UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Instituto de Biologia

Programa de Pós-Graduação em Entomologia

Dissertação

Efeito de hospedeiros e temperaturas na biologia de *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Diptera: Tephritidae) e comprovação em campo, do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório

Anderson Bolzan

Pelotas, 2014

Anderson Bolzan

Efeito de hospedeiros e temperaturas na biologia de *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Diptera: Tephritidae) e comprovação em campo, do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências (área de conhecimento: Entomologia).

Orientador: Dr. Dori Edson Nava
Coorientador: Dr. Flávio Roberto Mello Garcia

Pelotas, 2014

Dados de catalogação na fonte:

Maria Beatriz Vaghetti Vieira – CRB 10/1032

Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

B687e **Bolzan, Anderson**

Efeito de hospedeiros e temperaturas na biologia de

Anastrepha grandis (Macquart, 1846) (Diptera: Tephritidae) e

comprovação em campo, do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório / Anderson Bolzan. – 64f. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas, 2014. – Orientador Dori Edson Nava; co-orientador Flávio Roberto Mello Garcia.

Banca examinadora:

Dr. Dori Edson Nava (Orientador)

Dr. Mauro Silveira Garcia

Dr. Miguel Francisco de Souza Filho

Dr. Sandro Daniel Nörnberg

Dedico este trabalho à meus pais Eloá e Airton, meu irmão Diego e minha namorada Jamile.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde e força para completar mais este desafio em minha vida.

Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade da realização do curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Dr. Dori Edson Nava pela excelente orientação, auxílio e amizade durante estes 24 meses de trabalho.

Ao Dr. Flávio Roberto Mello Garcia pela ótima co-orientação, colaboração e apoio.

Aos professores e pesquisadores colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia pela atenção e ensinamentos.

À Embrapa Clima Temperado pela permissão de uso do Laboratório de Entomologia e das áreas a campo para realização deste trabalho.

Ao pesquisador da Embrapa Clima Temperado MSc. Ricardo Alexandre Valgas pela ajuda nas análises estatísticas;

À pesquisadora da Embrapa Clima Temperado Dra. Rosa Lia Barbieri, pelo auxílio na identificação das cucurbitáceas.

À minha família, em especial a minha mãe Eloá Maria Druzian Bolzan, meu pai Airton Fernando Bolzan e meu irmão Diego Bolzan pelo amor, carinho e apoio durante este período, sem a ajuda de vocês eu não teria conseguido.

À minha namorada Jamile Fernanda Mainardi pelo amor, carinho e compreensão durante este período.

Aos colegas e amigos do curso de Pós-Graduação em Entomologia, em especial às colegas da primeira turma, Priscilla Gobbi, Janaína Silva e Ida Maria de Oliveira pela amizade e apoio.

Aos amigos de Pós-graduação Giovani Smaniotto, Rafael da Silva Gonçalves, Raul da Cunha Borges Filho, Sandro Daniel Nörnberg, Heitor Lisboa, Mártin Zanchett Groth, Naymã Pinto Dias, Sônia Poncio, Adrise Medeiros Nunes, Gabriela Inés Diez-Rodríguez e Fernanda Appel Müller pelos bons momentos que passamos juntos e pelo auxílio sempre que necessário.

Aos bolsistas e estagiários do Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado Tiago Scheunemann, Francisco Cardoso Canez Neto, Eduardo Valmorbida, Jose Cesar Lazzari, Larissa Pastina, Talita Dadalt, Felipe Andreazza, Helter Carlos Pereira, Laísa Boechel Barcelos e Anaise Rodales pelos bons momentos que passamos.

Ao amigo e colega de Pós-graduação Giovani Smaniotto pelo auxílio e dedicação à realização deste trabalho.

Aos amigos Joanei Cechin, Luciano Stöhlirck, e Mauri Mazurek, pela amizade e companheirismo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“O ideal da vida não é a esperança de chegar a ser perfeito,
mas a vontade de ser cada vez melhor.”
(Autor desconhecido)

Resumo

BOLZAN, Anderson. **Efeito de hospedeiros e temperaturas na biologia de *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Diptera: Tephritidae) e comprovação em campo, do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório**. 2014. 64f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Anastrepha grandis é conhecida como mosca-das-cucurbitáceas-sul-americana e caracteriza-se por atacar espécies nativas ou introduzidas de cucurbitáceas. Embora o inseto cause danos devido a sua infestação nos frutos, as maiores perdas se referem aos embargos na exportação. Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de hospedeiros e temperaturas na biologia de *A. grandis* e comprovar em campo, o modelo de exigências térmicas obtido em laboratório. Para o estudo da biologia foram utilizados sete hospedeiros, sendo: abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*), abóbora (*Cucurbita moschata*), chuchu (*Sechium edule*), melancia mini (*Citrullus lanatus*), melão espanhol (*Cucumis melo*), abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) e pepino salada (*Cucumis sativus*). Para avaliar o efeito da temperatura no desenvolvimento biológico de *A. grandis* foram utilizadas as temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, 35°C. *Anastrepha grandis* apresentou um melhor desenvolvimento nos hospedeiros do gênero *Cucurbita* em relação aos demais gêneros testados, o hospedeiro que desenvolveu um maior número de insetos foi a abóbora híbrida "Tetsukabuto" e o hospedeiro em que os insetos se desenvolveram em menor tempo foi a abóbora de tronco. Os hospedeiros do gênero *Cucumis*, melão espanhol e pepino salada, apresentaram baixa viabilidade para o estágio larval. Já os hospedeiros que não propiciaram desenvolvimento dos insetos foram a melancia e o chuchu. Com relação à temperatura que proporcionou maior viabilidade nos estágios imaturos de *A. grandis* criadas em abóbora de tronco foi a de 25°C, porém houve desenvolvimento na faixa de temperatura entre 15 e 30°C. Na temperatura de 35°C não ocorreu desenvolvimento de *A. grandis*. As temperaturas mais baixas, 15 e 20°C, apresentaram uma maior viabilidade nos estágios imaturos. A temperatura base (Tb) e a constante térmica (K) para estágio de ovo e pupa foram de 8,3°C para ambos os estágios e 132,3 GD para o estágio de ovo e 347,0 GD para o estágio de pupa, já para o período ovo-adulto este valor foi de 5,2°C e de 858,7 GD. A partir dos dados de temperatura coletados a campo, verificou-se que o acúmulo de graus-dia (937,9 GD) e o período ovo-adulto (79,7 dias) de *A. grandis* foi semelhante ao estimado em laboratório com diferenças de 9,2% e 6,4%, respectivamente.

Palavras-chave: cucurbitáceas; exigências térmicas; mosca-das-cucurbitáceas-sul-americana; temperatura base.

Abstract

BOLZAN, Anderson. **Effect of hosts and temperatures on the biology *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Diptera: Tephritidae) and prove on the field, the model of thermal requirements obtained in the laboratory**. 2014. 64f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Anastrepha grandis is known as South American cucurbit fruit fly, and it is characterized by attacking native or introduced species of cucurbits. Although the insect causes damage due to larval infestation on fuits, the biggest losses refer to the embargoes on exports. This study aimed to evaluate the effect of hosts and temperatures on the biology of *A. grandis* and prove on the field, the model of thermal requirements obtained in the laboratory. For the study of biology, seven hosts have been used: pumpkin (*Cucurbita pepo*), pumpkin (*Cucurbita moschata*), chayote (*Sechium edule*), mini watermelon (*Citrulluslanatus*), Spanish melon (*Cucumis melo*), hybrid pumpkin "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) and salad cucumber (*Cucumis sativus*). To evaluate the effect of temperature on the developmental biology of *A. grandis* there have been used constant temperatures of 15, 20, 25, 30, 35°C. *Anastrepha grandis* showed a better development in hosts of the genus *Cucurbita* in relation to other tested genera, the host that developed a greater number of insects was the hybrid pumpikin "Tetsukabuto" and the host which the insects have developed in less time was a pumpkin (*C. pepo*).The hosts of the genus *Cucumis*, Spanish melon and salad cucumber, showed low viability for larval stage. The hosts which there wasn't insects development were mini watermelon and chayote. About the temperature of development, the temperature providing the highest viability and immature stages of *A. grandis* grown in pumpkin (*C. pepo*) was 25°C, but there was development in temperature ranges between 15 and 30°C, at 35°C there wasn't *A. grandis* development. The lower temperatures, 15 and 20 ° C, showed a higher viability and immature stages, developing a higher number of insects compared to 30°C. The threshold temperature and thermal requirements for egg stage and pupa were 8.3°C for these stages and 132.3 degree days for the egg stage and 347.0 degree days for the pupal stage, for the egg to adult period this value was 5.2°C and 858.7 degree days. From the temperature data collected in the field, it was found that the accumulation of degree-days (937,9 degree days) and the egg to adult period of *A. grandis* period (79,7 days) was similar to that estimated in the laboratory showing differences of 9.2% and 6.4%, respectively.

Keywords: cucurbits; thermal requirements; South American cucurbit fruit fly; threshold temperature.

Lista de Figuras

Figura 1 Ciclo biológico de *Anastrepha grandis* com medidas de comprimento aproximadas para cada estágio de desenvolvimento.... 20

Figura 2 Cucurbitáceas utilizadas no experimento de desenvolvimento de *Anastrepha grandis* em diferentes hospedeiros. T1 - Abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*); T2 - Abóbora (*Cucurbita moschata*); T3 - Chuchu (*Sechium edule*); T4 - Melancia mini (*Citrullus lanatus*); T5 - Melão (*Cucumis melo*); T6 – Abóbora híbrida “Tetsukabuto” (*Cucurbita maxima x Cucurbita moschata*); T7 - Pepino (*Cucumis sativus*). Escala: 5 cm..... 27

Figura 3 Gaiola utilizada para avaliação da fecundidade e longevidade de *Anastrepha grandis.* A) Gaiola contendo um casal, dieta artificial em recipiente, água e o substrato de oviposição. B) Componentes do substrato de oviposição; C) Forma de montagem; D) Substrato montado. Escala: 1cm..... 29

Figura 4 Substrato de oviposição usado para obtenção de ovos para avaliar a duração e viabilidade do estágio de ovo de *Anastrepha grandis*. A) Componentes do substrato; B) Forma de montagem; C) Substrato montado. Escala: 2 cm..... 31

Figura 5 Modelo de gaiola utilizado para proteger os frutos infestados com *Anastrepha grandis* e evitar a fuga dos adultos em condições de campo. Escala: 5 cm..... 34

Figura 6 Curvas de sobrevivência de fêmeas de *Anastrepha grandis*, criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*), abóbora (*Cucurbita moschata*), abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) e pepino (*Cucumis sativus*). Temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Curvas de sobrevivência acompanhadas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Logrank..... 43

Figura 7 Ritmo de oviposição de *Anastrepha grandis*, criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*), abóbora (*Cucurbita moschata*) e abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*). Temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase 12h..... 44

Figura 8 Curva de sobrevivência para fêmeas de *Anastrepha grandis* criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) em diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Curvas de sobrevivência acompanhadas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Logrank..... 50

Figura 9 Ritmo oviposição de *Anastrepha grandis* criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) em diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h..... 51

Figura 10 Registros diários de precipitação e médias de temperatura do ar (°C) e umidade (%) para o período que foi verificado o desenvolvimento de *Anastrepha grandis* em condições de campo..... 53

Lista de Tabelas

Tabela 1 Valores médios (± erro padrão) dos parâmetros biológicos referente aos estágios imaturos de *Anastrepha grandis* criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) (T1), abóbora (*Cucurbita moschata*) (T2), chuchu (*Sechium edule*) (T3), melancia mini (*Citrullus lanatus*) (T4), melão espanhol (*Cucumis melo*) (T5), abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) (T6) e pepino salada (*Cucumis sativus*) (T7). Temperatura de 23,7 ± 1,3ºC, umidade relativa do ar de 65 ± 6,8% e fotofase 12h..... 39

Tabela 2 Valores médios (± erro padrão) da fecundidade, fertilidade e períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *Anastrepha grandis* criada em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) (T1), abóbora (*Cucurbita moschata*) (T2), chuchu (*Sechium edule*) (T3), melancia mini (*Citrullus lanatus*) (T4), melão espanhol (*Cucumis melo*) (T5), abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) (T6), e, pepino salada (*Cucumis sativus*) (T7). Temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase 12h..... 42

Tabela 3 Valores médios (± erro padrão) de parâmetros biológicos dos estágios imaturos de *Anastrepha grandis* criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) e submetidas a diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h..... 47

Tabela 4 Valores médios (± erro padrão) da fecundidade, períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *Anastrepha grandis*

criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) e submetidas a diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de 70+10% e fotofase de 12h..... 49

Tabela 5 Tabela 5 - Limite térmico inferior de desenvolvimento ou temperatura base (Tb) e constante térmica (K) de *Anastrepha grandis* estimados em laboratório..... 52

Tabela 6 Graus-dia acumulados e média da duração do período ovo-adulto (± erro padrão) de *Anastrepha grandis*, baseado na temperatura média diária obtida no campo (17,0°C), comparando com seus respectivos valores estimados em laboratório..... 53

Sumário

1 Introdução geral....14

2 Revisão de literatura....16

2.1 Aspectos gerais de Cucurbitaceae....16

2.2 Insetos-praga de cucurbitáceas....18

2.3 *Anastrepha grandis*....19

2.4 Biologia de *Anastrepha grandis*....23

3 Material e métodos....25

3.1 Estabelecimento da criação de manutenção....25

3.2 Biologia de *Anastrepha grandis* em diferentes hospedeiros....25

3.3 Biologia de *Anastrepha grandis* em diferentes temperaturas....30

3.4 Determinação das exigências térmicas e validação do modelo em condições de campo....32

4 Resultados e discussão....35

4.1 Biologia de *Anastrepha grandis* em diferentes hospedeiros....35

4.2 Biologia de *Anastrepha grandis* em diferentes temperaturas....44

4.3 Exigências térmicas de *Anastrepha grandis* e validação do modelo em condições de campo....51

5 Conclusões....54

Referências....56

1 Introdução geral

Dentre as plantas cultivadas, as cucurbitáceas são representadas por 26 espécies, sendo as mais importantes: abóboras (*Cucurbita* spp.), pepinos e melões (*Cucumis* spp.) e as melancias (*Citrullus* sp.), que representam 20% da produção total de produtos olerícolas. A principal cultura a nível mundial é a melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum e Nakai], representando cerca de 40% da produção total de cucurbitáceas. Pepinos (*Cucumis sativus* L.), melões (*Cucumis melo* L.) e abóboras representam aproximadamente, 27, 20 e 12% da produção, respectivamente (ALMEIDA, 2002).

Embora com reduzido valor nutritivo, as cucurbitáceas exercem um importante papel na alimentação humana, principalmente em regiões tropicais, onde o seu consumo é elevado. Em relação à importância social e econômica para o Brasil, as cucurbitáceas ocupam lugar de destaque, pois o cultivo é realizado tanto por pequenos produtores de base agrícola familiar, quanto por grandes empresas produtoras e exportadoras de frutas, embora estas empresas sejam responsáveis pela maioria dos cultivos de melão e melancia. Mesmo que parte do cultivo de cucurbitáceas seja realizado por empresas ou produtores especializados, que possuem estrutura para produzir em grande escala e com qualidade elevada de frutos, a maior produção é realizada por pequenos produtores que são pouco competitivos e normalmente produzem frutos sem características comerciais desejáveis, devido as adversidades do clima e as injúrias provocadas por doenças e insetos (ALMEIDA, 2002; SILVEIRA et al., 2009).

Dentre as pragas que atacam as cucurbitáceas, encontra-se *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Diptera: Tephritidae), conhecida popularmente como mosca-das-cucurbitáceas-sul-americana, que se caracteriza por atacar tanto espécies nativas, quanto exóticas (NORRBOM, 2000). A ocorrência deste inseto já foi relatada em países da América do Sul e América Central, como Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Paraguai, Panamá, Peru e Venezuela (NAPPO, 2009). No Brasil, este inseto está presente nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-

Oeste (ZUCCHI, 2000b). Também há um relato de ocorrência no estado da Bahia (BONDAR, 1950).

As fêmeas de *A. grandis* realizam a postura em frutos com diferentes estágios de desenvolvimento e as larvas ao eclodirem alimentam-se da polpa, realizando galerias e com a entrada de microrganismos devido a punctura para oviposição ocorre o apodrecimento dos frutos, tornando-os impróprios para o consumo, comercialização e industrialização (MALAVASI; BARROS, 1988). Embora os danos diretos causados pela alimentação das larvas sejam grandes, a importância de *A. grandis* está diretamente ligada com as restrições quarentenárias impostas por países importadores, sendo variável com a relevância do cultivo de cucurbitáceas em cada país ou região. Assim, a presença de *A. grandis* nas regiões que produzem frutos para exportação pode trazer problemas econômicos, devido ao embargo na exportação. Estes danos motivaram a realização do monitoramento para a implantação da área livre de pragas (ALP) e sistemas de mitigação de risco (SMR) em diferentes regiões brasileiras, incluindo uma região no sul do estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 2006a; BRASIL, 2008c; PARANHOS, 2008).

Apesar da importância que este inseto representa, ainda são escassas as informações existentes na literatura. Portanto, conhecer a biologia de *A. grandis* se faz relevante à medida que se buscam medidas de controle efetivas e que possam ser utilizadas no seu manejo. Avaliar o desenvolvimento de *A. grandis* em diferentes frutos hospedeiros e temperaturas pode fornecer informações relevantes em relação ao comportamento desta espécie em condições de campo, da mesma forma, fornecerá subsídios para a criação deste inseto em laboratório, tornando possíveis mais estudos sobre esta espécie. Esses conhecimentos auxiliarão o produtor na tomada de decisão e no controle deste inseto-praga. Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivos: a) conhecer o desenvolvimento biológico de *A. grandis* em diferentes frutos hospedeiros; b) determinar o efeito de temperaturas constantes sobre os estágios de desenvolvimento; e, c) determinar as exigências térmicas e comprovar o modelo obtido em laboratório, em condições de campo.

2 Revisão de literatura

2.1 Aspectos gerais de Cucurbitaceae

A família Cucurbitaceae é dividida em duas subfamílias, Zanonioideae e Cucurbitoideae, que compreende cerca de 118 gêneros e 825 espécies (JEFFREY, 1990). A melancia (*Citrullus lanatus*) é, dos cultivos de cucurbitáceas, a mais produzida no mundo, seguida de pepinos (*Cucumis sativus*), melões (*Cucumis melo*) e abóboras (*Cucurbita* spp.) (ALMEIDA, 2002). No Brasil, as cucurbitáceas são representadas por 30 gêneros e 200 espécies (BARROSO, 1978), sendo que as espécies com maior importância econômica são as pertencentes aos gêneros *Citrullus*, *Cucumis*, *Cucurbita*, *Sechium*, *Lagenaria* e *Luffa* (WHITAKER; DAVIS, 1962).

As cucurbitáceas são cultivadas e comercializadas em diversos locais do planeta, apresentando ampla distribuição geográfica. Porém, a origem é variável de acordo com a espécie, como por exemplo, a melancia é originaria do continente africano (MOHR, 1986), mesma origem do melão (BURGER et al., 2010). Já o pepino é originário da Índia e Sudeste asiático (LOWER; EDWARDS, 1986) e as abóboras (*Cucurbita* spp.) são originárias do continente americano (WHITAKER; ROBINSON, 1986). No Brasil, nenhuma espécie desta família foi domesticada, porém estas foram introduzidas por imigrantes europeus, americanos e asiáticos, escravos africanos e índios. Atualmente, uma boa parte da variabilidade introduzida foi resgatada e está armazenada em bancos de germoplasma em diferentes regiões brasileiras (QUEIRÓZ, 2011).

Atualmente, as cucurbitáceas exercem uma função importante em diferentes sistemas de produção, variando de cultivos intensivos a cultivos de subsistência e cultivos que adotam uma alta tecnologia a cultivos pouco tecnificados. O valor total do agronegócio é estimado em cerca de 1 bilhão de reais, quando se consideram os cultivos comerciais de abóboras (principalmente *Cucurbita moschata* Duch., o

híbrido entre *C. moschata* x *Cucurbita maxima* Duch., o Tetsukabuto e *C. maxima*), melão, pepino, melancia e chuchu (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz). Outras espécies são cultivadas em menor escala como o maxixe (*Cucumis anguria* L.) que é usado para consumo em saladas cozidas, a bucha (*Luffa cylindrica* L.) que é usado como esponja biológica e a cabaça (*Lagenaria siceraria* Molina) que pode ser usada como recipientes, parte de instrumentos musicais e outros fins (QUEIRÓZ, 2011).

Dentre as principais cucurbitáceas produzidas no Brasil, a região Nordeste destaca-se pela produção de melancia e melão, que representam cerca de 740 e 380 mil toneladas (t), respectivamente. A região Sul é a segunda maior produtora destas culturas, produzindo cerca de 590 mil t de melancia e 20 mil t de melão (AGRIANUAL, 2012). Na produção de abobrinhas (*Cucurbita pepo* L.), abóboras (*C. moschata*) e abóboras-morangas (*C. maxima*), a principal região produtora é o Sudeste, com 204 mil t, seguido da região Nordeste com 92 mil t. A região Sudeste também se sobressai na produção de pepino (113 mil t) e chuchu (147 mil t) (IBGE, 2006).

Em geral, as plantas desta família são caracterizadas como cultivos anuais ou perenes, subarbustos escandentes ou prostrados com ou sem gavinhas. As flores são perfeitas ou unissexuadas, com plantas monóicas, dióicas ou ainda andromonóicas. As flores femininas apresentam hipâncio geralmente alongado, ovário ínfero, tricarpelar, unilocular ou dividido em falsos lóculos pela intrusão de placentas parietais. Já as flores masculinas contem cinco estames livres entre si, com ou sem estaminódios (BARROSO, 1978).

Os frutos de cucurbitáceas possuem alto teor em água, com ênfase para o pepino (95%). Estes frutos não são particularmente nutritivos, porém em algumas cultivares de abobrinha e de melão, destaca-se o alto valor em carotenos precursores da vitamina A. Os açúcares representam um importante fator na qualidade do melão, melancia e abobrinha. A polpa da melancia possui a coloração vermelha devido ao licopeno, um caroteno que não é precursor da vitamina A, mas possui importantes propriedades antioxidantes. O pepino é dos produtos mais pobres em calorias e tiaminas enquanto a melancia se encontra entre os produtos olerícolas mais pobres em proteínas e riboflavinas. Em muitos países as sementes de cucurbitáceas são consumidas, são ricas em gordura, proteína, niacina, tiamina, cálcio, ferro e fósforo. Apesar do baixo valor nutritivo, as cucurbitáceas exercem um

importante papel na alimentação humana, especialmente nas regiões tropicais onde o consumo é muito elevado (ALMEIDA, 2002).

2.2 Insetos-praga de cucurbitáceas

Dentre as principais pragas que atacam as cucurbitáceas destacam-se as brocas-das-cucurbitáceas *Diaphania nitidalis* (Cramer, 1782) e *Diaphania hyalinata* (L. 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) causando dano em sua fase jovem, quando as lagartas atacam folhas, brotos, ramos, flores e frutos. Estes lepidópteros são considerados pragas-chave da cultura, causando danos que podem chegar a 100% de perdas na produção (PICANÇO; GUSMÃO; GALVAN, 2000).

Entre os insetos sugadores, e que atacam as cucurbitáceas, destaca-se a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) e o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae). Estes insetos ocorrem durante todo o ciclo da cultura, e seus danos são decorrentes da sucção de seiva, porém ao se alimentarem também injetam toxinas que causam danos indiretos as plantas. A mosca-branca ao se alimentar continuamente excreta nas folhas uma substância que favorece a formação de fumagina, causada pelo fungo *Capnodium* sp. sobre as folhas, já os pulgões são responsáveis pela transmissão de viroses, como o vírus do mosaico-das-cucurbitáceas (ALENCAR, 2010; ALENCAR; DIAS, 2010).

Os tripes (Thysanoptera: Thripidae) podem representar uma ameaça, se encontrados em densidades elevadas em um cultivo de cucurbitáceas. O dano destes insetos caracteriza-se pela raspagem do tecido foliar e a sucção da seiva. Com o ataque, a planta apresenta regiões necrosadas, o que diminui a área fotossintéticamente ativa, também ocorre o encarquilhamento das folhas e brotos retorcidos, que acabam caindo em pouco tempo (ALENCAR; DIAS, 2010).

Dentre os dípteros destaca-se a mosca-minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). As fêmeas depositam os ovos no interior da folha, entre a epiderme superior e inferior, ao eclodirem, as larvas irão se alimentar do tecido do mesófilo foliar, formando galerias nas folhas e causando lesões esbranquiçadas. Quando a infestação é muito elevada, o ataque causa diminuição da taxa de fotossíntese na planta, redução do teor de sólidos solúveis, as folhas tornam-se ressecadas e consequentemente ocorrem perdas na produção (ARAUJO et al., 2007). Outro

díptero de importância para os cultivos de cucurbitáceas e a mosca-das-cucurbitáceas sul-americana, *Anastrepha grandis*. O dano ocorre quando as fêmeas depositam seus ovos no interior dos frutos em desenvolvimento, e ao eclodirem, as larvas irão se alimentar da polpa danificando-os e facilitando a entrada de patógenos oportunistas. Os frutos atacados ficam inviabilizados para o consumo, industrialização e comércio (NORRBOM, 2000).

2.3 *Anastrepha grandis*

De origem neotropical, o gênero *Anastrepha* (Schiner, 1868) (Diptera: Tephritidae) ocorre desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina (STONE, 1942; NORRBOM; KIM, 1988). Este gênero está presente em todos os Estados do Brasil e são conhecidas 115 espécies até o momento, destacando-se, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) pelo número de hospedeiros que ataca (109 espécies) e *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) por ser a espécie mais amplamente distribuída (ZUCCHI, 2008). Além destas, existem mais cinco espécies do gênero que possuem importância econômica, são elas: *Anastrepha striata* Schiner, 1868; *Anastrepha pseudoparallela* (Loew, 1873); *Anastrepha zenildae* (Zucchi, 1979); *Anastrepha sororcula* Zucchi, 1979 e *A. grandis* (ZUCCHI, 2000a). De todas estas espécies *A. grandis* é a única que não ataca frutíferas.

Anastrepha grandis ocorre desde a América do Sul até a América Central e sua presença foi relatada na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Panamá, Paraguai, Peru e Venezuela (NAPPO, 2009). No Brasil, levantamentos sobre espécies de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e seus parasitoides foram realizados em diversas regiões e a mosca-das-cucurbitáceas foi relatada nos seguintes estados: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal e Bahia (SCHLOTTFELDT, 1944; BONDAR, 1950; ROSSI; MATIOLI; BUENO, 1988; ZAHLER, 1990; ZUCCHI, 2000b; VELOSO et al., 2012).

Este inseto caracteriza-se por atacar frutos de espécies de cucurbitáceas nativas e introduzidas, sendo o dano decorrente da ação das larvas que se alimentam da polpa dos frutos (NORRBOM, 2000). Dentre seus principais hospedeiros estão o melão (SILVA; MALAVASI, 1993a), as abobrinhas (COSTA LIMA, 1926; FONSECA, 1934; MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980; SILVA;

MALAVASI, 1993a), abóboras e abóboras-morangas (MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980; UCHÔA-FERNANDES; ZUCCHI, 2000), melancia (COSTA LIMA, 1926; BONDAR, 1950) e pepino (COSTA LIMA, 1926). Oakley (1950) relatou o maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand.) como hospedeiro, mas a fonte do registro não é clara, sendo, portanto, esta planta, um hospedeiro duvidoso.

O ciclo de vida dos tefritídeos frugívoros ocorre em três ambientes (vegetação, fruto e solo) e possuem metamorfose completa (Figura 1). Os adultos de *A. grandis* permanecem nas plantas hospedeiras ou plantas vizinhas, onde passam a maior parte do tempo. As fêmeas depositam seus ovos no interior do fruto, onde as larvas alimentam-se da polpa. As larvas passam por três ínstares, sendo que no último ínstar abandonam os frutos e empupam no solo. Após alguns dias, os adultos emergem do pupário, reiniciando o ciclo.

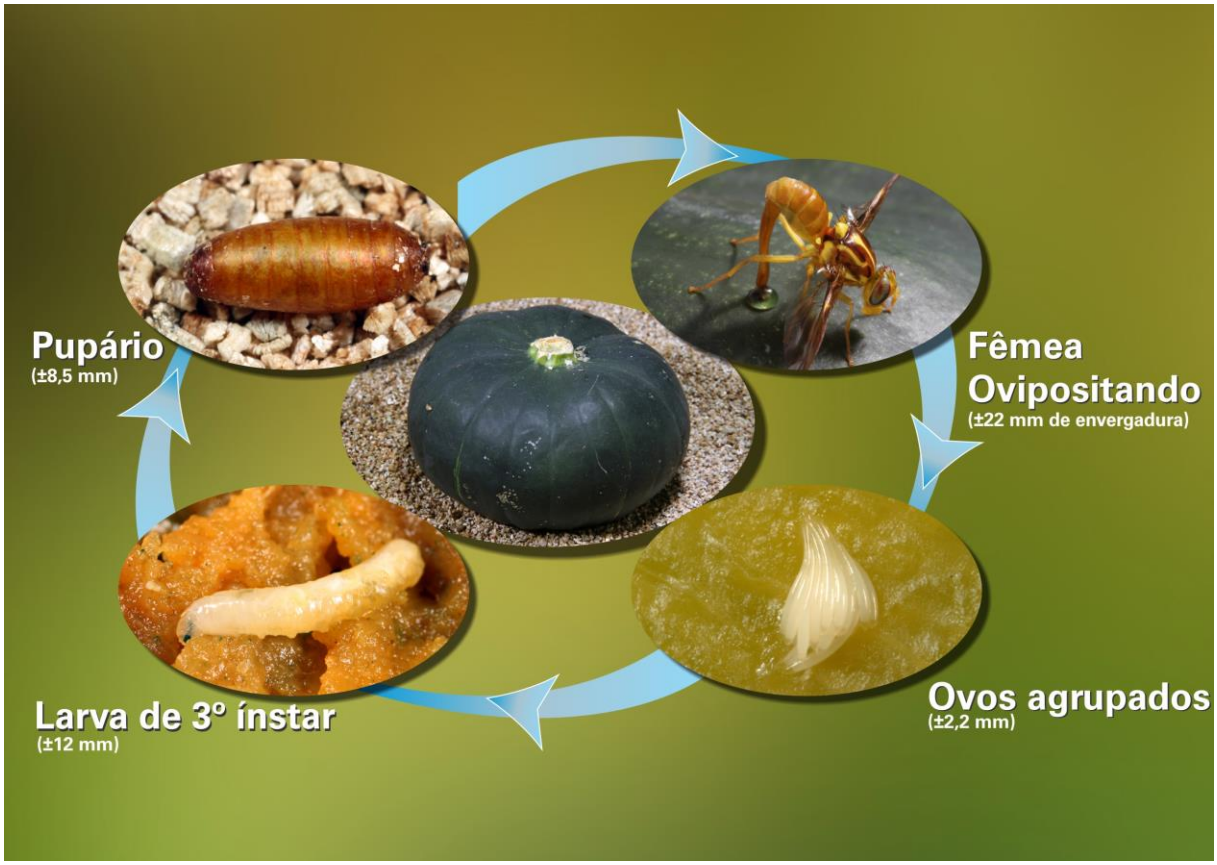

Figura 1 - Ciclo biológico de *Anastrepha grandis* com medidas de comprimento aproximadas para cada estágio de desenvolvimento.
Fotos: Paulo Lanzetta
Montagem: Fernando Jackson

As fêmeas podem depositar até 110 ovos por punctura em frutos em fase de amadurecimento, e como em muitas espécies do gênero *Anastrepha*, após

ovipositarem, as fêmeas demarcam a superfície do fruto com ferômonio de marcação, inibindo a oviposição de outras fêmeas (NASCIMENTO; MALAVASI; MORGANTE, 1988; SILVA; MALAVASI, 1993a,b).

A importância desta praga esta diretamente ligada às restrições quarentenárias impostas por países importadores, portanto pode variar de acordo com a relevância do cultivo de cucurbitáceas em cada país ou região (PARANHOS, 2008). Assim, para poder exportar cucurbitáceas, os importadores exigem que os cultivos sejam realizados em áreas de mitigação ou em áreas livres da praga. Para tal é necessário a realização do monitoramento.

De acordo com Brasil (2006a), a ameaça à exportação de cucurbitáceas em decorrência da presença da *A. grandis* em regiões produtoras, incentivou a início o projeto de monitoramento de *A. grandis* no ano de 1985 no estado do Rio Grande do Norte (RN). Após oito anos foi demonstrada a ausência desta praga, e partir daí o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos liberou as exportações brasileiras de melões produzidos na Área Livre de *A. grandis* do Estado do RN. Desde 2003, vinte municípios são reconhecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como Área livre de pragas (ALP), sendo 13 no estado do RN e 7 no estado do Ceará. Além desta área onde a mosca não ocorre, existe ao redor destes munícipios uma “área tampão” com, aproximadamente, 15.000 km^2, onde também ocorre o monitoramento e o estabelecimento de barreiras fitossanitárias para impedir a entrada de frutos infestados com o inseto.

Já o sistema de mitigação de risco (SMR) é adotado por produtores que almejam exportar sua produção para países que estabelecem exigências de que os frutos não apresentem risco quarentenário devido à presença de pragas, permitindo-se a presença da praga em baixa população e com a adoção de um manejo da praga diferenciado. O monitoramento é composto por diversos procedimentos que visam a certificação e a rastreabilidade, como por exemplo, o uso de armadilhas durante todo ciclo da cultura e enquanto existirem restos culturais. Atualmente, existem algumas regiões de sete Estados da Federação que adotaram o SMR para *A. grandis*. Entre elas, a região formada por sete municípios no estado de Minas Gerais (BRASIL, 2007a), uma região composta por sete municípios em São Paulo (BRASIL, 2006e; BRASIL, 2007b; BRASIL, 2008b; BRASIL, 2014), uma região composta por 9 municípios em Goiás (BRASIL, 2006d; BRASIL, 2008a; BRASIL,

2013), outra região formada por três municípios no Rio Grande do Sul (BRASIL, 2008c) e uma região formada por um município no estado da Bahia (BRASIL, 2012).

Para que unidades de produção possam exportar seus frutos é necessário que o produtor busque assistência com o Órgão Estadual de Defesa Sanitária Vegetal. No caso do estabelecimento das áreas de mitigação é necessário realizar monitoramentos para determinar o índice MAD (moscas/armadilhas/dia) por seis meses, e para o estabelecimento de área livre o monitoramento deve ser realizado por dois anos. Para que os frutos de cucurbitáceas, oriundos de SMR, possam ser exportados o índice MAD deve ser menor que 0,1. Se o índice for maior que 0,1 e menor ou igual a 0,4 as exportações são proibidas e se inicia o plano de controle. Porém se a unidade produtora (UP) apresentar um plano de controle de forma satisfatória e o índice baixar novamente para menos que 0,1 a produção voltará a ser certificada. Se o índice MAD se tornar maior que 0,4, a produção proveniente da respectiva UP, ficará impedida de ser certificada para exportação na corrente safra (BRASIL, 2006c).

Para a erradicação de *A. grandis* e estabelecimento da ALP, existe um plano de contingência que consiste em, após a detecção do primeiro exemplar deverão ser instaladas 30 armadilhas McPhail e cortados 500 frutos de cucurbitáceas na área núcleo (1 km^2), visando à detecção de larvas. Também deverão ser instaladas 50 armadilhas McPhail em uma área de 10 km^2 ao redor do núcleo inicial. No caso de uma nova detecção, todos os frutos desta área deverão ser coletados, destruídos ou enterrados a 50 cm de profundidade. No ponto em que foram coletados, deverá ser realizado tratamento químico do solo e aplicações de iscas tóxicas na área. O departamento de sanidade vegetal da região deverá avaliar as armadilhas das áreas adjacentes e das rotas de trânsito com hospedeiros potenciais que dão acesso ao foco da praga. Após estes procedimentos, se não for encontrado um segundo exemplar e nenhuma larva for detectada, as armadilhas do núcleo e da área de delimitação serão reduzidas para 10 e 20, respectivamente, as quais serão inspecionadas semanalmente por um período de 160 dias ou 2 ciclos de vida do inseto (BRASIL, 2006b).

O plano de controle para *A. grandis*, em SMR, requer que sempre que o índice MAD da unidade de produção atingir valor superior a 0,1 e menor ou igual a 0,4 para a praga, durante o período semanal de monitoramento, o produtor deverá implementar ações emergenciais para controle da praga, passando a utilizar uma

densidade de uma armadilha para cada dois hectares, e iniciar o controle químico com produtos registrados, até que o índice MAD retorne a valor inferior a 0,1 (BRASIL, 2006c).

2.4 Biologia de *Anastrepha grandis*

Com relação a biologia de *A. grandis*, não existem muitos trabalhos na literatura, porém Silva e Malavasi (1996) observaram a biologia deste inseto em laboratório (25 ± 2°C, 70 ± 5% UR e 12h fotofase), tendo como hospedeiro a abóbora (*Cucurbita* sp.). Foi verificado que a duração dos estágios de ovo, larva e pupa foram de 3,93, 17,7, e 19,7 dias, respectivamente. O período entre a oviposição e a emergência dos adultos ocorre em aproximadamente 41 dias. Os machos vivem em média 148,4 dias e as fêmeas 52,2 dias, quando avaliados individualmente. Com relação à viabilidade das fases imaturas, estes autores obtiveram uma viabilidade de 16,6% para o estágio de ovo, 88% para o estágio de larvas e 59% para o estágio de pupa.

Embora se conheça os hospedeiros de *A. grandis* por meio da avaliação da infestação em campo, não se tem informações do seu desenvolvimento para a maioria destes hospedeiros. Kokubo (2012) verificou uma maior atratividade para oviposição em abóbora-moranga e abobrinha, enquanto em melão, melancia, chuchu, pepino salada e abóbora híbrida a porcentagem de viabilidade de larvas e pupas, foi baixa e os únicos hospedeiros em que os insetos alcançaram ao estágio adulto foram abóbora moranga, abobrinha, abóbora híbrida e pepino salada. Silva e Malavasi (1993a) compararam a infestação natural de dois hospedeiros de *A. grandis* em lavoura de abóbora (*C. pepo*) e o melão cultivar “honeydew”. Os autores constataram uma maior infestação e um maior número de larvas por frutos em abóbora, embora o melão também se mostrou um hospedeiro adequado pois ocorreu desenvolvimento do estágio de ovo até o estágio adulto.

Com relação ao comportamento de *A. grandis*, foi verificada atividade de oviposição nos horários entre às 08:00 e 16:00h, com o pico de oviposição nos horários das 11:00 às 14:00h. A atividade de oviposição é dividida em forrageio ou pré-oviposição, oviposição, limpeza do ovipositor e arraste do ovipositor sobre o fruto. A duração média da oviposição foi de 46 min e o número médio de ovos por punctura observado foi de 45,8. Os insetos adultos permanecem a maior parte do

tempo sob folhas de plantas não-hospedeiras, quando observadas em condições semi-naturais e naturais. Geralmente o comportamento de corte e cópula ocorre em folhagens de plantas não hospedeiras, restringindo-se ao crepúsculo, a duração da cópula geralmente é bastante longa, em média ocorre em 4,4h (SILVA, 1991; SILVA; MALAVASI, 1993b).

3 Material e métodos

3.1 Estabelecimento da criação de manutenção

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul (RS) com temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h. A criação foi estabelecida a partir da coleta de insetos nos municípios de Flores da Cunha (29° 2′ 03″ Sul, 51° 13′ 53″ Oeste) e Aratiba (27° 26′ 52″ Sul, 59° 19′ 14″ Oeste), RS. Os insetos foram coletados no estágio larval, em frutos de *Cucurbita* spp. e trazidos para o laboratório, onde foram colocados em potes plásticos contendo no fundo vermicultita, que serviu como substrato para a pupação e também com a finalidade de absorver o excesso de umidade. Ao emergirem, os insetos foram colocados em gaiolas de plástico (60 x 40 x 40 cm) e mantidos em salas climatizadas. Como alimento foi oferecido uma dieta composta de levedura de cerveja (Bionis® YE MF e NS), gérmen de trigo e açúcar refinado na proporção de 1:1:3, fornecidos em uma caixa tipo Gerbox (11,5 x 11,5 x 3,5 cm), conforme utilizado para *Anastrepha fraterculus* (NUNES et al., 2013).

Após 25 dias da emergência, foi colocado nas gaiolas um fruto de abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) para oviposição e o desenvolvimento larval de *A. grandis*. A cada dois dias a abóbora de tronco foi substituída e colocada em um pote contendo vermiculita para absorção da umidade e servir também como substrato de pupação. Ao puparem, os mesmos foram retirados da vermiculita com o auxílio de peneira (malha de 2 mm) e colocados em sala climatizada até a emergência dos adultos. Este procedimento foi realizado rotineiramente para a manutenção da criação de *Anastrepha grandis***.**

3.2 Biologia de *Anastrepha grandis* em sete hospedeiros

Frutos de abóbora de tronco (*C. pepo*), abóbora (*Cucurbita moschata*), chuchu (*Sechium edule*), melancia mini (*Citrullus lanatus*), melão espanhol (*Cucumis melo*), abóbora híbrida “Tetsukabuto” (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) e pepino (*Cucumis sativus*) (Figura 2), foram oferecidos às fêmeas de *A. grandis*, totalizando sete tratamentos com seis repetições. A fim de se evitar grandes discrepâncias entre os tamanhos dos frutos referentes aos tratamentos, foram utilizados no experimento frutos que se assemelhassem o máximo possível no seu tamanho. Em função disto, não foi utilizado um tratamento com abóbora-moranga (*C. maxima*), pois não foram encontrados frutos com tamanho reduzido.

Para expor os frutos das cucurbitáceas, foram utilizadas 5 gaiolas de plástico (60 x 40 x 40 cm) contendo 25 casais da terceira geração de laboratório de 25 dias de idade. As gaiolas com os adultos foram mantidas em sala climatizada com temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Os insetos foram alimentados com uma dieta composta de levedura de cerveja (Bionis® YE MF e NS), gérmen de trigo e açúcar refinado na proporção 1:1:3, respectivamente, também foi oferecida água por capilaridade em caixas de acrílico do tipo Gerbox (11,5 x 11,5 x 3,5 cm), contendo algodão.

Figura 2 - Cucurbitáceas utilizadas no experimento de desenvolvimento de *Anastrepha grandis* em diferentes hospedeiros. T1 - Abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*); T2 - Abóbora (*Cucurbita moschata*); T3 - Chuchu (*Sechium edule*); T4 - Melancia mini (*Citrullus lanatus*); T5 - Melão (*Cucumis melo*); T6 – Abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima x Cucurbita moschata*); T7 - Pepino (*Cucumis sativus*). Escala: 5 cm.
Foto: Paulo Lanzetta

Após o período de exposição de 24 horas, os frutos foram individualizados em recipientes plásticos (30 x 25 x 13 cm), sobre uma camada de vermiculita com objetivo de absorver o excesso de umidade, e assim, evitar contaminações. Os recipientes foram fechados com tecido TNT e amarrados com atilho de borracha e mantidos em sala climatizada com temperatura de 23,7 ± 1,3ºC, umidade relativa do ar de 65 ± 6,8% e fotofase de 12h. Após o décimo dia, os frutos foram revisados diariamente para a retirada dos pupários. Das pupas obtidas foram individualizadas 30 por fruto em tubos de acrílico (2,5 x 4,8 x 2,5 cm), contendo vermiculita úmida, onde permaneceram até a emergência dos adultos. Nos frutos em que não se obteve 30 pupas, foram individualizados todos os pupários existentes. De posse desses resultados, foi possível estimar o número médio de pupários por fruto, a duração do período ovo-pupa, a duração e a viabilidade do estágio de pupa, a duração do período ovo-adulto, peso de 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/tratamento, sendo que cada casal foi mantido em uma gaiola feita com copo de plástico transparentes transparente de 500 mL, possuindo na parte superior orifícios de 1 cm de diâmetro, onde foi fixado uma tela de malha de 1mm para a circulação de ar (Figura 3 A). Os casais foram mantidos em sala climatizada (25 ± 2ºC, UR 70 ± 10% e fotofase 12h), alimentados com dieta sólida à base de levedura de cerveja (Bionis® YE MF e NS), germe de trigo e açúcar na proporção de 1:1:3, respectivamente, disponibilizada em recipientes plásticos com capacidade de 4,0 gramas (g). Também foi oferecida água por capilaridade em recipientes de acrílico de 10 mL, contendo roletes de algodão de uso odontológico. Diariamente foram realizadas observações para determinar os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, fecundidade, fertilidade e longevidade de fêmeas.

A fecundidade foi determinada usando círculos do epicarpo (casca) de abóbora de tronco (40 mm de diâmetro e aproximadamente 3,2 mm de espessura) sobre a parte inferior de uma placa de Petri (36,4 mm de diâmetro x 8,0 mm de espessura) (Figura 3 B, C, D). Dentro da placa de Petri era posto um pano esponja vegetal umedecido, e este preenchia todo o fundo da placa. Este substrato de postura foi oferecido para as fêmeas de *A. grandis* para a determinação da fecundidade. Os círculos de epicarpo da abóbora de tronco foram substituídos a cada 48 horas para evitar contaminações devido a sua decomposição (Figura 3).

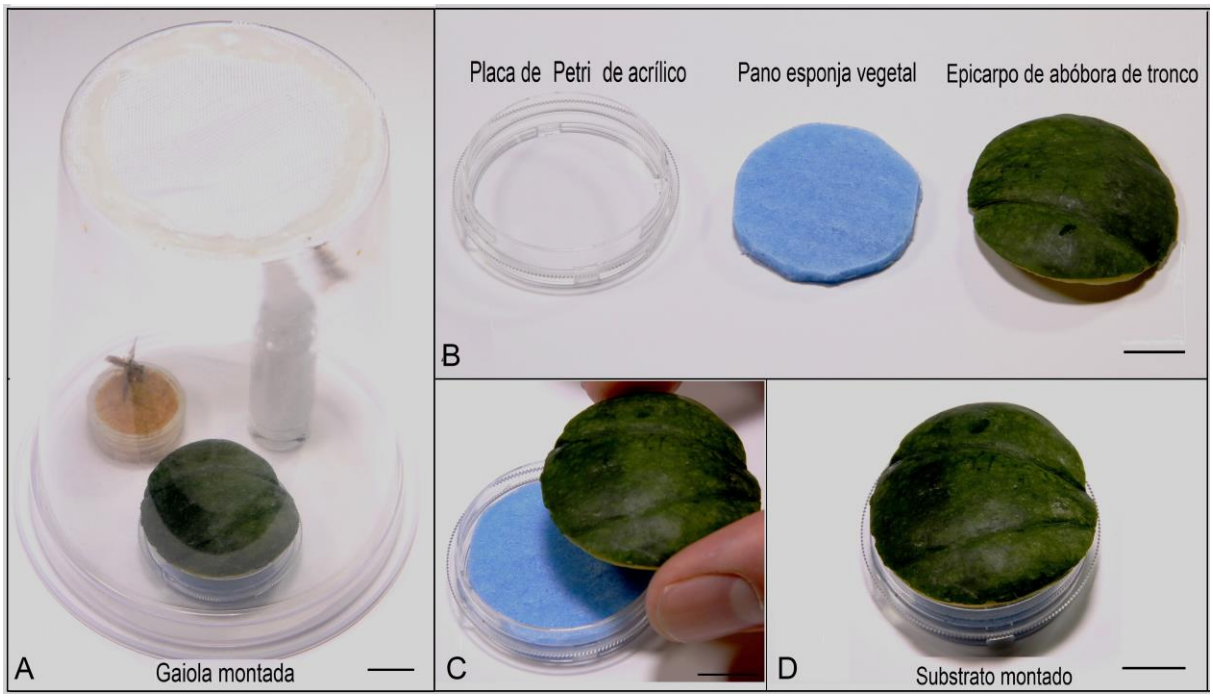

Figura 3 – Gaiola utilizada para avaliação da fecundidade e longevidade de *Anastrepha grandis.* A) Gaiola contendo um casal, dieta artificial em recipiente, água e o substrato de oviposição. B) Componentes do substrato de oviposição; C) Forma de montagem; D) Substrato montado. Escala: 1cm.
Fotos: Paulo Lanzetta

Para a avaliação da fertilidade foram utilizados ovos da segunda ou terceira postura de cada fêmea, obtida nos substratos artificiais. Os ovos retidos na parte inferior da casca, ou sobre a esponja umedecida, foram cuidadosamente retirados com um pincel, contados e colocados sobre papel filtro previamente disposto sobre um pano esponja vegetal umedecido no interior de placas de Petri (36,4 mm de diâmetro x 8,0 mm de espessura). Em seguida, as placas foram fechadas com filme plástico e mantidas em câmara climatizada (25 ± 1ºC). Diariamente, realizou-se a contagem e retirada das larvas eclodidas, avaliando-se assim a fertilidade.

Os dados referentes à duração dos períodos de ovo-pupa, pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, estágio de pupa e longevidade de fêmeas foram analisados por meio da técnica de análise de sobrevivência, utilizando o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013). 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 Logrank. Os dados de viabilidade de pupa, razão sexual e fertilidade foram comparados pelo teste de Tukey ($p<0,05$), baseado na distribuição binomial, segundo metodologia descrita por Pimentel-Gomes (2009). Para o período ovo-adulto e peso de pupa, os

dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Os dados referentes ao número de pupas por fruto e fecundidade foram submetidos à análise de modelos lineares generalizados, por meio do procedimento GENMOD do SAS (SAS INSTITUTE 9.2, 2002), considerando que os dados apresentam distribuição de Poisson e o teste de comparação de médias utilizado foi a razão de verossimilhança (95% de confiança).

3.3 Biologia de *Anastrepha grandis* em cinco temperaturas

Para a realização deste experimento, o hospedeiro escolhido foi a abóbora de tronco (*C. pepo*), sendo utilizado 6 frutos por tratamento. Para a exposição destes frutos aos insetos oviposição foram utilizadas 5 gaiolas de plástico (60 x 40 x 40 cm) contendo 25 casais da quarta geração de laboratório com 25 dias de idade. As gaiolas com os adultos foram mantidas em sala climatizada com temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Os insetos foram alimentados com uma dieta composta de levedura de cerveja (Bionis® YE MF e NS), gérmen de trigo e açúcar refinado na proporção 1:1:3, respectivamente. A água foi oferecida por capilaridade em caixas de acrílico do tipo Gerbox (11,5 x 11,5 x 3,5 cm), contendo algodão.

Após 24 horas de exposição às fêmeas, os frutos foram retirados das gaiolas e individualizados em recipientes plásticos (15 x 10 x10 cm), contendo na base uma camada de vermiculita de textura fina para a absorção do excesso de umidade. Os recipientes foram fechados com tecido TNT e amarrados com atilho de borracha, sendo em seguida, levados para as câmeras climatizadas mantidas nas temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35 ± 1ºC, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Após o décimo dia, os frutos foram revisados diariamente para a retirada dos pupários, os quais foram pesados 24 horas após serem coletados, sendo que 30 pupas por fruto foram individualizadas em tubos de acrílico (2,5 x 4,8 x 2,5 cm), contendo vermiculita úmida. As pupas foram mantidas na mesma temperatura do desenvolvimento larval até a emergência dos adultos.

Para avaliar o duração e viabilidade do período embrionário, foram coletados 180 ovos/tratamento (6 repetições com 30 ovos) de uma das 5 gaiolas formadas inicialmente contendo 25 casais. Isto foi possível com o substrato de postura formado pelo epicarpo (casca) de uma abóbora de tronco cortada horizontalmente

ao meio, com aproximadamente 3,2 mm de espessura. Esta casca foi alocada em uma caixa tipo Gerbox (11,5 x 11,5 x 3,5 cm), com o seu fundo preenchido com pano esponja vegetal. Nos cantos da caixa era colocado algodão, para impedir o contato da mosca com a esponja, a fim de se evitar contaminações dos ovos (Figura 4). Este substrato foi exposto nas gaiolas por 24h e após este período, os ovos contidos na parte inferior do epicarpo, ou sobre o pano esponja vegetal, eram recolhidos com o auxílio de um pincel. Os ovos foram contados e colocados sobre papel filtro previamente disposto sobre um pano esponja vegetal umedecido no interior de placas de Petri, envoltas com filme de PVC e mantidas em câmara climatizada de acordo com os tratamentos. Diariamente, realizou-se a contagem e retirada das larvas eclodidas.

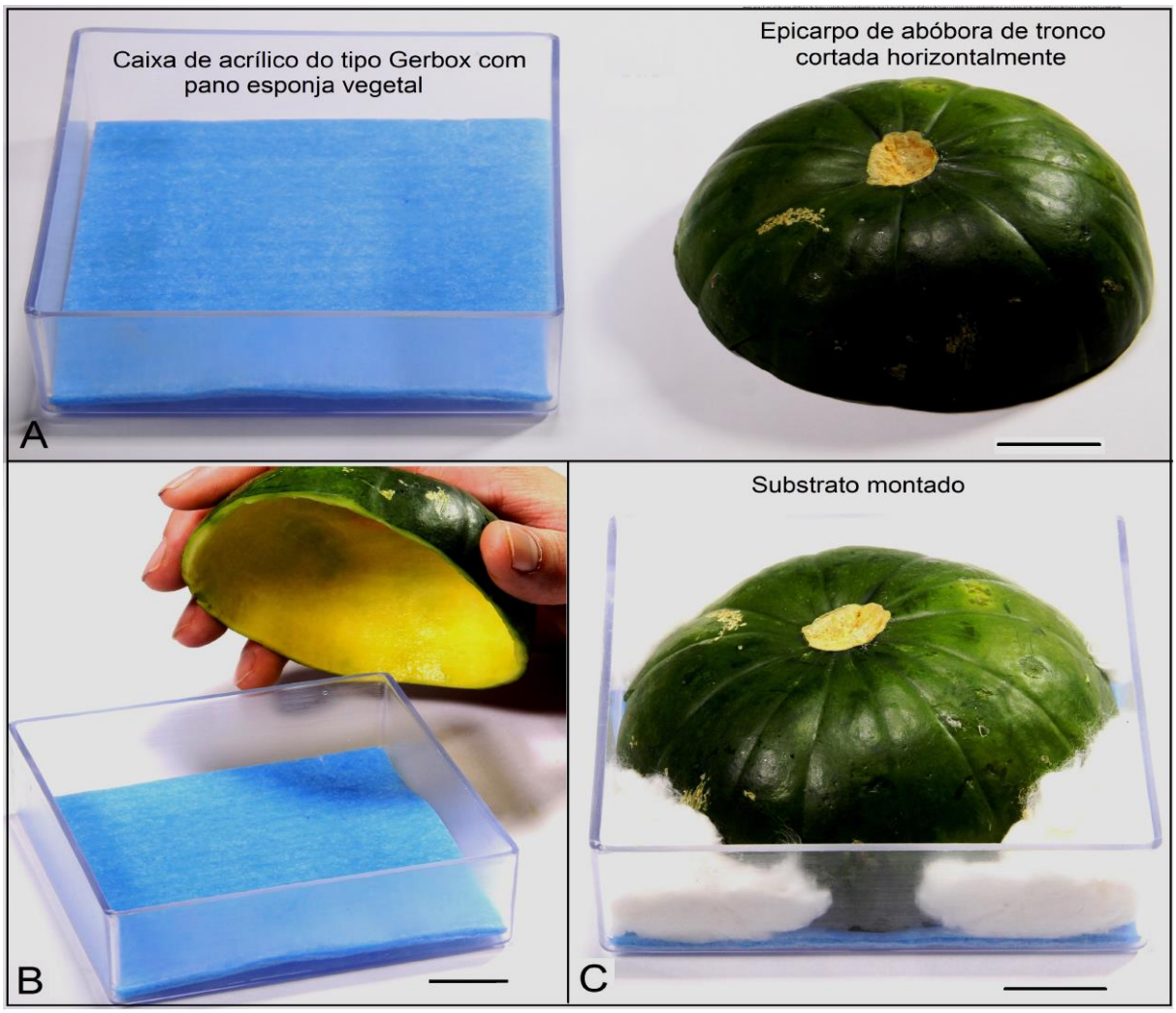

Figura 4 - Substrato de oviposição usado para obtenção de ovos para avaliar a duração e viabilidade do estágio de ovo de *Anastrepha grandis*. A) Componentes do substrato; B) Forma de montagem; C) Substrato montado. Escala: 2 cm.
Fotos: Paulo Lanzetta

Com estes dados foi possível avaliar a duração e a viabilidade do estágio de ovo, duração do estágio de larva, período ovo-pupa, a duração e a viabilidade do estágio de pupa, a duração do período ovo-adulto, peso de pupários e a razão sexual.

Após a emergência foram formados 25 casais/tratamento, sendo que cada casal foi mantido em uma gaiola feita com copo de plástico transparentes transparente de 500 mL, possuindo na parte superior um orifício de 1 cm^2, revestido com tela de *naylon* de 1 mm de diâmetro, para a circulação de ar. Os casais foram mantidos em câmeras climatizadas de acordo com seu tratamento (15, 20, 25, 30, 35 ± 1ºC), com a umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h. A alimentação e a água foram oferecidas conforme o item 3.2. Diariamente foi registrado o número de ovos e a mortalidade, para determinar os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, fecundidade, fertilidade e longevidade de fêmeas. A fecundidade e a fertilidade foram determinadas de modo idêntico ao descrito no item 3.2.

Com relação à análise estatística, os dados da duração das fases de ovo e pupa e período ovo-pupa, ovo-adulto, pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, longevidade de fêmeas e viabilidade de ovos, pupas, razão sexual, fecundidade e fertilidade foram analisados de forma semelhante ao descrito no item 3.2. Para os dados referentes a duração do estágio larval, os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

3.4 Determinação das exigências térmicas e validação do modelo em condições de campo

Com os dados de duração do desenvolvimento de *A. grandis* nas diferentes temperaturas, estimados no item 3.3, foram determinadas as exigências térmicas para os diferentes estágios/períodos de desenvolvimento, sendo estimado o limite térmico inferior de desenvolvimento ou temperatura base (Tb) e a constante térmica (K) utilizando o método do coeficiente de variação. Para isso, foram arbitrados valores de limiar de desenvolvimento variáveis de –5 a +20ºC, a intervalos de 0,1. A Tb foi àquela temperatura arbitrada, cujo menor CV (%) foi encontrado para os valores de K (K_{15}, K_{20}, K_{25}, K_{30}) entre as temperaturas estudadas em laboratório, para a estimação do K utiliza-se a seguinte formula, K=D*(T-Tb), onde D é o tempo

de desenvolvimento em dias e T é a temperatura em que o inseto se desenvolveu (HADDAD; PARRA, 1984).

Para comprovar se o modelo de laboratório é válido para as condições de campo foi realizado um experimento a campo, entre os dias 02 de abril a 23 de junho de 2014, utilizando como hospedeiro a abóbora de tronco (*C. pepo*), e para a exposição destes frutos à oviposição foram utilizadas gaiolas de plástico (60 x 40 x 40 cm) contendo 25 casais de *A. grandis*. As gaiolas com os adultos foram mantidas em sala climatizada com temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Os insetos foram alimentados com uma dieta composta de levedura de cerveja (Bionis® YE MF e NS), gérmen de trigo e açúcar refinado na proporção 1:1:3, respectivamente. Após 25 dias da emergência dos adultos, 6 frutos de abóbora de tronco foram expostos individualmente a 25 fêmeas por 24 horas, para a oviposição. Em seguida os frutos foram colocados sobre uma bandeja contendo uma camada de aproximadamente 5 cm de vermiculita. Sobre o fruto foi instalado uma gaiola contendo uma tela com orifícios de 1 mm de diâmetro na parte lateral para a circulação de ar (Figura 5).

Estas gaiolas foram levadas à campo e no interior de cada uma delas foi instalado um aparelho *datalogger*, programado para registrar a temperatura a cada 10 minutos. Os dados de umidade relativa do ar e a precipitação foram obtidos da estação meteorológica da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, instalada a 200 metros do experimento. Passados 15 dias da exposição em condições de campo, foram realizadas avaliações diárias nos frutos, e quando todos os frutos não apresentavam mais larvas, a vermiculita foi peneirada com o intuito de se verificar o número de pupários. Após, os pupários foram novamente colocados na vermiculita onde permaneceram até a emergência dos adultos.

Com os dados de Tb e K estimadas em laboratório, foi possível estimar os graus-dia necessários para *A. grandis* completar seu ciclo biológico até a fase adulta. Com os dados diários de temperatura obtidos no campo, subtraídos da Tb estimada em laboratório, foi possível observar os graus-dia necessários para o inseto completar seu ciclo biológico (período ovo-adulto) no campo, desta forma foi possível comparar as médias de graus-dias estimadas em laboratório com a observada no campo pelo teste t ($p<0,05$). Já com os dados de temperatura e os períodos ovo-adulto registrados em laboratório, foi possível estimar através de regressão polinomial de ordem 2 ($y = 0,404x^2 - 21,7x + 327,2$; $R^2 = 0,995$) o período

ovo-adulto para as temperaturas médias registradas a campo, e assim foi possível comparar pelo teste t ($p<0,05$) o período estimado em laboratório, do período observado a campo.

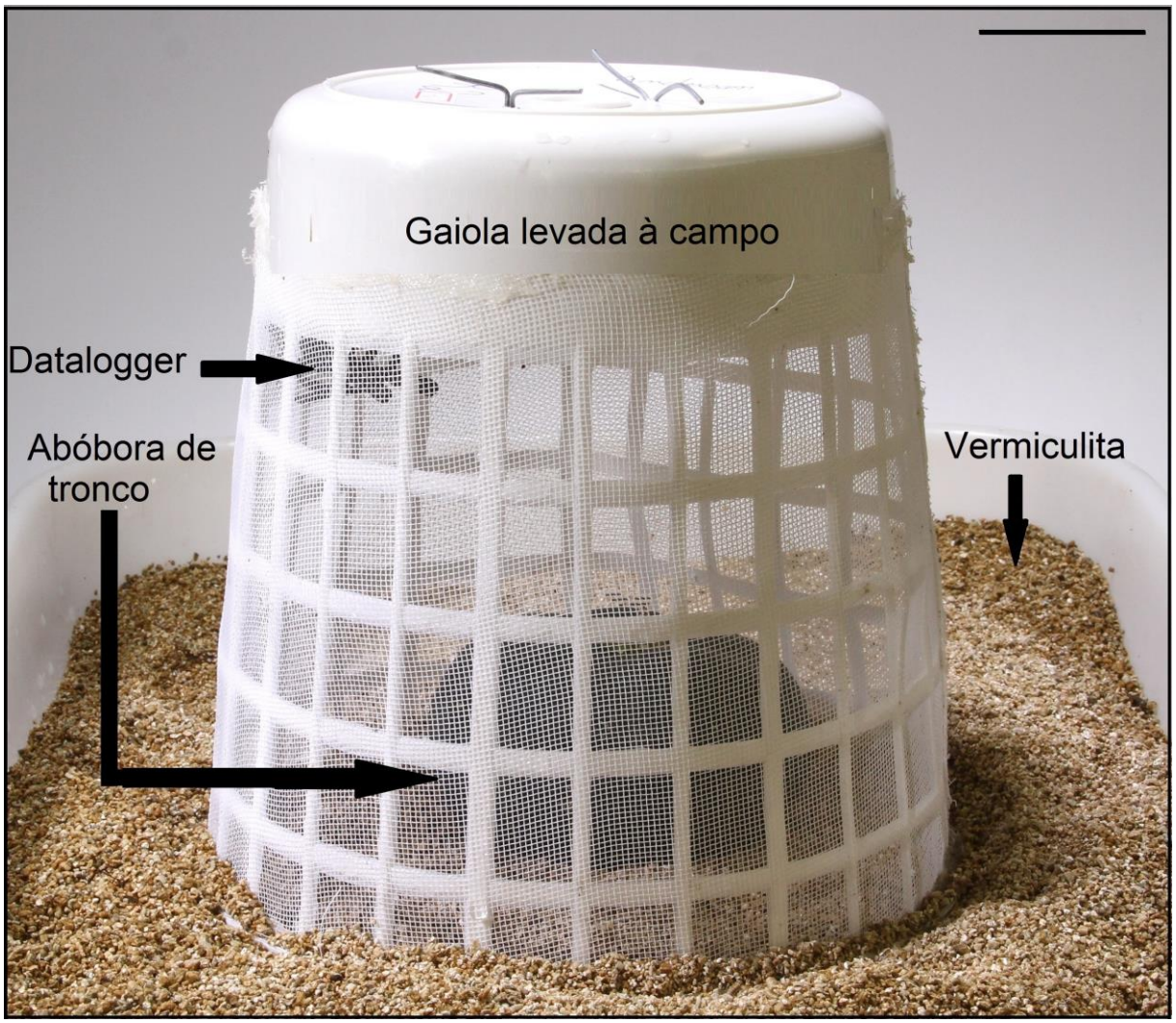

Figura 5 - Modelo de gaiola utilizado para proteger os frutos infestados com *Anastrepha grandis* e evitar a fuga dos adultos em condições de campo. Escala: 5 cm.
Foto: Paulo Lanzetta

4 Resultados e discussão

4.1 Biologia de *Anastrepha grandis* em diferentes hospedeiros

Dos hospedeiros utilizados no experimento, as abóboras propiciaram um melhor desenvolvimento dos estágios imaturos de *Anatrepha grandis* (Tabela 1). As curvas de sobrevivência do período ovo-pupa diferiram significativamente entre os tratamentos, sendo os menores períodos encontrados em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) (T1), seguido de pepino (*Cucumis sativus*) (T7), abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*C. maxima* x *C. moschata*) (T6), melão espanhol (*Cucumis melo*) (T5) e abóbora (*Cucurbita moschata*) (T2) (χ^2 = 1749; gl = 4; p<0,0001) (Tabela 1). O fato de abóbora de tronco ter propiciado um menor período ovo-pupa de *A. grandis* pode estar relacionado a grande infestação nos frutos, que apresentavam tamanho reduzido em relação aos demais hospedeiros do gênero *Cucurbita*. Assim, a maior competição por alimento pode ter acelerado o desenvolvimento, fato este observado também no menor peso dos pupários quando comparado aos demais tratamentos. Segundo Peters e Barbosa (1977) o efeito da elevada densidade de insetos pode resultar na alta mortalidade. Na maioria das espécies a alta densidade retarda o desenvolvimento larval, porém em espécies de hábitos gregários a alta densidade torna os insetos mais ativos e consequentemente o desenvolvimento é acelerado. Os mesmos autores fazem uma relação entre a forma de postura (isolada, pequenos grupos e grande quantidade) com as densidades preferenciais de desenvolvimento, sugerindo que, insetos que fazem postura isolada tendem a se desenvolverem mais rápido quando estão isolados ou em baixa densidade, já insetos que fazem a postura em pequenos grupos, caso de *A. grandis*, tendem a acelerar o desenvolvimento quando estão em densidade moderada, e insetos que fazem posturas com grande número de ovos, o agrupamento pode ser crucial ao rápido desenvolvimento e sobrevivência.

Kokubo (2012) analisou a viabilidade de diferentes fases de desenvolvimento de *A. grandis* e embora não tenha contabilizado, percebeu um período menor entre a oviposição e a pupação para insetos que se desenvolveram em abobrinha italiana (*C. pepo*) e pepino (*C. sativus*) quando comparado a outros hospedeiros.

Dentre os hospedeiros testados, o chuchu (*Sechium edule*) e a melancia mini (*Citrullus lanatus*) não propiciaram a obtenção de pupas de *A. grandis* (Tabela 1). Assim, não se pode afirmar se estes dois hospedeiros foram ovipositados ou se ao eclodir as larvas por algum motivo não se desenvolveram.

As curvas de sobrevivência para o estágio de pupa diferiram significativamente entre os hospedeiros (χ^2 = 197; gl = 3; p<0,0001). Pupas provenientes de larvas que se desenvolveram no pepino, apresentaram menor tempo médio de duração (19,7 dias), enquanto as pupas oriundas de larvas que se desenvolveram em abóbora híbrida apresentaram a maior duração (21,6 dias), perfazendo uma diferença de cerca de 2 dias (Tabela 1). Silva e Malavasi (1996) encontraram duração do estágio de pupa semelhante à encontrada no hospedeiro pepino salada, porém o hospedeiro utilizado pelos autores foi abóbora (*Cucurbita* sp.) a 25 ± 2°C.

As maiores viabilidades do estágio de pupa foram registradas em abóbora (97,5%), abóbora híbrida “Tetsukabuto” (96,7%) e pepino (95,2%), diferindo significativamente (p<0,05) da viabilidade obtida em abóbora de tronco e em melão espanhol que além de um reduzido número de larvas não houve emergência de adultos (Tabela 1).

A duração do período ovo-adulto, que compreende o período de ovo-pupa somado à duração do estágio de pupa diferiu significativamente entre os hospedeiros (Tabela 1) (F = 7,632; gl = 3 p = 0,004). Os maiores valores médios foram registrados em abóbora (51,5 dias), abóbora híbrida (51,5 dias) e pepino (49,5 dias), diferindo de abóbora de tronco (44,3 dias). Silva e Malavasi (1996) reportaram uma duração média do período ovo-adulto de 41,3 dias para *A. grandis* criada em abóbora (*Cucurbita* sp.) na temperatura de 25 ± 2°C. Provavelmente, esta menor duração esteja relacionada à temperatura utilizada no experimento que foram diferentes.

Insetos criados em abóbora apresentaram a menor razão sexual (0,45), diferindo significativamente (p<0,05) dos criados em abóbora de tronco, enquanto os criados em abóbora híbrida e pepino apresentaram valores intermediários e não

diferiram dos demais tratamentos (Tabela 1). Garcia e Corseuil (1998) coletaram acidentalmente em frascos caça-moscas instalados em pomares de pêssego 6 espécimes de *A. grandis*, sendo 4 fêmeas e 2 machos, ou seja, uma razão sexual de 0,6. Isto indica que a razão sexual de *A. grandis* deve, provavelmente, ser próxima de 0,5, como observado para outras espécies do gênero (NUNES et al., 2013; PEREIRA-RÊGO et al., 2013).

Em relação ao peso de pupários, pelo teste F a ANOVA apontou haver diferença significativa entre os tratamentos ($F = 15,33$; $gl = 4$; $p < 0,0001$), no entanto, devido a grande discrepância em relação ao tamanho de amostra entre os tratamentos, pois os hospedeiros do gênero *Cucumis* apresentaram um número de pupas muito inferior aos hospedeiros do gênero *Cucurbita,* o teste Tukey não mostrou diferença estatística significativa entre as médias (Tabela 1). Porém, pode se perceber que em abóbora de tronco, o peso de pupários em média foi menor (29,6 mg) e isto pode ter acontecido devido ao grande número de larvas que se desenvolveram no hospedeiro, que possui tamanho e peso relativamente menor que os outros hospedeiros do gênero *Cucurbita* testados. Portanto, a falta de recursos do hospedeiro frente ao grande número de larvas pode ter proporcionado o menor peso de pupários. O hospedeiro que proporcionou o maior peso médio de pupários foi a abóbora híbrida “Tetsukabuto” (42,6 mg), isto pode ter ocorrido devido ao tamanho e peso do fruto hospedeiro, que proporcionou condições para as larvas se alimentarem por um período de tempo maior, sem haver alta competição por alimento.

Com relação ao número médio de pupas por fruto, os hospedeiros do gênero *Cucurbita* foram mais favoráveis ao desenvolvimento de um maior número de *A. grandis* quando comparado aos outros gêneros de cucurbitáceas testados (Tabela 1). A abóbora híbrida foi o hospedeiro em que se registrou um maior número de insetos por fruto (247,5 pupas), diferindo significativamente dos demais ($\chi^2 = 1201,96$; $gl = 4$; $p < 0,0001$) enquanto em melão se observou no menor número (2 pupas). A partir destes dados fica evidente que hospedeiros do gênero *Cucurbita* apresentam melhores condições de desenvolvimento e viabilidade para fases imaturas de *A. grandis*.

Esta preferência pelo gênero *Cucurbita* pode estar relacionado à origem destes hospedeiros, pois se sabe que as espécies de *Anastrepha* são originárias do continente americano, mais especificadamente da região Neotropical. Mesmo local

de origem de cucurbitáceas do gênero *Cucurbita*, como por exemplo, *C. moschata* é originária da América do Sul e México, *C. maxima* possui origem na América do sul e *C. pepo* na América Central e América do Norte. O fato de os frutos de cucurbitáceas do gênero *Cucurbita* se apresentarem como os hospedeiros mais adequados ao desenvolvimento de *A. grandis* pode estar atrelado a milhares de anos de coevolução entre inseto e planta. Em compensação, outro hospedeiro originário da América Central, o chuchu, não apresentou desenvolvimento de *A. grandis*. Provavelmente, isto pode estar ligado a maior atratividade por parte dos hospedeiros do gênero *Cucurbita* (NORRBOM; KIM, 1988; BISOGNIN, 2002; KOKUBO, 2012), ou simplesmente este hospedeiro não possibilita o desenvolvimento de *A. grandis* e o registro de ocorrência neste hospedeiro não é verdadeiro. Os demais hospedeiros testados, melancia, melão e pepino, são originários do continente Asiático e Africano, e foram introduzidas na América junto com a colonização europeia, africana e asiática (BISOGNIN, 2002; QUEIRÓZ, 2011). Portanto, o tempo de coevolução e interação entre estes hospedeiros e *A. grandis* é muito menor, podendo no futuro virem a se tornar hospedeiros capazes de desenvolver um grande número de insetos, através da maior adaptação de *A. grandis* a estes outros gêneros de cucurbitáceas.

Tabela 1 - Valores médios (± erro padrão) dos parâmetros biológicos referente aos estágios imaturos de *Anastrepha grandis* criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) (T1), abóbora (*Cucurbita moschata*) (T2), chuchu (*Sechium edule*) (T3), melancia mini (*Citrullus lanatus*) (T4), melão espanhol (*Cucumis melo*) (T5), abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) (T6) e pepino salada (*Cucumis sativus*) (T7). Temperatura de 23,7 ± 1,3ºC, umidade relativa do ar de 65 ± 6,8% e fotofase 12h.

Parâmetros biológicos	T1 [490 g]	T2 [957 g]	T3 [368 g]	T4 [2658 g]	T5 [1523 g]	T6 [1183 g]	T7 [256 g]
Duração do período ovo-pupa (dias)[1]	22,8 ± 0,25 c (17-33)	31,2 ± 0,20 a (23-44)	-	-	30,0 ± 0,00 ab (30-30)	29,9 ± 0,13 b (23-48)	29,8 ± 0,56 b (25-33)
Duração do estágio de pupa (dias)[1]	21,5 ± 0,06 b (20-23)	20,3 ± 0,06 c (19-22)	-	-	-	21,6 ± 0,13 a (19-24)	19,7 ± 0,13 d (19-21)
Viabilidade de pupas (%)[2]	88,0 b	97,5 a	-	-	0,0 d	96,7 a	95,2 ab
Duração do período ovo-adulto (dias)[2]	44,3 ± 0,74 b (37-56)	51,5 ± 1,58 a (42-66)	-	-	-	51,5 ± 1,79 a (42-72)	49,5 ± 1,42 ab (43-54)
Peso de pupários (mg)[2]	29,6 ± 0,70 a	34,6 ± 0,70 a	-	-	41,0 ± 0,60 a	42,6 ± 1,90 a	40,6 ± 1,60 a
Razão sexual[2]	0,51 a	0, 45 b	-	-	-	0,48 ab	0,45 ab
Número médio de pupas por fruto[3]	149,8 ± 6,41 b	142,7 ± 69,68 b	0,00 d	0,00 d	2,0 c	247,5 ± 88,16 a	7,0 ± 1,00 c

Valores representam as curvas de sobrevivência, que quando seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Logrank[1].
Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelos testes de Tukey ($p<0,05$)[2] e Teste da razão da verossimilhança (95% de confiança)[3].
Valores entre parênteses representam a duração mínima e máxima dos estágios e períodos dentro de cada tratamento.
Valores entre colchetes representam a média de peso (g) dos hospedeiros testados.

O número médio de ovos colocados nos diferentes tratamentos demostra que as fêmeas de *A. grandis* oriundas de larvas criadas em abóbora híbrida "Tetsukabuto" apresentaram, em média, uma fecundidade maior (538,6 ovos), quando comparadas aos demais hospedeiros (χ^2 = 3084,73; gl = 3; p < 0,0001) (Tabela 2). Em compensação, fêmeas oriundas de larvas criadas em pepino, apresentaram, em média, a menor fecundidade (106 ovos). O fato das fêmeas que se desenvolveram em abóbora híbrida apresentarem uma fecundidade maior pode estar relacionado ao peso de pupários, embora não encontrada diferença estatística. Pupas provindas de larvas que se desenvolveram em abóbora híbrida apresentaram em média peso maior em relação aos outros. Consequentemente, estes espécimes adultos apresentavam maior tamanho e peso quando comparados aos demais, isto provavelmente favoreceu o desenvolvimento de um aparelho reprodutor maior e com maior capacidade de produção de ovos. Em relação às fêmeas que se desenvolveram no pepino terem apresentado menor fecundidade, tal fato pode estar relacionado ao pepino não ser um hospedeiro adequado. Isto demonstra que no laboratório este hospedeiro não é capaz de desenvolver um grande número de insetos, devido seu alto teor de água e sua fácil degradação, o que provavelmente influiu não apenas na fecundidade, mas também na fertilidade e longevidade das fêmeas.

A fertilidade foi maior nas fêmeas que se desenvolveram em abóbora de tronco (87,9%), embora não tenha diferido significativamente da fertilidade registrada em abóbora (71,5%) (p<0,05) (Tabela 2). Para as fêmeas que se desenvolveram abóbora híbrida "testsukabuto" a fertilidade foi menor (49,5%) e esta não diferiu significativamente das fêmeas que se desenvolveram em pepino e abóbora. Esta variação entre os hospedeiros pode estar relacionada ao pequeno número de repetições, pois ao ovipositarem no substrato formado por pequenos círculos do epicarpo de abóbora de tronco, os ovos ficaram expostos por um período até sua retirada, portanto a contaminação causada pela deterioração rápida deste substrato gerou perda em parte das amostras, assim este baixo número de amostras pode ter afetado os dados referentes à fertilidade das fêmeas.

As curvas de sobrevivência para o período de pré-oviposição não diferiram significativamente entre os tratamentos (χ^2 = 1,1; gl = 3; p = 0,78). O período variou de 28,7 a 36,6 dias, para as fêmeas criadas em pepino e abóbora de tronco, respectivamente (Tabela 2). Estes valores registrados são mais longos do que os 13

dias, conforme registrado por Silva (1991), criando *A. grandis* em abóbora-moranga. Porém, a forma de obtenção deste dado foi diferente, pois este autor utilizou 25 casais recém-emergidos em uma gaiola com um fruto no seu interior, o período de pré-oviposição foi determinado quando foi verificado as primeiras oviposições no fruto. Com isso observamos que, quando avaliados individualmente, este período em média aumentou aproximadamente em duas vezes, o que pode demonstrar que a utilização de um pequeno círculo do epicarpo de abóbora de tronco pode ter inferido neste período, devido ao seu formato e pequeno tamanho, as fêmeas provavelmente necessitaram de um maior período para se adaptar ao substrato de oviposição. Outro fator que pode ter intervindo é a forma de avaliação, pois individualmente os insetos podem apresentar comportamento diferente do que quando estão em grupo, este período pode ter sido maior devido à falta de competição pelo hospedeiro. Assim, as metodologias utilizadas nos experimentos podem ter influenciado na biologia dos insetos.

Fêmeas oriundas de larvas alimentadas em abóbora de tronco, abóbora e abóbora híbrida “Tetsukabuto” apresentaram um maior período de oviposição em relação as fêmeas oriundas de pepino (χ^2 = 7,2; gl = 3; p = 0,0647) (Tabela 2). Aparentemente insetos alimentados durante a fase larval em hospedeiros do gênero *Cucurbita*, possuem um maior período de oviposição em relação ao gênero *Cucumis*. As curvas de sobrevivência para o período de pós-oviposição não diferiram entre si, o período variou de 25,4 a 7,9 dias, para abóbora de tronco e abóbora, respectivamente (χ^2 = 6,5; gl = 3; p = 0,0916) (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios (± erro padrão) da fecundidade, fertilidade e períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *Anastrepha grandis* criada em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) (T1), abóbora (*Cucurbita moschata*) (T2), chuchu (*Sechium edule*) (T3), melancia mini (*Citrullus lanatus*) (T4), melão espanhol (*Cucumis melo*) (T5), abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) (T6), e, pepino salada (*Cucumis sativus*) (T7). Temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase 12h.

Parâmetros biológicos	Tratamentos						
	T1 [19]	T2 [23]	T3	T4	T5	T6 [17]	T7 [6]*
Fecundidade (número de ovos)[1]	424,8 ± 81,57 b	308,4 ± 42,05 c	-	-	-	538,6 ± 98,24 a	106,0 ± 31,37 d
Fertilidade (%)[2]	87,9 a	71,5 ab	-	-	-	49,5 b	64,3 b
Período de pré-oviposição (dias)[3]	36,6 ± 5,35 a (17-98)	31,9 ± 2,64 a (16-76)	-	-	-	35,5 ± 5,30 a (16-86)	28,7 ± 1,40 a (24-32)
Período de oviposição (dias)[3]	58,7 ± 7,76 a (1-120)	56, 3 ± 8,83 a (1-148)	-	-	-	55,1 ± 8,43 a (11-99)	23,3 ± 9,67 a (1-64)
Período pós-oviposição (dias)[3]	25,4 ± 8,56 a (1-116)	7,9 ± 1,85 a (0-34)	-	-	-	13,7 ± 2,61 a (1-37)	12,0 ± 2,30 a (5-18)

Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelos testes da razão da verossimilhança (95% de confiança)[1] e Tukey ($p<0,05$)[2].
Valores representam as curvas de sobrevivência, que quando seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Logrank[3].
Valores entre colchetes representam o número de fêmeas que ovipositaram.
Valores entre parênteses representam a duração mínima e máxima períodos em cada tratamento.
* Para o tratamento 7, não foi possível montar 25 casais devido ao baixo número de insetos que se desenvolveram neste hospedeiro, sendo formado apenas 7 casais.

Com relação à longevidade, pode-se verificar que as fêmeas que se desenvolveram em hospedeiros do gênero *Cucurbita* foram mais longevas, diferindo das fêmeas que se desenvolveram em pepino ($\chi^2 = 10$; gl = 3; p = 0,0189) (Figura 6). Em média a longevidade foi de 83,0, 90,7 e 102,7 dias para as fêmeas criadas em abóbora híbrida "Tetsukabuto", abóbora e abóbora de tronco, respectivamente. Para as fêmeas criadas em pepino, a longevidade média foi de 55,4 dias.

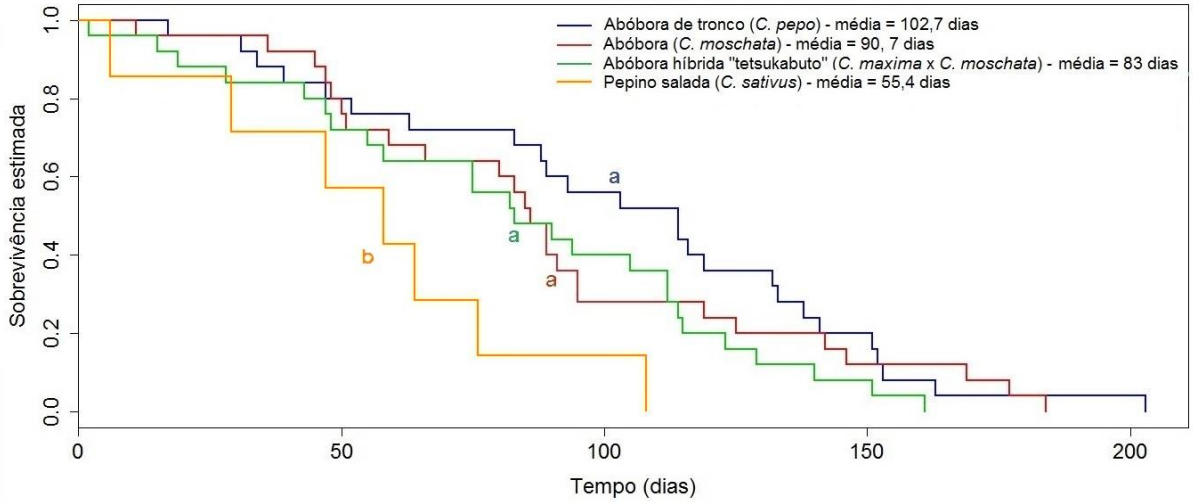

Figura 6 - Curvas de sobrevivência de fêmeas de *Anastrepha grandis*, criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*), abóbora (*Cucurbita moschata*), abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) e pepino (*Cucumis sativus*). Temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Curvas de sobrevivência acompanhadas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Logrank.

O ritmo de oviposição de *A. grandis,* foi maior nas primeiras 12 semanas de oviposição para as fêmeas oriundas de larvas criadas em abóbora de tronco, abóbora e abóbora híbrida “Tetsukabuto”, totalizando cerca de 80% das posturas neste período (Figura 7). As fêmeas provindas de larvas que se desenvolveram em pepino salada, apresentaram 80% das posturas até a 4ª semana. Isto demostra que estes hospedeiros do gênero *Cucurbita* são preferenciais para a criação de *A. grandis* em laboratório quando se compara com outros gêneros da mesma família. De forma prática, estes resultados indicam que em uma criação em laboratório, os adultos devem preferencialmente ser mantidos até a 12ª semana após o início das oviposições, para a otimização da criação, uma vez que o custo para manutenção da criação com a compra de ingredientes e mão-de-obra é alto.

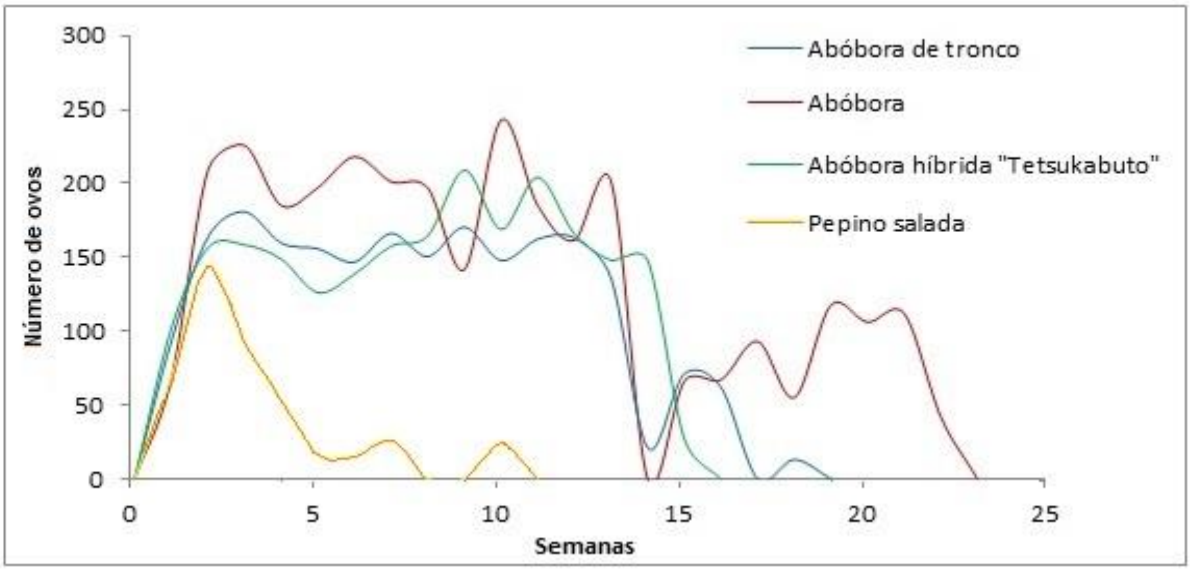

Figura 7 - Ritmo de oviposição de *Anastrepha grandis*, criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*), abóbora (*Cucurbita moschata*), abóbora híbrida "Tetsukabuto" (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) e pepino (*Cucumis sativus*). Temperatura de 25 ± 2ºC, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase 12h.

4.2 Biologia de *Anastrepha grandis* em diferentes temperaturas

Para os estágios de ovo, larva e pupa e dos períodos ovo-pupa e ovo-adulto esta duração foi inversamente proporcional à temperatura no intervalo de 15 a 30 ± 1ºC, com exceção do estágio de larva em que a duração teve um comportamento linear na faixa térmica de 25 a 15 ± 1ºC (Tabela 3).

A temperatura de desenvolvimento que proporcionou a maior viabilidade de ovos foi a 25 ± 1°C, apresentando 91,7% dos ovos viáveis. Esta temperatura diferiu significativamente das demais temperaturas ($p<0,05$) (Tabela 3). Nas temperaturas de 15, 20 e 30 ± 1°C, os ovos ainda foram viáveis, embora apresentassem uma viabilidade menor. Já a 35 ± 1°C, não ocorreu desenvolvimento embrionário de *A. grandis*. Silva e Malavasi (1996) encontraram uma viabilidade de ovos de 16,6% para *A. grandis* a 25 ± 1°C, porém os autores avaliaram este parâmetro observando a eclosão das larvas na própria punctura de oviposição, o que pode não ter sido a melhor metodologia de avaliação.

As curvas de sobrevivência para o período ovo-pupa diferiram significativamente, sendo a menor duração encontrada na temperatura de 25 ± 1°C (19,0 dias), tendo como hospedeiro abóbora de tronco (*C. pepo*). Já a 30 ± 1°C, o desenvolvimento foi mais lento (22,6 dias) (χ^2 = 3939; gl = 3; p = 0). Isto pode demonstrar que a temperatura constante de 30 ± 1°C, pode afetar o

desenvolvimento larval de *A. grandis* já que este comportamento não ocorreu no estágio embrionário e no estágio de pupa (Tabela 3). Silva e Malavasi (1996) encontram um tempo médio de desenvolvimento larval de 17,7 dias em abóbora (*Cucurbita* sp.), este valor foi obtido da mesma forma, subtraindo do período ovo-pupa, o período embrionário. Como estes autores obtiveram um período embrionário menor, consequentemente o período larval foi maior. Outro fator que pode ter proporcionado esta variação, foi a espécie de abóbora utilizada pelos autores, já que no item 4.1 pode se observar que há variação do período ovo-pupa entre diferentes espécies de hospedeiros do mesmo gênero.

Com relação ao número de pupas obtidas por fruto, observou-se que na temperatura de 25 ± 1°C, o nível de infestação foi maior, totalizando em média 227,8 pupas por fruto, diferindo dos demais tratamentos (χ^2 = 2495,79; gl = 4; p < 0,0001). A 15 e 20 ± 1°C, o nível de infestação foi semelhante, ficando em torno de 144 pupas por fruto, já a 30 ± 1°C obteve-se um número de pupas reduzido quando comparado aos demais tratamentos, apresentando em média 30,8 pupas por fruto (Tabela 3).

O período médio de duração do estágio de pupa variou de 52,3 a 16,5 dias, estes valores foram obtidos quando as pupas foram expostas a temperaturas constantes de desenvolvimento de 15 e 30 ± 1°C, respectivamente. A 25 ± 1°C a duração média do estágio de pupa foi de 20,3 dias (χ^2 = 1460; gl = 3; p = 0), este valor foi semelhante ao encontrado por Silva e Malavasi (1996), quando encontraram um período médio de 19,7 dias de duração para o estágio de pupa à 25 ± 2°C. A maior viabilidade de pupas (96,1%) ocorreu na temperatura de 25 ± 1°C não diferindo das temperaturas de 15 e 20 ± 1°C (p<0,05), em compensação a 30 ± 1°C verificou-se uma viabilidade de 43,0% (Tabela 3), demostrando que nesta temperatura de desenvolvimento, mais da metade das pupas se tornam inviáveis.

Embora não tenha ocorrido desenvolvimento larval na temperatura de 35 ± 1°C, foram utilizadas 180 pupas da criação com 24 horas após a pupação, expondo estas pupas a temperatura constante de 35 ± 1°C. O número de pupas escolhidas foi baseado nos demais tratamentos, quando se preconizou utilizar no máximo 30 pupas por fruto avaliado. Nesta temperatura, observou-se que nenhuma pupa foi viável, não ocorrendo emergência de adultos.

O ciclo biológico de *A. grandis* se alterou de acordo com as temperaturas de desenvolvimento. O período entre a oviposição e a emergência do adulto (Período

ovo-adulto) variou de 93,3 a 39,1 dias a 15 e 30 ± 1°C, respectivamente. Porém entre as temperaturas de 25 e 30 ± 1°C não houve variação significativa (F = 9,696; gl = 3; p = 0,0005). Silva e Malavasi (1996) encontraram um período ovo-adulto de 41,3 dias a 25 ± 2°C, aproximadamente 2 dias a mais do que o encontrado na mesma temperatura (Tabela 3).

A razão sexual não diferiu significativamente entre os tratamentos testados, sendo próximo de 0,5 (p < 0,05). Para outras espécies de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* a razão sexual também é próxima de 0,5 (GARCIA; CORSEUIL, 1998; SILVA et al., 2007; NUNES et al., 2013), demonstrando que a proporção sexual deste grupo de insetos é de uma fêmea para um macho.

Com relação ao peso de pupários dentro da faixa térmica avaliada foram observadas diferenças significativas (F = 18,73; gl = 3; p < 0,0001) (Tabela 3). Os maiores valores foram registrados nas temperaturas de 20 e 15 ± 1°C, embora a 15 ± 1°C o valor não tenha diferido de 25 ± 1°C. A 30 ± 1°C foi observado o menor peso de pupários. Com os resultados de viabilidade, peso de pupa e número de pupas obtidas, podemos indicar que a melhor temperatura para o desenvolvimento de *A. grandis* foi 25 ± 1°C, sendo que, temperaturas entre 15 e 25 ± 1°C são mais favoráveis quando comparados a 30 ± 1°C.

Tabela 3 - Valores médios (± erro padrão) de parâmetros biológicos dos estágios imaturos de *Anastrepha grandis* criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) e submetidas a diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h.

Parâmetros biológicos	Temperaturas (°C)				
	15 [403 g]	20 [393 g]	25 [440 g]	30 [386 g]	35 [450 g]
Duração do estágio de ovo (dias)[1]	21,0 ± 0,45 a (18-22)	10,4 ± 0,09 b (9-13)	7,3 ± 0,05 c (6-9)	6,9 ± 0,08 c (5-9)	-
Viabilidade de ovos (%)[2]	12,2 c	53,9 b	91,7 a	56,1 b	0,00 d
Duração do estágio larval (dias)[2]	20,0 ± 1,72 a (15-26)	13,2 ± 1,04 b (11-19)	11,7 ± 0,77 b (9-17)	15,7 ± 1,31ab (14-19)	-
Duração do estágio de pupa (dias)[1]	52,3 ± 0,26 a (46-61)	29,1 ± 0,13 b (24-33)	20,3 ± 0,06 c (17-23)	16,5 ± 0,2 d (14-26)	
Viabilidade de pupas (%)[2]	89,4 a	95,6 a	96,1 a	43,0 b	0,00 c
Duração do período ovo-pupa (dias)[1]	41,0 ± 0,11 a (33-48)	23,6 ± 0,06 b (20-32)	19,0 ± 0,06 d (15-26)	22,6 ± 0,24 c (19-28)	-
Duração do período ovo-adulto (dias)[2]	93,3 ± 1,98 a (79-109)	52,7 ± 1,04 b (44-65)	39,3 ± 0,86 c (32-49)	39,1 ± 1,11 c (33-54)	-
Razão sexual[2]	0,45 b	0,51 a	0,53 a	0,54 a	-
Peso de pupários (mg)[2]	22,5 ± 0,70 ab	22,9 ± 0,90 a	20,2 ± 0,80 b	13,6 ± 0,90 c	-
Número médio de pupas por fruto[3]	144,7 ± 21,74 b	144,8 ± 28,51 b	227,8 ± 51,79 a	30,8 ± 19,56 c	0 ± 0,00 d

Valores representam as curvas de sobrevivência, que quando seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Logrank[1].
Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelos testes de Tukey ($p<0,05$)[2] e Teste da razão da verossimilhança (95% de confiança)[3].
Valores entre parênteses representam a duração mínima e máxima dos estágios e períodos em cada tratamento.
Valores entre colchetes representam a média de peso (g) dos hospedeiros testados.

Com relação à fecundidade, na temperatura de 25 ± 1°C, as fêmeas colocaram a maior quantia de ovos (232,2), diferindo significativamente das demais temperaturas testadas pelo teste da razão de verossimilhança (χ^2 = 1630,43; gl = 3; p < 0,0001). Nas temperaturas de 15 e 20 ± 1°C, a fecundidade foi próxima, com 135,9 e 147,3 ovos, respectivamente, enquanto a 30 ± 1°C o número de ovos colocados foi menor (78,2 ovos) (Tabela 4). Provavelmente, estes valores indicam que a melhor temperatura para a espécie é próxima de 25ºC e a medida que ocorre o afastamento desta temperatura, os valores vão diminuindo.

O mesmo comportamento aconteceu com relação a viabilidade dos ovos, onde a maior porcentagem de ovos viáveis foi registrado a 25 ± 1°C (77,2%), diferindo significativamente das demais temperaturas testadas (p<0,05) (Tabela 4). Provavelmente esta diferença esteja relacionada ao fato de que a 25 ± 1°C é a temperatura mais favorável para o desenvolvimento, embora os valores tenham sido baixos, podendo indicar que a metodologia de avaliação não tenha sido a mais adequada, pois os ovos ficavam expostos à decomposição do substrato de oviposição, formado pelo pequeno círculo de epicarpo de abóbora de tronco, consequentemente algumas amostras foram inviabilizadas.

Para os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição observou-se que com o aumento da temperatura, dentro da faixa estudada, a duração diminui (Tabela 4). Para o período de pré-oviposição a duração variou de 75,6 a 27,3 dias, nas temperaturas de 15 e 30 ± 1°C, havendo diferença significativa entre as curvas de sobrevivência (χ^2 = 75,5; gl = 3; p = 0,0001). Isto demonstra que a temperatura de desenvolvimento influi não apenas no período de desenvolvimento do inseto, mas também na maturação ovariana. Taufer et al. (2000) observaram um comportamento semelhante para *A. fraterculus,* quando determinaram que a maturação ovariana é significativamente dependente da idade e temperatura, ou seja quanto maior a idade e a temperatura, maior o número de oócitos amadurecidos. Os mesmos autores encontraram que a 25°C, 80% das fêmeas apresentaram ovários maduros aos 30 dias de idade, e a 20°C para atingir frequência similar a 80% o período foi duas vezes maior, 60 dias.

Para o período de oviposição a duração variou de 22,3 a 60,2 dias nas temperaturas de 30 a 15 ± 1°C, havendo diferença significativa entre as curvas de sobrevivência nas temperaturas de 15 a 25º ± 1°C, com a 30 ± 1°C, embora nesta

última temperatura a duração não tenha diferido da de 25 ± 1°C (χ^2 = 11,6; gl = 3; p = 0,00869).

No caso do período de pós-oviposição, a temperatura também influenciou na duração de modo que as maiores durações foram registradas nas temperaturas mais baixas (Tabela 4). Os valores registrados nas temperaturas de 15 e 20 ± 1°C diferiram dos valores observadoas a 25 e 30 ± 1°C, embora a 20 ± 1°C não tenha diferido de 25 e 30 ± 1°C (χ^2 = 14; gl = 3; p = 0,0029).

Tabela 4 - Valores médios (± erro padrão) da fecundidade, períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *Anastrepha grandis* criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) e submetidas a diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h.

Parâmetros biológicos	Temperaturas (°C)				
	15 [17]	20 [18]	25 [20]	30 [20]	35 [0]
Fecundidade (ovos)[1]	135,9 ± 21,20 c	147,3 ± 27,63 b	232,2 ± 51,61 a	78,2 ± 10,44 d	-
Fertilidade (%)[2]	57,0 b	54,5 b	77,2 a	58,4 b	-
Período de pré-oviposição (dias)[3]	75,6 ± 3,67 a (37-101)	50,1 ± 3,90 b (16-79)	29,6 ± 1,61 c (18-45)	27,3 ± 1,87 c (17-54)	-
Período de oviposição (dias)[3]	60,2 ± 13,51 a (1-156)	47,5 ± 8,81 a (1-120)	40,4 ± 9,05 ab (1-134)	22,3 ± 4,01 b (1-59)	-
Período pós-oviposição (dias)[3]	20,4 ± 3,75 a (3-58)	13,3 ± 2,26 ab (0-33)	7,9 ± 1,37 b (0-22)	11,1 ± 1,67 b (1-31)	-

Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelos testes da razão da verossimilhança (95% de confiança)[1] e Tukey ($p<0,05$)[2].
Valores representam as curvas de sobrevivência, que quando seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Logrank[3].
Valores entre parênteses representam a duração mínima e máxima períodos em cada tratamento.
Valores entre colchetes representam o número de fêmeas que ovipositaram.

Com relação à longevidade das fêmeas, pode-se verificar que esta é inversamente proporcional a temperatura, podendo variar de 9,1 a 119,9 dias, nas temperaturas de 35 e 15 ± 1°C, respectivamente. As durações diferiram significativamente entre as temperaturas, com exceção dos valores registrados para as temperaturas de 20 e 25 ± 1°C (χ^2 = 144; gl = 4; p = 0) (Figura 9). Silva e Malavasi (1996) encontraram uma longevidade média de 52,2 dias para fêmeas avaliadas individualmente a 25 ± 2°C, período semelhante ao encontrado na temperatura de 30 ± 1°C (Figura 8).

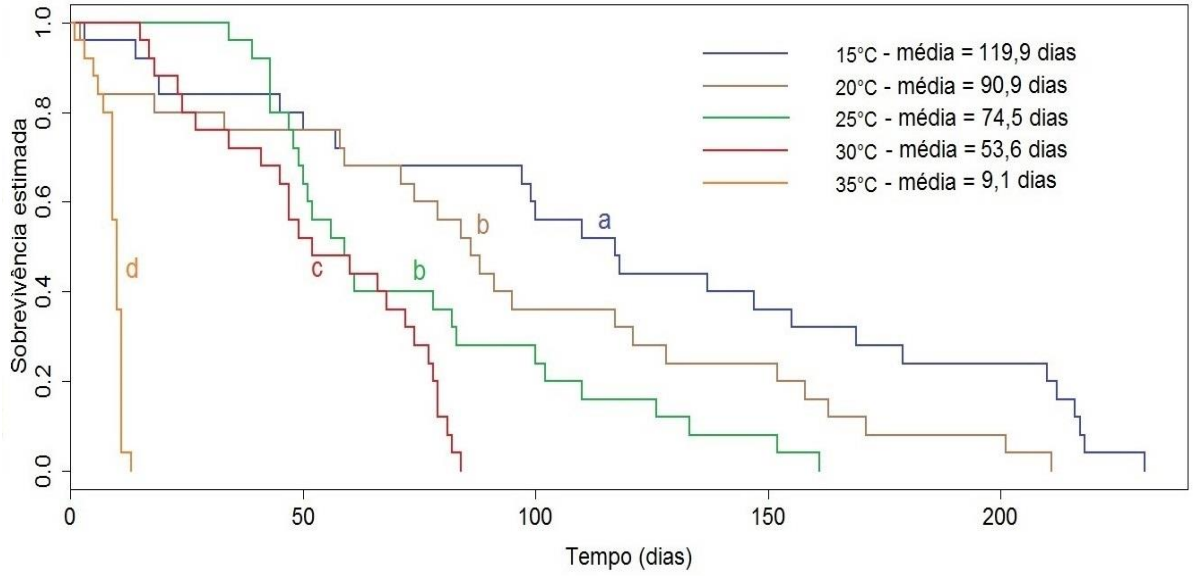

Figura 8 - Curva de sobrevivência para fêmeas de *Anastrepha grandis* criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) em diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Curvas de sobrevivência acompanhadas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Logrank.

O ritmo de oviposição de *A. grandis* foi maior nas primeiras 13 semanas de oviposição para as fêmeas mantidas nas temperaturas de desenvolvimento 15, 20, 25 ± 1°C, totalizando cerca de 80% das posturas neste período (Figura 9). As fêmeas mantidas na temperatura de desenvolvimento de 30 ± 1°C apresentaram 80% das posturas até a 6ª semana. Isto demonstra que em temperaturas próximas a 25°C são preferenciais para a criação de *A. grandis* em laboratório, pois o período de pré-oviposição é menor (Tabela 4) e o ritmo de oviposição se mantém alto por um período de tempo semelhante ao de temperaturas mais baixas. De forma pratica, estes resultados demonstram que em uma criação em laboratório, os adultos devem preferencialmente ser mantidos até a 13ª semana após o início das oviposições, mantidos em temperaturas próximas a 25°C, para a otimização da criação, uma vez que o custo com a compra de ingredientes e a mão de obra para a manutenção da criação é alto.

Esta capacidade de realizar oviposições por um longo período, quando expostas a baixas temperaturas, torna possível o desenvolvimento de *A. grandis* em regiões de clima temperado, pois nestas regiões o cultivo de cucurbitáceas geralmente é feito nas estações primavera/verão, devido estas culturas serem adaptadas a regiões quentes e semiáridas, com temperaturas em torno de 18 e 30°C. Nas demais estações não ocorre cultivo, devido as baixas temperaturas e alta umidade, que são fatores climáticos limitantes ao desenvolvimento e tornam as

plantas susceptíveis a doenças (REZENDE; DIAS; COSTA, 2010). Portanto nestas regiões ocorre um longo período com baixas temperaturas e sem hospedeiros no campo.

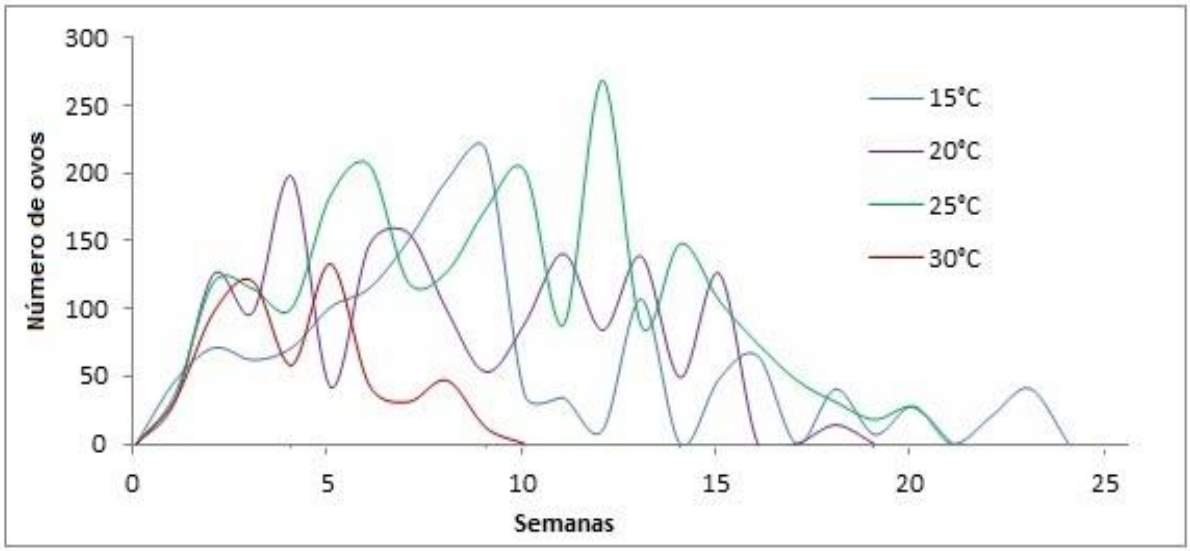

Figura 9 - Ritmo oviposição de *Anastrepha grandis* criadas em abóbora de tronco (*Cucurbita pepo*) em diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h.

4.3 Exigências térmicas de *Anastrepha grandis* e validação do modelo em condições de campo

A partir das durações dos estágios/períodos de desenvolvimento determinados no item 4.2, foi possível estimar para o estágio de ovo e pupa uma temperatura base (Tb) de 8,3°C e a constante térmica de 132,3 e 347,0 GD, respectivamente (Tabela 5). Para o período ovo-adulto, a Tb estimada foi de 5,2°C, e a constante térmica de 858,7 GD (Tabela 5). Machado et al. (1995) determinaram as exigências térmicas para *A. fraterculus*, e constataram que a temperatura base inferior e constante térmica foram de 9,23; 10,27; e 10,78ºC e 52,24; 161,45; e 227,79 GD para as fases de ovo, larva e pupa, respectivamente. Isto indica que *A. grandis* é capaz de se desenvolver em temperaturas mais baixas e necessita de um maior acúmulo de calor para completar seu ciclo, consequentemente, um maior período de desenvolvimento quando comparado a *A. fraterculus*.

Tabela 5 - Limite térmico inferior de desenvolvimento ou temperatura base (Tb) e constante térmica (K) de *Anastrepha grandis* estimados em laboratório.

	Estágios			**Período**
Parâmetros	Ovo	Larva	Pupa	Período ovo-adulto
Temperatura base (°C)[1]	8,3	-	8,3	5,2
Constante térmica (GD)[1]	132,3	-	347,0	858,7

[1] Valores obtidos a partir do método do Coeficiente de Variação.

Do experimento realizado no campo foi possível obter uma viabilidade pupal de 54,8%, sendo a razão sexual de 0,46. A menor viabilidade das pupas em condições de campo, quando comparadas à viabilidade encontrada em laboratório em temperaturas semelhantes, pode estar relacionada à alta umidade relativa do ar registrada durante o período de desenvolvimento do inseto, ficando praticamente durante todo o período acima de 80%. Os dados referentes à umidade relativa do ar, temperatura média diária e a pluviosidade podem ser observados na figura 10.

Foi registrado para o período de desenvolvimento de *A. grandis* criadas em abóbora de tronco em condições de campo (02 de abril até 26 de junho de 2014) uma temperatura média diária de 17,0°C, sendo que no início das avaliações a temperatura foi maior do que no final, pois o experimento foi realizado durante o outono. A duração média do período ovo-adulto foi de 79,7 dias.

Através dos dados estimados, foi possível comparar pelo teste t ($p<0,05$) a constante térmica observada no campo de 927 GD com a estimada em laboratório de 858,7 GD e o período ovo-adulto observado a campo (79,7 dias) com o estimado em laboratório (74,8 dias). A quantidade de graus dias necessários para que *A. grandis* complete seu ciclo, não diferiu significativamente entre os valores observados e estimados, entretanto para o período ovo-adulto, o valor observado diferiu significativamente do período estimado em laboratório ($p<0,05$). A porcentagem da diferença entre os graus-dia e o período ovo-adulto ficou abaixo de 15%. Segundo Higley et al. (1986), modelos de graus-dia com até 15% de erro podem ser utilizados em estratégias de controle no manejo de pragas.

A determinação das exigências térmicas possui importantes utilidades no manejo de pragas, como a previsão de picos populacionais e épocas de amostragem. Os métodos de graus-dia possibilitam a previsão da ocorrência de insetos-pragas e consequentemente, permite determinar com maior precisão a utilização de um método de controle (CIVIDANES, 2000).

Tabela 6 - Graus-dia acumulados e média da duração do período ovo-adulto (± erro padrão) de *Anastrepha grandis*, baseado na temperatura média diária obtida no campo (17,0°C), comparando com seus respectivos valores estimados em laboratório.

Graus-dia (GD)				**Período ovo-adulto (dias)**			
Observado (campo)	Estimado (laboratório)	Diferença		Observado (campo)	Estimado (laboratório)	Diferença	
		GD	%			dias	%
937,9 ± 8,16 a	858,7 ± 49,43 a	79,2	9,2	79,7 ± 1,15 a	74,8 ± 1,28 b	4,8	6,4

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente uma das outras pelo teste t ($p<0,05$). Os estudos no campo foram conduzidos de abril a junho de 2014.

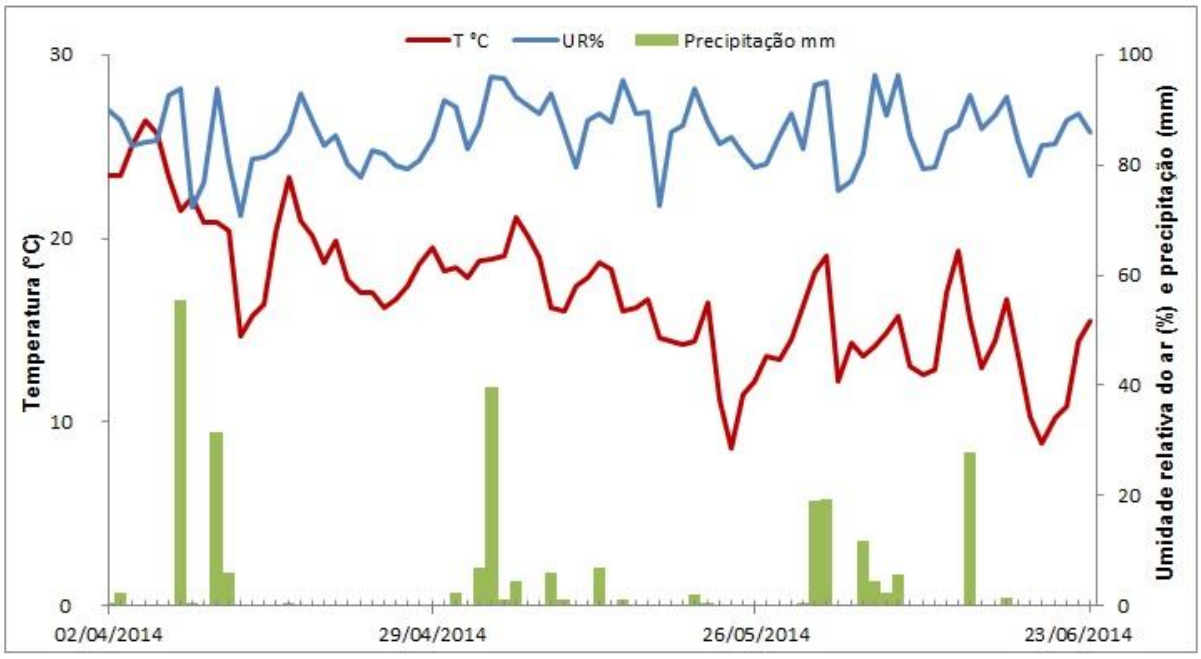

Figura 8 - Registros diários de precipitação e médias de temperatura do ar (°C) e umidade (%) para o período que foi verificado o desenvolvimento de *Anastrepha grandis* em condições de campo.

5 Conclusões

- Os hospedeiros do gênero *Cucurbita* foram os que proporcionam maior viabilidade para os estágios imaturos de *Anastrepha grandis*. Dentro destes hospedeiros, abóbora híbrida “Tetsukabuto” proporciona o desenvolvimento de um maior número de insetos por fruto (247,5 pupas) e abóbora de tronco é o hospedeiro que *A. grandis* se desenvolve mais rápido (44,3 dias);

- Hospedeiros do gênero *Cucumis* (melão e pepino), apresentam baixos índices de viabilidade para os estágios imaturos de *A. grandis*;

- Nos hospedeiros melancia e chuchu, *A. grandis* não se desenvolve em condições de laboratório;

- O hospedeiro que proporciona maior fecundidade é a abóbora híbrida “Tetsukabuto” (538,6 ovos), em compensação as fêmeas que se desenvolvem em pepino apresentam a menor fecundidade (106,0 ovos);

- A longevidade das fêmeas que se desenvolvem nos hospedeiros do gênero *Cucurbita* é maior quando comparada as fêmeas que se desenvolvem em pepino;

- A temperatura que proporciona maior viabilidade para os estágios imaturos e o maior número insetos por fruto é a 25 ± 1°C. Nas temperaturas de 15, 20 e 30 ± 1°C ainda ocorre desenvolvimento de *A. grandis*, embora a viabilidade seja menor. A 35 ± 1°C, não ocorre desenvolvimento de *A. grandis*;

- A temperatura de 30 ± 1°C se mostra prejudicial ao desenvolvimento larval de *A. grandis*, pois a duração deste estágio aumenta quando comparado a 25 ± 1°C;

- A maior fecundidade e fertilidade são encontradas nas fêmeas que se desenvolvem a 25 ± 1°C;

- A longevidade das fêmeas é inversamente proporcional à temperatura de desenvolvimento, variando de 119,9 a 9,1 dias nas temperaturas de 15 e 35 ± 1°C;

- A temperatura base (Tb) é estimada em 8,3°C para os estágios de ovo e pupa. Para o período ovo-adulto a Tb é estimada em 5,2. A necessidade de acúmulo de graus-dia (GD) para o inseto completar seu ciclo é estimada em 858,7 GD;

- O modelo de exigências térmicas de *A. grandis* estimado em laboratório é valido para as condições de campo.

Referências

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Informa Economics FNP, 2012. 482 p.

ALENCAR, J.A de. **Sistema de Produção de Melão: pragas.** Embrapa Semiárido, Sistemas de Produção, n° 5, 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melao/SistemaProducaoMelao/pragas.html>. Acesso em: 27 mar. 2014.

ALENCAR, J.A de; DIAS, R.C.S. **Sistema de Produção de Melancia: Pragas**. Embrapa Semiárido, Sistemas de Produção, n° 6, 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/pragas.htm>. Acesso em: 27 mar. 2014.

ALMEIDA, D.P.F. **Cucurbitáceas hortícolas**. Universidade do Porto, Porto, 2002. 2 p. Disponível em: <http://dalmeida.com/hortnet/apontamentos/Cucurbitaceas.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2014.

ARAUJO, E.L.; FERNANDES, D.R.R.; GEREMIAS, L.D.; MENEZES NETTO, A.C.; FILGUEIRA, M.A. Mosca-minadora associada à cultura do meloeiro no semiárido do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga,** v. 20, p. 210-212, 2007.

BARROSO, G.M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Livro Técnico e Científico. São Paulo: Edusp, 1978. 255 p.

BISOGNIN, D.A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, v. 32, p. 715-723, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v32n4/a28v32n4.pdf> Acesso em: 21 mar. 2014.

BONDAR, G. Moscas de frutas na Bahia. **Biologia do Campo**, v. 34, p. 13-15, 1950.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Áreas Livres de Pragas: Áreas livres de *Anastrepha grandis***. Brasília, DF. 2006a. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/Importacao/Requisitos%20Sanit%C3%A1rios/Rela%C3%A7%C3%A3o%20de%20Pragas/pragasvegetaisv1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 13 de 31 de março de 2006b. **Estabelece, para fins de Certificação Fitossanitária com Declaração Adicional, a condição para Área Livre de Praga (ALP)**. Diário Oficial da União, 13/04/2006, Seção 1, pagina 18. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 25 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 16 de 05 de março de 2006c. **Estabelece para fins de Certificação Fitossanitária com Declaração Adicional, a condição para Sistema de Mitigação de Risco, como opção reconhecida de manejo de risco para a praga *Anastrepha grandis* Macquart, em cultivos de *Cucumis melo* L. (melão), *Citrullus lanatus* Thunb. (melancia), *Cucurbita* spp. (abóbora) e *Cucumis sativus* L. (pepino)**. Diário Oficial da União, 12/04/2006, Seção 1, pagina 2. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 27 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 41 de 06 de agosto de 2006d. **Reconhecer o Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis* implantado na área que compreende os Municípios de Carmo do Rio Verde, Itapuranga, Jaraguá e Uruana, no Estado de Goiás.** Diário Oficial da União, 10/08/2006, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 27 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 42 de 09 de agosto de 2006e. **Reconhecer o Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis*, em cultivos de cucurbitáceas, implantado na área que compreende os Municípios de Mesópolis, Paranapuã, Urânia e Presidente Bernardes, no Estado de São Paulo**. Diário Oficial da União, 10/08/2006, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 27 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 29 de 08 de agosto de 2007a. **Reconhecer o Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis*, em cultivos de cucurbitáceas, implantado na área que compreende os Municípios de Paracatu, João Pinheiro, Unaí, Uberlândia, Jaíba, Matias Cardoso e Manga, no Estado de Minas Gerais.** Diário Oficial da União, 09/08/2007, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 27 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 37 de 22 de outubro de 2007b **Integrar o município de Tarabai, no Estado de São Paulo, no Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis* em cultivos de cucurbitáceas, reconhecido por meio da Instrução Normativa SDA nº 42, de 9 de agosto de 2006**. Diário Oficial da União, 23/10/2007, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 27 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 22 de 17 de julho de 2008a. **Integrar os municípios de Rio Verde, Maurilândia e Santa Helena, do Estado de Goiás, ao Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis* em cultivos de cucurbitáceas, reconhecido por meio da Instrução Normativa SDA nº 41, de 7 de agosto de 2006.** Diário Oficial da União, 18/07/2008, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 27 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 32 de 30 de outubro de 2008b. **Incluir o município de Regente Feijó, no Estado de São Paulo, no Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis* em cultivos de cucurbitáceas.** Diário Oficial da União, 31/10/2008, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 27 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 35 de 21 de novembro de 2008c. **Reconhecer o Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis* em cultivos de cucurbitáceas, implantado na área que compreende os Municípios de Bagé, Dom Pedrito e Herval, no Estado do Rio Grande do Sul**. Diário Oficial da União, 24/11/2008, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura. gov.br/sislegis>. Acesso em: 25 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 23 de 18 de outubro de 2012. **Reconhecer o Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis* em cultivos de cucurbitáceas no Município de Ribeira do Amparo, no Estado da Bahia, com o objetivo de exportação de frutos frescos de cucurbitáceas para países que têm restrições quarentenárias com relação à referida praga.** Diário Oficial da União, 19/10/2012, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 25 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 4 de 18 de março de 2013. **Reconhecer o Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis* em cultivos de cucurbitáceas nos Municípios de Goianésia e São Miguel do Araguaia, no**

Estado de Goiás, com o objetivo de exportação de frutos frescos de cucurbitáceas para países que têm restrições quarentenárias com relação à referida praga. Diário Oficial da União, 20/03/2013, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 25 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 9 de 01 de abril de 2014. **Reconhecer o Sistema de Mitigação de Risco da Praga *Anastrepha grandis* em cultivos de cucurbitáceas no Município de Indiana, no Estado de São Paulo, com o objetivo de exportação de frutos frescos de cucurbitáceas para países que têm restrições quarentenárias com relação à referida praga.** Diário Oficial da União, 02/04/2014, Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 20 abr. 2014.

BURGER, Y.; PARIS, H.S.; COHEN, R.; KATZIR, N.; TADMOR, Y.; LEWINSOHN, E. Genetic diversity of *Cucumis melo*. **Horticultural Reviews**, v. 36, p. 165-198, 2010.

CIVIDANES, F.J. **Uso de graus-dia em entomologia: com particular referência ao controle de percevejos pragas da soja**. Jaboticabal: Funep, 2000. 31 p.

COSTA LIMA, A. Sobre as moscas das frutas que vivem no Brasil. **Chácaras e Quintais**, v. 34, p. 20-24, 1926.

FONSECA, J.P. Relação das principais pragas observadas nos anos de 1931, 1932 e 1933 nas plantas de maior cultivo no Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 5, p. 263-289, 1934.

GARCIA, F.R.M.; CORSEUIL, E. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, p. 1111-1117, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v15n4/v15n4a28.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2014.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar as exigências térmicas e os limites de desenvolvimento dos insetos**. São Paulo: Fealq, 1984. 45 p.

HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P.; OSTLIE, K. R. Degday: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. **Enviromental Entomology**, v. 15, p. 999-1016, 1986.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados agregados: Agricultura.** 2006. Disponível em:

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl1.asp?c=822&n=0&u=0&z=t&o=11&i=P>. Acesso em: 12 mar. 2014.

JEFFREY, C. Systematics of the Cucurbitaceae: an overview. In: BATES, D.M.; RPBINSON, R.W.; JEFFREY, C. **Biology and utilization of the Cucurbitaceae**. Ithaca: Cornell University Press, 1990. p. 3-9.

KOKUBU, M.C.C. **Aspectos bioecológicos sobre a mosca-das-cucurbitáceas-sul-americana *Anastrepha grandis* (Diptera: Tephritidae)**. 2012. 74f. (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, São Paulo, 2012. Disponível em: < http://www.biologico.sp.gov.br/pos_graduacao/pdf/2012/mario.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2014.

LOWER, R.L.; EDWARDS, M.D. Cucumber breeding. In: BASSET, M. J. **Breeding Vegetable Crops**. Westport: Avi, 1986. p. 173-207.

MACHADO, A.E.; SALLES, L.A.B.; LOECK, A. Exigências térmicas de Anastrepha fraterculus (Wied.) e estimativa do número de gerações anuais em Pelotas, RS. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 573-578, 1995.

MALAVASI, A.; BARROS, M.D. Comportamento sexual e de oviposição em moscas-das-frutas (Tephritidae). In: SOUZA, H.M.L. de. **Moscas-das-frutas no Brasil**, Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 25-53.

MALAVASI, A.; MORGANTE J.S.; ZUCCHI, R.A. Biologia de "moscas-das-frutas" (Diptera: Tephritidae): lista de hospedeiros e ocorrência. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 40, p. 9-16, 1980.

MOHR, H.C. Watermelon breeding. In: BASSET, M.J. **Breeding vegetable crops**. Westport: Avi, 1986. p. 37-66.

NAAPO. Phytosanitary Alert System. **Outbreak of *Anastrepha grandis* (South American cucurbit fruit fly) in Panama**. 2009. Disponível em: <http://www.pestalert.org/viewNewsAlert.cfm?naid=76>. Acesso em: 20 fev. 2013.

NASCIMENTO, A.; MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S. Programa de monitoramento de *Anastrepha grandis* (Macquart, 1845) (Diptera: Tephritidae) e aspectos de sua biologia. In: SOUZA, H.M.L de. **Moscas das Frutas no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1988.

NORRBOM, A.L. **Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Diptera: Tephritidae: Toxotrypani)**, Diptera Data Dissemination Disk 2. USDA-APHIS, Washington, DC. 2000.

NORRBOM, A.L.; KIM C.K. **A list of reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae)**. U.S. Department of Agriculture, APHIS (PPQ). 1988, 144 p.

NUNES, A.M.; COSTA, K.Z.; FAGGIONI, K.M.; COSTA, M.L.Z.; GONCALVES, R.S.; WALDER, J.M.M.; GARCIA, M.S.; NAVA, D.E. Dietas artificiais para a criação de larvas e adultos da mosca-das-frutas sul-americana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1-6, 2013.

OAKLEY, R.G. **Fruit flies (Tephritidae). Manual of Foreign Plant Pest for Fruit Flies.** Part 3. 1950. p. 167-246.

PARANHOS, B.A.J. Moscas-das-frutas que oferecem riscos à fruticultura brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA, **Anais do Simpósio Internacional de Vitivinicultura**, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE. 2008.

PEREIRA-RÊGO, D.R.G.; JAHNKE, S.M.; REDAELLI, L.R.; SCHAFFER, N. Variação na infestação de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitismo em diferentes fases de frutificação em mirtaceas nativas no Rio Grande do Sul. **EntomoBrasilis**, v. 6, p. 141-145, 2013. Disponível em: <http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/viewFile/ebrasilis.v6i2.259/239>. Acesso em: 23 abr. 2014.

PETERS, TM.; BARBOSA, P. Influence of populations density on size, fecundity, and development rate of insects in culture. **Annual Review of Entomology**, v. 22, p. 431-450, 1977.

PICANÇO, M.; GUSMÃO, M.R.; GALVAN, T.L. Manejo integrado de pragas de hortaliças. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado: doenças, pragas e plantas daninhas.** Viçosa: UFV, 2000. p. 275-324.

PIMENTEL-GOMES, F. **Estatística Experimental.** 15.ed. Piracicaba. Universidade de São Paulo: Fealq, 2009. 451 p.

QUEIRÓZ, M.A. Germoplasma de cucurbitáceas no Brasil. In: 51° CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. Viçosa, Minas Gerais. **Horticultura Brasileira,**

v. 29, n. 2, 2011. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_5/Manoel_Ab%C3%ADlio_Germoplasma_Cucurbitaceas_Brasil.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2013.

REZENDE, G. M de.; DIAS, R.C.S.; COSTA, N.D. **Sistema de Produção de Melancia: Cima**. Embrapa Semiárido, Sistemas de Produção, n° 6, 2010. Disponível em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/clima.htm>. Acesso em: 27 mar. 2014.

ROSSI, M.M.; MATIOLI, J.C.; BUENO, V.H.P. Principais espécies de moscas-das-frutas (Diptera Tephritidae) e sua dinâmica populacional em pessegueiros na região de Caldas, Sul de Minas Gerais. **Revista de Agricultura**, v. 63, p. 329-342, 1988.

SAS INSTITUTE. SAS System – SAS/STAT. computer program, version 9.2. By SAS Institute, Cary, NC, 2002.

SCHLOTTFELDT, C.S. Insetos encontrados em plantas cultivadas e comuns. **Revista Ceres**, v. 6, p. 52-65, 1944.

SILVA, J.G. **Biologia e Comportamento de *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Diptera: Tephritidae)**. 1991. 135f . (Mestrado em Biologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

SILVA, J.G.; MALAVASI, A. The status of honeydew melon as a host of *Anastrepha grandis* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 76, p. 516-519. 1993a.

SILVA, J.G.; MALAVASI, A. Mating and oviposition behaviour of *Anastrepha grandis* in laboratory, In: ALUJA, M.; LIEDO, P. **Fruit Flies: Biology and Management**. New York: Springer-Verlag, 1993b. p. 181-184.

SILVA, J.G.; MALAVASI, A. Life cycle of *Anastrepha grandis*. In: McPHERON, B.A.; STECK, G.J. **Fruit fly pests: a world assessment of their biology and management**. Delray Beach: St. Lucie Press, 1996. p. 347-35.

SILVA, R.A. da; NASCIMENTO, D.B. do; DEUS, E. da G. de; SOUZA, G.D. de; OLIVEIRA, L.P.S. de. Hospedeiros e parasitóides de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em Itaubal do Piririm, Estado do Amapá, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, p.

557-560, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n2/a41v37n2.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2014.

SILVEIRA, L.M.; QUEIRÓZ, M.A; LIMA, J.A. de A.; NASCIMENTO, A.Q.; LIMA NETO, I.S. Levantamento sorológico de vírus em espécies de cucurbitáceas na região do submédio São Francisco, Brasil. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, p. 111-114, 2009. Disponível em : < http://www.scielo.br/pdf/tpp/v34n2/v34n2a08>. Acesso em: 15 abr. 2014.

STONE, A. **The fruit flies of the genus *Anastrepha***. En: USDA Miscellaneous Publications 493. Washington, DC. 1942, p. 112.

TAUFER, M.; NASCIMENTO, J.C. do; CRUZ, I.B.M. da; OLIVEIRA, A.K. de. Efeito da temperatura na maturação ovariana e longevidade de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, p. 639-648, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aseb/v29n4/v29n4a03.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2014.

VELOSO, V.R.S.; PEREIRA, A.F.; RABELO, L.R.S.; CAIXETA, C.V.D.; FERREIRA, G.A. Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) no Estado de Goiás: ocorrência e distribuição. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 357-367, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v42n3/a15v42n3.pdf> Acesso em: 20 abr. 2014

UCHÔA-FERNANDES, M.A.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas nos estados brasileiros: Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos. 2000. 327 p.

WHITAKER, T.W.; DAVIS, G.N. **Cucurbits: botany, cultivation and utilization**. New York: Interscience, 1962. 250p.

WHITAKER, T.W.; ROBINSON, R.W. Squash breeding. In. BASSET, M. J. **Breeding vegetable crops**. Westport: Avi, 1986, p. 209-242.

ZAHLER, P.M. Moscas-das-frutas em três pomares do Distrito Federal: levantamento de espécies e flutuação populacional. **Ciência e Cultura, v.** 42, p. 177-182, 1990.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Hollos, 2000a. 327 p.

ZUCCHI, R.A. Espécies de *Anastrepha*, sinonímias e plantas hospedeiras e parasitóides. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Hollos, 2000b. 327 p.

ZUCCHI, R.A. **Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids.** 2008. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>. Acesso em: 30 jul. 2014.