UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade

Dissertação

Bioecologia de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) relacionada à fenologia de frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira no Rio Grande do Sul

Maicon Bisognin

Pelotas, 2012

MAICON BISOGNIN

BIOECOLOGIA DE *Anastrepha fraterculus* (wiedemann, 1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) RELACIONADA À FENOLOGIA DE FRUTOS DE MIRTILEIRO, AMOREIRA-PRETA, ARAÇAZEIRO E PITANGUEIRA NO RIO GRANDE DO SUL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fitossanidade (área do conhecimento: Entomologia).

Orientador: Dr. Dori Edson Nava

Co Orientador (es): Dr. Mauro Silveira Garcia

Dra. Gabriela Inés Diez - Rodríguez

Pelotas, 2012

Banca Examinadora:

Dr. Dori Edson Nava (Orientador)
Dra. Adrise Medeiros Nunes
Dr. Flávio Roberto Mello Garcia
Dr. Marcos Botton

Aos meus pais, Maria e Moacir pelo amor, educação, apoio e incentivo em todos os momentos.
Aos meus irmãos, Alexandre e Camila.
À minha namorada Andressa pelo carinho, amor e compreensão.

Ofereço e Dedico

Agradecimentos

A Deus por tudo o que conquistei em minha vida, por estar sempre guiando meu caminho, dando-me forças para seguir em frente na busca de meus objetivos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel) pela oportunidade da realização do curso de Mestrado;

A coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos;

A Embrapa Clima Temperado pela disponibilização de estrutura para realização dos trabalhos;

A todos os professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFs) da UFPel pela atenção e ensinamentos transmitidos;

A minha família, em especial aos meus pais Maria e Moacir e irmãos Alexandre e Camila pelo afeto, amor, incentivo e apoio, também pelo exemplo de caráter, humildade e fé;

A minha namorada Andressa Calderan, pela compreensão, apoio, amor e dedicação;

Ao Dr. Dori Edson Nava, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, pela orientação, paciência e ensinamentos transmitidos;

Ao Dr. Mauro Silveira Garcia, professor no Departamento de Fitossanidade da FAEM/UFPel, pela orientação, paciência e ensinamentos no decorrer da Graduação e Pós-Graduação;

A Dra. Gabriela Inés Diez-Rodríguez pela amizade, apoio, incentivo e idéias transmitidas durante a implementação e condução dos trabalhos;

Ao pesquisador da Embrapa Clima Temperado Dr. Rodrigo Cezar Franzon, pela disponibilidade e sugestões nos trabalhos de campo;

A analista Núbia Lettnin Ferri do laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado pela disponibilidade, dedicação e auxílio nos trabalhos da dissertação;

Aos pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, Dr. Fernando Flores Cantilhano, Dra. Ana Cristina Krolow e Dra. Márcia Vizzotto pelo auxílio nas análises físico-químicas dos frutos;

Aos amigos de pós-graduação Heitor Lisbôa, Rafael da Silva Gonçalves, Milton Fernando Cabezas Guerrero, Odimar Zanuzo Zanardi, Raul da Cunha Borges Filho, Ruben Machota Júnior, Sônia Poncio, Adrise Medeiros Nunes, Sandro Daniel Nörnberg, Jutiane Wollmann, Márcia Aparecida Smaniotto, Deivid Araujo Magano, Daniele Schlesener pelos diversos momentos bons que passamos juntos;

Aos bolsistas e estagiários do Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado: Vinícius Zimmer, Eduardo Mariotti Gonçalves, Ricardo Braun Marangon, Lucas Kuhn Hübner, Franciéli Sassanovicz, Fernanda Garcia Monte, Laísa Boechel Barcelos, Felipe Andreazza, Helter Carlos Pereira pela convivência, companheirismo e momentos de descontração, especialmente ao Francisco Cardoso Canez Neto, Nicole Borges e Laísa Boechel Barcelos pelo esforço, responsabilidade e empenho para a realização deste trabalho;

A todas as pessoas que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

Resumo

BISOGNIN, Maicon. **Bioecologia de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) relacionada à fenologia de frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira no Rio Grande do Sul.** 2012. 78f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é a principal praga da fruticultura de clima temperado. Dentre os hospedeiros de *A. fraterculus* há poucas informações sobre o seu desenvolvimento nas chamadas pequenas frutas e frutas nativas. Desta forma, o trabalho teve por objetivo: a) conhecer a biologia de *A. fraterculus* em frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira e b) conhecer o desenvolvimento de *A. fraterculus*, relacionado ao estádio fenológico de frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira, em campo e laboratório. No primeiro capítulo o estudo foi realizado em laboratório em condições controladas de temperatura (25±2ºC), umidade relativa (70±10%) e fotofase (12 horas) e foram determinados parâmetros biológicos das fases imaturas e adulta de desenvolvimento. Foi determinado que *A. fraterculus* completa o ciclo biológico nos quatros hospedeiros estudados, embora os frutos nativos ofereçam as melhores condições para o desenvolvimento. Os parâmetros biológicos determinados para as fases imaturas do desenvolvimento foram próximos nos quatro hospedeiros, mas para a fase adulta foi observado que os insetos criados em pitanga e araçá apresentam um maior período de oviposição, fecundidade e longevidade de fêmeas, em relação aos criados em mirtilo e amora-preta. O ritmo diário de oviposição é mais prolongado e uniforme para os insetos criados em araçá e pitanga, demonstrando que *A. fraterculus* esta mais adaptada aos hospedeiros nativos. No segundo capítulo foram caracterizados os estádios fenológicos I, II e III definidos como sendo da oitava, décima e décima primeira semanas; sexta, oitava e nona semanas; oitava, décima terceira e décima sexta semanas; e, quinta, sexta e sétima semanas após a primeira floração do mirtileiro, da amoreira-preta, do araçazeiro e da pitangueira, respectivamente. Foi observado que frutos coletados no campo apresentaram índice de infestação relativamente baixo no estádio de desenvolvimento II para amora-preta (0,008 insetos/fruto) e III para amora-preta e mirtilo (0,064 e 0,010 insetos/fruto, respectivamente). Já para o estádio II e III do araçá o índice de infestação foi alto (1,065 e 1,396, respectivamente), e para a pitanga o índice de infestação não foi considerado alto, porém verificou-se que em frutos do estádio I também ocorre desenvolvimento de *A. fraterculus* (I, II e III, correspondendo a 0,115, 0,213 e 0,225 pupários por frutos, respectivamente). Em laboratório, o desenvolvimento de *A.*

fraterculus foi confirmado em todos os estádios fenológicos dos frutos em que ocorreu infestação em condições de campo. No mirtilo (estádios I e II), araçá e amora-preta (estádio I) não foi observado o desenvolvimento dos insetos. Os parâmetros biológicos observados para *A. fraterculus* em mirtilo no estádio III foram próximos dos outros hospedeiros para o estagio imaturo, mas inferior para o estagio adulto. Para a amora-preta tanto o estádio II quanto o III propiciam o desenvolvimento de *A. fraterculus*, sendo os valores dos parâmetros biológicos próximos, embora as fêmeas prefiram frutos maduros para oviposição. Para o araçá os dois estádios fenológicos propiciaram o desenvolvimento semelhante, enquanto para a pitanga frutos no estádio III são mais adequados para o desenvolvimento de *A. fraterculus* do que os do estádio II e I. Desta forma, os resultados demonstram que o araçazeiro e a pitangueira são melhores hospedeiros para o desenvolvimento de *A. fraterculus* em relação ao mirtileiro e a amoreira-preta, sendo que as estratégias de controle devem ser direcionadas para os períodos que estes hospedeiros propiciem o desenvolvimento larval da mosca-das-frutas sul-america.

Palavras-chave: mosca-das-frutas-sul-americana, biologia, frutas nativas, pequenas frutas, definição do estágio susceptível ao ataque.

Abstract

BISOGNIN, Maicon. **Bioecology of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) related to blueberries, blackberries, guavas and cherries fruits phenology in Rio Grande do Sul.** 2012. 78f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The South American fruit fly *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) is one of the most important pests in orcharding temperate climate. There is a little information about its development in small fruits and native fruits among *A. fraterculus* hosts. So, the aim of this work has been a) studying the biology of *A. fraterculus* in blueberries, blackberries, guavas and cherries fruits; and b) studying the development of *A. fraterculus* related to phenological stadium of blueberries, blackberries, guavas and cherries fruits on field and in laboratory. On the first chapter, it has been done a study in laboratory under controlled conditions of temperature (25±2ºC), relative humidity (70±10%) and photophase (12 hours) and it has been determined biological parameters of adult and immature development stages. It has been determined that *A. fraterculus* finishes its biological cycle in all the four studied hosts, but native fruits provide better development conditions. The biological parameters determined to immature stages have been similar to every host, but to adult stadium it has been observed that insects reared in cherries and guavas fruits showed a longer period of oviposition, higher fecundity and longer females longevity, when it is compared to insects reared in blueberries and blackberries. The oviposition daily rhythm is longer and more uniform to those insects reared in guavas and cherries, showing that *A. fraterculus* is better adapted to native hosts. On the second chapter it has been determined the phenological stages I, II, III, and they are from eighth, tenth and eleventh week; sixth, eighth and ninth week; eighth, thirteenth and sixteenth week; and fifth, sixth, and seventh week after the first flowering of blueberry, blackberry, guava and cherry trees, respectively. It has been observed that fruits brought from the field have shown a relatively low infestation index in development stage II to blackberries (0,008 insects/fruit) and III to blackberries and blueberries (0,064 and 0,010 insetcs/fruit, respectively). At the same time, the infestation index to stage II and III in guavas fruits has been high (1,065 and 1,396, respectively), and the infestation index hasn't been high in cherries fruits, but it has been analyzed that it also occurs development of *A. fraterculus* (I, II, III, corresponding to 0,115, 0,213 and 0,225 puparia/fruits, respectively) in stage I fruits. In laboratory, the development of *A. fraterculus* has been confirmed in every fruit phenological stage that occurred infestation on field conditions. It hasn't been observed insects development in blueberries (stage I and II), guavas and blackberries (stage I). The biological parameters observed to *A. fraterculus* in

blueberries in stage III have been closed to the other hosts, to immature stage, but lower to adult stage. Stage II has allowed the development of *A. fraterculus* as much as stage III to blackberry and the biological parameters values have been closed, but the females prefer mature fruits to oviposition though. Both phenological stage have allowed a similar development to guava, however, fruits in stage III are more adequate to *A. fraterculus* development than II and I. So, the results show that guava and cherry trees are the best hosts to *A. fraterculus* development when they are compared to blueberry and blackberry trees and the control strategies should be used in periods when these hosts allow larvae development of South American fruit fly.

Key-words: South American fruit fly, biology, native fruits, small fruits, definition of the susceptible stage to attack.

Lista de Figuras

Artigo 1

Figura 1 Ritmo diário de oviposição de *Anastrepha fraterculus* criada em quatro diferentes hospedeiros em laboratório. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas..... 39

Figura 2 Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* criadas durante a fase larval em frutos de mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. Curvas identificadas com mesma letra não diferem significativamente entre si. As setas indicam o tempo médio de sobrevivência..... 40

Artigo 2

Figura 1 Representação esquemática dos estádios de maturação do mirtileiro (0 - floração; I - 8 semanas após a floração; II - 10 semanas após a floração e III - 11 semanas após a floração), amoreira-preta (0 - floração; I - 6 semanas após a floração; II - 8 semanas após a floração e III - 9 semanas após a floração), araçazeiro (0 - floração; I - 8 semanas após a floração; II - 13 semanas após a floração e III - 16 semanas após a floração) e pitangueira (0 - floração; I - 5 semanas após a floração; II - 6 semanas após a floração e III - 7 semanas após a floração)..... 67

Figura 2 Flutuação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* em mirtilo (A), amora-preta (B), araçá (C) e pitanga (D). Safra agrícola 2011/2012..... 68

Figura 3 Infestação de pupários de *Anastrepha fraterculus* em mirtilo (A), amora-preta (B), araçá (C) e pitanga (D) nos três estádios de maturação. Safra agrícola 2011/2012..... 69

Figura 4 Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* criados em frutos de mirtileiro no estádio III. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas..... 70

Figura 5 Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* provenientes de frutos de amoreira-preta em dois estádios de maturação. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas..... 71

Figura 6 Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* provenientes de frutos de araçá em dois estádios de maturação. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas..... 72

Figura 7 Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* provenientes de frutos de pitangueira em três estádios de maturação. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas..... 73

Lista de Tabelas

Artigo 1

Tabela 1 Características físico-químicas e de produtividade das seleções utilizadas no experimento..... 36

Tabela 2 Valores médios ± EP dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* alimentada com frutos de mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas..... 37

Tabela 3 Valores médios ± EP dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criada na fase larval em mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas..... 38

Artigo 2

Tabela 1 Valores médios ± EP de características químicas e físicas de frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira em três estádios de desenvolvimento. Safra agrícola 2011/12. Pelotas, RS... 63

Tabela 2 Valores médios do número de pupários, insetos emergidos e índice de infestação de *Anastrepha fraterculus* obtidos em frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira em três estádios de maturação. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Safra agrícola 2011/12..... 64

Tabela 3 Valores médios ± EP de parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criada em frutos de mirtileiro e amoreira-preta em três estádios de maturação. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas..... 65

Tabela 4 Valores médios ± EP de parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criada em frutos de araçazeiro e pitangueira em três estádios de maturação. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas..... 66

Sumário

1 - Introdução Geral..... 15

2 - ARTIGO 1 - **Biologia da mosca-das-frutas sul-americana em mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga em condições de laboratório**..... 19

Resumo..... 19
Abstract..... 20
Introdução..... 21
Material e Métodos..... 23
Resultados..... 26
Discussão..... 28
Conclusões..... 31
Referências..... 31

3 - ARTIGO 2 - Desenvolvimento de mosca-das-frutas sul-americana relacionado à fenologia dos frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira..... 42

Resumo..... 42
Abstract..... 44
Introdução..... 45
Material e Métodos..... 46
Resultados..... 51
Discussão..... 53
Conclusões..... 58
Referências..... 58

4 - Conclusões..... 74

5 - Referências..... 76

1 - Introdução Geral

Dentre os diversos setores agrícolas brasileiros, a fruticultura merece destaque devido às características positivas que exerce no cenário rural. Esta atividade agrícola está presente em todos os Estados brasileiros e envolve mais de 5 milhões de pessoas, que trabalham de forma direta ou indireta, ficando evidente sua importância como atividade econômica, geradora de empregos e responsável pela permanência dos agricultores no meio rural (FACHINELLO et al., 2011).

A área cultivada com frutas no Brasil ultrapassa os 2.000 milhões de hectares, com uma produção aproximada de 43 milhões de toneladas/ano, colocando o país como terceiro maior produtor mundial (IBRAF, 2010). Quanto ao cultivo de frutas pode-se mencionar que existe certa especialização regional, a qual é regida principalmente pelo clima, de forma que as regiões mais próximas à linha do Equador são responsáveis pela produção de frutas de clima tropical, como banana [*Musa* spp. (Musaceae)], manga [*Mangifera indica* Linnaeus, 1753 (Anacardiaceae), melão [*Cucumis* spp. (Cucurbitaceae)] e cacau [*Theobroma* spp. (Malvaceae). Já nas regiões ao sul destacam-se as frutíferas de clima temperado, como o pessegueiro [*Prunus persica* Batsch, 1801 (Rosaceae)], a macieira [*Malus domestica* Borkhausen, 1803 (Rosaceae)], e a videira [*Vitis vinifera* Linnaeus, 1758 (Vitaceae)] (OLIVEIRA, 2008, FACHINELLO et al., 2011).

A fruticultura é uma atividade extremamente dinâmica, em função da necessidade de atender as diferentes exigências do mercado consumidor. Neste sentido, nota-se o surgimento de novos mercados, os quais são direcionados a consumidores ávidos por novidades e guiado pelas tendências das pesquisas ligadas à saúde. Neste contexto, destaca-se o cultivo de pequenas frutas como o mirtileiro [*Vaccinium ashei* Reade, 1931 (Ericaceae)] e a amoreira-preta [*Rubus* spp.

(Rosaceae)] e de frutas nativas como o araçazeiro [*Psidium cattleianum* Sabine, 1821 (Myrtaceae)] e a pitangueira [*Eugenia uniflora* Linnaeus, 1753 (Myrtaceae)].

Quanto a estas frutíferas, no Brasil são atualmente cultivados em torno de 150 ha de mirtileiro, 250 ha de amoreira-preta e 300 ha de pitangueira. As pequenas frutas têm sua maior porcentagem de área plantada no Rio Grande do Sul (RS), sendo a pitangueira cultivada somente em área comercial no estado de Pernambuco (PE) (FACHINELLO, 2008, STRIK et al., 2007, FRANZÃO; MELO, 2012). No RS as áreas cultivadas são de 65 ha para mirtileiro e 145 ha para amoreira-preta (PAGOT, 2010). Para pitangueira e araçazeiro embora ainda não sejam cultivados comercialmente, pesquisas vêm sendo desenvolvidas pelo Centro de Pesquisa Agropecuário Clima Temperado (CPACT), em Pelotas, RS, de forma que existem seleções clonais com potencial produtivo, os quais são objetivo de estudos para verificação das possibilidades de serem utilizados como cultivares comerciais (FRANZON; RASEIRA; CORRÊA, 2004, FRANZON et al., 2010). Estas frutíferas são rústicas, produtivas e se enquadram bem no modelo de exploração das pequenas propriedades agrícolas. Somado a isso, seus frutos são saborosos, possuem altas concentrações de vitaminas, substâncias antioxidantes e um série de compostos benéficos à saúde, possuindo ainda possibilidade de serem industrializadas, na forma de sucos, sorvetes, geléias, doces e licores (FRANZON, 2004, MARIN et al., 2004, VIZZOTTO; PEREIRA, 2011).

Mesmo sendo cultivos bastante rústicos, estas espécies estão sujeitas ao ataque de insetos-praga, com destaque para a mosca-das-frutas sul-americana [*Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephitidae)]. Nos estados do RS e de Santa Catarina (SC) esta é a espécie dominante, representando mais de 90% dos tefritídeos coletados (SALLES; KOVALESKI, 1990, SALLES, 1995, GARCIA et al., 2003, GARCIA; LARA, 2006, NUNES et al., 2012).

As moscas-das-frutas possuem ampla distribuição geográfica sendo que para o Brasil são conhecidas mais de 80 espécies hospedeiras distribuídas em diversas famílias botânicas (ZUCCHI, 2008). Na região Sul, *A. fraterculus* desenvolve-se em diversas frutíferas, destacando-se, o pessegueiro, a ameixeira [*Prunus domestica* Linnaeus, 1753 (Rosaceae)], a macieira, a videira e o citros [*Citrus* spp. (Rutaceae)], podendo inviabilizar a produção, caso medidas de controle não sejam adotadas

(SALLES; KOVALESKI, 1990, SALLES, 1995, GARCIA et al., 2003, ZART et al., 2011, NUNES et al., 2012).

Em outros países já existem informações sobre as moscas-das-frutas na cultura do mirtileiro, sendo que Vaccaro; Bouvet (2006) em trabalho conduzido na Argentina mencionam *A. fraterculus* atacando frutos. Além disto, outras espécies de moscas-das-frutas também causam preocupações no mirtileiro, como por exemplo [*Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)], [*Bactrocera cucurbitae* (Coquillet, 1849) (Diptera: Tephritidae)] e [*Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae)] nos Estados Unidos da América (EUA) (FOLLETT et al., 2011).

Para as condições brasileiras, Salles (1995) menciona *A. fraterculus* atacando diversas frutíferas, entre elas a amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira na região Sul do país, de forma que apenas para o mirtileiro não existe relato bibliográfico do ataque em frutos, embora a presença em armadilhas já tenha sido verificada no Estado de SC (BOGUS et al., 2008). Neste contexto, fica evidente a necessidade de investigação e atenção para esta praga, nas culturas mencionadas, devido à escassa informação disponível. Desta forma, torna-se necessário o estudo da biologia de *A. fraterculus* em frutas nativas, bem como em pequenas frutas, objetivando observar a capacidade de desenvolvimento deste inseto em cada hospedeiro e conhecer a bioecologia do inseto por meio de estudos a campo, para determinar em qual estádio de desenvolvimento dos frutos o inseto tem condições de completar seu ciclo biológico nas diferentes frutíferas.

O trabalho teve por objetivo conhecer a bioecologia de *A. fraterculus* em pequenas frutas (mirtilo e amora-preta) e em frutas nativas (araçá e pitanga) em condições de laboratório e campo.

ARTIGO 1 – Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)

2. Artigo 1

Biologia da mosca-das-frutas sul-americana em mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga em condições de laboratório

Maicon Bisognin[(1)], Dori Edson Nava[(2)], Heitor Lisbôa[(1)], Alexandre Zandoná Bisognin[(1)], Mauro Silveira Garcia[(1)], Ricardo Alexandre Valgas[(2)]

[(1)]Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitossanidade, Caixa Postal 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: maicon.bisognin@yahoo.com.br, alexandrezbisognin@yahoo.com.br, garciasmauro@yahoo.com.br, heitorlisboa@hotmail.com

[(2)]Embrapa Clima Temperado, BR 392, KM 78, Caixa Postal 403, CEP - 96001-970 Pelotas, RS. Brasil. E-mail: nava.dori@cpact.embrapa.br, ricardo.valgas@cpact.embrapa.br

Resumo - O cultivo de pequenas frutas (mirtileiro e amoreira-preta) e de frutíferas nativas (araçazeiro e pitangueira) tem adquirido importância no Rio Grande do Sul e, no entanto, informações sobre insetos-praga são preliminares e escassas, mesmo sabendo-se que a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) é a principal praga destas frutíferas. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi conhecer a biologia de *A. fraterculus* em frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira. O

estudo foi realizado em laboratório em condições controladas de temperatura (25±2ºC), umidade relativa (70±10%) e fotofase (12 horas) determinando os parâmetros biológicos das fases imaturas e dos adultos. *A. fraterculus* completa o ciclo biológico nos quatros hospedeiros estudados, embora os frutos nativos ofereçam as melhores condições para o desenvolvimento. Os parâmetros biológicos determinados para as fases imaturas do desenvolvimento foram próximos nos quatro hospedeiros. Para a fase adulta, foi observado que os insetos criados em pitanga e araçá apresentam maior período de oviposição, fecundidade e longevidade de fêmeas, em relação aos criados em mirtilo e amora-preta. Além disto, o ritmo diário de oviposição é mais prolongado e uniforme nos insetos criados em araçá e pitanga, demonstrando que *A. fraterculus* está adaptada nestes hospedeiros que são nativos da região sul.

Termos para indexação: *Anastrepha fraterculus*, biologia, mirtilo, amora, araçá, pitanga.

Biology of fruit fly in South American blueberry, blackberry, cherry and guava under laboratory conditions

Abstract: The cultivation of small fruits (blueberry and blackberry) and native fruits (guava and cherry) has been showing importance in Rio Grande do Sul, however, information about pests is scarce, even knowing that South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) is the main pest of these fruit trees. So, the aim of this work has been to study the biology of *A. fraterculus* in blueberries, blackberries, guavas and cherries fruits. The study has been done in laboratory under controlled conditions of temperature (25±2ºC), relative humidity (70±10%) and photophase (12 hours) and it has been determined biological parameters of immature and adult stages of development. It has been determined that *A. fraterculus* finishes its biological cycle in all the four studied hosts; however, native fruits

provide better conditions for development. Biological parameters determined to immature stadium of development have been similar in all four studied hosts. To adult period it has been observed that insects reared in cherries and guavas have shown a longest oviposition period, higher fecundity and higher females longevity, compared to those insects reared in blueberries and blackberries. Besides, the oviposition daily rhythm is longer and more uniform to those insects reared in guavas and cherries fruits, showing that *A. fraterculus* is adapted to native hosts from South region.

Index terms: *Anastrepha fraterculus*, biology, blueberry, blackberry, guava, cherry.

Introdução

O cultivo de pequenas frutas como a amoreira-preta [*Rubus* spp. (Rosaceae)] e o mirtileiro [*Vaccinium ashei* Reade, 1931 (Ericaceae)] e de frutíferas nativas, como o araçazeiro [*Psidium cattleianum* Sabine, 1821 (Myrtaceae)] e a pitangeira [*Eugenia uniflora* Linnaeus, 1753 (Myrtaceae)] são recentes no Brasil e pouco se sabe a respeito dos seus sistemas de produção. Estas frutíferas apresentam como principais características a rusticidade e boa produtividade, adequando-se bem no modelo de pequenas propriedades agrícolas, podendo servir como alternativa para a diversificação das fontes de renda. Ademais, estas frutas atendem às atuais exigências do mercado consumidor no que se refere à presença de fitoquímicos como os ácidos fenólicos e os flavonóides que causam efeitos benéficos na saúde (Sellappan et al., 2002; Bagetti et al., 2011; Vizzotto & Pereira, 2011).

A maior área cultivada com pequenas frutas está localizada no sul do Brasil, principalmente no estado do Rio Grande do Sul (RS), enquanto para frutas nativas os cultivos comerciais ainda são recentes, embora já existam materiais clonais em estágio avançado de estudo. Para o caso específico da pitangueira o estado de Pernambuco (PE) destaca-se como o maior produtor. A nível nacional cultiva-se com mirtileiro, amoreira-preta e pitangueira cerca

de 150, 250 e 300 ha, respectivamente (Fachinello, 2008; Strik et al., 2007; Franzão & Melo, 2012).

Devido às perspectivas de crescimento dos cultivos destas frutíferas, fica evidente a necessidade do conhecimento e das estratégias de controle das principais pragas que comprometem a produção. Um dos problemas comum a estas frutíferas é a ocorrência da mosca-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), praga de origem neotropical que ocorre do sul dos EUA ao norte da Argentina (Calkins & Malavasi, 1995; Malavasi et al., 2000). No Brasil são conhecidos 81 hospedeiros (Zucchi, 2008), sendo que espécies da família Myrtaceae e Rosaceae estão entre as frutíferas preferidas (Salles, 1995). Dentre estas plantas, Salles (1995) menciona que a amoreira-preta, o araçazeiro e a pitangueira são considerados hospedeiros multiplicadores de *A. fraterculus* e, portanto, fontes de infestação para pomares comerciais de pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch, 1801 (Rosaceae)], macieira [*Malus domestica* Borkhausen, 1803 (Rosaceae)], citros [*Citrus* spp. (Rutaceae)] e videira [*Vitis vinifera* Linnaeus, 1753 (Vitaceae)] (Salles & Kovaleski, 1990; Garcia et al., 2003; Zart et al., 2011).

A presença de *A. fraterculus* em frutíferas nativas é facilmente verificada, de forma que os índices de infestação normalmente são altos (Nunes et al., 2012; Garcia & Norrbom, 2011). Garcia & Norrbom, (2011) em estudo realizado no estado de Santa Catarina (SC) mencionam a presença do inseto em 20 espécies de plantas (nativas e exóticas) distribuídas em 8 famílias botânicas. Para pequenas frutas Salles (1995) menciona a presença do inseto atacando frutos de amoreira. Bogus et al. (2008) mencionam que para o mirtileiro não há registros da ocorrência atacando frutos, porém, constataram sua presença em armadilhas instaladas no município de Itá (SC). Além disso, esse inseto já é mencionado como praga em cultivos de mirtilo na Argentina (Vaccaro & Bouvet, 2006).

O objetivo deste trabalho foi conhecer a biologia de *A. fraterculus* em mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga, visando conhecer o seu desenvolvimento e assim, auxiliar no estabelecimento de estratégias de manejo, já que, estão presentes em regiões produtoras de maçã, pêssego e citros, principais frutíferas produzidas a nível comercial, no sul do Brasil.

Material e Métodos

Obtenção dos frutos. Frutos de mirtileiro (seleção 61), amoreira-preta (seleção 04. 01), araçazeiro amarelo (seleção F. 14. 89) e pitangueira (seleção Pit. 93) (Tabela 1) foram previamente ensacados quatro semanas após a floração, para protegê-los do ataque de *A. fraterculus*. Para tal, foram utilizadas gaiolas feitas de arame (1,20 x 0,45 m) e revestidas com tecido *voile* (1,80 x 0,50 m). Esta estrutura foi fixada aos ramos de maneira que não interferissem no desenvolvimento da planta. Quando os frutos atingiram o estádio próximo da maturação (11, 9, 10 e 7ª semanas, após a floração do mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira, respectivamente) foram colhidos e levados ao laboratório para serem utilizados nos experimentos.

Criação de *A. fraterculus*. As moscas utilizadas para o estudo foram obtidas da criação de manutenção, utilizando-se como substrato para oviposição e desenvolvimento larval frutos de mamão papaia *Carica papaya* Linnaeus, 1753 (Caricaceae), conforme descrito por Machota Jr. et al. (2010). Os insetos foram mantidos em condições controladas de temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas.

Os frutos foram deixados em contato com as moscas para oviposição por um período de 24 h, quando foram retirados e acondicionados em recipientes plásticos (11,0 x 12,0 x 19,0 cm) com tampa telada para permitir aeração. Nos recipientes foi colocada uma camada de vermiculita de textura fina para absorver o excesso de umidade e servir como local de pupação. Após, os pupários foram retirados dos recipientes de desenvolvimento larval e

colocados em placas de Petri contendo vermiculita umedecida, onde permaneceram até a emergência de *A. fraterculus*.

Os adultos foram mantidos em gaiolas de madeira (50,0 x 50,0 x 40,0 cm) revestidas com tecido *voile,* contendo uma abertura lateral por onde eram introduzidos os insetos, o alimento e por onde se procedeu a limpeza das gaiolas. Para alimentação dos adultos foi oferecida uma dieta sólida à base de levedura de cerveja, germe de trigo e proteína de soja na proporção de 1:1:3, respectivamente, em uma placa de Petri (9,0 cm de diâmetro). Além desta dieta foi oferecido açúcar cristal refinado em uma placa de Petri (7,0 cm de diâmetro) e água destilada em um recipiente plástico (3,3 x 2,0 cm) por meio de capilaridade através de uma porção de algodão.

Biologia de *A. fraterculus*. Frutos dos quatro hospedeiros foram oferecidos às fêmeas de *A. fraterculus,* quando atingiram o estádio fenológico próximo a maturação. Foram ofertados 100 frutos em gaiola de madeira (50,0 x 50,0 x 40,0 cm) para 100 fêmeas de *A. fraterculus* com 15 dias de idade, por um período de 24 horas. Após, os frutos foram individualizados em recipientes plásticos (5,0 x 6,0 x 4,0 cm), sobre uma camada de vermiculita de textura fina para a absorção do excesso de umidade, e assim, evitar contaminações. Os recipientes foram fechados com tecido do tipo TNT (tecido não tecido) e amarrado com atilho de borracha. Após o décimo dia, os frutos foram inspecionados diariamente para a retirada dos pupários e foram individualizados em tubos de acrílico (2,5 x 4,8 x 2,5 cm), contendo vermiculita de textura fina e úmida, onde permaneceram até a emergência das moscas. Foram determinados a duração do período ovo-larva, a duração e a viabilidade da fase de pupa, a duração do período ovo-adulto, número médio de pupários por fruto, peso dos pupários e a razão sexual. Os pupários foram pesados com idade de 24 horas e a razão sexual (rs) foi determinada utilizando-se a equação: rs = fêmea/(fêmea + macho).

Após a emergência foram formados 25 casais, individualizados em gaiolas formadas por copos de plástico transparente (500 mL), sendo a parte superior perfurada com orifícios de 6 mm de diâmetro, para a circulação de ar. Os casais foram alimentados com dieta sólida à base de açúcar mascavo, germe de trigo e proteína de soja na proporção de 1:1:3, respectivamente, fornecida em recipientes de plástico com capacidade de 4,0 g. Também foi oferecida água por capilaridade em recipientes de acrílico (10 mL), por meio de rolo dental de algodão hidrófilo. Diariamente foram realizadas observações para registrar o número de ovos e a mortalidade, visando determinar os períodos de pré-oviposição e oviposição, a fecundidade, a longevidade de machos e fêmeas e a fertilidade.

A fecundidade foi determinada por meio da utilização de frutos artificiais, preparados com 75,0 mL de suco de amora, 3,5 g de ágar, 0,4 g de metilparahidroxibenzoato (Nipagin®) e 350 mL de água destilada, conforme descrito por Salles (1992). Após a mistura destes ingredientes em temperatura de ebulição, o líquido foi colocado em bandejas de formato oval e após solidificar, foram envoltos em filme plástico (Parafilm®), visando evitar o contato direto da mosca com os ingredientes que constituíram o fruto artificial. Os frutos artificiais foram oferecidos às fêmeas de *A. fraterculus* e substituídos diariamente, para a determinação da fecundidade.

Para a avaliação da fertilidade foram utilizados 20 ovos da segunda ou terceira oviposição de cada casal. Os ovos foram retirados dos frutos artificiais, com auxílio de uma lâmina cirúrgica e pincel, e colocados sobre papel filtro previamente disposto sobre algodão umedecido, no interior de placas de Petri, envoltas com filme de PVC e mantidas em câmara climatizada (25ºC). Diariamente realizou-se a contagem e retirada das larvas eclodidas, avaliando-se assim a fertilidade.

O estudo da biologia foi realizado em condições controladas de temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas.

Análise estatística. Os dados referentes a duração dos períodos de ovo-larva, ovo-adulto, pré-oviposição e oviposição, estágio de pupa e longevidade de machos e fêmeas foram analisados por meio do programa estatístico R (R Development Core Team, 2011), através de técnicas de análise de sobrevivência. Para cada período foram determinadas as curvas de sobrevivência de cada tratamento considerando o estimador de Kaplan-Meier, e estas comparadas por meio do teste de Log-rank.

Os dados de viabilidade de pupa foram comparados pelo teste de Tukey ($p<0,05$), baseado na distribuição binomial, segundo metodologia descrita por Pimentel-Gomes (2000).

Para a fertilidade e peso de pupas os dados foram submetidos á análise de variância (ANOVA), realizado pelo procedimento GLM do SAS (SAS Institute 9.2, 2002) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey ($p<0,05$).

Para a razão sexual, as médias foram comparadas pelo teste de comparação de proporções ($p<0,05$), protegidas pelo teste Qui-quadrado ($p<0,05$), o qual foi realizado levando em consideração os valores totais de fêmeas e da população inteira (machos + fêmeas).

Com relação aos dados referentes às variáveis número de pupas e fecundidade, estes foram submetidos á análise de modelos lineares generalizados, por meio do procedimento GENMOD do SAS (SAS Institute 9.2, 2002) e as médias de mínimos quadrados comparadas pelo teste de Qui-quadrado ($p<0,05$).

Resultados

Para a duração do período ovo-larva, não houve diferença significativa entre os tratamentos, os valores encontrados foram de 13,28 a 13,62 dias ($\chi^2 = 2,0$; $gl = 3$; $P = 0,572$) (Tabela 2). Para o estágio de pupa, foram observadas diferenças significativas entre os hospedeiros, de maneira que as maiores durações foram registradas para os insetos criados em pitanga (14,58 dias) e araçá (14,42 dias), embora este último não tenha diferido dos insetos

criados em mirtilo (13,95 dias) (χ^2 = 12,9; *gl* = 3; *P* = 0,0048) (Tabela 2). A viabilidade do estagio pupal não diferiu entre os tratamentos, variando de 74,24 a 85,94% (χ^2 = 2,0; *gl* = 3; *P* = 0,572) (Tabela 2). Para o período ovo-adulto, insetos alimentados em araçá apresentaram maior duração, em relação aos alimentados com as pequenas frutas, e pitanga (χ^2 = 12,4; *gl* = 3; *P* = 0,006) (Tabela 2).

O peso dos pupários foi maior para insetos alimentados com araçá, diferindo significativamente dos provenientes de frutos de amora-preta e mirtilo, pitanga não diferiu de amora-preta (F = 20,78; *gl* = 3; *P* = 0,0001) (Tabela 2). A maior média de pupários por fruto foi obtido em araçá, seguido de amora, pitanga e mirtilo (Tabela 2).

A razão sexual dos insetos criados em mirtilo diferiu significativamente dos criados em pitanga, embora este não tenha diferido dos demais (χ^2 = 12,1; *gl* = 3; *P* = 0,012) (Tabela 3).

Fêmeas de *A. fraterculus* alimentadas em mirtilo apresentaram maior período de pré-oviposição, diferindo significativamente das criadas em amora (*F* = 11,5; *gl* = 3; *P* = 0,009), enquanto o período de oviposição foi maior para as fêmeas alimentadas em araçá e pitanga, diferindo significativamente dos demais hospedeiros (*F* = 44,8; *gl* = 3; *P* = 0) (Tabela 3).

Os hospedeiros utilizados para o desenvolvimento larval influenciaram a fecundidade, de maneira que, as fêmeas criadas em pitanga colocaram um maior número de ovos, em relação aos demais (*F* = 3010,38; *gl* = 3; *P* = 0,0001) (Tabela 3). O ritmo de oviposição foi mais concentrado em mirtilo e amora-preta, e mais distribuído ao longo do tempo em pitanga e araçá (Figura 1).

Fêmeas de *A. fraterculus* provenientes de pitanga foram mais longevas, diferindo significativamente das alimentadas em araçá, que apresentaram valores intermediários e das criadas em amora e mirtilo que apresentaram os menores valores (Figura 2A). Para os

machos, embora tenha sido observado o mesmo comportamento nos diferentes hospedeiros, não foram observadas diferenças significativas (Figura 2B).

A fertilidade de *A. fraterculus* criada nos diferentes hospedeiros não diferiu significativamente, variando de 46,11 a 63,67%, em pitanga e araçá, respectivamente (F = 1,49; gl = 3; P = 0, 289) (Tabela 3).

Discussão

Todos hospedeiros utilizados neste trabalho permitiram o desenvolvimento de *A. fraterculus*. No entanto, as frutas nativas (araçá e pitanga) propiciaram melhor desenvolvimento do que as exóticas (mirtilo e amora-preta), principalmente nos parâmetros biológicos relacionados ao estágio adulto. Salles (1995) menciona que as mirtáceas nativas do sul do Brasil como a pitanga e o araçá são hospedeiros multiplicadores da mosca-das-frutas sul-americana, produzindo os adultos responsáveis por infestar pomares comerciais de macieira, pessegueiro e uvas de mesa.

Embora não haja relatos da duração do período ovo-larva de *A. fraterculus* nestes hospedeiros, observa-se que o resultado é próximo do determinado em frutos de mamão (14,47 dias) (Nunes, 2010), demonstrando que neste caso os hospedeiros não interferiram no desenvolvimento. Quando as larvas de *A. fraterculus* foram criadas nas frutas nativas, a duração do estagio de pupa foi de 14,58 dias (pitanga) e 14,42 dias (araçá) dias, sendo próximo aos 14,6 dias registrados por Zart et al. (2010) em uva da cultivar Itália (Tabela 2). Embora os valores de duração obtidos nas frutas nativas sejam diferentes das exóticas, biologicamente esta diferença é de menos de um dia, que associada à alta viabilidade pupal, não resultam em implicações para o desenvolvimento.

Para a duração do período ovo-adulto houve diferença significativa entre os tratamentos, de forma que o maior período foi observado em araçá (28,16 dias) e o menor para amora (27,31 dias) (Tabela 2). Porém, não é possível relacionar este maior valor com

inadequação alimentar, visto que os períodos são biologicamente muito próximos. Além disso, em trabalhos desenvolvidos por Nunes (2010) utilizando como substrato de alimentação larval mamão papaia, a duração do período ovo-larva foi próximo a este estudo (≈ 28 dias).

O menor peso de pupas foi verificado em insetos criados em mirtilo (8,11mg) e o maior em araçá (12,34 mg). Salles & Leonel (1996) verificaram que o peso de pupas de *A. fraterculus* provenientes de nêspera foi de 8,6 mg, sendo portanto, próximo do valor obtido em mirtilo, enquanto Pereira-Rêgo et al. (2011) obtiveram um peso médio de 12,8 mg em insetos provenientes de araçá amarelo, próximo, portanto do registrado neste mesmo hospedeiro no trabalho laboratorial (Tabela 2). Salles & Leonel (1996) relataram que o peso dos pupários é variável conforme o hospedeiro, bem como o número de larvas encontradas por fruto. Averil & Prokopy (1987) comprovaram essa hipótese, mencionando que a densidade larval nos frutos é o principal fator que influencia o peso de adultos de *Rhagoletis pomonella* (Walsh 1867) (Diptera: Tephritidae). Insetos criados durante o estagio larval em araçá e pitanga apresentaram na fase de pupa os maiores pesos, sendo assim de maior qualidade, já que insetos de peso superior, apresentam maior quantidade de nutrientes armazenados e, portanto, são mais aptos a reprodução (Panizzi & Parra, 1991). No caso do araçá destaca-se que os pupários poderiam ter peso ainda maior em virtude do número de insetos observados por fruto, sendo obtidos em media 2,46 pupários/fruto neste hospedeiro. Quanto ao número de pupários, Garcia & Norrbom, (2011) encontraram valores superiores aos deste trabalho em coletas de frutos na mesma espécie frutífera (3,57 pupários/fruto), dos quais a grande maioria pertenceu à espécie *A. fraterculus*.

A razão sexual foi sempre superior a 0,5, com exceção de pitanga onde foi registrado um maior número de machos do que fêmeas (Tabela 3).

Aparentemente, o alimento não influenciou no período de pré-oviposição, que variou de 10,93 a 12,38 dias. Embora tenham sido observadas diferenças significativas, esses valores são próximos dos observados em outros hospedeiros de *A. fraterculus.* Zart et al. (2010) verificaram um período médio de 11,77 dias para insetos criados em videira (Tabela 3).

Fêmeas alimentadas durante a fase larval com as frutas nativas (pitanga e araçá) apresentaram mais do que o dobro do período de oviposição do que as provenientes de mirtilo e amora (espécies exóticas), demonstrando que *A. fraterculus* esta mais adaptada às frutíferas nativas, já que é um hospedeiro de ocorrência natural desta região, enquanto que o mirtileiro e a amora-preta foram introduzidos ha menos de 30 anos e assim, a relação com a mosca-das-frutas ainda está em processo de adaptação. Outro fator que poderia explicar a melhor adaptação de *A. fraterculus* em araçá e pitanga é a maior fecundidade observada nestes hospedeiros (408,5 e 460,2 ovos, respectivamente), que é próxima da registrada para insetos criados em dieta artificial (408,0 ovos) (Salles, 2000). Além disto, esta quantidade de ovos também foi superior à verificada para *A. fraterculus* criada em mamão (294,5 ovos) e maçã (330,2 ovos) (Nunes, 2010) e em bagas de uva (129,5 ovos) (Zart et al., 2010). Esta diferença certamente está relacionada com os maiores períodos de oviposição e longevidade apresentados em pitanga e araçá (Tabela 3 e Figura 2).

A fertilidade não diferiu entre os tratamentos, sendo inferior ao registrado para *A. fraterculus* criadas em mamão, a qual foi de 86,85% (Nunes, 2010). Nos hospedeiros estudados houve grande variação nos valores, tendo repetições em que não houve eclosão larval, este fato pode ter auxiliado a não diferenciação estatística entre os tratamentos, bem como pode estar relacionada com baixa fertilidade observada (Tabela 3).

Com relação ao parâmetro longevidade observou-se que as fêmeas foram mais influenciadas pelo hospedeiro de criação, sendo que as alimentadas em araçá (65,96 dias) e pitanga (82,67 dias) foram mais longevas do que as criadas em mirtilo (41,33 dias) e amora

(47,00 dias) (Figura 2A). Enquanto que para os machos a duração variou de 57,71 a 84,56 dias, mas não foram observadas diferenças significativas (Figura 2B). Para ambas as longevidades os dados são superiores aos encontrados por Zart et al. (2010), o qual reportou valores médios de 34,27 e 52,00 dias para longevidade de fêmeas e machos, respectivamente. Porém, inferiores aos encontrados por Joachim-Bravo et al. (2003), os quais encontraram uma longevidade média em torno de 100 dias para fêmeas e machos de *A. fraterculus* provenientes de frutos de goiaba [*Psidium guajava* (Linnaeus, 1753 (Myrtaceae)].

Conclusões

1. Frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira possibilitam que a mosca-das-frutas sul-americana complete o ciclo biológico.

2. Frutos dos hospedeiros nativos (pitanga e araçá) propiciam melhor desenvolvimento de *A. fraterculus* do que hospedeiros exóticos (mirtilo e amora-preta).

Agradecimento

A coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

Referências

AVERILL, A.L., PROKOPY, R.J. Intraspecific competition in the tephritid fruit fly, *Rhagoletis pomonella*. **Ecology**, v.68, p.878-886, 1987.

BAGETTI, M.; FACCO, E.M.P.; PICCOLO, J.; HIRSCH, G.E.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T. Physicochemical characterization and antioxidant capacity of pitanga fruits (*Eugenia uniflora* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v.31, p.147-154, 2011.

BOGUS, G.M.; ABREU, L.; SARTORETO, L.M.; ZILLI, G.N.; LAMPERT, S.; SAVARIS, M.; GARCIA, F.R.M.; GUBERT, C. Ocorrência de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomar de mirtilo *Vaccinium ashei* (Angiospermae: Ericaceae) no município de Itá - Santa

Catarina. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Uberlândia - MG, 2008. **Resumos...** Uberlândia, SEB, 2008, p.1-1.

CALKINS, C.O.; MALAVASI, A. Biology and control of fruit flies (*Anastrepha*) in Tropical and temperate fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.17, p.36-45, 1995.

FACHINELLO, J.C.F. Mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.30, p.285-288, 2008.

FRANZÃO, A.A.; MELO, B. **Cultura da pitangueira.** Disponível em: http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pitangueira.html Acesso em: 08 jul. 2012.

GARCIA, F.R.M.; NORRBOM, A.L. Tephritoid flies (Diptera, Tephritoidea) and their plant hosts from the State of Santa Catarina in Southern Brazil. **Florida Entomologist**, v.94, p.151-157, 2011.

GARCIA, F.R.M.; CAMPOS, J.V.; CORSEUIL, E. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na Região Oeste de Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 421-426, 2003.

JOACHIM-BRAVO, I.S.; MAGALHÃES, T.C.; SILVA NETO, A.M.; GUIMARÃES, A.N.; NASCIMENTO, A.S. Longevity and fecundity of four species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **Neotropical Entomology**, v.32, p.543-549, 2003.

MACHOTTA, R.; BORTOLI, L.C.; TOLOTTI, A.; BOTTON, M. **Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Weid., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando o hospedeiro natural.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 22p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 15).

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: **conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto, Ed. Holos, 2000. p.93-98.

NUNES, A.M.; MÜLLER, F.A.; GONÇALVES, R.S.; GARCIA, M.S.; COSTA, V.A.; NAVA, D.E. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul. Brasil, **Ciência Rural**, v.42, p.6-12, 2012.

NUNES, A.M. **Moscas frugívoras (Tephritoidea), seus parasitóides e estudos bioecológicos de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) e *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2010. 93p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS.

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Manole, 1991. 350p.

PEREIRA-RÊGO, D.R.G.; JAHNKE, S.M. REDAELLI, L.R.; SCHAFFER, N. Morfometria de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) relacionada a hospedeiros nativos, Myrtaceae. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, p.37-43, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. Estatística Experimental. 14 ed. Piracicaba. Universidade de São Paulo, FEALQ, 2000. p.451.

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, URL http://www.R-project.org/.

SALLES, L.A.B. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2000. p.81-86.

SALLES, L.A.B.; LEONEL, M.A.H. Influência do hospedeiro no desenvolvimento larval e pupal de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais Sociedade Entomológica Brasil**, v.25, p.373-375, 1996.

SALLES, L.A.B. Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, 58p, 1995.

SALLES, L.A.B. Metodologia de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em dieta artificial em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.21, p.479-486, 1992.

SALLES, L.A.B.; KOVALESKI, A. Moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Hortisul**, v.1, p.5-9, 1990.

SAS Institute (2002) SAS System - SAS/STAT. computer program, version 9.2. By SAS Institute, Cary, NC.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.2.432-2.438, 2002.

STRIK, C.B.; CLARK, J.R.; FINN, C.E; BAÑADOS, M.P. **Worldwide Blackberry Production**. In: Comprehensive Crop Reports, Hortechnology, v.2, p.1-10, 2007.

VACCARO, N.C.; BOUVET, J.P. Presence of *Ceratitis capitata* (Wied.) and *A. fraterculus* (Wied.) in blueberries (*Vaccinium* spp.) of the Department of Concordia, Entre Ríos and in the Department of Curuzú Cuatía, Corrientes, Argentina. **Anais**…7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Salvador, Brazil, 10-15 September, 2006.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M.C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.1209-1214, 2011.

ZART, M.; FERNANDES, O.; BOTTON, M. Injúrias causadas por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritide) em cultivares de videira. **Bragantia**, v. 70, p. 64-71, 2011.

ZART, M.; FERNANDES, O.; BOTTON, M. Biology and fertility life table of the south american fruit fly *Anastrepha fraterculus* on grape. **Bulletin of Insectology**, v.63, p.237-242, 2010.

ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species and their hosts. Disponível em: http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/. Acesso em: 17 jun. 2012.

Tabela 1. Características físico-químicas e de produtividade das seleções das frutíferas utilizadas no experimento de biologia de *Anastrepha fraterculus*.

Frutífera	ºBrix[1]	Acidez[2]	Peso de frutos[3] (g)	Produtividade[4] (Kg de fruta/planta)
Mirtilo (seleção 61)	10,9	0,44	1,09	1,67
Amora (seleção 04. 01)	13,0	0,82	6,35	0,55
Araçá (seleção F. 14. 89)	8,7	1,05	15,0	3,6
Pitanga (seleção Pit. 93)	13,7	1,53	2,21	11,57

[1]Expresso pela leitura dos sólidos solúveis totais (SST), [2]Expressa em porcentagem de ácido cítrico

Tabela 2. Valores médios ± EP dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* alimentada com frutos de mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas.

Parâmetro biológico	Hospedeiro				
	Mirtilo	Amora-preta	Araçá	Pitanga	CV (%)
Duração do período ovo-larva (dias)[1]	13,52 ± 0,07 a	13,43 ± 0,13 a	13,62 ± 0,09 a	13,28 ± 0,14 a	8,13
	(13,0 - 16,0)	(11,0 - 16,0)	(11,0 - 17,0)	(10,0 - 16,0)	
Duração do estágio de pupa (dias)[1]	13,95 ± 0,14 bc	13,85 ± 0,14 c	14,42 ± 0,07 ab	14,58 ± 0,08 a	7,32
	(11,0 - 16,0)	(9,0 - 15,0)	(13,0 - 16,0)	(13,0 - 17,0)	
Duração do período ovo-adulto (dias)[1]	27,35 ± 0,15 bc	27,31± 0,19 c	28,16 ± 0,12 a	27,94 ± 0,17 b	5,31
	(24,0 - 30,0)	(24,0 - 31,0)	(27,0 - 31,0)	(26,0 - 32,0)	
Peso de pupários (mg)[2]	8,11 ± 0,29 c	10,42 ± 0,40 b	12,34 ± 0,37 a	11,48 ± 0,51 ab	41,36
	(5,0 - 14,0)	(4,0 - 16,0)	(3,0 - 17,0)	(3,0 - 18,0)	
Número de pupas[3]	1,35 ± 0,07 b	1,58 ± 0,10 b	2,46 ± 0,11 a	1,4 ± 0,08 b	49,38
	(1,0 - 3,0)	(1,0 - 4,0)	(1,0 - 5,0)	(1,0 - 3,0)	
Viabilidade pupal (%)[2]	85,94 a	74,24 a	81,82 a	85,18 a	-

Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelos testes de Log Rank[1], Tukey[2], Qui-quadrado[3].

Valores entre parênteses indicam o intervalo de variação.

Tabela 3. Valores médios ± EP dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criada na fase larval em mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas.

Parâmetro biológico	Hospedeiro				
	Mirtilo [25]	Amora-preta [25]	Araçá [25]	Pitanga [9]	CV (%)
Período de pré-oviposição (dias)[1]	12,38 ± 0,40 a	10,93 ± 0,27 b	11,74 ± 0,37ab	11,11 ± 0,39 ab	15,23
	(9,0 - 16,0)	(9,0 - 14,0)	(8,0 - 15,0)	(10,0 - 13,0)	
Período de oviposição (dias)[1]	11,79 ± 1,47 b	16,68 ± 2,02 b	39,00 ± 3,81a	33,00 ± 6,02 a	75,20
	(5,0 - 30,0)	(6,0 - 41,0)	(6,0 - 71,0)	(16,0 - 66,0)	
Fecundidade[2]	177,21 ± 30,47 d	264,32 ± 41,58 c	408,48 ± 43,15 b	460,22 ± 87,78 a	75,15
	(21,0 - 404,0)	(21,0 - 672,0)	(27,0 - 785,0)	(201,0 - 975,0)	
Fertilidade[3]	49,67 ± 2,65 a	51,33 ± 6,77 a	63,67 ± 6,52 a	46,11 ± 9,20 a	43,36
	(40,0 - 70,0)	(0 - 90,0)	(0 - 100,0)	(0 - 80,0)	
Razão sexual[4]	0,61 a	0,52 ab	0,52 ab	0,40 b	-

Valores entre colchetes indicam o número de repetições (casais) utilizados para o estudo da biologia dos adultos de *A. fraterculus* e valores entre parênteses indicam o intervalo de variação.

Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelos testes de Log Rank[1], Qui-quadrado[2] e Tukey ao nível de 5% de probabilidade[3], e de comparação de proporções, ao nível de 5% de probabilidade[4].

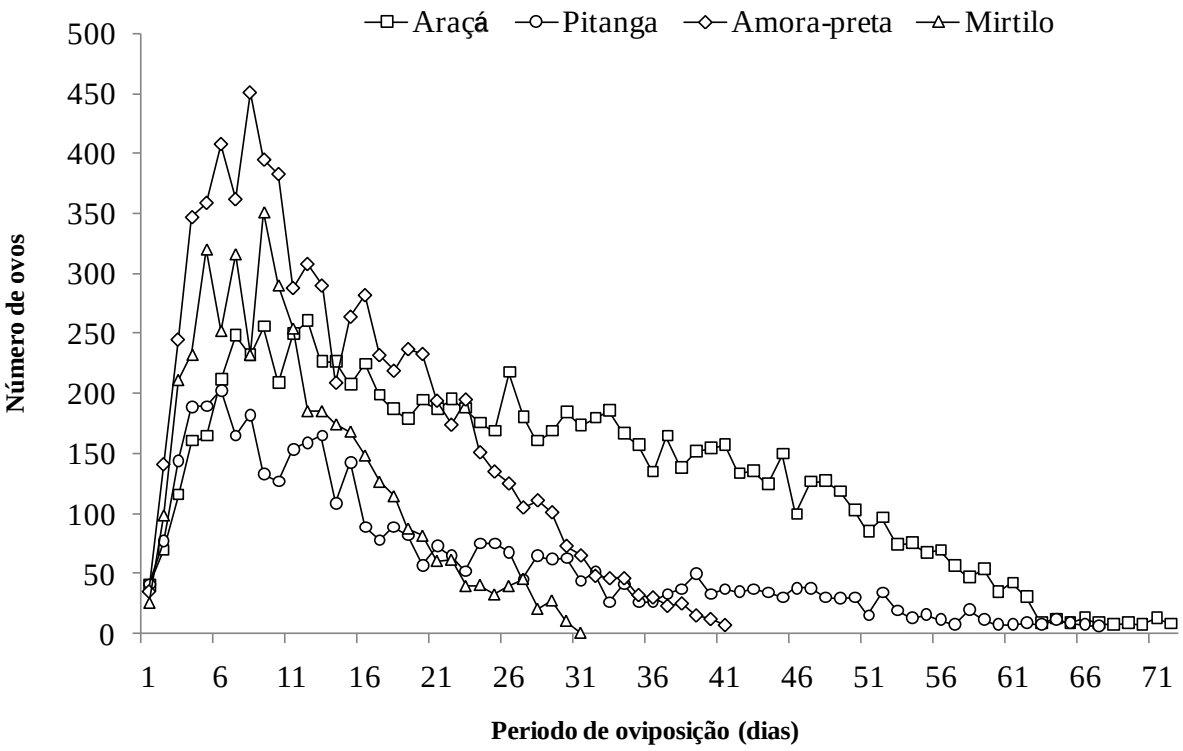

Figura 1. Ritmo diário de oviposição de *Anastrepha fraterculus* criada em quatro diferentes hospedeiros em laboratório. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas.

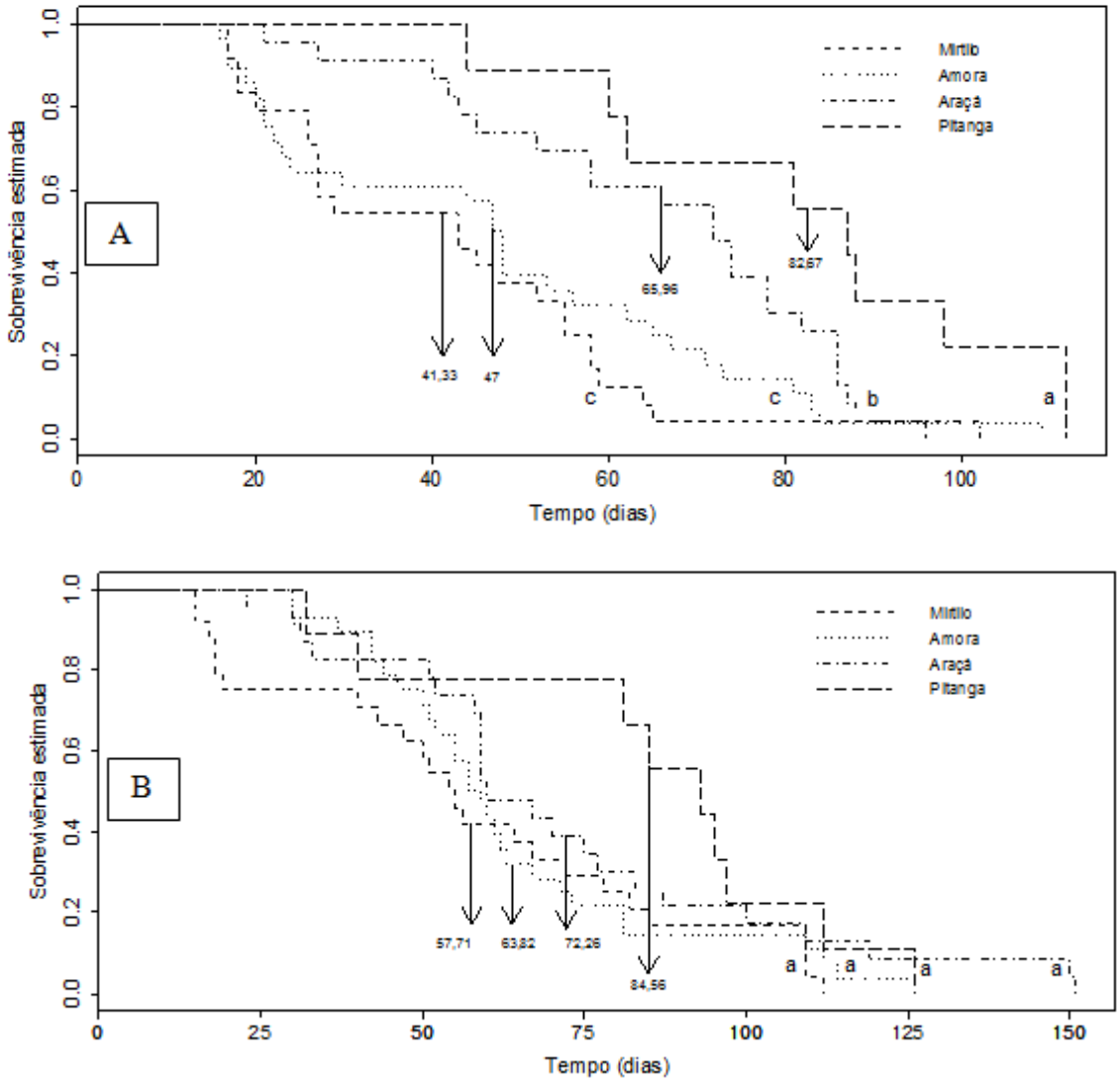

Figura 2. Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* criadas durante a fase larval em frutos de mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga. Temperatura de 25 ± 2ºC, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. Curvas identificadas com mesma letra não diferem significativamente entre si. As setas indicam o tempo médio de sobrevivência.

ARTIGO 2 – Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)

3 - Artigo 2

Desenvolvimento da mosca-das-frutas sul-americana relacionado à fenologia dos frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira

Maicon Bisognin[(1)], Dori Edson Nava[(2)], Mauro Silveira Garcia[(1)], Gabriela Inés Diez-Rodríguez[(2)], Ricardo Alexandre Valgas[(2)], Luis Eduardo Corrêa Antunes[(2)]

[(1)]Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitossanidade, Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Pelotas, RS, Brasil. E-mail: maicon.bisognin@yahoo.com.br, garciasmauro@yahoo.com.br

[(2)]Embrapa Clima Temperado, BR 392, KM 78, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS. Brasil. E-mail: nava.dori@cpact.embrapa.br, gidiez@gmail.com, ricardo.valgas@cpact.embrapa.br, luis.eduardo@cpact.embrapa.br

Resumo - *Anastrepha fraterculus* (Weid.) (Diptera: Tephritidae) é a principal praga da fruticultura de clima temperado, mas pouco se conhece de sua biologia e época de infestação em pequenos frutos e frutos nativos. Este trabalho teve por objetivo conhecer o desenvolvimento de *A. fraterculus*, relacionado ao estádio fenológico de frutos de mirtileiro,

amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira, em campo e laboratório. Foram caracterizados os estádios fenológicos I, II e III definidos como sendo da oitava, décima e décima primeira semanas; sexta, oitava e nona semanas; oitava, décima terceira e décima sexta semanas; e, quinta, sexta e sétima semanas após a primeira floração do mirtileiro, da amoreira-preta, do araçazeiro e da pitangueira, respectivamente. Foi observado que frutos coletados no campo apresentaram índice de infestação relativamente baixo no estádio de desenvolvimento II para amora-preta (0,008 pupários/fruto) e III para amora-preta e mirtilo (0,064 e 0,010 pupários/fruto, respectivamente). Já para o estádio II e III do araçá o índice de infestação foi alto (1,065 e 1,396, respectivamente), e para a pitanga o índice de infestação não foi considerado alto, porém verificou-se que em frutos do estádio I também ocorre desenvolvimento de *A. fraterculus* (I, II e III, correspondendo a 0,115, 0,213 e 0,225 pupários por frutos, respectivamente). Em laboratório, o desenvolvimento de *A. fraterculus* foi confirmado em todos os estádios fenológicos dos frutos em que ocorreu infestação em condições de campo. Os parâmetros biológicos observados para *A. fraterculus* em mirtilo no estádio III foram próximos dos outros hospedeiros para o estagio imaturo, mas inferior para o estagio adulto. Para a amora-preta, tanto o estádio II quanto o III propiciam o desenvolvimento de *A. fraterculus*, sendo os valores dos parâmetros biológicos próximos, embora as fêmeas prefiram frutos maduros para oviposição. Para o araçá, os dois estádios fenológicos propiciaram o desenvolvimento semelhante, enquanto para a pitanga frutos no estádio III são mais adequados para o desenvolvimento de *A. fraterculus* do que os do estádio II e I.

Termos de indexação: Mosca-das-frutas, pequenas frutas, frutas nativas, biologia, época de ataque.

Development of fruit fly in South America related to the phenology of fruit blueberry, blackberry, strawberry guava and surinam cherry

Abstract - *Anastrepha fraterculus* (Weid.) (Diptera: Tephritidae) is the main pest of orcharding temperate climate, but a little is known about its biology and infestation season in small fruits and native fruits. The aim of this work has been to study the development of *A. fraterculus* related to phenological stage of blueberry, blackberry, strawberry guava and surinam cherry trees on field and in laboratory. It has been determined the phenological stages I, II and III and they are from eighth, tenth and eleventh week; sixth, eighth and ninth week; eighth, thirteenth and sixteenth week; and fifth, sixth, and seventh week after the first flowering of blueberry, blackberry, strawberry guava and surinam cherry trees, respectively. It has been observed that fruits brought from the field have shown a relatively low infestation index in development stage II to blackberry (0,008 insects/fruit) and III to blackberry and blueberries (0,064 and 0,010 insetcs/fruit, respectively). At the same time, the infestation index to stage II and III in guavas fruits has been high (1,065 and 1,396, respectively), and the infestation index hasn't been high in cherries fruits, but it has been analyzed that it also occurs development of *A. fraterculus* (I, II, III, corresponding to 0,115, 0,213 and 0,225 puparia/fruits, respectively) in stage I fruits. In laboratory, the development of *A. fraterculus* has been confirmed in every fruit phenological stage that occurred infestation on field conditions. The biological parameters observed to *A. fraterculus* in blueberries in stage III have been closed to the other hosts, to immature stage, but lower to adult stage. Stage II has allowed the development of *A. fraterculus* as much as stage III to blackberry and the biological parameters values have been closed, but the females prefer mature fruits to oviposiotn though. Both phenological stage have allowed a similar development to guava, however, fruits in stage III are more adequate to *A. fraterculus* development than II and I.

Index terms: Fruit flies, small fruits, native fruits, biology, infestation season.

Introdução

A mosca-das-frutas sul-americana [*Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae)] é a principal praga da fruticultura de clima temperado, no Brasil. *A. fraterculus* é um inseto de origem neotropical ocorrendo do sul dos EUA ao norte da Argentina (Calkins & Malavasi, 1995, Malavasi et al., 2000). No Brasil, além dos estados da região Sul também é considerada praga principal nos estados da região Sudeste, havendo necessidade da adoção de medidas de controle para evitar perdas econômicas (Malavasi et al., 2000; Harter et al., 2010). Para as condições do estado do Rio Grande do Sul (RS) *A. fraterculus* representa mais de 90% dos tefritídeos coletados estando associada a mais de 20 frutíferas de importância econômica (Salles & Kovaleski, 1990; Salles, 1995; Kovaleski, 1997; Nunes et al., 2012). Atualmente, são conhecidos 81 hospedeiros no Brasil (Zucchi, 2008), sendo que espécies de Myrtaceae e Rosaceae estão entre as frutíferas preferidas (Salles, 1995). Dentre estes hospedeiros, Salles (1995) menciona que as frutíferas nativas como o araçazeiro [*Psidium cattleianum* Sabine, 1821 (Myrtaceae)] e a pitangueira [*Eugenia uniflora* Linnaeus,1753 (Myrtaceae)] são considerados hospedeiros multiplicadores de *A. fraterculus* e, portanto, fontes de infestação para pomares de pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch, 1801 (Rosaceae)], macieira [*Malus domestica* Borkhausen, 1803 (Rosaceae)] e citros [*Citrus* spp. (Rutaceae)], frutíferas de importância comercial no Rio Grande do Sul.

O cultivo de pequenas frutas como o mirtilo [*Vaccinium ashei* (Reade, 1931) (Ericaceae)] e a amora-preta [*Rubus* sp. (Rosaceae)] e de frutas nativas como o araçá e a pitanga tem aumentado nos últimos anos devido à demanda de nichos de mercados locais. A produção brasileira de mirtileiro, amoreira-preta e pitangueira ocupa uma área próxima de 150, 250 e 300 ha, respectivamente (Fachinello, 2008; Strik et al., 2007; Franzão & Melo, 2012). No caso da pitangueira e araçazeiro, grande parte das frutas comercializadas vem de coletas realizadas em áreas nativas, e para a pitangueira o cultivo comercial já é realizado no

estado do Pernambuco (PE). Atualmente, há uma perspectiva de aumento da produção das pequenas frutas e frutas nativas, pois são plantas de características rústicas e produtivas e que se enquadram bem no modelo de pequenas propriedades agrícolas. Estes cultivos contribuem para aumentar a diversificação nos sistemas de produção do sul do Brasil, que giram entorno da macieira, pessegueiro e videira [*Vitis vinifera* Linnaeus, 1758 (Vitaceae)]. Somado a isso, seus frutos consumidos *in natura* e processados possuem sabor característico, com altas concentrações de vitaminas, substâncias antioxidantes e uma série de compostos nutraceuticos que são benéficos a saúde humana (Vizzotto & Pereira, 2011; Franzon, 2004; Sellappan et al., 2002).

As perdas ocasionadas por *A. fraterculus* nas pequenas frutas e em especial as frutas nativas é um dos fatores limitantes para a produção. As informações disponibilizadas até o momento são escassas e estão relacionadas à ocorrência de *A. fraterculus* em frutos de amora-preta, araçá e pitanga (Salles, 1995), enquanto para o mirtileiro não há registros do ataque em frutos, embora Bogus et al. (2008) constataram sua presença em armadilhas instaladas no município de Itá (SC), e fora do país já seja considerada praga (Vaccaro & Bouvet, 2006). Informações sobre a suscetibilidade dos frutos ao desenvolvimento larval de *A. fraterculus* são importantes para o manejo da praga. Desta forma, o trabalho teve por objetivo conhecer o desenvolvimento de *A. fraterculus*, relacionado ao estádio fenológico de maturação de frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira, em campo e laboratório.

Material e Métodos

Caracterização dos estádios de maturação. Após a floração do mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira na safra de 2010/11 foi acompanhado o desenvolvimento dos frutos visando caracterizar três estádios fenológicos, para estudar a infestação de *A. fraterculus* em condições de campo e a biologia em laboratório. As coletas foram realizadas em pomares do Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado (CPACT), utilizando-

se seleções clonais. Para as quatro frutíferas, os três estádios fenológicos foram definidos a partir das características físicas e químicas, e por meio de registros fotográficos, os quais foram realizados utilizando-se como base a metodologia descrita por Antunes et al. (2000). Os estádios I - frutos verdes (supostamente sem ataque de mosca-das-frutas), II - frutos em estádio intermediário de maturação e III - frutos próximos da colheita (supostamente com infestação de mosca-das-frutas) foram definidos como sendo da oitava, décima e décima primeira semanas; sexta, oitava e nona semanas; oitava, décima terceira e décima sexta semana; e, quinta, sexta e sétima semanas após a primeira floração do mirtileiro, da amoreira-preta, do araçazeiro e da pitangueira, respectivamente (Figura 1). Para os três estádios avaliados, as características químicas e físicas são apresentadas na tabela 1. As floradas foram marcadas por meio de fitas brancas de tecido não tecido (TNT), fixadas nos ramos.

As análises físicas e químicas dos frutos foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado. Para a análise física foi determinado o peso médio dos frutos, obtido a partir de uma amostra de cerca de 150 frutos (para cada frutífera e estágio de interesse) em balança semi-analítica (Shimadzu do Brasil, modelo BL 3200 com precisão de 0,01 g). Para as análises químicas foram determinados os sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) com hidróxido de sódio e a concentração de íons de Hidrogênio (H^+) (pH), sendo todas as análises feitas em triplicata. Os sólidos solúveis totais foram determinados a partir de uma amostra composta da extração de aproximadamente 150 frutos, por meio de um microprocessador de frutas (Walita®). Para a leitura dos sólidos solúveis totais utilizou-se um refratômetro digital com compensação de temperatura automática, expressando os resultados em ºBrix. Para a acidez total titulável, realizou-se uma diluição de 10 mL de suco homogeneizado em 90 mL de água destilada, e, posteriormente, efetuou-se a titulação com solução de NaOH 0,1N. A leitura foi realizada com pHmetro digital [Mettler Toledo (modelo 320), com eletrodo Mettler Toledo (Inlab 413)], até pH 8,10

(ponto de viragem), sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico. O pH foi determinado por meio do peagâmetro digital [Mettler Toledo (modelo 320), com eletrodo Mettler Toledo (Inlab 413)] e compensação automática de temperatura. Nesta, efetuou-se a medição da concentração de íons de Hidrogênio (H^+) que corresponde ao pH de uma solução.

Infestação de *A. fraterculus*. Frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira foram coletados semanalmente da floração a colheita, correspondendo aos períodos de 12/09/2011 a 09/01/2012, 07/10/2011 a 06/01/2012, 14/11/2011 a 26/03/2012 e de 19/09/2011 a 13/12/2011, respectivamente. As coletas dos frutos foram realizadas em pomares da Embrapa Clima Temperado, sendo que para cada hospedeiro foram coletados 50 frutos por semana para cada estádio de desenvolvimento. Os frutos foram transportados para o laboratório, formando-se grupos de 10, pesados com balança semi-analítica (Shimadzu do Brasil, modelo BL 3200 com precisão de 0,01 g) e armazenados em recipientes de plástico (11 x 11 x 3,5 cm) contendo uma camada de 5 cm de vermiculita de textura média. Após, os recipientes contendo os frutos foram acondicionados em sala climatizada (25±2ºC, UR de 70±20% e fotofase de 12 horas), onde permaneceram por um período de 30 dias para a contagem do número de pupários.

Foi determinado o índice de infestação por meio da quantidade de pupários obtidos por frutos nos três estádios de desenvolvimento. Com os dados de infestação foram elaborados gráficos de flutuação populacional, relacionando-se com os três estádios de desenvolvimento dos frutos, realizado no ano de 2010/11.

Realizou-se também o monitoramento de adultos durante o período de frutificação de cada cultura, instalando uma armadilha McPhail em cada pomar, iscada com proteína hidrolisada a 3%. As armadilhas foram inspecionadas semanalmente para troca da proteína hidrolisada e contagem do número de adultos de *A. fraterculus* capturados.

Tanto os adultos provenientes de coletas dos frutos, bem como os oriundos das armadilhas foram identificados com base no tamanho geral do corpo e descrições do padrão alar (Zucchi, 2000).

Biologia de *A. fraterculus* em três estádios de desenvolvimento de mirtilo, amora-preta, araçá e pitanga. Frutos dos quatro hospedeiros foram ensacados na quarta semana após a floração, objetivando protegê-los do ataque das moscas. Para tal, foram utilizadas gaiolas feitas de arame (1,20 x 0,45 m) as quais foram cobertas com saco de tecido *voile* (1,80 x 0,50 m). Esta estrutura foi fixada aos ramos por meio de barbantes amarrados nas extremidades dos mesmos. Quando os frutos atingiram os estádios de desenvolvimento I, II e III (conforme definido anteriormente), foram utilizados para a realização da biologia em laboratório.

Cem frutos foram ofertados as fêmeas de *A. fraterculus* no interior de gaiola de madeira (50,0 x 50,0 x 40,0 cm), permanecendo na mesma por um período de 24 h em contato com 100 fêmeas de 15 dias de idade, obtidas da criação de manutenção realizada em frutos de mamão papaia [*Carica papaya* Linnaeus, 1753 (Caricaceae)], conforme metodologia de Machota Jr. et al. (2010). Em seguida, os frutos foram individualizados em recipientes plásticos (5,0 x 6,0 x 4,0 cm), sendo estes fechados com tecido do tipo TNT (tecido não tecido) amarrado com atilho de borracha. Na base foi colocada uma camada de vermiculita de consistência média para absorver o excesso de umidade e evitar contaminações. Após o oitavo dia foram realizadas observações diárias para a determinação da data de pupação. Os pupários obtidos foram contados, pesados e transferidos para tubos de acrílico (2,5 x 4,8 x 2,5 cm) contendo vermiculita de textura média e úmida, onde permaneceram até a emergência dos adultos. Para as fases imaturas de desenvolvimento foram determinados a duração do período ovo-adulto, peso de pupários, número de pupários por fruto e número de frutos infestados.

Após a emergência foram formados 25 casais de até 24 horas para os estádios de maturação em que ocorreu o desenvolvimento de *A. fraterculus*. Os casais foram colocados

em gaiolas, confeccionadas com recipientes de plástico transparente (500 mL) sobre uma placa de acrílico, contendo na parte superior orifícios (6 mm) para a circulação de ar. Os casais foram alimentados com dieta sólida à base de açúcar mascavo, germe de trigo e proteína de soja na proporção de 1:1:3, respectivamente, fornecida em recipientes de plástico (4,0 g). Também foi oferecido água por capilaridade em recipientes de acrílico (10 mL), por meio de rolo dental de algodão hidrófilo.

Diariamente foram realizadas observações para registrar o número de ovos e a mortalidade visando determinar o período de oviposição, a fecundidade e a longevidade de machos e fêmeas. A fecundidade foi determinada por meio da utilização de um fruto artificial, constituído de 75,0 mL de suco de amora, 3,5 g de ágar, 0,4 g de metilparahidroxibenzoato (Nipagin®) e 350 mL de água destilada, conforme descrito por Salles (1992). Após a mistura destes ingredientes em temperatura de ebulição, o líquido foi colocado em bandejas de formato oval e após solidificar, foi envolto em uma lamina de plástico (Parafilm®) visando evitar o contato direto da mosca com os ingredientes que constituíram o fruto artificial. Os mesmos foram expostos aos casais de *A. fraterculus* e substituídos diariamente, para a determinação do período de oviposição e fecundidade.

Análise estatística. Os dados de duração dos períodos de ovo-adulto e oviposição e longevidade de machos e fêmeas foram analisados por meio do programa estatístico R (R Development Core Team, 2011), utilizando a técnica de análise de sobrevivência. Para cada período foram determinadas as curvas de sobrevivência de cada tratamento considerando o estimador de Kaplan-Meier e estas comparadas por meio do teste de Log-rank.

Os dados do peso de pupários foram submetidos á analise de variância (ANOVA), sendo este realizado pelo procedimento GLM do SAS (SAS Institute 9.2, 2002) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey ($p<0,05$).

Com relação aos dados referentes à variável número de pupas e fecundidade, estes foram submetidos á análise de modelos lineares generalizados por meio do procedimento GENMOD do SAS (SAS Institute 9.2, 2002) e as médias de mínimos quadrados comparadas pelo teste de Qui-quadrado ($p<0,05$).

Resultados

Por meio das coletas de frutos verificou-se que a grande maioria dos insetos encontrados pertenceu à espécie *A. fraterculus*, porém, constatou-se também a ocorrência de cinco exemplares de *C. capitata* em frutos de araçá, e três exemplares de *Neosilba* spp. em frutos de pitanga.

Quanto à flutuação populacional de *A. fraterculus* foi observado que nos quatro pomares foram coletados adultos, indicando que, mesmo a frutífera não sendo adequada ao desenvolvimento larval os adultos estão presentes na área (Figura 2).

A ocorrência de *A. fraterculus* em mirtileiro só foi constatada na décima terceira semana após a primeira florada, provavelmente de floradas subsequentes, uma vez que, frutos maduros coletados anteriormente a esta data e após não estavam infestados por *A. fraterculus* (Figura 3A). O índice de infestação foi de 0,010 pupários/fruto (Tabela 2). Em amoreira-preta a presença de *A. fraterculus* foi registrada em frutos maduros e próximos da maturação na décima semana após a primeira floração por um período de 20 dias (Figura 3B), totalizando um índice de infestação de 0,008 e 0,064 para os estádios fenológicos II e III (Tabela 2). Para as frutas nativas a presença de *A. fraterculus* foi observada por um período mais longo e em frutos de diferentes estádios de desenvolvimento (Figura 3 C e D). No araçazeiro os primeiros insetos foram observados na décima terceira semana após a primeira floração em frutos de estádio II e nas semanas seguintes também no estádio III, correspondendo para os dois estádios um índice de infestação de 1,065 e 1,396 pupários/fruto, respectivamente (Tabela 2). Para a pitangueira os primeiros insetos foram observados na sexta semana após a primeira

floração em frutos do estádio fenológico II, sendo que nas semanas seguintes foram registrados insetos também nos estádios III e I (Figura 3D). Os índices de infestação nos estádios I, II e III foram de 0,115, 0,213 e 0,225 pupários/fruto, respectivamente (Tabela 2).

O desenvolvimento larval de *A. fraterculus* nos três estádios fenológicos dos frutos observado em campo foi comprovado nos experimentos laboratoriais, notando-se, porém, que alguns estágios não oferecem condições favoráveis aos insetos (Tabela 3 e 4). Para o mirtilo o desenvolvimento ocorreu somente no estádio III de maturação, sendo que a duração do período pré-imaginal foi próximo do observado nos demais hospedeiros (Tabela 3 e 4). Em amora-preta o desenvolvimento de *A. fraterculus* ocorreu nos estádios II e III dos frutos, sendo observadas diferenças significativas entre os estádios, na duração do período ovo-adulto (χ^2 = 7,1; *gl* = 1; *P* = 0,0078) (Tabela 3), longevidade de fêmeas (χ^2 = 4,7; *gl* = 1; *P* = 0,0296) (Figura 5A) e longevidade de machos (χ^2 = 10,9; *gl* = 1; *P* = 0,0009) (Figura 5B). Para o peso de pupários (*F* = 2,08; *gl* = 1; *P* = 0,15), número de pupários (χ^2 = 0,15; *gl* = 1; *P* = 0,69), período de oviposição (χ^2 = 1,4; *gl* = 1; *P* = 0,24) e fecundidade (*F* = 2,51; *gl* = 1; *P* = 0,1241), não foram observadas diferenças significativas (Tabela 3). Em araçá o desenvolvimento de *A. fraterculus* em laboratório também ocorreu nos estádios II e III, sendo observadas diferenças significativas para o período ovo-adulto (χ^2 =11,40; *gl* = 1; *P* = 0,0007), peso de pupários (*F* = 53,55; *gl* = 1; *P* = 0), número de pupários (χ^2 =16,1; *gl* = 1; *P* = 0,0001) e fecundidade (*F* = 4,09; *gl* = 1; *P* = 0,043) (Tabela 4). Para o período de oviposição (χ^2 =0,6; *gl* = 1; *P* = 0,42), longevidade de fêmeas (χ^2 = 0,4; *gl* = 1; *P* = 0,52) e machos (χ^2 = 0,4; *gl* = 1; *P* = 0,55) não foi observado diferença significativa (Tabela 4, Figuras 6 A e B). Em pitanga foi observado desenvolvimento de *A. fraterculus* nos três estádios de maturação (Tabela 4). Para a duração do período ovo-adulto foram observadas diferenças significativas, sendo maior para frutos no estádio III em comparação com o estádio II e I (χ^2 = 19,1; *gl* = 2; *P* = 0). O peso de pupários foi maior para os insetos criados em frutos

no estádio III (F = 14,86; gl = 2; P = 0,0001), enquanto o número de pupários obtidos foi maior no estádio II em relação aos demais, diferindo significativamente entre si (χ^2 =41,34; gl = 2; P = 0,0001). O período de oviposição diferiu significativamente entre os tratamentos, sendo maior nos estádios III e II (χ^2 = 22,8; gl = 2; P = 0). Comportamento semelhante foi registrado para a fecundidade, uma vez que as fêmeas criadas no estádio III foram mais fecundas do que as fêmeas dos demais estádios (F= 9,55; gl = 2; P = 0,0004). Insetos criados no estádio III também foram mais longevos do que os criados no estádio II e estes por sua vez mais longevos do que os do estádio I, diferindo significativamente entre si, tanto para fêmeas (χ^2 = 35,8; gl = 2; P = 0), quanto para os machos (χ^2 = 70,2; gl = 2; P = 0) (Figuras 7 A e B).

Discussão

A definição dos três estádios fenológicos dos frutos dos quatro hospedeiros propiciou relacionar a infestação de *Anastrepha fraterculus* em condições de campo com o estudo da biologia realizado em laboratório. Embora o desenvolvimento dos frutos no campo esteja relacionado a uma série de fatores, como temperatura, regime pluviométrico e luminosidade, a caracterização dos frutos dá uma indicação do período de ataque em que ocorre o desenvolvimento larval de *A. fraterculus.*

Quanto a preferencia de *A. fraterculus* por hospedeiros nativos ou exóticos, Selivon, (2000), constatou que populações de "*A. fraterculus* da sp. 2" coletadas nas regiões Sul e Sudeste encontravam-se em geral em hospedeiros não nativos, mas quando coletadas na região Nordeste, encontravam-se em frutos nativos. Nota-se que a relação planta hospedeira-inseto é complexa, de forma que pode ser alterada em função dos fatores ecológicos específicos de cada região. Neste trabalho, verificou-se que para as condições do RS, *A. fraterculus* infestou com maior intensidade e precocidade frutos nativos (araçá e pitanga), notando-se no caso específico da pitanga uma infestação na quinta semana após o florescimento, em frutos do estádio I. Já para pequenas frutas, (mirtilo e amora-preta) nota-se

que a infestação ocorreu em baixa intensidade, sendo observada em estádios fenológicos próximos da maturação.

Em mirtileiro durante todo o estádio fenológico de desenvolvimento foram coletadas apenas três moscas-das-frutas em uma única coleta, o que significou um baixo índice de infestação (Tabela 2; Figura 3). A presença de *A. fraterculus* em mirtilo é a primeira referência de uma espécie de mosca-das-frutas infestando mirtilo no Brasil, apesar de já terem sido coletadas *A. fraterculus* em armadilhas instaladas em pomares (Bogus et al., 2008). Espécies de moscas-das frutas já foram constatadas em outros países como *A. fraterculus* e [*Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)] em pomares na Argentina (Vacarro & Bouvet, 2006) e *C. capitata*, *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae)] e [*Bactrocera cucurbitae* (Coquillet, 1849) (Diptera: Tephritidae)] em pomares dos Estados Unidos da América (EUA) (Follet et al., 2011).

A infestação de *A. fraterculus* ocorreu no estádio III de desenvolvimento (fruto maduro), coletado na décima terceira semana após a primeira floração. Como a maturação ocorre ao longo de três meses, a infestação, foi registrada na segunda coleta de frutos maduros (estádio III). Provavelmente, esta baixa infestação esteja relacionada ao fato do mirtilo ser uma espécie exótica, introduzida no Brasil na década de 80 (Madail & Santos, 2004) e cultivada comercialmente a partir da década de 90 e, portanto, *A. fraterculus* que é nativa desta região, esta em processo de adaptação.

O desenvolvimento larval de *A. fraterculus* em mirtilo, somente no estádio fenológico III, também foi verificado em laboratório, onde se obteve uma média de 1,4 pupários por fruto, num total de 84 frutos infestados (Tabela 3). O período de desenvolvimento ovo-adulto foi próximo do estádio fenológico III dos demais hospedeiros, porém o período de oviposição, a fecundidade e a longevidade foram drasticamente reduzidos em relação aos valores observados no estádio III dos frutos nativos (araçá e pitanga) (Tabela 3

e 4; Figuras 4, 6 e 7). Assim, em uma situação onde as fêmeas de *A. fraterculus* não têm chance de escolha, o mirtileiro possibilita o desenvolvimento larval em frutos próximos da maturação (estádio III), mas cabe destacar que em condições de campo a infestação é baixa. Assim há necessidade de se realizar acompanhamentos para verificar se *A. fraterculus* poderá se adaptar ao longo do tempo nesta frutífera.

Para a amoreira-preta a infestação de *A. fraterculus* nos frutos ocorreu no estádio fenológico III a partir da décima semana após a primeira floração, sendo que, frutos do estádio II também permitiram o desenvolvimento de mosca-das-frutas na décima primeira semana, embora tenham sido registrados apenas dois pupários (Tabela 2, Figura 3). No caso da amoreira-preta, esta também é uma espécie exótica, entretanto, diferentemente do mirtileiro, no Brasil existem espécies nativas, como *Rubus urticaefolius*, *R. erythroclados*, *R. brasiliensis*, *R. sellowii* e *R. imperialis* (Reitz, 1996) que podem ser hospedeiras de *A. fraterculus*, e portanto, há uma melhor adaptação na amoreira-preta cultivada, conforme demonstrado neste trabalho, onde os índices de infestação foram maiores em relação ao mirtilo (Figura 3 A e B, Tabela 2). Esta melhor adaptação de *A. fraterculus* em amora-preta pode ser observada com o desenvolvimento do inseto também no estádio II, embora em laboratório o número de frutos infestados e a longevidade tenham sido inferiores aos valores encontrados no estádio III (Tabela 3, Figura 5). Para os demais parâmetros avaliados, observa-se que os mesmos são próximos para os dois estádios.

No araçazeiro o início da infestação de *A. fraterculus* ocorreu a partir da décima terceira semana após a primeira floração em frutos no estádio fenológico II e a partir desta data, até o final da colheita, a infestação foi observada tanto nos frutos no estádio II quanto no III (Figura 3 C, Tabela 2). Além do araçá ser nutricionalmente adequado para o desenvolvimento da mosca-das-frutas sul-americana (Salles, 1995), provavelmente, a maior quantidade de insetos observados ao longo do desenvolvimento dos frutos se deve a época de

maturação do araçá, que se estende até o final de março, quando a população de *A. fraterculus* possivelmente migre dos pomares de pessegueiro e de ameixeira [*Prunus domestica* Linnaeus, 1753 (Rosaceae)] e de outras frutíferas nativas como a pitangueira, amoreira-preta, cereja-do-rio-grande [*Eugenia involucrata* De Candolle, 1828 (Myrtaceae)] para os pomares de araçazeiro, conforme mencionado por Salles, (1995) e Nava & Botton (2010). Os índices de infestação para ambos os estádios de desenvolvimento foram altos, quando comparados com os outros hospedeiros estudados, especialmente a pitanga (Tabela 2, Figura 3 C e D), mas quando comparados com trabalhos de outros autores são inferiores, Nunes et al. (2012), Garcia & Norrbom, (2011), encontraram (1,80 e 3,57 pupários/fruto), respectivamente. Em laboratório, o desenvolvimento larval também ocorreu nos estádios fenológicos II e III, entretanto o estádio II foi mais infestado do que o estádio III e provavelmente, esta é a razão do menor peso de pupários observado no estádio II (Tabela 4). Para o período ovo-adulto e a fecundidade, apesar de serem observadas diferenças significativas, biologicamente esta pequena diferença pode ser insignificante, já que em ambos os estádios a fecundidade é superior a registrada para mamão (294 ovos) e maçã (330 ovos) e o período ovo-adulto é próximo do registrado em mamão (28 dias) (Nunes 2010) (Tabela 4). Para a longevidade, tanto de machos quanto de fêmeas observa-se que os insetos criados no estádio II são menos longevos do que os criados no estádio III, indicando que para este parâmetro frutos maduros, aparentemente propiciam um melhor desenvolvimento de *A. fraterculus*, embora no geral os valores dos parâmetros biológicos são próximos (Figura 6 A e B).

Para a pitangueira, a ocorrência de *A. fraterculus* foi observada na sexta semana após a primeira florada, correspondendo ao estádio fenológico II de desenvolvimento, e a partir desta data, até o final da colheita foram registrados frutos infestados. No caso da pitangueira frutos do estádio I também foram infestados por *A. fraterculus*, entretanto, esta infestação ocorreu na oitava semana após a data da primeira florada (Figura 3 D). O índice de infestação

tanto para o estádio II quanto III foi considerado baixo quando comparado com os 0,72 pupários/fruto determinado para a pitanga por Nunes et al. (2012), porém é semelhante ao encontrado por Garcia & Norrbom, (2011), os quais verificaram 0,24 pupários/fruto (Tabela 2). Em laboratório, o desenvolvimento larval de *A. fraterculus* ocorreu nos três estádios de maturação, conforme o ocorrido em campo (Tabela 4, Figura 3 D). Entretanto, baseados nos parâmetros biológicos como peso de pupários, período de oviposição, fecundidade e longevidade o melhor desenvolvimento ocorreu no estádio III, seguido do II e por último no I (Tabela 4, Figura 7). O maior peso de pupários no estádio III ocorreu devido ao menor número de pupários por frutos, quando comparado com os demais estádios (Tabela 4). Provavelmente, hospedeiros menores como as pequenas frutas e frutas nativas propiciem uma menor oferta de alimento para o desenvolvimento larval e conseqüentemente com a competição os insetos produzidos são menores e assim a fecundidade e a longevidade podem ser afetadas, como observado neste trabalho.

Por meio dos dados de laboratório, bem como de campo destaca-se que *A. fraterculus* é um inseto mais nocivo para as frutas nativas em relação às pequenas frutas, embora a presença desta deva ser monitorada em todas as frutíferas, uma vez que estádios fenológicos próximos da maturação são susceptíveis ao desenvolvimento larval. Hickel & Schuck, (1993) mencionam que as possíveis causas do ataque de moscas-das-frutas em hospedeiros não preferenciais podem ser a falta de frutíferas adequadas em quantidade suficiente num período de densidade populacional elevada, estes fatores podem estar relacionados com o ataque nas frutíferas exóticas e devem ser melhor estudados. Para as frutas nativas, os cuidados nos pomares devem ser ainda maiores, pois estas apresentam frutificação escalonada, fato que influencia no momento de direcionar uma referida estratégia de manejo fitossanitário, devido ter frutos de diferentes estádios de maturação no mesmo momento.

Conclusões

1. A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* ocorreu em mirtilo em frutos do estádio fenológico III, a partir da décima terceira semana, em baixa infestação;

2. Em amora-preta a infestação da mosca-das-frutas ocorreu inicialmente em frutos do estádio fenológico III a partir da décima semana após o florescimento, embora frutos do estádio II também sejam infestados desta data em diante, porém em menor intensidade;

3. Frutos de amoreira-preta no estádio fenológico III são mais adequados para o desenvolvimento de *A. fraterculus* do que frutos no estádio II;

4. Em araçá a infestação de *A. fraterculus* ocorreu a partir da décima terceira semana após a primeira floração em frutos no estádio fenológico II e após, em frutos no estádio III;

5. O desenvolvimento biológico de *A. fraterculus* em laboratório para os dois estádios fenológicos do araçá são próximos;

6. Em pitanga a infestação de *A. fraterculus* ocorreu em frutos a partir do estádio II na sexta semana após a floração, embora frutos do estádio I também sejam infestados a partir da oitava semana;

7. Frutos de pitangueira no estádio III são mais adequados para o desenvolvimento de *A. fraterculus* do que os dos estádios I e II;

8. A infestação de *A. fraterculus* é maior em araçá e pitanga do que mirtilo e amora-preta.

9. Em laboratório o desenvolvimento de *A. fraterculus* foi confirmado em todos os estádios fenológicos dos frutos em que ocorreu a infestação em campo.

Referências

ANTUNES, L.E.C.; CHALFUN, N.N.J.; ALBUQUERQUE, R.M.; DUARTE FILHO, J. Fenologia e produção de variedades de amora-preta nas condições do planalto de Poços de Caldas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, p. 89-95, 2000.

BOGUS, G.M.; ABREU, L.; SARTORETO, L.M.; ZILLI, G.N.; LAMPERT, S.; SAVARIS, M.; GARCIA, F.R.M.; GUBERT, C. Ocorrência de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomar de mirtilo *Vaccinium ashei* (Angiospermae: Ericaceae) no município de Itá – Santa Catarina. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Uberlândia – MG, 2008. **Resumos.**.. Uberlândia, SEB, 2008, p.1-1.

CALKINS, C.O.; MALAVASI, A. Biology and control of fruit flies (*Anastrepha*) in Tropical and temperate fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.17, p.36-45, 1995.

FACHINELLO, J.C.F. Mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.30, p.285-288, 2008.

FOLLETT, P.A.; ZEE, F.T.; HAMASAKI, R.T.; HUMMER, K.; AND STUART T. NAKAMOTO, S. Susceptibility of Low-Chill Blueberry Cultivars to Mediterranean Fruit Fly, Oriental Fruit Fly, and Melon Fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.104, p.566-570, 2011

FRANZÃO, A.A.; MELO, B. **Cultura da pitangueira.** Disponível em: http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pitangueira.html Acesso em: 08 jul. 2012.

FRAZON, R. C. **Caracterização de mirtáceas nativas do sul do Brasil.** 2004. 114 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS.

GARCIA, F.R.M.; NORRBOM, A.L. Tephritoid Flies (Diptera, Tephritoidea) and Their Plant Hosts from the State of Santa Catarina in Southern Brazil. **Florida Entomologist**, v.94, p.151-157, 2011.

HARTER, W.R.; GRUTZMACHER, A.D.; NAVA, D.E.; GONCALVES, R.S.; BOTTON, M. Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-da-fruta sul-americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.45, p.229-235, 2010.

HICKEL, E.R.; SCHUCK, E. Ocorrência da mosca-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em frutos de quivi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.28, p.1345-1347, 1993.

KOVALESKI, A. **Processos adaptativos na colonização da maçã (*Malus domestica*) por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria, RS**. 1997. 122p. Tese (Doutorado) Instituto de Biologia – Universidade de São Paulo, São Paulo.

MACHOTTA Jr R.; BORTOLI, L.C.; TOLOTTI, A.; BOTTON, M. **Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Weid., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando o hospedeiro natural.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 22p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 15).

MADAIL, J.C.M.; SANTOS, A.M. dos. Aspectos econômicos. In: RASEIRA, M. do C.B; ANTUNES, L.E.C. **A cultura do mirtilo.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 63-67. Série documentos, 121.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: **conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto, Ed. Holos, 2000. p.93-98.

NAVA, D.E.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro.** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010 (Embrapa Clima Temperado: Documentos, 315).

NUNES, A.M.; MÜLLER, F.A.; GONÇALVES, R.S.; GARCIA, M.S.; COSTA, V.A.; NAVA, D.E. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.42, p.6-12, 2012.

NUNES, A.M. **Moscas frugívoras (Tephritoidea), seus parasitóides e estudos bioecológicos de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) e *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2010. 93p. Tese

(Doutorado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS.

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, URL http://www.R-project.org/.

REITZ, R. **Flora ilustrada catarinense:** rosáceas. Itajai: Herbário Barbosa Rodrigues, 1996. 135p.

SALLES, L.A.B. **Bioecologia e controle da moscas-das-frutas sul-americana.** Pelotas, RS, Embrapa: CPACT, 1995. 58p.

SALLES, L.A.B. Metodologia de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em dieta artificial em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.21, p.479-486, 1992.

SALLES, L.A.B.; KOVALESKI, A. Moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Hortisul**, v.1, p.5-9, 1990.

SELIVON, D. Relações com as plantas hospedeiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Ed. Holos, 2000. p.41-54.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.2.432-2.438, 2002.

STRIK, C.B.; CLARK, J.R.; FINN, C.E.; BAÑADOS, M.P. Worldwide Blackberry Production. In: Comprehensive Crop Reports, **Hortechnology**, v.2, p.1-10, 2007.

SAS Institute (2002) SAS System - SAS/STAT. computer program, version 9.2. By SAS Institute, Cary, NC.

VACCARO, N.C.; BOUVET, J.P. Presence of *Ceratitis capitata* (Wied.) and *A. fraterculus* (Wied.) in blueberries (*Vaccinium* spp.) of the Department of Concordia, Entre Ríos and in the Department of Curuzú Cuatía, Corrientes, Argentina. **Anais**…7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Salvador, Brazil, 10-15 September, 2006.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M.C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.1209-1214, 2011.

ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species and their hosts. Disponível em: http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/. Acesso em: 17 jun. 2012.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. P.13 - 24.

Tabela 1. Valores médios ± EP de características químicas e físicas de frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira em três estádios de desenvolvimento. Safra agrícola 2011/12. Pelotas, RS.

Hospedeiros	Estágio	Peso de frutos (g)	ºBrix	pH	Acidez (%)
	I	0,74 ± 0,017	7,20 ± 0,115	2,83 ± 0,004	1,89 ± 0,002
Mirtilo	II	1,18 ± 0,041	8,73 ± 0,066	2,96 ± 0,018	1,55 ± 0,050
	III	1,49 ± 0,055	11,80 ± 0,346	3,15 ± 0,029	0,44 ± 0,015
	I	2,09 ± 0,167	5,87 ± 0,176	2,77 ± 0,011	2,80 ± 0,034
Amora-preta	II	4,10 ± 0,112	5,53 ± 0,133	2,72 ± 0,012	2,44 ± 0,117
	III	5,82 ± 0,109	8,87 ± 0,437	3,31 ± 0,032	0,82 ± 0,072
	I	4,04 ± 0,201	6,93 ± 0,290	3,57 ± 0,012	1,36 ± 0,036
Araçá	II	8,27 ± 0,417	8,53 ± 0,176	3,61 ± 0,009	1,33 ± 0,033
	III	15,20 ± 0,431	10,67 ± 0,066	4,12 ± 0,014	1,05 ± 0,054
	I	1,15 ± 0,123	9,20 ± 0,305	2,78± 0,005	2,39 ± 0,022
Pitanga	II	2,18 ± 0,138	10,27 ± 0,176	2,79 ± 0,011	2,33 ± 0,003
	III	4,14 ± 0,210	14,53 ± 0,352	3,01 ± 0,007	1,53 ± 0,037

Tabela 2. Valores médios do número de pupários, insetos emergidos e índice de infestação de *Anastrepha fraterculus* obtidos em frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira em três estádios de maturação. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Safra agrícola 2011/12.

Hospedeiros	Número de pupários/número de frutos			*Anastrepha fraterculus*			Índice de infestação para *Anastrepha*[1]		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Mirtilo	0/250	0/200	3/300	0	0	3	0,000	0,000	0,010
Amora-preta	0/200	2/250	16/250	0	2	14	0,000	0,008	0,064
Araçá	0/250	373/350	349/250	0	349	301	0,000	1,065	1,396
Pitanga	23/200	32/150	45/200	22	26	24	0,115	0,213	0,225

[1]Índice de infestação determinado pelo número de pupários/número de frutos.

Tabela 3. Valores médios ± EP de parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criada em frutos de mirtileiro e amoreira-preta em três estádios de maturação. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.

Parâmetros biológicos	Mirtilo				Amora-preta			
	I	II	III [25]	CV (%)	I	II [7]	III [25]	CV (%)
Período ovo-adulto (dias)[1]	-	-	26,7 ± 0,15 (24,0 - 30,0)	5,48	-	28,8 ± 0,23 a (26,0 - 32,0)	27,5 ± 0,21 b (25,0 - 31,0)	7,54
Peso de pupários (mg)[2]	-	-	8,7 ± 0,61 (4,3 -14,3)	75,96	-	11,2 ± 0,60 a (4,3 - 18,6)	10,32 ± 0,30 a (4,0 - 16,6)	32,39
Período de oviposição (dias)[1]	-	-	12,9 ± 1,1 (5,0 - 21,0)	40,07	-	12,3 ± 1,69 a (6,0 - 17,0)	14,04 ± 1,12 a (6,0 - 26,0)	37,77
Fecundidade[3]	-	-	197,3 ± 19,9 (48 - 389)	48,30	-	206,4 ± 28,5 a (95,0 - 301,0)	213,3 ± 20,6 a (63,0 - 541,0)	43,68
Número de pupários[3]	-	-	1,4 ± 0,06 (1,0 - 3,0)	38,44	-	1,4 ± 0,14 a (1,0 - 4,0)	1,5 ± 0,06 a (1,0 - 3,0)	42,27
Número de frutos infestados	-	-	84	-	-	31	78	-

Valores entre colchetes indicam o número de repetições (casais) utilizados para o estudo da biologia dos adultos de *A. fraterculus* e valores entre parênteses indicam o intervalo de variação.

Valores seguidos pela mesma letra na linha por hospedeiro não diferem entre si pelos testes de Log Rank[1], Tukey[2] e Qui-quadrado[3].

Tabela 4. Valores médios ± EP de parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criada em frutos de araçazeiro e pitangueira em três estádios de maturação. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.

Parâmetros biológicos	Araçá				Pitanga			
	I	II [25]	III [25]	CV (%)	I [8]	II [25]	III [9]	CV (%)
Período ovo-adulto (dias)[1]	-	27,3 ± 0,08 b	27,8 ± 0,09 a	4,83	26,6 ± 0,13 b	26,9 ± 0,11 b	27,73 ± 0,19 a	5,93
		(23,0 - 31,0)	(25,0 - 32,0)		(24,0 - 29,0)	(23,0 - 31,0)	(25,0 - 32,0)	
Peso de pupários (mg)[2]	-	8,4 ± 0,33 b	12,3 ± 0,43 a	64,65	6,8 ± 0,37 b	8,5 ± 0,46 b	11,48 ± 0,51a	84,46
		(2,6 - 16,0)	(3,1 - 25,0)		(1,4 - 13,0)	(3,8 - 18,0)	(3,0 - 18,0)	
Período de oviposição (dias)[1]	-	31,1 ± 2,96 a	35,6 ± 3,81 a	48,29	8,62 ± 1,92 b	25,8 ± 3,15 a	33,0 ± 6,02a	69,41
		(7,0 – 68,0)	(6,0 – 71,0)		(3,0 - 18,0)	(4,0 - 59,0)	(14,0 - 66,0)	
Fecundidade[3]	-	382,8 ± 35,2 b	394,1 ± 37,2 a	48,06	81,0 ± 16,9 c	258,8 ± 33,7 b	460,2 ± 87,78 a	79,62
		(74,0 - 805,0)	(42,0 - 770,0)		(32,0 - 156,0)	(23,0 - 772,0)	(191,0 - 979,0)	
Número de pupários[3]	-	3,8 ± 0,24 a	2,7 ± 0,14 b	58,40	1,8 ± 0,11b	2,9 ± 0,16 a	1,40 ± 0,08 b	58,35
		(1,0 - 13,0)	(1,0 - 6,0)		(1,0 - 4,0)	(1,0 -5,0)	(1,0 - 3,0)	
Número de frutos infestados	-	85	80	-	56	78	58	-

Valores entre colchetes indicam o número de repetições (casais) utilizados para o estudo da biologia dos adultos de *A. fraterculus* e valores entre parênteses indicam o intervalo de variação.

Valores seguidos pela mesma letra na linha por hospedeiro não diferem entre si pelos testes de Log Rank[1], Tukey[2] e Qui-quadrado[3].

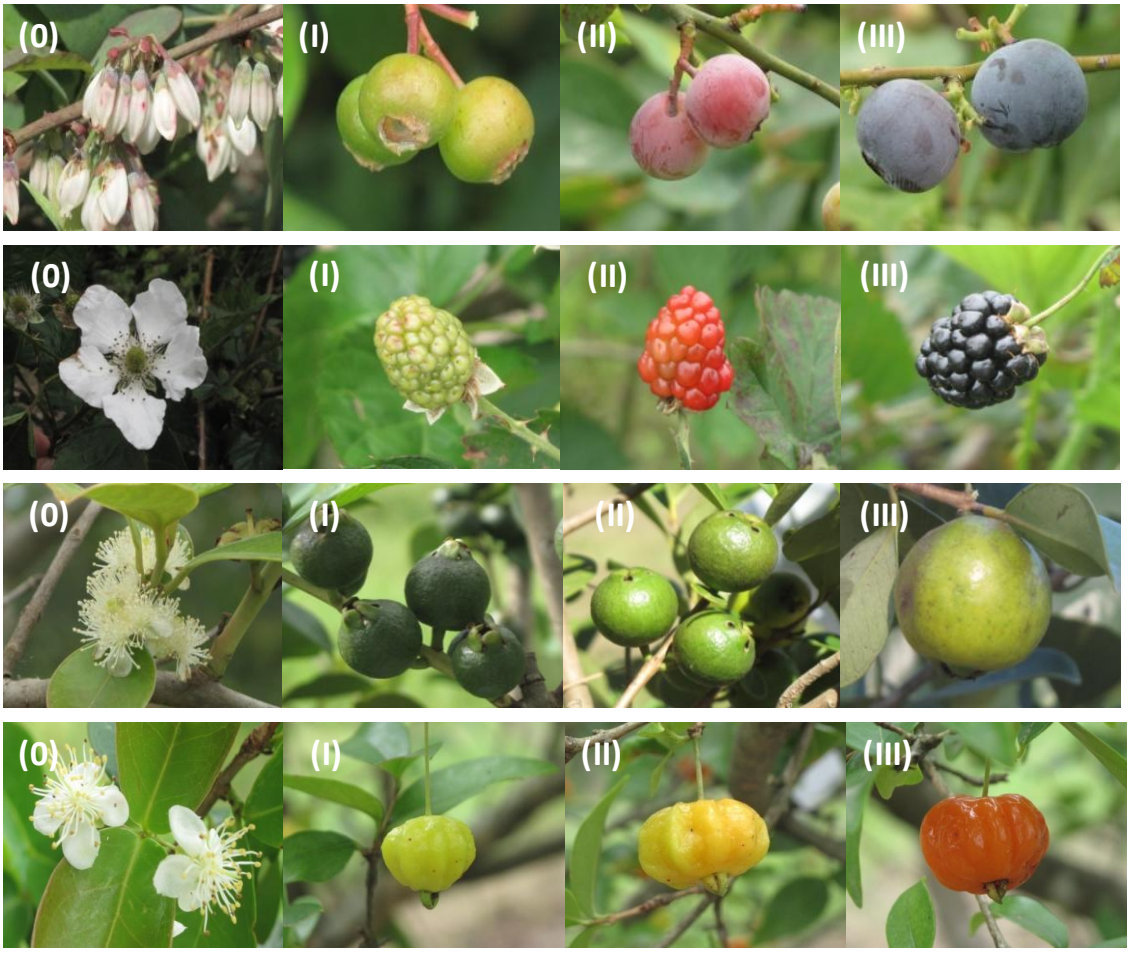

Figura 1. Representação esquemática dos estádios de maturação do mirtileiro (0 - floração; I - 8 semanas após a floração; II - 10 semanas após a floração e III - 11 semanas após a floração), amoreira-preta (0 - floração; I - 6 semanas após a floração; II - 8 semanas após a floração e III - 9 semanas após a floração), araçazeiro (0 - floração; I - 8 semanas após a floração; II - 13 semanas após a floração e III - 16 semanas após a floração) e pitangueira (0 - floração; I - 5 semanas após a floração; II - 6 semanas após a floração e III - 7 semanas após a floração).

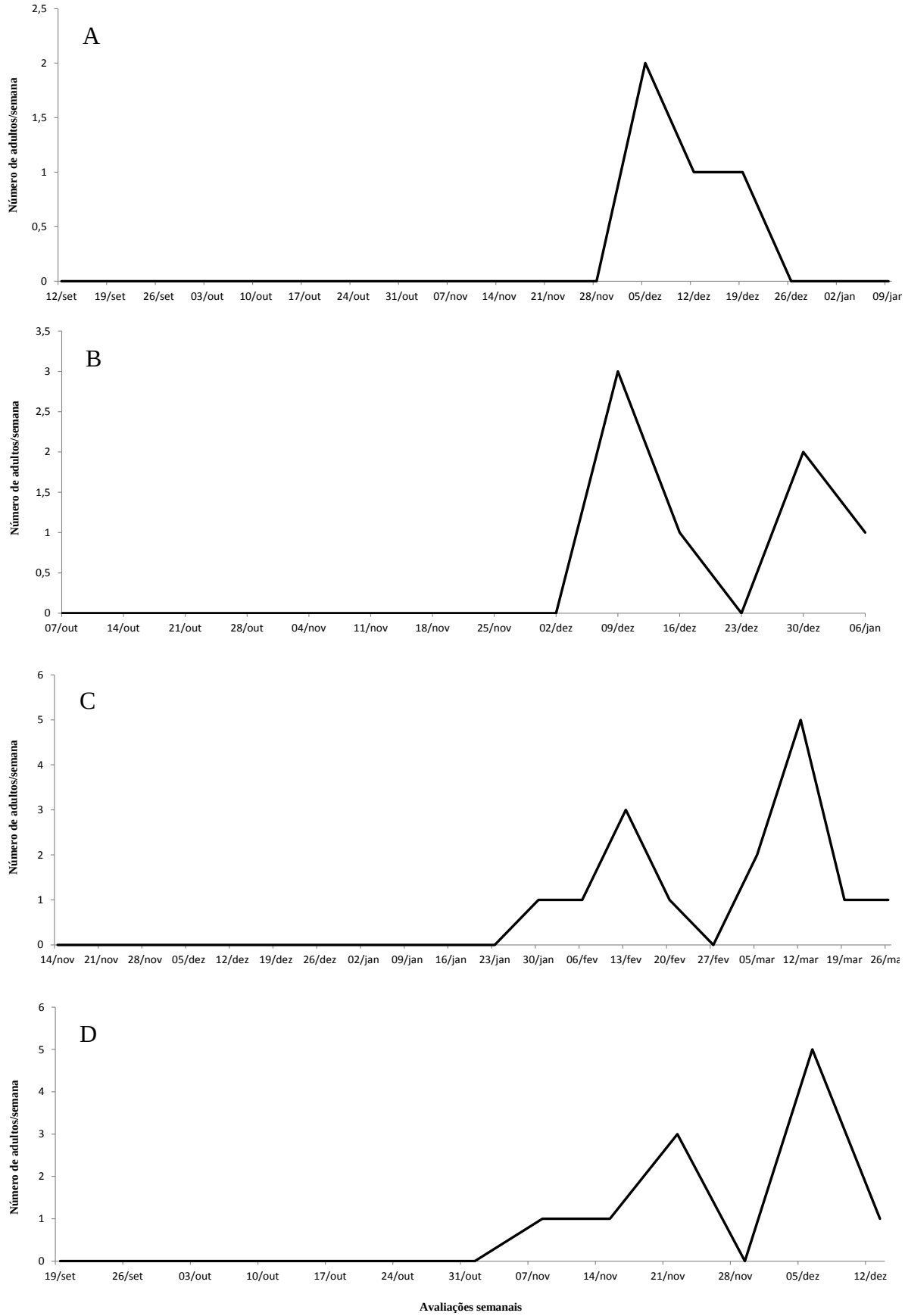

Figura 2. Flutuação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* em mirtilo (A), amora-preta (B), araçá (C) e pitanga (D). Safra agrícola 2011/2012.

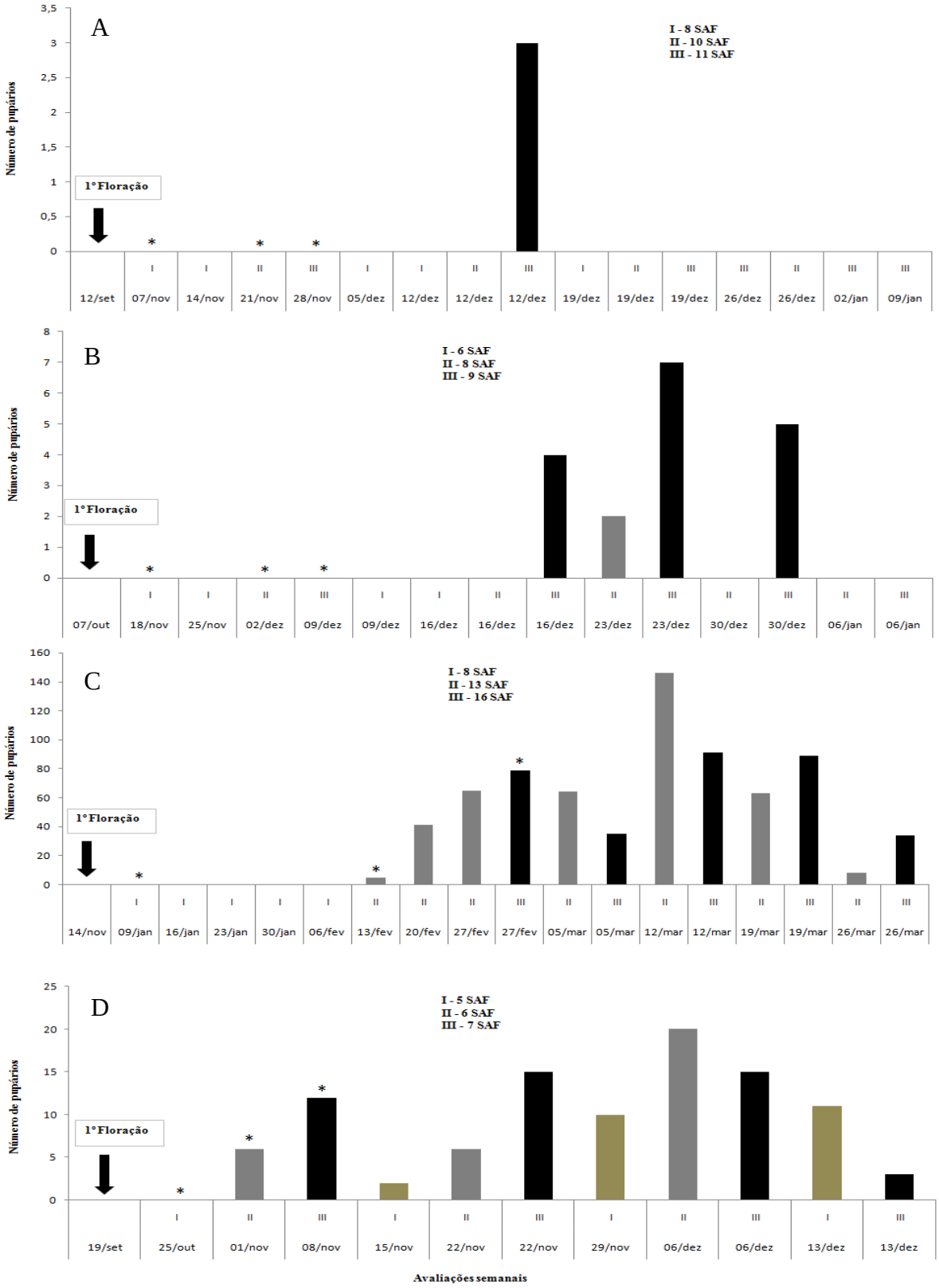

Figura 3. Infestação de pupários de *Anastrepha fraterculus* em mirtilo (A), amora-preta (B), araçá (C) e pitanga (D) nos três estádios de maturação. Safra agrícola 2011/2012.
SAF - Corresponde a semanas após a floração.
* - Correspondem aos frutos provenientes da primeira floração.

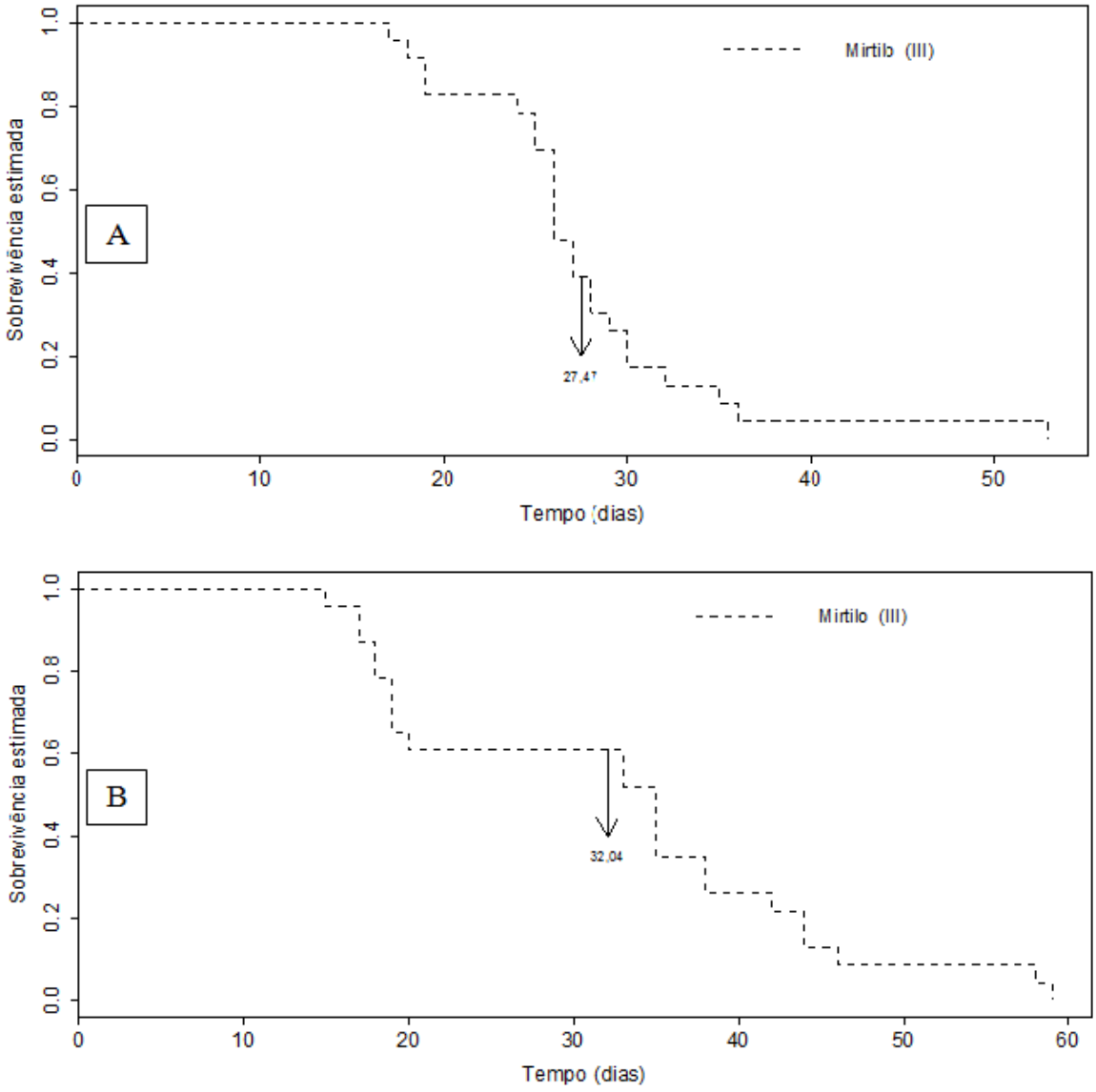

Figura 04. Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* criados em frutos de mirtileiro no estádio III. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.

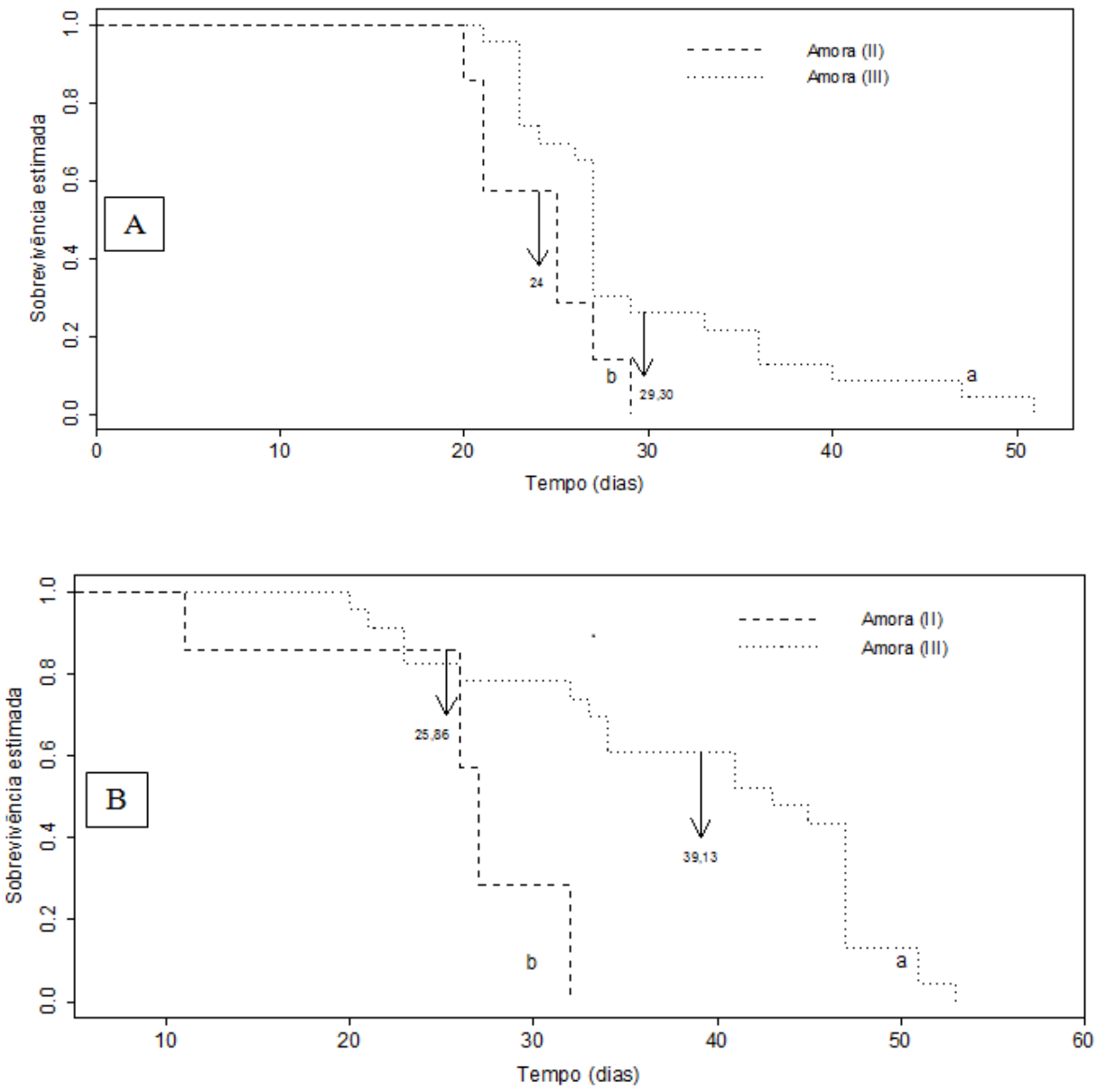

Figura 05. Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* provenientes de frutos de amoreira-preta em dois estádios fenológicos. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.

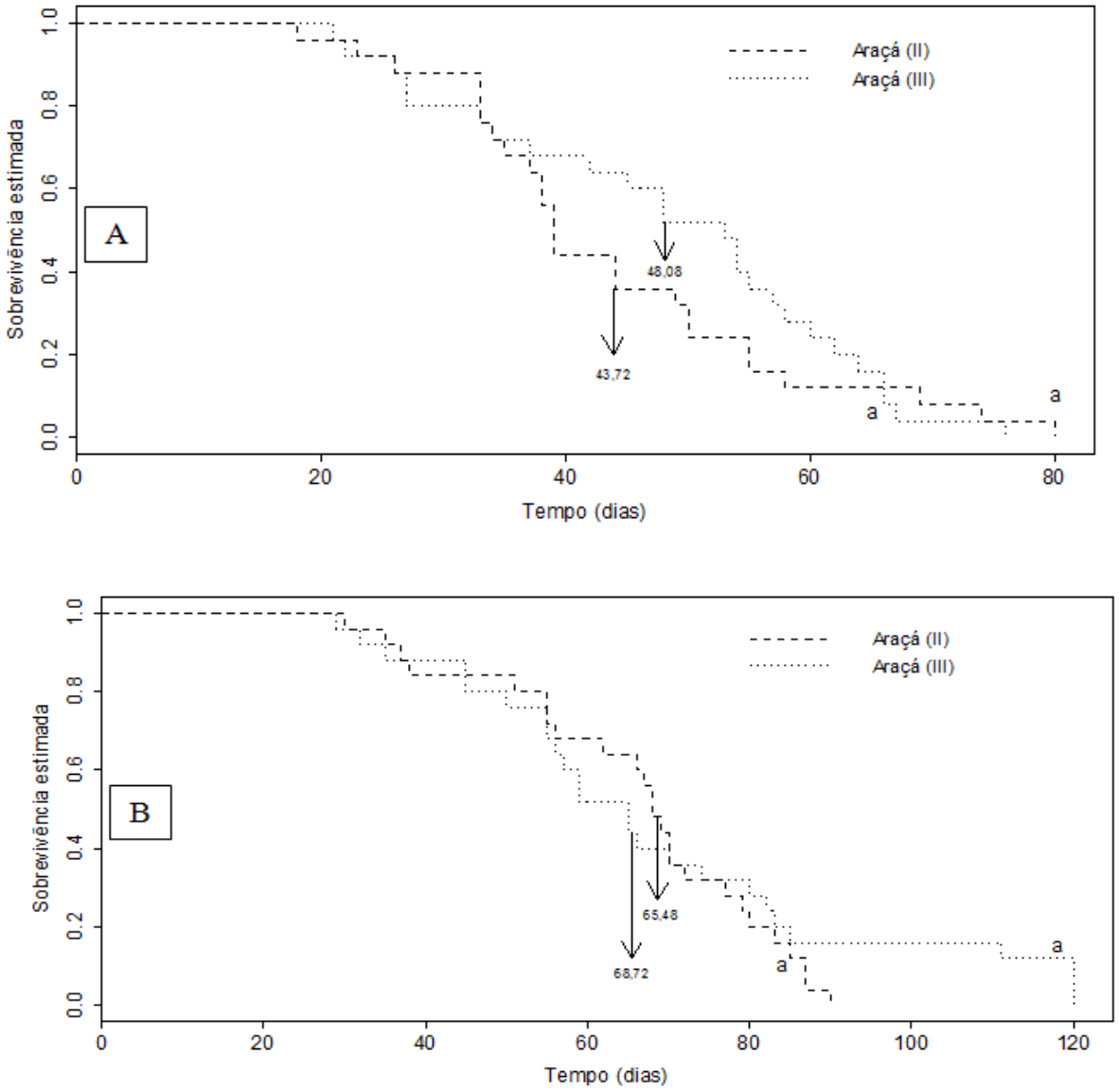

Figura 06. Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* provenientes de frutos de araçá em dois estádios fenológicos. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.

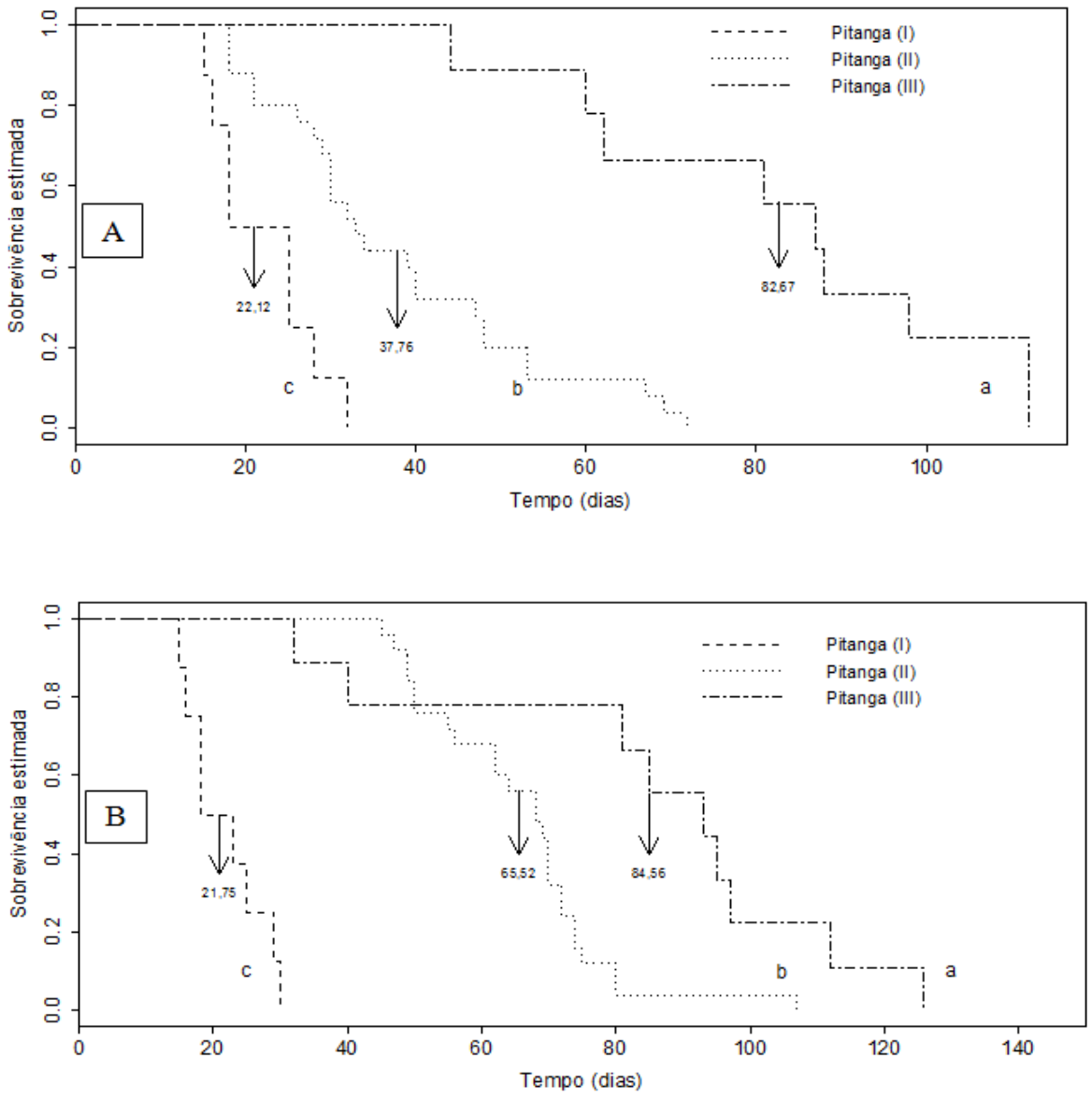

Figura 07. Curvas de sobrevivência de fêmeas (A) e machos (B) de *Anastrepha fraterculus* provenientes de frutos de pitangueira em três estádios fenológicos. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.

4 - Conclusões

- Frutos de mirtileiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira possibilitam que a mosca-das-frutas sul-americana complete o ciclo biológico;

- Frutos dos hospedeiros nativos (pitanga e araçá) propiciam melhor desenvolvimento de *A. fraterculus* do que hospedeiros exóticos (mirtilo e amora-preta);

- A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* ocorreu em mirtilo em frutos do estádio fenológico III, a partir da décima terceira semana, em baixa infestação;

- Em amora-preta a infestação da mosca-das-frutas ocorreu inicialmente em frutos do estádio fenológico III a partir da décima semana após o florescimento, embora frutos do estádio II também sejam infestados desta data em diante, porém em menor intensidade;

- Frutos de amoreira-preta no estádio fenológico III são mais adequados para o desenvolvimento de *A. fraterculus* do que frutos no estádio II;

- Em araçá a infestação de *A. fraterculus* ocorreu a partir da décima terceira semana após a primeira floração em frutos no estádio fenológico II e após, em frutos no estádio III;

- O desenvolvimento biológico de *A. fraterculus* em laboratório para os dois estádios fenológicos do araçá são próximos;

- Em pitanga a infestação de *A. fraterculus* ocorreu em frutos a partir do estádio II na sexta semana após a floração, embora frutos do estádio I também sejam infestados a partir da oitava semana;

- Frutos de pitangueira no estádio III são mais adequados para o desenvolvimento de *A. fraterculus* do que os dos estádios I e II;

- A infestação de *A. fraterculus* é maior em araçá e pitanga do que mirtilo e amora-preta.

- Em laboratório o desenvolvimento de *A. fraterculus* foi confirmado em todos os estádios fenológicos dos frutos em que ocorreu a infestação em campo.

5 - Referências

BOGUS, G.M.; ABREU, L.; SARTORETO, L.M.; ZILLI, G.N.; LAMPERT, S.; SAVARIS, M.; GARCIA, F.R.M.; GUBERT, C. Ocorrência de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomar de mirtilo *Vaccinium ashei* (Angiospermae: Ericaceae) no município de Itá - Santa Catarina. in: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Uberlândia - MG, 2008. **Resumos...** Uberlândia, SEB, 2008, p.1-1.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, p.109-120, 2011.

FACHINELLO, J.C.F. Mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.30, p.285-288, 2008.

FOLLETT, P.A.; ZEE, F.T.; HAMASAKI, R.T.; HUMMER, K.; STUART T. NAKAMOTO, S. Susceptibility of low-chill blueberry cultivars to mediterranean fruit fly, oriental fruit fly, and melon fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.104, p. 566-570, 2011.

FRANZÃO, A.A.; MELO, B. **Cultura da pitangueira.** Disponível em: http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pitangueira.html Acesso em: 08 jul. 2012.

FRANZON, R.C.; GONÇALVES, R.S.; ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B. Propagação vegetativa de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) do Sul do Brasil por enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 262-267, 2010.

FRANZON, RC.; RASEIRA, M.C.B.; CORRÊA, E.R. Potencialidades agronômicas de algumas mirtáceas frutíferas nativas do Sul do Brasil. In: RASEIRA, M.C.B.; ANTUNES, L.E.C.; TREVISAN, R. GONÇALVES, E.D. **Espécies frutíferas nativas do sul do Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.99-106. (Documentos, 129).

FRANZON, R.C. **Caracterização de mirtáceas nativas do Sul do Brasil.** 2004. 114p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS.

GARCIA, F.R.M.; LARA, D.B. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomar cítrico no município de Dionísio Cerqueira, Santa Catarina. **Biotemas**, v.19, p.65-70, 2006.

GARCIA, F.R.M.; CAMPOS, J.V.; CORSEUIL, E. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na Região Oeste de Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 421-426, 2003.

IBRAF. 2010. INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estrutura da produção brasileira**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br>. Acesso em: 17 jun. 2012.

MARIN, R.; PIZZOLI, G.; LIMBERGER, R.; APEL, M.; ZUANAZZI, J.A.S.; HENRIQUES, A.T. Propriedades nutracêuticas de algumas espécies frutíferas nativas do sul do Brasil. In: RASEIRA, M.C.B.; ANTUNES, L.E.C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E.D. **Espécies frutíferas nativas do sul do Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.107-122, (Documentos, 129).

NUNES, A.M.; MÜLLER, F.A.; GONÇALVES, R.S.; GARCIA, M.S.; COSTA, V.A.; NAVA, D.E. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.42, p.6-12, 2012.

OLIVEIRA, C. 2008. Fruticultura Brasileira em Análise. Disponível em: http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=24830, Acesso em: 11 jun. 2012.

PAGOT, E. **Situação e perspectivas da produção de pequenas frutas: Cenário da produção de pequenas frutas**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 5.; ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4., 2010, Pelotas. *Palestras e resumos...* Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. p.71-77.

SALLES, L.A.B. **Bioecologia e controle da moscas-das-frutas sul-americana**. Pelotas, RS, Embrapa: CPACT, 1995. 58p.

SALLES, L.A.B.; KOVALESKI, A. Moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Hortisul**, v.1, p.5-9, 1990.

STRIK, C.B.; CLARK, J.R.; FINN, C. E; BAÑADOS, M.P. **Worldwide Blackberry Production**. In: Comprehensive Crop Reports, Hortechnology, v.2, p.1-10, 2007.

VACCARO, N.C.; BOUVET, J.P. Presence of *Ceratitis capitata* (Wied.) and *A. fraterculus* (Wied.) in blueberries (*Vaccinium* spp.) of the Department of Concordia, Entre Ríos and in the Department of Curuzú Cuatía, Corrientes, Argentina. **Anais**…7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Salvador, Brazil, 10-15 September, 2006.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M.C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p.1209-1214, 2011.

ZART, M.; FERNANDES, O.; BOTTON, M. Injúrias causadas por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritide) em cultivares de videira. **Bragantia**, v.70, p. 64-71, 2011.

ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil **-** *Anastrepha* species and their hosts. Disponível em: http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/. Acesso em: 17 jun. 2012.