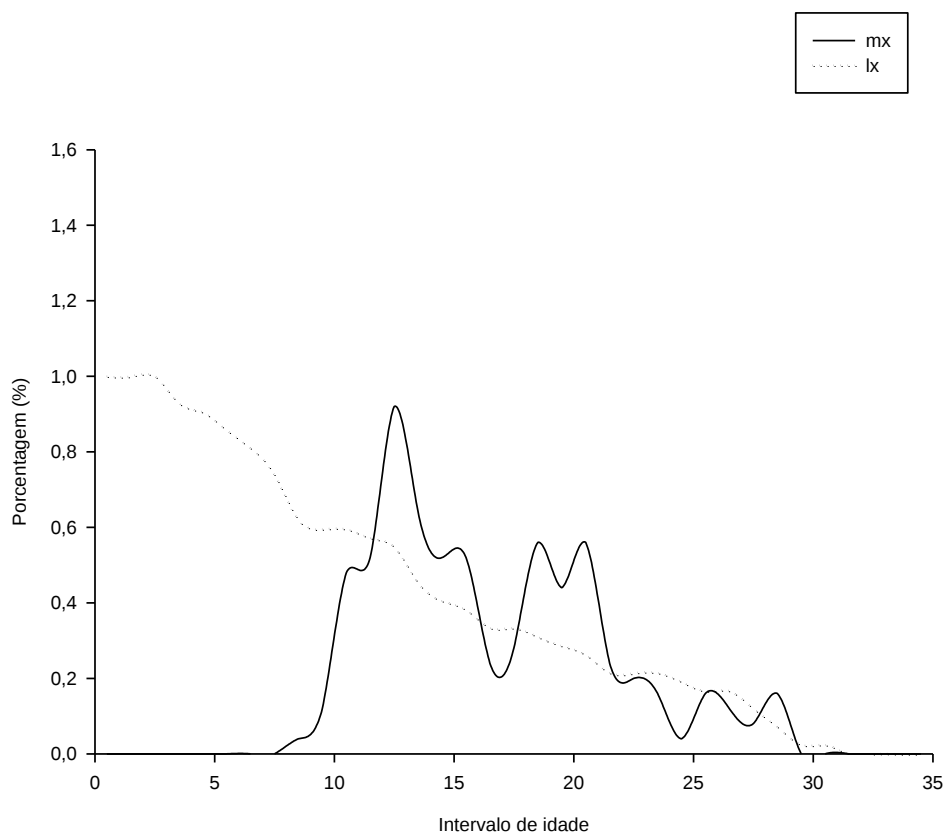


Figura 7. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em nº médio de ninfas/dia, de *Chaetosiphon fragaefolii*, em folhas de morangueiro cultivar 'Aromas'. Temperatura de  $22 \pm 2$  °C, U.R. de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

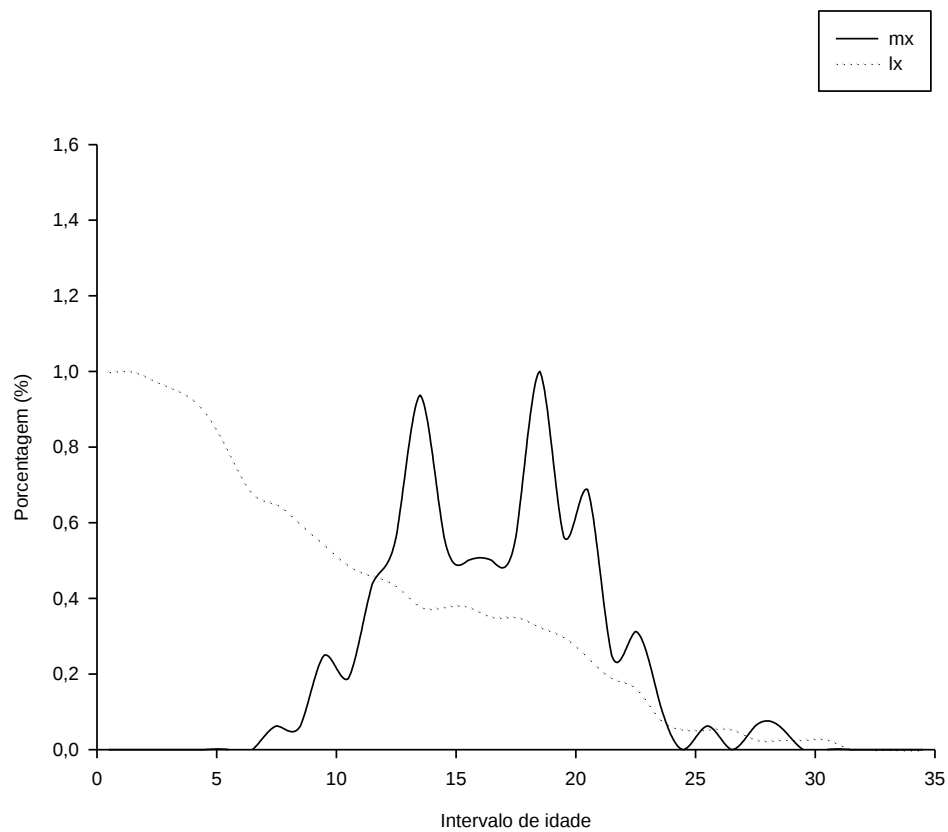


Figura 8. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em n° médio de ninfas/dia, de *Chaetosiphon fragaefolii*, em folhas de morangueiro cultivar ‘Camarosa’. Temperatura de  $22\pm 2$  °C, U.R. de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

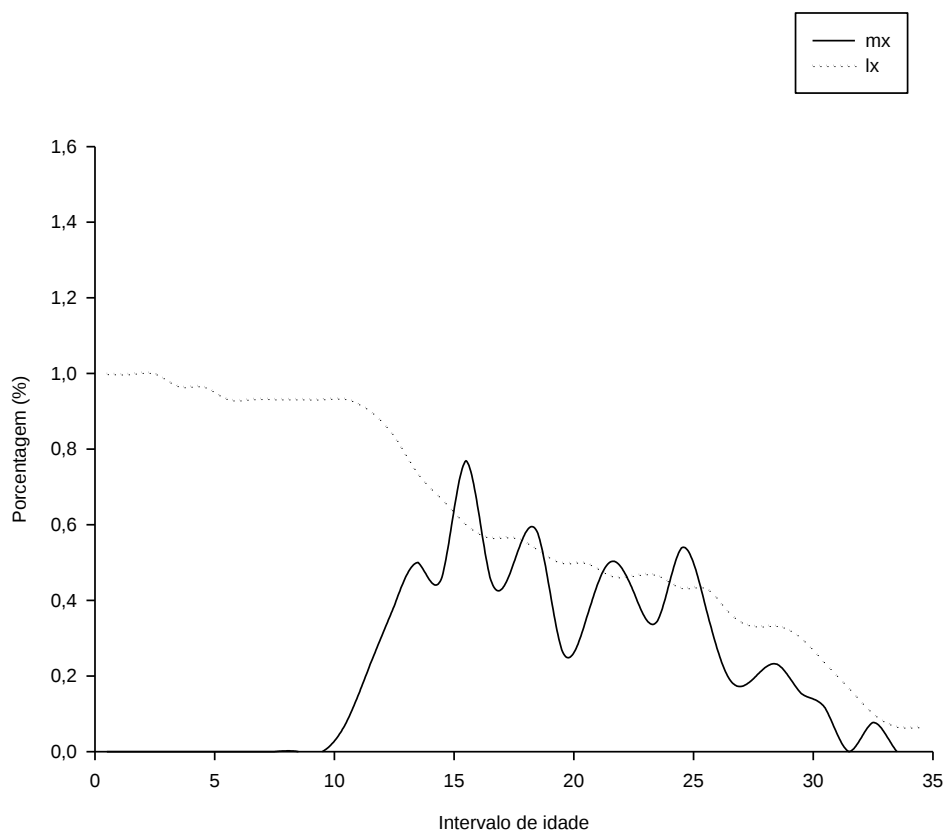


Figura 9. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em nº médio de ninfas/dia, de *Chaetosiphon fragaefolii*, em folhas de morangueiro cultivar ‘San Andreas’. Temperatura de  $22\pm 2$  °C, U.R. de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

Segundo os parâmetros de crescimento populacional avaliados na tabela de vida de fertilidade, observa-se que ‘Albion’ apresentou o maior valor para a taxa líquida de reprodução ( $R_0 = 6,39\pm 0,03$ ), o menor tempo necessário para a população duplicar ( $TD = 5,61\pm 0,01$ ) e o maior valor para a inata capacidade de aumentar em número ( $r_m = 0,12$ ), apresentando assim, os melhores parâmetros reprodutivos para *C. fragaefolii* (p-valor < 0,05) (Tabela 6).

‘Camarosa’ a ‘Aromas’ apresentaram os menores valores de taxa líquida de reprodução ( $R_0 = 2,65\pm 0,17$  e  $2,70\pm 0,11$ , respectivamente) e da inata capacidade de aumentar em número ( $r_m = 0,06$  e  $0,07$ , respectivamente), não diferindo entre si. Também apresentaram os maiores valores de tempo necessário para a população duplicar ( $TD = 10,89\pm 0,72$  e  $10,34\pm 0,43$ , respectivamente) (Tabela 6).

O maior intervalo de tempo entre cada geração foi observado em ‘San Andreas’ ( $T = 18,26\pm 0,71$ ) (Tabela 6).

Os parâmetros, inata capacidade de aumentar em número e razão finita de aumento não apresentaram diferença estatística entre as quatro cultivares avaliadas, porém os valores apresentados em ‘Albion’ e em ‘San Andreas’ foram superiores aos de ‘Aromas’ e ‘Camarosa’.

Tabela 6. Parâmetros de crescimento populacional obtidos para *Chaetosiphon fragaefolii* alimentados em folhas de quatro cultivares de morangueiro. Temperatura de  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR  $70 \pm 10\%$ , fotofase de 12 horas. Curitiba, 2012.

| Parâmetros avaliados                        | Cultivares          |                    |                    |                    |
|---------------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                             | Albion              | Aromas             | Camarosa           | San Andreas        |
| Ro - Taxa Líquida de Reprodução             | $6,39 \pm 0,03$ a   | $2,70 \pm 0,11$ c  | $2,65 \pm 0,17$ c  | $4,18 \pm 0,17$ b  |
| T - Intervalo de Tempo entre cada geração   | $15,01 \pm 0,01$ b  | $14,84 \pm 0,61$ b | $15,33 \pm 0,99$ b | $18,26 \pm 0,71$ a |
| rm - Inata capacidade de aumentar em número | $0,12 \pm 0,01$ NS  | $0,07 \pm 0,01$ NS | $0,06 \pm 0,01$ NS | $0,08 \pm 0,01$ NS |
| l - Razão finita de aumento                 | $1,131 \pm 0,01$ NS | $1,07 \pm 0,04$ NS | $1,07 \pm 0,07$ NS | $1,08 \pm 0,04$ NS |
| TD - Tempo para a população duplicar        | $5,61 \pm 0,01$ c   | $10,34 \pm 0,43$ a | $10,89 \pm 0,72$ a | $8,85 \pm 0,35$ b  |

Médias ( $\pm$  EP) seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste t unilateral (p-valor  $<0,05$ ).NS: não significativa

### 3.5 COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *C. fragaefolii* EM CULTIVARES DE MORANGUEIRO

Os valores dos parâmetros analisados do comportamento alimentar de *C. fragaefolii* pela técnica do monitoramento eletrônico encontram-se nas tabelas 7 e 8. Não foi observada diferença significativa no comportamento do afídeo entre as cultivares testadas em relação ao número de eventos de não prova, duração total da fase de não prova e porcentagem do tempo utilizado em não prova em relação ao tempo total do registro, indicando que os insetos não encontram dificuldades em iniciar a penetração estiletar nas cultivares avaliadas (Tabela 7). Com relação ao tempo para ocorrência da primeira picada de prova (pd- queda de potencial), os insetos tiveram comportamento semelhante nas quatro cultivares, com o tempo variando de 22,5 a 41,2 minutos (Tabela 7), não diferindo estatisticamente entre si. Não foram encontradas diferenças significativas para os demais parâmetros listados (Tabela 7).

Nota-se uma tendência no comportamento dos insetos a demorar mais tempo para iniciar atividade de picada de prova, caminhar estiletar e alimentação floemática em ‘San Andreas’. Todavia, considerando a porcentagem de tempo, os insetos permanecem mais tempo se alimentando do floema nesta cultivar (p-valor  $<0,05$ ), quando comparada com ‘Camarosa’ (Tabela 8). ‘San Andreas’ foi a única cultivar na qual todos os insetos avaliados apresentaram fase floemática. Em ‘Camarosa’, apenas 65% dos insetos atingiram o floema. O período de alimentação xilemática teve duração

de 82,6 minutos. Em todas as cultivares os insetos apresentaram fase xilemática, sendo 55% em ‘Albion’, 50% em ‘Aromas’ e ‘San Andreas’ e 65% em ‘Camarosa’. (Tabela 5).

Tabela 7. Padrão e duração de ondas (em minutos) observados para adultos ápteros de *Chaetosiphon fragaefolii* em mudas de quatro cultivares de morangueiro, registrado com o auxílio do equipamento GIGA 4 – DC.

| Padrões observados                                                                                             | Cultivares     |                |                |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                                                                                | Albion         | Aromas         | Camarosa       | San Andreas    |
| Duração total da fase de np                                                                                    | 109,3 ± 1,1 a  | 72,0 ± 11,7 a  | 82,5 ± 12,9 a  | 86,9 ± 13,0 a  |
| Duração média da fase de np                                                                                    | 25,4 ± 6,9 a   | 13,3 ± 2,8 a   | 10,8 ± 1,5 a   | 21,0 ± 4,0 a   |
| Tempo necessário para a primeira penetração                                                                    | 18,5 ± 6,5 a   | 20,2 ± 4,8 a   | 12,2 ± 2,2 a   | 38,3 ± 9,4 a   |
| Duração da primeira penetração                                                                                 | 65,9 ± 25,1 a  | 37,8 ± 17,9 a  | 27,8 ± 14,2 a  | 32,5 ± 15,5 a  |
| Duração da fase de caminhamento (ondas C)                                                                      | 134,1 ± 13,2 a | 154,1 ± 18,9 a | 126,5 ± 15,4 a | 102,0 ± 11,6 a |
| Ocorrência da primeira “pd” (queda de potencial)                                                               | 29,6 ± 12,6 a  | 32,1 ± 6,6 a   | 22,5 ± 8,6 a   | 41,2 ± 9,3 a   |
| Tempo necessário para atingir o floema, do início da primeira penetração                                       | 114,4 ± 20,0 a | 97,6 ± 11,9 a  | 142,0 ± 14,6 a | 121,7 ± 21,3 a |
| Tempo necessário para atingir o floema, após o início da prova que atingiu esta fase                           | 25,5 ± 5,0 a   | 22,0 ± 4,2 a   | 29,1 ± 3,4 a   | 32,4 ± 6,0 a   |
| Tempo necessário para a ingestão sustentada no floema (E>10 min), do início da primeira penetração             | 147,1 ± 22,8 a | 118,1 ± 16,7 a | 155,1 ± 15,3 a | 132,6 ± 22,3 a |
| Tempo necessário para a ingestão sustentada no floema (E>10 min), após o início da prova que atingiu esta fase | 24,6 ± 6,2 a   | 24,8 ± 4,6 a   | 22,4 ± 3,7 a   | 23,7 ± 6,1 a   |
| Tempo entre a primeira fase floemática e a primeira alimentação sustentada no floema                           | 17,6 ± 10,1 a  | 10,3 ± 8,0 a   | 2,8 ± 1,1 a    | 2,1 ± 1,3 a    |
| Duração da fase floemática                                                                                     | 75,8 ± 20,9 a  | 93,4 ± 21,5 a  | 70,4 ± 18,6 a  | 122,2 ± 21,1 a |
| Hora em que o inseto atingiu o floema (em horas)                                                               | 2,1 ± 0,4 a    | 2,0 ± 0,2 a    | 2,6 ± 0,3 a    | 2,7 ± 0,4 a    |
| Tempo total ingestão no xilema                                                                                 | 34,8 ± 11,1 a  | 39,2 ± 11,4 a  | 82,6 ± 22,5 a  | 54,4 ± 17,7 a  |

Médias (± EP) seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal- Wallis (p- valor <0,05).NS: não significativa

Tabela 8. Percentuais de padrões de ondas e número de eventos observados para adultos ápteros de *Chaetosiphon fragaefolii* em mudas de quatro cultivares de morangueiro, registrado com o auxílio do equipamento GIGA 4 – DC.

| Padrões observados (número de eventos)                                                        | Cultivares    |               |              |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
|                                                                                               | Albion        | Aromas        | Camarosa     | San Andreas  |
| Número de períodos de np (não-penetração)                                                     | 7,3 ± 1,1 a   | 7,4 ± 1,1 a   | 8,6 ± 1,3 a  | 5,4 ± 0,6 a  |
| Número de fases floemáticas                                                                   | 2,5 ± 0,5 a   | 1,9 ± 0,4 a   | 1,7 ± 0,4 a  | 2,3 ± 0,4 a  |
| Padrões observados (percentuais)                                                              |               |               |              |              |
| % de tempo utilizado em np em relação ao total do registro                                    | 31,4 ± 5,1 a  | 20,0 ± 3,2 a  | 22,7 ± 3,6 a | 24,1 ± 3,6 a |
| % de tempo utilizado no caminhamento em relação ao total do registro                          | 37,9 ± 3,6 a  | 41,5 ± 5,6 a  | 34,7 ± 4,3 a | 28,3 ± 3,2 a |
| % de tempo utilizado no floema em relação ao total do registro                                | 21,1 ± 5,8 ab | 26,0 ± 6,0 ab | 19,6 ± 5,2 b | 33,9 ± 5,9 a |
| % de insetos que apresentaram fase floemática                                                 | 80 ab         | 90 ab         | 65 b         | 100 a        |
| % de insetos que apresentaram fase floemática sustentada (E>10 min)                           | 60 a          | 65 a          | 50 a         | 85 a         |
| % de insetos com a primeira ingestão sustentada no floema durante a primeira fase floemática* | 45 ab         | 60 ab         | 35 b         | 75 a         |

\* Considerando nível de 10% de significância.Médias (± EP) seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis (P<0,05).NS: não significativa

### 3.6 ANÁLISE ANATÔMICA DE FOLHAS DE QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO ATRAVÉS DE MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA

Com relação à densidade de tricomas na epiderme abaxial de folhas de morangueiro, ‘Albion’ foi a cultivar que apresentou maior número de tricomas glandulares (111,0). ‘Albion’ também apresentou número elevado de tricomas tectores, semelhante à ‘Aromas’ (38,2 e 30,7, respectivamente) e superior à ‘Camarosa’ e ‘San Andreas’.

Tabela 9. Densidade de tricomas glandulares e tricomas não-glandulares na epiderme abaxial de folhas de quatro cultivares de morangueiro.

| Cultivar    | Tricomas          |                      |
|-------------|-------------------|----------------------|
|             | Tricomas tectores | Tricomas glandulares |
| Albion      | 38,2 ± 4,6 a      | 111,0 ± 9,7 a        |
| Aromas      | 30,7 ± 2,6 ab     | 75,1 ± 5,1 b         |
| Camarosa    | 20,1 ± 2,6 b      | 73,2 ± 10,0 b        |
| San Andreas | 25,5 ± 2,8 b      | 49,1 ± 4,9 b         |

Médias (± EP) seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p-valor <0,05).

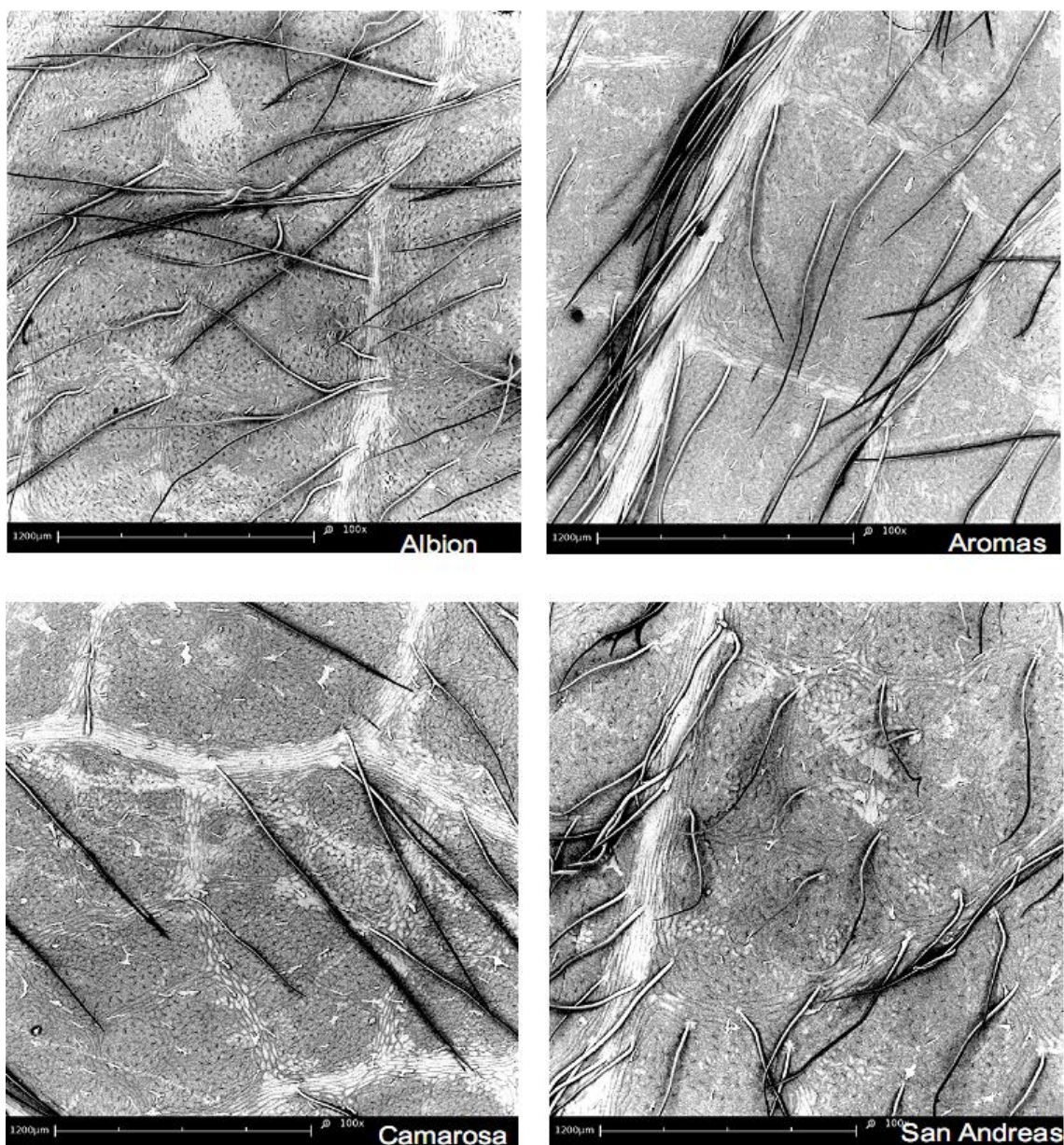


Figura 10. Densidade de tricomas glandulares e tricomas não-glandulares na epiderme abaxial de folhas de quatro cultivares de morango em cortes de 5,76mm<sup>2</sup> de área, aumento de 100 vezes.

#### 4. DISCUSSÃO

A cultivar Albion apresentou o maior valor para  $r_m$ . Neste estudo ‘Albion’ foi a mais adequada ao desenvolvimento do inseto, pois a qualidade da planta hospedeira é o principal fator de influência na taxa de fecundidade de insetos herbívoros (Awmack; Leather, 2002; Dixon, 1987). De acordo com Traicevsk;Ward (2002), a  $r_m$  é uma medida relativa da qualidade do hospedeiro e relaciona  $R_o$ , ou taxa líquida de reprodução e (T), ou tempo de geração, traduzindo o potencial biótico do inseto (Price, 1984). Entretanto a  $r_m$  não é influenciada somente pela planta hospedeira, mas também pela intensidade luminosa e temperatura (Krebs, 1994; Wyatt; Brown, 1977). Quanto

maior o valor de ( $r_m$ ), mais bem sucedida será a espécie em um determinado ambiente. Corroborando com essa afirmação o fato de que ‘Albion’ apresentou a maior taxa líquida de reprodução e o menor tempo para população duplicar (TD). No entanto, os insetos monitorados em ‘Albion’ apresentaram o maior período de tempo em fase de não prova (np), indicando um provável fator de resistência associado à epiderme da folha. Este comportamento pode estar relacionado à alta densidade de tricomas na epiderme abaxial de folhas de ‘Albion’, criando uma barreira física para inserção dos estiletes. A presença de tricomas pode estar associada à resistência superficial da planta a afídeos (Alvarez *et al.*, 2006).

‘Camarosa’ foi menos adequada ao desenvolvimento de *C. fragaefolii* quando comparada a ‘Albion’ e ‘San Andreas’, com baixo valor de  $r_m$ , semelhante a ‘Aromas’. Em ‘Camarosa’ e ‘Aromas’ foram encontrados os maiores valores de TD. Esse inadequado desenvolvimento de *C. fragaefolii* pode estar associado à baixa qualidade nutricional de ‘Camarosa’ e ‘Aromas’, pois um dos efeitos da baixa qualidade da planta hospedeira sobre a fecundidade de afídeos é a reabsorção dos embriões pela fêmea, que utiliza esse mecanismo para manter sua sobrevivência (Awmack; Leather, 2002).

Houve diferença na viabilidade de estágio ninfal entre ‘Camarosa’ e ‘San Andreas’, observada principalmente ao analisar a tabela de esperança de vida. Em ‘San Andreas’ os valores de risco de morte (100qx) foram os mais baixos, sendo iguais a zero durante quase todo o período ninfal (intervalo de dias de 0,5 a 9,5), enquanto em ‘Camarosa’ foram observados os valores mais altos de risco de morte durante o mesmo período. Em ‘San Andreas’ foi observada a maior longevidade dos insetos. Estes resultados indicam que a viabilidade de formas jovens de *C. fragaefolii*, assim como a longevidade, são afetadas pela planta hospedeira. O efeito prejudicial associado ao estágio ninfal pode estar associado a antibiose. Segundo Lara (1991), a resistência por antibiose afeta além da longevidade e fecundidade, a viabilidade das formas jovens, principalmente nos primeiros instares, sendo esta uma das principais variáveis características deste tipo de resistência. Segundo Dogimont *et al.*, (2010) o efeito de antibiose pode ser causado pela alteração do comportamento alimentar do inseto em variedades resistentes (antixenose), como no caso da resistência de plantas de melão a *Aphis gossypii*, causada pela drástica redução da ingestão de seiva floemática (Kingler *et al.*, 1998).

As principais diferenças observadas no comportamento alimentar de *C. fragaefolii* entre ‘Camarosa’ e ‘San Andreas’, estão no tempo gasto para ingestão de

floema (33,9% do tempo total de registro) e também na porcentagem de insetos que tiveram sucesso em atingir alimentação sustentada no floema (75% dos insetos), o que caracteriza o aceite da planta como hospedeira (Tjallingii, 1995). Nesse sentido, o efeito de antibiose observado em ‘Camarosa’ pode ter ocorrido em função da menor ingestão da seiva floemática por *C. fragaefolii* nesta cultivar.

Em ‘San Andreas’, 75% dos insetos apresentaram alimentação sustentada no floema na primeira tentativa, enquanto em ‘Camarosa’ 35% dos insetos tiveram sucesso, caracterizando o aceite imediato de ‘San Andreas’ como hospedeira preferencial. A preferência por ‘San Andreas’ pode estar associada à composição da seiva floemática, mais adequada às exigências nutricionais de *C. fragaefolii*. A seiva floemática é rica em açúcares e pobre em aminoácidos, porém estes estão facilmente assimiláveis, na forma solúvel. O equilíbrio entre açúcares e aminoácidos e os tipos de aminoácidos presentes na seiva floemática podem estar relacionados à preferência dos afídeos por determinada cultivar ou variedade (Srivastava 1983). Sendo assim, a composição diferente da seiva floemática entre ‘San Andreas’ e ‘Camarosa’ pode justificar a preferência por ‘San Andreas’. Corrobora com essa afirmação o fato de que *C. fragaefolii* teve um maior tempo de ingestão na fase floemática em ‘San Andreas’.

Os afídeos mantidos em ‘Camarosa’ apresentaram a fase xilemática superior à floemática. Afídeos alimentam-se preferencialmente de floema (Lazzari; Zonta-de-Carvalho, 2009), entretanto Ponder *et al.* (2000) sugerem que o floema pode ser rejeitado pelo pulgão quando for de qualidade nutricional insuficiente, sendo que este só será aceito acima de um certo limiar nutricional. Alternativamente, o pulgão pode atingir um ponto em que ele já não pode mais procurar pelo floema mais apropriado e tem de ingerir o que está disponível. O que também pode explicar a maior relação xilema/floema na cultivar ‘Camarosa’ que nas demais. Uma vez que, a alimentação no xilema é um comportamento relacionado à reidratação (Powell; Hardie, 2001), neste caso a busca pelo ‘floema adequado’ pode ter favorecido a desidratação do inseto, forçando-o a ingerir a seiva do xilema (Ponder *et al.*, 2000).

## 5. CONCLUSÃO

A baixa viabilidade de ninfas de *C. fragaefolii* criadas em ‘Camarosa’, o baixo valor associado à inata capacidade de aumentar em número ( $r_m$ ), parâmetro que é uma medida relativa da qualidade do hospedeiro, aliados à dificuldade dos insetos em atingirem a fase floemática e à maior duração na fase xilemática, nesta cultivar, indicam que tanto mecanismos de antibiose quanto mecanismos de antixenose podem estar envolvidos no processo de resistência de ‘Camarosa’ a esta espécie de afídeo.

## REFERÊNCIAS

Alvarez AE, Tjallingii WF, Garzo E, Vleeshouwers V, Dicke M, Vosman B. (2006) Location of resistance factors in the leaves of potato and wild tuber-bearing *Solanum* species to the aphid *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 121: 145–157.

Araujo ES (2012) Afídeos associados à cultura do morangueiro na Região Metropolitana de Curitiba e biologia de *Aphis forbesi* Weed, 1889. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal)) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Awmack CS & Leather SR (2002) Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 47: 817 - 844.

Bellows Junior TS, Van Driesche RG, Elkinton JS (1992) Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. *Annual Review of Entomology*, v.37, p. 587-614.

Bernardi D, Araujo ES, Zawadneak MAC, Botton M, Mogor AF & Garcia MS (2013) Aphid Species and Population Dynamics Associated with Strawberry. *Neotropical Entomology* 4: 1-18.

Bernardi D, Botton M, Garcia MS, Cunha U & Nava DE (2011) Bioecologia, monitoramento e controle de *Chaetosiphon fragaefolli* (Cockerell, 1901) (Hemiptera:

Aphididae) na cultura do morangueiro. Bento Gonçalves: EmbrapaUva e Vinho, 8p. (Circular Técnica 84).

Birch LC (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, v.17, p. 15-26.

Blackman RL & Eastop VF (1984). *Aphids on the World's Crops: an identification guide*. Wiley e Sons, New York. 466p.

Botton M, Bernardi D, Nava DE, Cunha US & Garcia MS (2010). Manejo de pragas na cultura do morangueiro. In: Simpósio nacional do morango, V e encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul, 2010. Resumo... Pelotas, RS. p.23-29.

Cédola C & Greco N (2010) Presence of the aphid, *Chaetosiphon fragaefolii*, on strawberry in Argentina. *Journal of Insect Science* 9: 1-9.

Dixon AFG (1987) Parternogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. In: Minks AK & Harrewijn P *World crop pests. Aphids: Their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: Elsevier. cap. 4, p.269-287.

Dogimont C, Bendahmane A, Chovelon V, Boissot N (2010) Host plant resistance to aphids in cultivated crops: Genetic and molecular bases, and interactions with aphid populations. *Comptes Rendus Biologies*. 333, p. 566–573.

Frazie NW & Mellor FC (1970) In *Virus Diseases of Small Fruits and Grapevines*, p. 18, Univ. of Calif. Div. of Agric. Sci., Berkeley, Calif. (Frazier, N. W., ed.).

Frazier NW (1955) Strawberry veinbanding virus. *Phytopathology* 45: 307-312.

Guldemon JA, Van Den Brink WJ & Den Belder E (1998) Methods of assessing population increase in aphids and the effect of growth stage of the host plant on population growth rates. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 86: 163-173.

Klingler J, Powell G, Thompson GA, Isaacs R (1998) Phloem specific aphid resistance in Cucumis melo line AR5: effects on feeding behaviour and performance of *Aphis gossypii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 86, p. 79–88.

Kocourek F, Havelka J, Beránková J & Jarosik V (1994) Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. *Entomol. Exp. Appl.* 71: 59-64.

Krebs CJ (1994) *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row, New York.

Lara FM (1991) *Princípios de resistência de plantas a insetos*. 2. ed. Ícone: São Paulo.

Lazzari SMN & Zonta-De-Carvalho RC (2009) Sugadores de seiva (Aphidoidea), p. 767- 836. In Panizzi AR & Parra JRP (Eds.). *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.

Liang LY, Liu LF, Yu XP, Han BY (2012) Evaluation of the Resistance of Different Tea Cultivars to Tea Aphids by EPG Technique. *Journal of Integrative Agriculture*, 11, p. 2028-2034.

Mellor FC & Forbes AR (1960) Transmission of strawberry viruses by aphids. *Canadian Journal of Botany*, 38(3): 343-352.

Minks, A.K. & Harrewijn, P. (Eds) (1987) *Aphids, their Biology, Natural Enemies and Control*. World Crop Pests 2A. Elsevier, Amsterdam.

Pedigo LP & Zeiss MR (1996) Developing a degree-day model for predicting insect development, p. 67-74. In: Pedigo LP & Zeiss MR (eds.). *Analyses in insect Ecology and Management*. Ames: Iowa State University Press, 168 p.

Penteado SRC, Oliveira EB & Lazzari SMN (2010) *TabVida – Sistema computacional para cálculo de parâmetros biológicos e de crescimento populacional de afídeos*. Colombo: Embrapa Florestas, 1 CD-ROM (Embrapa Florestas, Documentos, 203).

Penteado S do RC (2007) *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae): um estudo de biologia e associações. 223p. Tese (doutorado em ciências biológicas – entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Ponder KL, Pritchard J, Harrington R & Bale JS (2000) Difficulties in location and acceptance of phloem sap combined with reduced concentration of phloem amino acids explain lowered performance of the aphid *Rhopalosiphum padi* on nitrogen deficient barley (*Hordeum vulgare*) seedlings *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 97: 203-210.

Powell G & Hardie J (2001) A potent, morph-specific parturition stimulant in the overwintering host plant of the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Physiological Entomology* 26: 194-201.

Price PW (1984) *Insect Ecology*. (2.ed.). John Wiley, New York.

R Development Core Team (2011) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>

Rabinovich JE (1978) *Ecologia de Poblaciones Animales*. Secretaria General de La Organización de los Estados Americanos. Washington, 114 p.

Rondon SI & Cantliffe DJ (2004) *Chaetosiphon fragaefolli* (Homoptera: Aphididae): a potencial new pest in florida? *Florida entomology* 87: 612-615.

Salas FJS, Lopes JRS & Fereres A (2010) Resistência de cultivares de batata a *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology* 39.

Silveira Neto S, Nakano O, Barbin D, Villa Nova N (1976) *Manual de Ecologia dos Insetos*. São Paulo: Agronômica Ceres, 419p.

Srivastava PN, Auclair JL & Srivastava U (1983) Effect of nonessential amino acids on phagostimulation and maintenance of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. Canadian Journal of Zoology 61: 2224-2229.

Taiz L, Zeiger E (2013) Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 954p.

Tian D, Tooker J, Peiffer M, Chung SH, Felton GW (2012) Role of trichomes in defense against herbivores: comparison of herbivore response to woolly and hairless trichome mutants in tomato (*Solanum lycopersicum*). Planta, 236(4):1053-66.

Tjallingii WF (1995) Regulation of phloem sap feeding by aphids. In: Regulatory mechanisms in insect feeding. R. F. Chapman & G. de Boer (eds). Chapman & Hall. p. 190 – 209.

Tjallingii, WF (1978) Electronic recording of penetration behaviour by aphids. Entomologia Experimentalis et Applicata 24: 721–730.

Traicevski V & Ward SA (2002) Probing behaviour of *Aphis craccivora* Koch on host plants of different nutritional quality. Ecological Entomology 27: 213-219.

Valério E & Cecílio A (2005) Afídeos. In: Palha MG (coord.). Manual do morangueiro. Alhos Vedros: Belgráfica, Lisboa. p.35-42.

Valverde PL, Fornoni J, Nuñez-Farfan J (2001) Defensive role of leaf trichomes in resistance to herbivorous insects in *Datura stramonium*. *Journal of Evolutionary Biology*, 14, 424-432.

Van Lenteren JC, Woets J (1988) Biological and integrated pest control in greenhouses. *Annual Review of Entomology*, v,33, p. 239- 269.

Wyatt IJ & Brown SJ (1977) The influence of light intensity, daylength and temperature on increase rates of four glasshouse aphids. *Journal of Applied Ecology* 14: 391-399.

## CONCLUSÕES GERAIS

Os períodos de maior ocorrência a campo de *C. fragaefolli* e *A. forbesi* foram registrados nos meses de junho e julho de 2013, no outono. Para *A. gossypii*, o pico populacional foi no mês de março de 2013, no verão. *C. fragaefolli* e *A. forbesi* apresentam um comportamento comum a maioria das espécies de afídeos, com picos populacionais na primavera, seguidos de um declínio no verão e um novo pico no outono. *A. gossypii*, provavelmente apresenta pico populacional no verão em função de sua faixa de temperatura ótima para desenvolvimento ser um pouco mais elevada, em torno de 25° C.

Foi observada baixa porcentagem de sobrevivência das ninfas de *C. fragaefolli* em ‘Camarosa’, que poderia indicar resistência do tipo antibiose, além da dificuldade dos insetos em atingirem a fase floemática nesta cultivar, por permanecerem por mais tempo na fase xilemática que na floemática, indicando resistência do tipo antixenose.

‘San Andreas’, embora não tenha apresentado as melhores taxas de fecundidade, apresentou as maiores porcentagens de sobrevivência durante o estágio ninfal, em relação às demais. Foi a única cultivar na qual todos os insetos monitorados pela técnica EPG obtiveram sucesso na tentativa de atingir a alimentação floemática. Desta forma ‘San Andreas’ se mostrou mais adequada para criação de insetos para estudos em laboratório, em função da alta viabilidade das formas jovens e maior longevidade.

Comparando diretamente ‘Camarosa’ e ‘San Andreas’, em relação à porcentagem de tempo no floema em relação ao total do registro, observa-se que os insetos permanecem por mais tempo na fase floemática quando se alimentam de ‘San Andreas’.

Os afídeos alimentados em ‘Albion’ apresentaram os maiores valores de taxa líquida de reprodução e o menor tempo para população duplicar, o que indica o grande potencial de crescimento populacional da espécie *C. fragaefolli* nesta cultivar. Embora apresente barreiras físicas para a inserção do estilete, a nível de epiderme.

Ao considerar conjuntamente os resultados obtidos nas análises dos parâmetros biológicos de *C. fragaefolli* e o registro do comportamento alimentar do mesmo por meio da técnica EPG, nas quatro cultivares de morangueiro, nota-se diferença quanto ao comportamento alimentar e desenvolvimento do afídeo entre as cultivares Camarosa e San Andreas. Essa possível preferência alimentar por ‘San Andreas’, somada às maiores taxas de viabilidade das fases ninfais do afídeo, provavelmente estão relacionados a

fatores nutricionais, envolvendo a composição da seiva floemática. A causa da diferença entre as duas cultivares não pode ser elucidada neste estudo, porém uma possível combinação de aminoácidos fago-estimulantes na seiva floemática de ‘San Andreas’ e de aminoácidos com provável efeito inibitório da alimentação em ‘Camarosa’ é uma hipótese que precisa ser confirmada em novos estudos incluindo, além do monitoramento eletrônico da alimentação, também a análise dos componentes da seiva das cultivares utilizadas.

Os resultados obtidos neste trabalho irão auxiliar o planejamento de um programa de manejo integrado de afídeos do morangueiro, considerando a cultivar com menor potencial de crescimento populacional de *C. fragaefolii* e sua época de menor ocorrência.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, A. E.; TJALLINGII W. F.; GARZO, E.; VLEESHOUWERS, V.; DICKE, M.; VOSMAN, B. Location of resistance factors in the leaves of potato and wild tuber-bearing *Solanum* species to the aphid *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 121, p. 145-157, 2006.

ARAÚJO, E.M. Afídeos associados à cultura do morangueiro na Região Metropolitana de Curitiba e biologia de *Aphis forbesi* Weed, 1889. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ARAÚJO, E.S.; ZAWADNEAK, M. A. C.; TAVARES, M. ; BENATTO, A.; MOGOR, A. F. Occurrence of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) parasitizing *Aphis forbesi* Weed, 1889 (Hemiptera: Aphididae) in the strawberries crop in the metropolitan Region of Curitiba, Parana, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* (Impresso), v. 73, p. 221-222, 2013.

ARAUJO, E. S.; BENATTO, A.; KUHN, T. M.; MOGOR, A. F.; ZAWADNEAK, M. A. C. Afídeos Associados à cultura do morangueiro em sistema orgânico na região metropolitana de Curitiba. In: Simpósio nacional do morango, e encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do mercosul, 2010. Resumo...Pelotas, RS. P.199-199. 2010.

AUAD, A.M.; MORAES, J.C. Biological aspects and life table of *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) as a function of temperature. *Scientia Agricola*, v.60, p.657-662, 2003.

BASTOS, C.S.; PICANÇO, M.C.; LEITE, G.L.D.; ARAÚJO, J.M. Tabelas de fertilidade e de esperança de vida de *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) em couve-comum. Científica, v.24, p.187-197, 1996.

BENATTO, A.; ZAWADNEAK, M. A. C.; ARAÚJO, E. S.; KUHN, T. M.A. ; MOGOR, A. F. Coccinelídeos associados ao cultivo de morangueiro em Pinhais, PR. In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia 2012, 2012, Curitiba. XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia 2012. Curitiba: Sociedade Entomologica do Brasil SEB, 2012.

BELLOWS JUNIOR, T.S.; VAN DRIESCHE, R.G.; ELKINTON, J.S. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. Annual Review of Entomology, v.37, p. 587-614. 1992.

BERNARDI, D. ; ARAUJO, E. S. ; ZAWADNEAK, M. A. C. ; BOTTON, M. ; MOGOR, A. F. ; GARCIA, M. S. Aphid Species and Population Dynamics Associated with Strawberry. Neotropical Entomology, v. 4, p. 1-18. 2013.

BERNARDI, D. Espécies de afídeos, biologia de *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell, 1901) (Homoptera: Aphididae) e seu controle com azadiractina na cultura do morangueiro. 70f. 2011. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Programa de Pós-graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. Aphids on the world's Herbaceous Plants and Shrubs. Vol I. Hosts lists and Keys. John Wiley& Sons. Chichester, U.K. 1024pp. 2006.

BOTTON, M.; BERNARDI, D.; NAVA, D. E.; CUNHA, U. S.; GARCIA, M. S. Manejo de pragas na cultura do morangueiro. In: Simpósio nacional do morango, V e encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do mercosul, 2010. Resumo... Pelotas, RS. p.23-29. 2010.

BORTOLOZZO, A.R.; SANHUEZA, R.M.V.; BOTTON, M.; MELO, G.W.B.; KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; BOTTON, M.; FREIRE, J.M.; BRAGHINI L.C.; VARGAS L.; CALEGARIO F.F.; FERLA, N.J.; PINENT, S.J. Produção de morangos no sistema semihidropônico. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, (Circular Técnica), 24p. (2007) Disponível em:<<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/circular/cir062.pdf>>. Acesso em 15/03/2010.

CARDOSO, M. Z. Herbivore handling of a plants trichome: the case of *Heliconius charithonia* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae) and *Passiflora lobata* (Killip) Hutch. (Passifloraceae). Neotropical Entomology. 2008; 37:247-52.

CARNEIRO, E.; CUZZI, C.; LINK, S.; VILANI, A.; SARTORI, C.; ONOFRE S. B. Entomofauna associada à cultura da soja (*Glycine max* (L.) merril) (Fabaceae) conduzida em sistema orgânico Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.3, n.3, p. 271-289, 2010.

CARVALHO, P. de C. Histórico e evolução da cultura do morangueiro no Brasil nos últimos 50 anos. Minas Gerais, EMATER, 23p, 2011.

CÉDOLA, C.; GRECO, N. Presence of the aphid, *Chaetosiphon fragaefolii*, on strawberry in Argentina. Journal of Insect Science, v. 10, p.1-9. 2010.

CHOI, Y. E.; HARADA, E.; WADA, M.; TSUBOI, H.; MORITA, Y.; KUSANO, T.; SANO, H. Detoxification of cadmium in tobacco plants: formation and active excretion of crystals containing cadmium and calcium through trichomes. Planta, 213:45-50, 2001.

CIVIDANES, F.J.; SOUZA, V.P. Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. *Neotropical Entomology*, v.32, p.413-419, 2003.

COATS, S. A. Life cycle and behavior of *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Annals Entomological Society of America*, v.69, p. 772-780. 1976.

DAUBENY, H. Register of new fruit and nut varieties: strawberries. *HortScience*, v.29, n.9, p.960-964, 1994.

DUNFORD, S. Topic 10.3 Sampling phloem SAP. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant Physiology* [ on line] Fourth Edition. 2006. Disponível em: [4HTTP://4e.plantphys.net/article.php?ch=10&id=136](http://4e.plantphys.net/article.php?ch=10&id=136). Acesso em: 13/02/2012.

FADINI, M. A. M.; LOUZADA, J. C. N. Impactos ambientais da agricultura convencional. *Informe Agropecuário*, v.22, p. 24-29. 2001.

FAEDI, W.; ANGELINI, R. *La Fragola. Collana Coltura e Cultura*, Bayer Crop Science, Ed. Script, Bologna, 2010.p. 548.

FERLA, N. J.; MARCHETTI, M. M.; GONÇALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do RS. *Biota Neotropical*, v.7, n. 2. 2007.

FRAZIER, N.W.; MELLOR, F.C. In Virus Diseases of Small Fruits and Grapevines, p. 18, Univ. of Calif. Div. of Agric. Sci., Berkeley, Calif. 1970.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; LIMA, R.C.A; LIMA, J.A.A.; SOUZA JR, M.T.; PIO-RIBEIRO, G. & ANDRADE, ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. Entomologia agrícola. 2.ed. São Paulo: Ceres, 2002. 646p. G.P. Etiologia e estratégias de controle do mamoeiro no Brasil. Fitopatologia Brasileira, v.26, p.689-702. 2001.

GODOY, K.B.; CIVIDANES, F.J. Tabelas de esperança de vida e de fertilidade de *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório e campo. Neotropical Entomology, v.31, p.41-48, 2002.

ILHARCO, F.A. Equilíbrio biológico de afídeos. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992. 303p.

ISAACS, R.; WOODFORD, T.A. IPM Case Studies: Berry Crops. In: Aphids as Crop Pests. Eds: H.F. Van Emden and R. Harrington. CABI Publishing. Wallingford. pp. 561-572. 2007.

KENNEDY, G. G. Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*. Annual Review Entomology, 48:51-72, 2003.

KIANPOUR, R.; FATHIPOUR, Y.; KAMALI, K ; NASERI, B. Bionomics of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) and Its Predators *Coccinella septempunctata* and

*Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) in Natural Conditions. Journal of Agricultural Science and Technology, v. 12, p. 1-11, 2010.

KINDLMANN, PAVEL; DIXON, A.F.G.; MICHAUD, J.P. (Eds.) Aphid Biodiversity under Environmental Change Patterns and Processes. Springer. 2010. 191 p.

LARA, F. M. Princípios de resistência de plantas a insetos. 2.ed. Ícone: São Paulo, 1991.

LAZZARI, S. M. N.; ZONTA-DE-CARVALHO, R.C. Sugadores de seiva (Aphidoidea), p. 767- 836. In Panizzi AR & Parra JP (Eds.). Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2009.

LE ROUX, V.; DUGRAVOT, S.; BRUNISSEN, L.; VINCENT, C.; PELLETIER, Y.; GIORDANENGO, P. Antixenosis phloem—based resistance to aphids: Is it the rule? Ecological Entomology, v.35, p.407–416. 2010.

LEITE, G. L. D.; MOREIRA, E. D. S.; MOTA, V. A.; FERREIRA, I. C. P. V.; COSTA, C. A. Artrópodes fitófagos e predadores associados em 20 acessos *Luffa* sp. em sistema orgânico. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 4, p. 986-992, 2011.

LIANG, L.Y.; LIU, L. F.; YU, X. P.; HAN, B. Y. Evaluation of the Resistance of Different Tea Cultivars to Tea Aphids by EPG Technique. Journal of Integrative Agriculture, v.11, p. 2028-2034, 2012.

LIMA, R.C.A; LIMA, J.A.A.; SOUZA JR, M.T.; PIO-RIBEIRO, G. & ANDRADE, G.P. Etiologia e estratégias de controle do mamoeiro no Brasil. Fitopatologia Brasileira, v.26, p. 689-702. 2001.

LOPES, H. R. D. A cultura do morangueiro no Distrito Federal. 1.ed. Brasília: Emater DF, 75p. 2005.

MANGNABOSCO, M.C. Avaliação da eficiência da calda bordalesa, da calda sulfocálcica e do biofertilizante supermagro no cultivo orgânico de morangueiro. 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

MCLEAN, D.L.; KINSEY, M.G. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. Nature, v. 205, p. 1358–1359. 1964.

MILLER, G. L.; FOOTTIT R. G. The taxonomy of crop pests: the aphids. Blackwell Publishing. In FOOTTIT, R.; ADLER, P. Insect biodiversity Science and Society. 2009. Chapter 20. p. 463-473.

MIRANDA, M.P.; FERERES, A. ; APPEZZATO-DA-GLORIA, B. ; LOPES, J.R.S. Characterization of electrical penetration graphs of *Bucephalogonia xanthophis*, a vector of *Xylella fastidiosa* in citrus. Entomologia Experimentalis et Applicata, v.130, p.35-46. 2009.

MORAES, J. G. L.; BLEICHER, E. Preferência do pulgão-preto, *Aphis craccivora* Koch, a diferentes genótipos de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Ciência Rural*, v.37, n.6, 2007.

NICKEL, O.; UENO, B.; SANHUEZA, R. M. V. Sistema de Produção de Morango para Mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste (2005). Disponível em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/virus.htm>. Acesso 19 dezembro 2010.

PALHA, M. G. (Coord.). Manual do morangueiro. Alhos Vedros: Belgráfica, Lda. 2005. p.35-42.

PASSOS, F. A.; BETTI, J. A.; TANAKA, M. A. de S. Pragas do Morangueiro. In.: Manejo Integrado de Pragas e doenças do Morangueiro. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. São Paulo, 2000, v. 5, 61 p. (Manual técnico, série especial). 2000.

PEDIGO, L. P.; ZEISS, M. R. Developing a degree-day model for predicting insect development, p. 67-74. In: PEDIGO L.P.; ZEISS, M.R. (eds.). *Analyses in insect Ecology and Management*. Ames: Iowa State University Press, 1996.168 p.

PENTEADO, S. R. C. *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae): um estudo de biologia e associações. (2007) 223p. Tese (doutorado em ciências biológicas – entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RICCI, E.; La ROSA, F.R.; VASICEK, A. Demografía del “pulgón verde del duraznero” *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphidoidea) sobre pimiento (*Capsicum annum*) en condiciones de laboratorio. Ceiba, v.41, p.17-20, 2000.

RONDON, S.I.; CANTLIFFE, D.J. *Chaetosiphon fragaefolli* (Homoptera: Aphididae): a potencial new pest in florida? Florida entomology, v. 87, n.4, p 612-615. 2004.

RONDON, S. I.; CANTLIFFE, D. J.; PRICE, J. F. Population dynamics of the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae), on strawberries grown under protected structure. Fla Entomol 88:2, p.152-158. 2005.

RONQUE, V. E. R . Cultura do Morangueiro. 1.ed. Curitiba: Instituto Emater, 2010, 152 p.

SALAS, F. J. S.; LOPES J. R. S.; FERERES, A. Resistência de cultivares de batata a *Myzus persicae*(Sulz.) (Homoptera: Aphididae). Neotropical Entomology 39. 2010.

SCHUBER, J.M. Diversidade de afídeos e inimigos naturais em pomares de pessegueiros com diferentes sistemas de produção, Araucária, Paraná. 2007.p.78. Mestrado (Dissertação de Mestrado – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SOUTHWOOD, T.R.E. Ecological methods. 2.ed. New York: Chapman and Hall, 1978. 524p.

SILVA, F. N. Detecção e caracterização biológica e molecular de vírus em acessos antigos de macieira e *Strawberry mild yellow edge virus* em morangueiro. 2007. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC. 82 p. Lages.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. 1976. Manual de Ecologia dos Insetos. São Paulo: Agronômica Ceres, 419p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p.

TIAN, D.; TOOKER, J.; PEIFFER, M.; CHUNG, S. H., FELTON, G. W. Role of trichomes in defense against herbivores: comparison of herbivore response to woolly and hairless trichome mutants in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Planta*; 236(4):1053-66, 2012.

TJALLINGII, W.F. Continuous recording of stylet penetration activity by aphids. In: CAMPBELL, R. K.; EIKENBARY, R.D. (Eds) *Aphid-Plant Genotype Interactions*. Elsevier, Amsterdam. 1990. p. 89 - 99.

TJALLINGII, W. F. Electrical recording of stylet penetration activities. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Eds), *Aphids, their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, 1988. p. 95–108.

TJALLINGII, W. F. Electrical nature of recorded signals during stylet penetration by aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v.38, p. 177–186. 1985.

TJALLINGII, W.F. Electronic recording of penetration behaviour by aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 24, p. 721–730. 1978.

TOGNI PHB; FRIZZAS MR; MEDEIROS MA; NAKASU EYT; PIRES CSS; SUJII ER. Dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomate monocultivo e consorciado com coentro sob cultivo orgânico e convencional. *Horticultura Brasileira* 27: 183-188. 2009.

TORRES, A. F. Tabela de vida de fertilidade de *Aphidius colemani* VIERECK, 1912 (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* GLOVER, 1877 (Homoptera.: Aphididae). 2006. p.33. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VALÉRIO, E.; CECÍLIO, A. Afídeos. In: PALHA MG (coord.). Manual do morangueiro. Alhos Vedros: Belgráfica, Lda. 2005. p.35-42.

VALÉRIO, E.; CECÍLIO, A.; MEXIA, A. Population dynamics of aphids (Homoptera: Aphididae) and beneficial organisms on strawberry crops. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, v.33, p.153-161. 2007.

VALVERDE, P. L.; FORNONI, J.; NUÑEZ-FARFAN, J. Defensive role of leaf trichomes in resistance to herbivorous insects in *Datura stramonium*. *Journal of Evolutionary Biology*, 14, 424-432, 2001.

VAN LENTEREN J. C.; WOETS, J. Biological and integrated pest control in greenhouses. Annual Review of Entomology, v,33, p. 239- 269. 1988.

VASICEK, A.L.; De La ROSSA, F.; PAGLIONI, A. Aspectos biológicos y poblacionales de *Aulacorthum solani*, *Myzus persicae* y *Macrosiphium euphorbiae* (Homoptera: Aphidoidea) en pimiento (*Capsicum annum* L.). Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas, v.27, p.439-446, 2001.