

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Dissertação

Biologia de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Dip.: Tephritidae) em pêssegos de cultivares de diferentes ciclos de maturação e efeito de óleo de nim sobre adultos de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Dip.: Tephritidae)

Heitor Lisbôa

Pelotas, 2013

HEITOR LISBÔA

**Biologia de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Dip.:
Tephritidae) em pêssegos de cultivares de diferentes ciclos de
maturação e efeito de óleo de nim sobre adultos de *Ceratitis capitata*
(Wiedemann, 1824) (Dip.: Tephritidae)**

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

Orientador: Dr. Dori Edson Nava

Co-orientador: Dr. Uemerson Silva da Cunha

Pelotas, 2013

Banca Examinadora:

Dr. Dori Edson Nava (Orientador)

Dra. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa

Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes

Dr. Paulo Bretanha Ribeiro

A minha mãe, Adriane pelo amor, educação, apoio e incentivo em todos os momentos.

Ao meu tio, José Leonardo.

À minha esposa Joseane pelo carinho, amor e compreensão.

Ofereço e Dedico

Agradecimentos

Aos meus avós que me ensinaram a sempre correr atrás de meus objetivos e nunca desistir frente às dificuldades encontradas;

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

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

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

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

A minha família, em especial a minha mãe Adriane e tios José Leonardo e Maria Francisca pelo afeto, amor, incentivo e apoio, também pelo exemplo de caráter e humildade;

Aos meus sogros, Izoleide Maciel Viana e Marco Antônio da Silva Viana pelo exemplo de fé e dedicação a família;

A minha esposa Joseane Maciel Viana, pela compreensão, apoio, amor e dedicação;

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

Ao Dr. Uemerson Silva da Cunha, professor no Departamento de Fitossanidade da FAEM/UFPEL, pela orientação, paciência e ensinamentos no decorrer da Graduação e Pós-Graduação;

A pesquisadora da Embrapa Clima Temperado Dra. Maria do Carmo Bassols Raseira por disponibilizar o material para a realização dos experimentos.

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

Aos amigos de Pós-graduação Rafael da Silva Gonçalves, Raul da Cunha Borges Filho, Sônia Poncio, Adrise Medeiros Nunes, Sandro Daniel Nörnberg, Gabriela Inés Diez-Rodríguez, João Rosado, Anderson Bolzan e Naymã Dias pelos diversos momentos bons que passamos juntos;

Aos bolsistas e estagiários do Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado Lucas Kuhn Hübner, Laísa Boechel Barcelos, Helter Carlos Pereira, Anaise Rodales, Tiago Scheunemann, Francisco Cardoso Canez Neto, Alexandre Zandoná Bisognin, Vinícius Zimmer e Ricardo Marangon, pela convivência, companheirismo e momentos de descontração, especialmente ao Felipe Andrezza pelo esforço, responsabilidade e empenho para a realização deste trabalho;

Aos meus amigos Renata Salvador Louzada, Mateus Silva da Silva, Rafael da Silva Gonçalves, Daiane Hellving Zarnott, Maicon Bisognin e Otaviano Maciel Carvalho Silva, pelos grandes momentos;

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

Resumo

LISBOA, H. **Biologia de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Dip.: Tephritidae) em pêssegos de cultivares de diferentes ciclos de maturação e efeito de óleo de nim sobre adultos de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Dip.: Tephritidae).** 2013. 59f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O pessegueiro pode ser atacado por diversas espécies de insetos e ácaros que causam danos em folhas, ramos e frutos. Dentre esses artrópodes, a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é considerada a praga mais importante da cultura no Brasil e a mais temida pelos produtores demandando controle sistemático para viabilizar a produção. Além das moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* outra praga importante é a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), sendo que juntas constituem um dos principais problemas fitossanitários da fruticultura brasileira. Tradicionalmente, o controle das moscas-das-frutas tem sido feito por meio de iscas tóxicas compostas de proteína hidrolisada associada a um inseticida e também pelo uso de produtos químicos aplicados em cobertura. No entanto, diante das exigências do mercado consumidor, novas alternativas de controle estão sendo estudadas como a procura por genótipos de pessegueiro que apresentem algum nível de resistência e a utilização de inseticidas botânicos. Desta forma o trabalho teve como objetivos: a) conhecer a preferência para oviposição e desenvolvimento de *A. fraterculus* em pêssegos de cultivares de diferentes ciclos de maturação; e, b) determinar o efeito da ingestão de óleo de nim e sua ação repelente sobre adultos de mosca-do-mediterrâneo *C. capitata*. Os experimentos foram realizados em laboratório em condições controladas de temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotofase (12 horas). Frutos de pessegueiro de ciclos médio e tardio são igualmente infestados em testes de confinamento como de livre escolha, embora haja uma variação no número de pupários nas diferentes cultivares. As cultivares Maciel (ciclo médio) e Capdeboscque (ciclo tardio) apresentaram períodos de pré-oviposição e oviposição bastante próximos, porém menor número de pupas e baixa fecundidade, podendo determinar assim uma possível resistência do tipo antixenose. Para os ensaios relacionados à utilização do óleo de nim definiu-se que a ingestão por adultos de *Ceratitis capitata* do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L), nas diferentes concentrações testadas, afetou a fecundidade, a fertilidade e a longevidade de machos. O produto Azamax[®], na concentração de 1% possui ação de repelência para oviposição de *C. capitata*, menores viabilidades de larva e pupa e menor número de pupários obtidos, sendo mais bem definido no teste de confinamento.

Além disto, apresenta possível ação de profundidade quando testado sobre *C. capitata*, já que afetou o seu desenvolvimento larval.

Palavras-chave: mosca-das-frutas sul-americana, mosca-do-mediterrâneo, biologia, óleo de nim.

Abstract

LISBOA, H. **Biology of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Dip: Tephritidae) in peaches in cultures of different maturity cycles and the effect of neem oil on adults of the *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Dip: Tephritidae).** 2013. 59f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The peach can be attacked by several species of insects and mites which cause damage to leaves, stems and fruit. Among these arthropods, the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) is known as the most important pest to the Brazil fruit culture and the most feared by farmers demanding systematic control to enable production. Besides the *Anastrepha* flies, another important pest is the mediterranean fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), which together represent two of the major phytosanity problems of Brazilian fruit culture. Traditionally, the control of fruit-flies have been done by toxic baits made with hydrolyzed protein associated to insecticides and the use of chemical products applied on the top. However, given the demands of the consumer market, new control alternatives are being studied as the searching for peach genotypes which have some level of resistance and the use of botanical insecticides. Thus, this study aimed to: a) identify the *A. fraterculus* oviposition preference and development in peaches in cultivars of different maturity cycles; and b) determine the repellent action of neem oil ingestion and its repellent action in mediterranean adult fly. The experiments were done in the laboratory under controlled conditions of temperature (25 ± 2 ° C), humidity ($70 \pm 10\%$) and photoperiod (12 hours). Peach fruit of medium and late cycles are equally infested on confinement as in free choice tests, although there is a variation in the pupae quantity in different cultivars. Maciel (mid cycle) and Capdeboscque (late cycle) cultivars presented pre-oviposition and oviposition periods quite close, but smaller pupae quantity and reduced fecundity, and may thus determine a possible mechanism of resistance called antixenosis. . For the work among the usage of neem oil, it presented the ingestion of Azamax[®] product (Azadirachtin A/B 12g/ L) for *Ceratitis capitata* adults, at different concentrations tested, affected the fecundity, fertility and longevity of males. The Azamax[®] product at a concentration of 1% has *C. capitata* oviposition repellent action, larvae and pupae lower viability and reduced pupae quantity, being better defined in the confinement test. Furthermore, it presented possible depth action when tested on *C. capitata*, since it has affected its larval development.

Keywords: Fruit fly, South American, mediterranean fly, biology, neem oil.

Lista de Figuras

Artigo 1

- Figura 1 Curvas de sobrevivência de machos (A) e fêmeas (B) de *Anastrepha fraterculus* criados durante a fase larval em pêssegos de ciclos médio e tardio de maturação. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....36

Artigo 2

- Figura 1 Curvas de longevidade de machos (A) e fêmeas (B) de *Ceratitis capitata* no experimento de ação pela ingestão do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L). Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....55

Lista de Tabelas

Artigo 1

- Tabela 1 Porcentagem de infestação de pêsego em experimentos com chance de escolha e de confinamento para determinação de preferência de oviposição em frutos de ciclo médio e tardio. Temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....33
- Tabela 2 Número de pupas por pêsego em teste de livre escolha e confinamento. Temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....33
- Tabela 3 Valores médios (\pm erro padrão da média) dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criadas nos diferentes frutos de pessegueiro de ciclos médio e tardio de maturação. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....34
- Tabela 4 Valores médios (\pm erro padrão da média) dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criada na fase larval nos diferentes frutos de pessegueiro de ciclos médio e tardio de maturação. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....35

Artigo 2

- Tabela 1 Ação do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L) em diferentes concentrações quando ingerido por adultos de *Ceratitis capitata* em laboratório. Temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR de $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....52
- Tabela 2 Ação de repelência do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L) na concentração de 1% para oviposição de *Ceratitis capitata* em testes de confinamento e de livre escolha em condições de laboratório. Temperatura $25 + 2^{\circ}\text{C}$; UR de $75 + 10\%$ e fotofase de 12 horas.....53
- Tabela 3 Ação de profundidade do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L) à concentração de 1% sobre *Ceratitis capitata* em laboratório. Temperatura $25 + 2^{\circ}\text{C}$; UR de $75 + 10\%$ e fotofase de 12 horas.....54

Sumário

1 – Introdução Geral.....	13
2 - Artigo 1 - Preferência para oviposição e desenvolvimento de <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann, 1830) (Dip.: Tephritidae) em pêsegos de diferentes ciclos de maturação.....	16
Resumo	16
Abstract	17
Introdução.....	18
Material e Métodos	20
Resultados e Discussão	24
Conclusões.....	28
Referências	29
3 - Artigo 2 - Efeito do óleo de nim sobre adultos de <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1824) (Dip.: Tephritidae).....	38
Resumo	38
Abstract	39
Introdução.....	39
Material e Métodos	42
Resultados e Discussão	45
Conclusões.....	47
Referências	48
4 - Conclusões.....	56
5 - Referências Gerais.....	58

1 – Introdução Geral

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

No Estado do Rio Grande do Sul, o município de Pelotas é o principal pólo produtor de pêssego (*Prunus persica* (L.) Batsch) (Rosaceae), concentrando 85% da produção nacional de pêssego para a indústria, o que corresponde a 40 milhões de latas do produto por ano. Para o cultivo dessa frutífera torna-se necessário o controle de insetos praga, em vista do grande entrave de ordem fitossanitária que estes podem vir a causar, podendo em alguns casos inviabilizar o sistema de cultivo (MEDEIROS; RASEIRA, 1998). Dentre os insetos que causam danos ao pessegueiro destacam-se as moscas-das-frutas, sendo que a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é considerada a praga mais importante da cultura no Brasil e a mais temida pelos produtores demandando controle sistemático para viabilizar a produção (RUPP et al. 2006). Além dessa espécie, pomares de pessegueiro dos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais são atacados também pela mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera:Tephritidae), considerada a espécie de moscas-das-frutas mais cosmopolita do mundo (NAVA; BOTTON, 2010).

As moscas-das-frutas possuem ampla distribuição geográfica, sendo que para o Brasil são conhecidas mais de 80 espécies hospedeiras distribuídas em diversas famílias botânicas (ZUCCHI, 2008). Na região Sul, *A. fraterculus* desenvolve-se em diversas frutíferas, destacando-se o pessegueiro, a ameixeira [*Prunus domestica* Linnaeus, 1753 (Rosaceae)], a macieira [*Pyrus malus* L. (Rosaceae)], a videira [*Vitis vinifera* L. (Vitaceae)] e o citros [*Citrus* spp. (Rutaceae)], podendo inviabilizar a produção, caso medidas de controle não sejam adotadas (SALLES; KOVALESKI, 1990; SALLES, 1995; GARCIA et al. 2003; ZART et al. 2011; NUNES et al. 2012).

Os programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) em fruticultura têm incentivado o uso de vários métodos e táticas de controle, como os métodos culturais, uso de atrativos, resistência varietal e controle biológico, que devem ser utilizados com o intuito de reduzir a densidade populacional das moscas-das-frutas e favorecer o aumento da população de seus inimigos naturais, minimizando assim, os desequilíbrios ecológicos (CARVALHO et al. 2000). O emprego de resistência genética varietal no controle de pragas é considerado ideal, uma vez que as

populações de insetos podem ser mantidas em níveis inferiores ao de dano econômico sem causar distúrbios ou poluição ao ambiente e sem trazer ônus adicional ao agricultor, podendo ser utilizada em associação com outros métodos de controle. Estudos com esse propósito verificaram que a identificação de genótipos portadores de resistência às moscas-das-frutas e o uso das variedades suscetíveis como planta-armadilha na periferia dos pomares são de grande utilidade para o MIP destes insetos-praga (BRANCO et al. 2000).

Mais recentemente, pesquisas voltadas para estudar o potencial dos inseticidas botânicos tem se intensificado com o objetivo de reduzir as contaminações aos frutos e aos próprios produtores. Entre esses produtos os óleos e extratos de plantas, principalmente os obtidos de espécies de Meliaceae, como o nim extraído da *Azadirachta indica* A. Juss. e o cinamomo proveniente da *Melia azedarach* L., se destacam pelas propriedades inseticidas (SCHMUTTERER, 1990; VENDRAMIN; SCAMPINI, 1997; MORDUE (LUNTZ); NISBET, 2000). Mais de 540 espécies de insetos, incluindo todas as pragas-chave da agricultura apresentam distúrbios comportamentais e fisiológicos quando expostos ao nim (SCHMUTTERER; SINGH, 2002). Neste contexto, torna-se cada vez mais necessário estudar métodos alternativos de controle de moscas-das-frutas, a fim de evitar o uso indiscriminado do controle químico na fruticultura. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivos: a) determinar a preferência para oviposição e desenvolvimento de *A. fraterculus* em pêssegos de cultivares de diferentes ciclos de maturação; e, b) conhecer o efeito da ingestão de óleo de nim e sua ação repelente sobre adultos de *C. capitata*.

ARTIGO 1 – Revista Ciência Rural

Artigo 1

Preferência para oviposição e desenvolvimento de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Dip.: Tephritidae) em pêssegos de cultivares de diferentes ciclos de maturação

Heitor Lisbôa⁽¹⁾, Ricardo Alexandre Valgas⁽²⁾, Felipe Andreazza⁽¹⁾, Uemerson Silva da Cunha⁽¹⁾, Dori Edson Nava⁽²⁾

Resumo - *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é uma das principais pragas da fruticultura no Brasil. Os danos provocados pelo inseto se refletem em perdas na produção e dificuldades para exportação de frutas em razão de barreiras quarentenárias impostas pelos países importadores. Considerando-se que o controle é realizado predominantemente com produtos químicos que podem acarretar problemas de contaminação ambiental, na saúde humana, além de problemas sociais e econômicos, torna-se necessário o estabelecimento de técnicas alternativas de controle. O objetivo desse trabalho foi conhecer a preferência para oviposição e desenvolvimento de *A. fraterculus* em pêssegos de cultivares diferenciadas quanto ao ciclo de maturação. Foram determinados os parâmetros

⁽¹⁾Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitossanidade, Caixa Postal 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: heitorlisboa@hotmail.com Autor para correspondência.

⁽²⁾Embrapa Clima Temperado, BR 392, KM 78, Caixa Postal 403, CEP: 96001-970, Pelotas, RS, Brasil.

biológicos das fases imaturas e dos adultos em condições controladas de temperatura ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($70\pm 10\%$) e fotofase (12 horas). *A. fraterculus* completou o ciclo biológico nas cinco cultivares estudadas. Frutos de pessegueiro de ciclos médio e tardio são igualmente infestados em testes de confinamento como de livre escolha, embora haja uma variação no número de pupários nas diferentes cultivares. As cultivares Maciel (ciclo médio) e Capdeboscque (ciclo tardio) apresentaram períodos de pré-oviposição e oviposição bastante próximos, porém menor número de pupas e baixa fecundidade, podendo determinar assim uma possível resistência do tipo antixenose.

Palavras-chave: Mosca-das-frutas, pessegueiro, biologia, resistência, antixenose.

Oviposition preference and *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) development in peaches in cultivars of different maturity cycles

Abstract - *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) is one of the major pests of fruit culture in Brazil. The fruit flies damages cause production loss and difficulties in exporting fruits, due to quarantine barriers imposed by the importing countries. Considering that the control is carried out predominantly with chemical products which can lead to problems of environmental contamination, human health, and social and economic problems, it becomes necessary to set up alternative control methods. The aim of this study was to identify the oviposition preference and *A. fraterculus* development in different cultivars of peaches regarding maturity cycle. Were determined the biological parameters of the immature stages and adults under controlled conditions of temperature ($25 + 2^{\circ}\text{C}$), humidity ($70 + 10\%$) and photoperiod (12 hours). *A. fraterculus* completed its life cycle in the five studied cultivars. Peach fruit of medium and late cycles are equally infested on confinement as in free choice tests, although there is a variation in the pupae quantity in

different cultivars. Maciel (mid cycle) and Capdeboscque (late cycle) cultivars presented pre-oviposition and oviposition phases quite close, but smaller pupae quantity and reduced fecundity, and may thus determine a possible mechanism of resistance called antixenosis.

Keywords: Fruit fly, peach tree, biology, resistance, antixenosis.

Introdução

O Brasil é um dos países com maior potencialidade para o desenvolvimento da fruticultura, devido principalmente à disponibilidade de áreas e as condições edafoclimáticas favoráveis para o seu cultivo (AGRIANUAL, 2012). Atualmente, o País ocupa a terceira posição como maior produtor mundial de frutas, com uma área de 2.260 milhões de hectares e colheita de 43.112 milhões de toneladas (IBRAF, 2013).

Dentre estas frutíferas, o pêsego [*Prunus persica* (L.) Batsch, Rosaceae] é uma das frutas mais apreciadas no mundo, sendo a 8ª frutífera mais produzida em nível mundial, com 15,4 milhões de toneladas em uma área de 1,4 milhões de hectares. A China é o maior produtor mundial, com cerca de 63% de participação na oferta global, enquanto os Estados Unidos da América (EUA) e a União Europeia somam 32% da produção. Na América do Sul destaca-se o Chile, com 2% na produção mundial, seguido da Argentina e Brasil, que contribuem com 1,8 e 1,4%, respectivamente (AGRIANUAL, 2013).

No Brasil, a produção concentra-se nas regiões Sul e Sudeste em uma área de cultivo, próxima de 22.000 hectares. O Estado do Rio Grande do Sul (RS) se destaca como maior produtor nacional, detendo aproximadamente 77% da área cultivada e uma produção de 141.000 toneladas (AGRIANUAL, 2012). O Estado é o principal polo produtor de frutas de caroço do Brasil, com destaque para os municípios de Pelotas, Canguçu, Morro Redondo, Piratini e Cerrito, localizados na Metade Sul do RS. Nesta região, se encontra o principal

centro produtor de pêssego em calda do Brasil e representa 85% da produção nacional, o que corresponde a 40 milhões de latas do produto por ano. Dentre os principais problemas associados à persicultura na região, destaca-se a ocorrência de insetos-praga, em vista do grande entrave de ordem fitossanitária que estes podem vir a causar, podendo em alguns casos inviabilizar o sistema de cultivo (NAVA & BOTTON, 2010). Dentre os insetos-praga a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) pode ser considerada praga de importância econômica, já que causa danos diretos nos frutos, tanto pelas fêmeas, que os perfuram para realizar a punctura, como pelas larvas, que consomem a polpa, podendo provocar perda total se medidas de controle não forem implementadas (CHRISTENSON & FOOTE, 1960; NORA & SUGIURA, 2001).

A mosca-das-frutas sul-americana é de origem neotropical, ocorrendo do Sul dos Estados Unidos da América (EUA) ao Norte da Argentina (MALAVASI et al. 2000). No Brasil é praga-chave de várias frutíferas comerciais e nativas nos Estados do Sul e Sudeste. No RS e em Santa Catarina, *A. fraterculus* é a espécie predominante, sendo que para o RS a mesma representa cerca de 95% das espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas nos pomares (SALLES & KOVALESKI, 1990; SALLES, 1995; NORA et al. 2000; GARCIA & LARA, 2006; NUNES et al. 2012).

Os programas de manejo integrado de pragas (MIP) em fruticultura têm incentivado o uso de vários métodos e táticas de controle, como os métodos culturais, uso de atrativos, resistência varietal e o controle biológico, que devem ser utilizados com o intuito de reduzir a densidade populacional das moscas-das-frutas e favorecer o aumento da população de seus inimigos naturais, minimizando assim, os desequilíbrios ecológicos (CARVALHO et al. 2000). Com base nessas informações torna-se possível estabelecer uma estratégia de manejo e diminuir a utilização de agrotóxicos.

O emprego de resistência genética varietal no controle de pragas é considerado ideal, uma vez que as populações de insetos podem ser mantidas em níveis inferiores ao de dano econômico sem causar distúrbios ou poluição ao ambiente e sem trazer ônus adicional ao agricultor, podendo ser utilizada em associação com outros métodos de controle LARA (1991). Estudos com esse propósito verificaram que a identificação de genótipos portadores de resistência às moscas-das-frutas e o uso de cultivares suscetíveis como planta-armadilha na periferia dos pomares são de grande utilidade para o MIP destes insetos-praga (BRANCO et al. 2000).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi estudar a preferência para oviposição e o desenvolvimento de *A. fraterculus* em pêssegos de diferentes ciclos de maturação, visando obter informações para subsidiar estudos relacionados a programas de controle.

Material e Métodos

Obtenção dos frutos. Foram selecionados três cultivares de pessegueiros de ciclo médio (Jade, Ametista e Maciel) e duas de ciclo tardio (Capdeboscque e Olímpia) do Banco de Germoplasma da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) / Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas-RS. Todos os frutos utilizados nos experimentos foram ensacados, cerca de 45 dias antes da colheita utilizando-se uma estrutura de arame envolta com saco de *voile* e amarrado nas pontas, a fim de evitar a infestação natural com moscas-das-frutas ou outros insetos.

Criação de *A. fraterculus*. As moscas utilizadas nos experimentos foram obtidas da criação de manutenção, realizada em frutos de mamão papaia *Carica papaya* Linnaeus, 1753 (Caricaceae), conforme descrito por MACHOTA JR. et al. (2010). Os insetos foram mantidos em condições controladas de temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Os mamões foram deixados em contato com as moscas para a oviposição por um período de 24 horas, quando foram retirados e acondicionados em recipientes plásticos (11,0 x 12,0 x 19,0 cm) coberto com TNT (tecido não tecido) para permitir aeração. Nos recipientes foi colocada uma camada de vermiculita de textura fina para absorver o excesso de umidade e servir como local de pupação. Em seguida, os pupários foram colocados em placas de Petri (100 x 15 mm) contendo vermiculita umedecida, onde permaneceram até a emergência dos adultos de *A. fraterculus*. Por ocasião da emergência, os insetos foram mantidos em gaiolas de madeira (50,0 x 50,0 x 40,0 cm) revestidas com tecido *voile*, contendo uma abertura lateral por onde foram introduzidos os insetos, o alimento e por onde foi realizada a manutenção da criação, desde a limpeza até a troca do alimento e água. Para a alimentação dos adultos foi oferecida uma dieta sólida a base de levedura de cerveja, germe de trigo e açúcar refinado na proporção de 1:1:3, respectivamente, em uma placa de Petri (9,0 cm de diâmetro). Além desta dieta foi ofertado açúcar refinado em uma placa de Petri (7,0 cm de diâmetro) e água destilada em um recipiente plástico (23 mL) por meio de capilaridade através de algodão hidrófilo.

Preferência para oviposição. Frutos das cultivares de ciclo médio e tardio foram utilizados em experimento de livre escolha e confinamento. Para o experimento de livre escolha foram utilizadas seis gaiolas de madeira (50,0 x 50,0 x 40,0 cm) com 144 fêmeas de *A. fraterculus* por gaiola com 15 dias de idade, onde foram colocados quatro frutos de cada cultivar, por um período de 24 horas. Após, os frutos foram individualizados em recipientes plásticos (15 x 10 cm), sobre uma camada de vermiculita de textura fina para a absorção do excesso de umidade, e assim, evitar contaminações. Os recipientes foram fechados com TNT e amarrado com atilho de borracha. Após o décimo dia, os frutos foram revisados diariamente para a retirada dos pupários, os quais foram pesados em balança analítica de precisão 24 horas após serem coletadas e em seguida individualizadas em tubos de acrílico (2,5 x 4,8 x 2,5 cm), contendo vermiculita de textura fina e úmida, onde permaneceram até a emergência dos

adultos. Todos os frutos foram avaliados diariamente para determinar quais estavam infestados e quais não estavam. De posse desses resultados foi possível determinar o número de frutos infestados e o número de pupários por fruto. Para o experimento em confinamento foram utilizadas as mesmas seis gaiolas de madeira (50,0 x 50,0 x 40,0 cm) com 144 fêmeas de *A. fraterculus* por gaiola com 15 dias de idade, sendo formadas duas gaiolas para cada cultivar de ciclo médio, onde foram colocados 12 frutos de uma única cultivar em cada gaiola, por um período de 24 horas. Em seguida os frutos foram individualizados e avaliados conforme metodologia descrita para o teste com chance de escolha.

Desenvolvimento de *A. fraterculus*. Após a realização dos testes de confinamento e de livre escolha, os frutos foram utilizados para determinar o desenvolvimento de *A. fraterculus* nas cultivares de pessegueiro. Foram determinados a duração do período ovo-larva, 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: $rs = \text{fêmea}/(\text{fêmea} + \text{macho})$.

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

A fecundidade foi determinada por meio da utilização de frutos artificiais, preparados com 75,0 mL de suco de amora, 14,0 g de ágar, 4,0 mL de metilparahidroxibenzoato

(Nipagin®) e 350 mL de água destilada, conforme descrito por SALLES (1992). Após a mistura destes ingredientes em temperatura de ebulição, a solução foi vertida em bandejas de formato oval e, após solidificar, foram envoltos em filme plástico (Parafilm®), para evitar o contato direto da mosca com os ingredientes constituintes dos mesmos. Esses substratos de posturas foram oferecidos às fêmeas de *A. fraterculus* e substituídos diariamente, para a determinação da fecundidade.

Para a avaliação da fertilidade foram utilizados 20 ovos da segunda ou terceira oviposição de cada casal. Os ovos foram retirados dos frutos artificiais, com auxílio de uma lâmina cirúrgica e pincel, e colocados sobre papel filtro previamente disposto sobre algodão umedecido, no interior de placas de Petri, envoltas com filme de PVC e mantidas em câmara climatizada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$). Diariamente realizou-se a contagem e retirada das larvas eclodidas, avaliando-se assim a fertilidade. Os experimentos de biologia foram realizados em condições controladas de temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Análise estatística. Os dados referentes à duração dos períodos de ovo-larva, ovo-adulto, pré-oviposição e oviposição, estágio de pupa e longevidade de machos e fêmeas foram analisados por meio do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013), através de técnicas de análise de sobrevivência. Para cada período foram determinadas as curvas de sobrevivência de cada tratamento considerando o estimador de Kaplan-Meier, e estas comparadas por meio do teste de *Logrank*. Os dados de viabilidade de pupa e razão sexual foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), baseado na distribuição binomial, segundo metodologia descrita por PIMENTEL-GOMES (2009). Para a fertilidade e peso de pupas os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Com relação aos dados referentes à variável, número de pupas, estes foram submetidos à análise de modelos lineares generalizados, por meio do procedimento

GENMOD do SAS (SAS INSTITUTE 9.2, 2002) e as médias de mínimos quadrados comparadas pelo teste Qui-quadrado ($p < 0,05$). Em relação à fecundidade no ciclo médio foi utilizado o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* (SIEGEL, 2006) e para o ciclo tardio o teste não paramétrico de *Wilcoxon* (COLOSSIMO, 2006).

Resultados e Discussão

Não foi observada interação entre cultivares de ciclo médio e tardio com os parâmetros índice de infestação e número de pupários por fruto. Para o índice de infestação (frutos infestados) de *A. fraterculus*, não foi observada diferença significativa para as diferentes cultivares de pêsego, variando de 66,67 a 83,33% e de 54,17 a 79,17% do total de frutos oferecidos para os experimentos em confinamento e livre escolha, respectivamente ($\chi^2 = 4,47$; gl = 4,0; p = 3,06) (Tabela 1), resultados semelhantes aos encontrados por ARAUJO & ZUCCHI (2003) que encontraram para goiaba níveis de infestação entre 35 e 118 pupários/kg, comprometendo em torno de 78 e 100% da produção.

. Entretanto, diferenças significativas foram observadas no número de pupas por fruto de pêsego ($\chi^2 = 55,65$; gl = 4; p = 0,001) (Tabela 2). No experimento de livre escolha o maior número de pupários foi obtido na cultivar Maciel, seguido das cultivares Ametista e Olímpia, Jade e Capdeboscque, enquanto no experimento de confinamento a maior quantidade de pupários foi observada nas cultivares Olímpia, seguida de Capdeboscque, Maciel, Jade e Ametista. Esses resultados demonstram que não há nitidamente uma preferência por cultivar e que provavelmente, o comportamento de infestação depende muito da população do inseto. Porém, na cultivar Ametista (ciclo médio) o número de pupas por fruto foi significativamente menor do que as demais cultivares, podendo representar uma resistência do tipo antibiose, onde o substrato alimentar afeta o desenvolvimento do inseto. Assim, novos estudos deverão ser realizados, já que em relação aos demais parâmetros os

resultados foram bastante semelhantes às demais cultivares, principalmente no que diz respeito à fecundidade, onde a cultivar Ametista apresentou os valores mais elevados, não podendo determinar se houve ou não resistência.

Todos hospedeiros utilizados neste trabalho permitiram o desenvolvimento larval de *A. fraterculus*. No entanto, as cultivares de ciclo médio (Jade, Ametista e Maciel) apresentaram um desenvolvimento larval mais rápido do que as de ciclo tardio (Capdeboscque e Olímpia) ($\chi^2 = 395,0$; gl = 4,0; p = 0,0) (Tabela 3). Em média, a duração do estágio larval nas cultivares tardias foi de 7 dias a mais do que as de ciclo médio. Embora, o estudo de biologia tenha sido realizado em épocas distintas, as condições ambientais foram às mesmas, indicando um possível efeito adverso das cultivares tardias sobre o desenvolvimento larval de *A. fraterculus*. Embora não existam dados de duração do estágio de larval em pêsego, os dados em outros hospedeiros indicam uma duração mais próxima dos dados de pêsego de ciclo médio, como os resultados encontrados em frutos de mamão (14,47 dias) por (NUNES, 2010) (Tabela 3).

Para o estágio de pupa os valores de duração variaram de 13,74 a 15,18 dias, nas diferentes cultivares testadas e não foi observado diferença significativa ($\chi^2 = 21,8$; gl = 4,0; p = 0,000215) (Tabela 3). A viabilidade pupal diferiu significativamente, sendo obtido uma menor viabilidade para larvas de *A. fraterculus* alimentadas com as cultivares de pêsego tardio. A viabilidade pupal de *A. fraterculus* quando criadas em cultivares de ciclo médio foram semelhantes aos resultados observados para maçã (80,52%) e mamão (87,98%) (NUNES, 2010). Já os resultados encontrados para as cultivares de ciclo tardio aproximaram-se dos encontrados por ZART (2008) onde em uva observou valores próximos de 60%. MARTINS (1986) observou que pupas obtidas a partir de larvas alimentadas em dieta com maior teor de umidade são afetadas de forma negativa quanto à viabilidade total nesta fase, não citando outras fontes de mortalidade, sendo assim, pode-se deduzir que as cultivares de

ciclo tardio apresentam maior teor de água em sua estrutura, porém necessitando de um estudo mais detalhado a respeito.

Em relação ao peso dos pupários foram encontrados valores maiores para os insetos criados nas cultivares Jade, Ametista e Maciel (ciclo médio) com valores próximos de 13 mg, sendo os menores valores encontrados para as cultivares Capdeboscque e Olímpia (ciclo tardio). Assim, pode-se concluir que as cultivares de ciclo médio propiciam um melhor desenvolvimento do que as de ciclo tardio, embora o peso também esteja relacionado ao número de pupários por fruto, e neste caso é maior nas cultivares de ciclo tardio (Tabela 3).

Para a duração do período ovo-adulto foram observadas diferenças significativas, sendo maiores nas cultivares de ciclo tardio do que as de ciclo médio ($\chi^2 = 208,4$; gl = 4,0; p = 0,00011) (Tabela 3). Esta diferença é resultado principalmente da duração da fase larval, já que para as demais fases os valores de duração foram próximos. Valores de duração do período ovo-adulto de *A. fraterculus* criada em outros hospedeiros, são próximos aos valores encontrados para as cultivares de ciclo médio. Tendo esses resultados como base é possível determinar as cultivares de ciclo médio apresentaram duração em torno de 35 dias enquanto que as cultivares de ciclo tardio apresentaram duração em torno de 42 dias, ambos superiores aos encontrados por NUNES (2010), que utilizando mamão como substrato alimentar relata valores para duração do período ovo-adulto próximos de 28 dias. Porém, com base nesses resultados pode-se observar que as cultivares de ciclo médio apresentaram resultados bem próximos dos encontrados por MACHADO et al. (1995); SALLES (1995), onde descreveram que na temperatura constante de 25 °C em dieta artificial, *A. fraterculus* completa seu ciclo biológico entre 30 e 32 dias.

Em relação ao estágio de ovo tanto as cultivares de ciclo médio quanto as de ciclo tardio não apresentaram diferenças significativas, variando de 5,0 a 5,5 dias entre as cinco cultivares ($\chi^2 = 1,9$; gl = 4,0; p = 0,752) (Tabela 3). Valores estes próximos aos dados

observados por GONZÁLEZ et al. (1971); MARTINS (1986); MACHADO (1993); ZART (2008); NUNES (2010).

Para o período de pré-oviposição observou-se que fêmeas de *A. fraterculus* criadas na cultivar Olímpia (ciclo tardio) apresentaram um maior período em relação as demais cultivares, cerca de 25 dias, diferindo entre si ($\chi^2 = 106,0$; gl = 4,0; p = 0,0) (Tabela 4). Porém, as cultivares Maciel (ciclo médio) e Capdeboscque (ciclo tardio) apresentaram o período de pré-oviposição semelhantes, o que pode ser considerado um indicativo de uma possível resistência do tipo antixenose, afetando a preferência do inseto para oviposição, não significando assim que essas cultivares foram mais suscetíveis, mas sim que as fêmeas levaram um maior período de tempo para realizarem a postura nas mesmas, teoria essa comprovada pelo menor número de pupas e baixa fecundidade encontrados nessas cultivares. Embora em todas as cultivares o período de pré-oviposição tenha ficado entre sete e 30 dias, conforme observado por SALLES (2000). Em relação ao período de oviposição a duração variou de 25,96 a 38,14 dias, sendo observado diferença significativa do valor registrado na cultivar Maciel em relação as demais ($\chi^2 = 40,6$; gl = 4,0; p = 0,00) (Tabela 4). Resultados esses superiores aos encontrados por ZART (2008) em uva (20 dias) e também para mamão (17 dias) e inferiores aos de maçã (40 dias) (NUNES, 2010).

A fecundidade também diferiu significativamente entre as cultivares testadas. Foi observado que para insetos oriundos de larvas criadas nas cultivares de ciclo médio apresentaram uma maior fecundidade em relação às de ciclo tardio, com exceção da cultivar Maciel em que a fecundidade foi próxima da cultivar Capdeboscque ($\chi^2 = 15,64$; gl = 4,0; p = 0,003) (Tabela 4). Esses valores em ambos os casos são superiores aos encontrados para insetos criados em dieta artificial (408,0 ovos) (SALLES, 2000), em mamão e maçã (NUNES, 2010) e em uva (ZART, 2008).

Para a longevidade observou-se que tanto nos machos quanto nas fêmeas, respectivamente, não foram observadas diferenças significativa ($\chi^2 = 4,4$; gl = 4,0; p = 0,353), ($\chi^2 = 1,7$; gl = 4,0; p = 0,786) (Figura 1). Foi possível observar que todos os valores encontrados foram próximos aos descritos por SALLES (1995), o qual determinou que adultos de *A. fraterculus* criados em dieta artificial a base de germe de trigo e levedura apresentaram uma longevidade de até 170 dias, porém valores superiores aos encontrados por JOACHIM-BRAVO et al. (2003), os quais encontraram uma longevidade em torno de 100 dias para machos e fêmeas de *A. fraterculus* provenientes de frutos de goiaba [*Psidium guajava* (Linnaeus, 1753) (Myrtaceae)].

Os valores de fertilidade diferiram significativamente entre os tratamentos, sendo menores na cultivar Olímpia, onde o valor ficou próximo de 55% ($\chi^2 = 0,426$; gl = 4,0; p = 0,0004) (Tabela 4). Para as demais cultivares, os valores variaram entre 77 a 81%. Em todas as cultivares, os valores foram inferior ao registrado para *A. fraterculus* criadas em mamão (86,85%) (NUNES, 2010).

Para o parâmetro razão sexual foi observado que todas as cultivares, independente do ciclo de desenvolvimento, não diferiram significativamente, ficando próximos de 0,50 ($\chi^2 = 0,083$; gl = 4,0; p = 3,04) (Tabela 4).

Conclusões

1 – Frutos de pessegueiro de ciclos médio e tardio são igualmente infestados em testes de confinamento como de livre escolha, embora haja uma variação no número de pupários nas diferentes cultivares.

2 – As cultivares Maciel (ciclo médio) e Capdeboscque (ciclo tardio) apresentaram períodos de pré-oviposição e oviposição bastante próximos, porém menor número de pupas e baixa fecundidade, podendo determinar assim uma possível resistência do tipo antixenose.

Agradecimentos

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

Referências

- AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2012. 402p.
- AGRIANUAL, Anuário da agricultura brasileira. Disponível em: <www.freshwap.net/681/dl/Agrianual+2013+Brasil> Acesso em: 10 jun. 2013.
- ARAÚJO, E.L.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-Frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava* L.), em Mossoró, RN. Arquivo Instituto Biológico, São Paulo, v. 70, n.1, p. 73-77, jan./mar., 2003.
- BRANCO, E. da S. et al. Resistência às moscas-das-frutas em frutíferas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto, Holos Editora, p.161-167, 2000.
- CARVALHO, R.S. et al. Controle biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.) **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto, Holos Editora, p.113-117, 2000.
- CHRISTENSON, L.D.; FOOTE, R.H. Biology of fruit flies. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v.5, p.171-192, 1960.
- COLOSSIMO, E. A. **Análise de sobrevivência aplicada**. / COLOSSIMO, E.A.; GIOLO, S.R.. – São Paulo: Edgard Blücher, 2006. p. 369.
- GARCIA, F.R.M.; LARA, D.B. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomar cítrico no município de Dionísio Cerqueira, Santa Catarina. Biotemas, v.19, n.3, p.65-70, 2006.

GONZÁLEZ J.B. et al. Estudios sobre la aplicación de la técnica de machos estériles en el control de la mosca sudamericana de la fruta, *Anastrepha fraterculus* (Wied). Revista Peruana de Entomología, Lima, v.14, n.1, p.66-86, 1971.

IBRAF. Instituto Brasileiro De Frutas. **Estrutura da produção brasileira**. Disponível em: <<http://www.ibraf@uol.com.br>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

JOACHIM-BRAVO, I.S. et al. Longevity and fecundity of four species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Neotropical Entomology, v. 32, p. 543-549, 2003.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2 ed. São Paulo: Ícone, p.336, 1991.

MACHADO, A.E. et al. Exigências térmicas de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) e estimativa do número de gerações anuais em Pelotas, RS. Anais Sociedade Entomológica do Brasil, v. 24, n. 3, p. 573-578, 1995.

MACHADO, A.E. **Hospedeiros, exigências térmicas e numero de gerações de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae) em Pelotas**. p.56, 1993, Dissertação (Mestrado em Fitossanidade). Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 1993.

MACHOTTA, R. et al. **Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Weid., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando o hospedeiro natural**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 22p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 15).

MALAVASI, A. et al. Biogeografia. In: **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.): Holos, Ribeirão Preto, Cap. 10 p. 93-98, 2000.

MARTINS, J.C. **Aspectos biológicos de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera-Tephritidae) em dieta artificial sob diferentes condições de laboratório**.1986. p.79. Dissertação (Mestrado), Departamento de Entomologia, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 1986.

NAVA, D.E. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro** / NAVA, D.E. E BOTTON, M. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29 p. – (Documentos, 315).

NORA, I. et al. Moscas-das-frutas nos Estados Brasileiros: Santa Catarina, p. 271-275. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (edit.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327 p., 2000.

NORA, I.; SUGIURA, T. Pragas da pereira. In: EPAGRI (Org), **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p.341, 2001.

NUNES, A.M. et al. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Rural*, v.42, p.6-12, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000100002>. Acesso em: 10 ago. 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782012000100002.

NUNES, A.M. **Moscas frugívoras (Tephritoidea), seus parasitóides e estudos bioecológicos de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) e *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2010. 94p. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, RS.

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

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

SALLES, L.A.B. Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana. Pelotas: Embrapa-CPACT, 60 p. 1995.

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

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

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

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

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento** / SIEGEL, S.; JOHN CASTELLAN Jr, N. Tradução Sara Ianda Correa Carmona. – 2. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 448.

ZART, M. **Bioecologia de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em videira**. 2008. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, SP.

Tabela 1 - Porcentagem de infestação de pêsego em experimentos com chance de escolha e de confinamento para determinação de preferência de oviposição em frutos de ciclo médio e tardio. Temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Cultivares	Nível de infestação (%)		
	Livre chance de escolha	Confinamento	CV (%)
Jade (ciclo médio)	70,83 ^{ns}	79,17 ns	7,86
Ametista (ciclo médio)	75,00	62,50	12,86
Maciel (ciclo médio)	70,83	70,83	0,00
Capdeboscque (ciclo tardio)	66,67	54,17	14,63
Olímpia (ciclo tardio)	83,33	58,33	24,96

^{ns} = não significativo.

CV = Coeficiente de variação.

Tabela 2 - Número de pupas por pêsego em teste de livre escolha e confinamento. Temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Cultivares	Número de pupas por fruto		
	Livre escolha	Confinamento	CV (%)
Jade (ciclo médio) ¹	19,53 \pm 4,42 c	21,05 \pm 4,59 b	5,30
Ametista (ciclo médio) ¹	24,06 \pm 4,90 b	14,93 \pm 3,86 c	33,12
Maciel (ciclo médio) ¹	29,89 \pm 5,47 a	20,94 \pm 4,58 b	24,90
Capdeboscque (ciclo tardio) ¹	16,44 \pm 4,05 d	21,62 \pm 4,65 b	19,25
Olímpia (ciclo tardio) ¹	23,40 \pm 4,84 b	25,36 \pm 5,04 a	0,12

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Qui-quadrado¹.

CV = Coeficiente de variação.

Tabela 1 - Valores médios (\pm erro padrão da média) dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criadas nos diferentes frutos de pessegueiro de ciclos médio e tardio de maturação. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Parâmetros biológicos	Cultivares					CV (%)
	Ciclo Médio			Ciclo Tardio		
	Jade	Ametista	Maciel	Capdeboscque	Olímpia	
Duração do estágio larval (dias) ¹	16,03 \pm 0,19 a (13,0 - 20,0)	16,68 \pm 0,08 a (9,0 - 18,0)	16,57 \pm 0,16 a (13,0 - 20,0)	23,79 \pm 0,34 b (18,0 - 34,0)	23,12 \pm 0,32 b (18,0 - 31,0)	20,09
Duração do estágio de pupa (dias) ¹	14,12 \pm 0,06 ^{ns} (9,0 - 15,0)	14,93 \pm 0,02 (9,0 - 15,0)	15,18 \pm 0,05 (11,0 - 17,0)	13,94 \pm 0,12 (7,0 - 17,0)	13,74 \pm 0,13 (7,0 - 17,0)	4,42
Peso de pupários (mg) ²	13,40 \pm 0,004 a (1,3 - 21,8)	13,30 \pm 0,003 a (1,5 - 23,3)	13,40 \pm 0,003 a (5,7 - 24,1)	8,80 \pm 0,002 b (1,0 - 17,8)	9,60 \pm 0,003 b (1,0 - 15,8)	19,66
Viabilidade pupal (%) ²	79,15 a	81,45 a	78,1 a	68,27 b	43,91 c	-
Período ovo-adulto (dias) ¹	34,97 \pm 0,13 a (25,0 - 43,0)	36,64 \pm 0,09 a (21,0 - 39,0)	36,47 \pm 0,12 a (27,0 - 44,0)	42,66 \pm 0,18 b (29,0 - 57,0)	41,82 \pm 0,18 b (29,0 - 54,0)	9,03
Duração do estágio de ovo (dias) ¹	4,82 \pm 0,15 a (3,0 - 8,0)	5,03 \pm 0,18 a (3,0 - 8,0)	4,72 \pm 0,15 a (3,0 - 7,0)	4,93 \pm 0,09 a (4,0 - 6,0)	4,96 \pm 0,08 a (4,0 - 6,0)	2,50

Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelos testes de Logrank¹, Tukey², Qui-quadrado³.

Valores entre parênteses indicam o intervalo de variação.

^{ns} = não significativo.

Tabela 2 - Valores médios (\pm erro padrão da média) dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* criada na fase larval nos diferentes frutos de pessegueiro de ciclos médio e tardio de maturação. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Parâmetros biológicos	Cultivares					CV (%)
	Ciclo Médio			Ciclo Tardio		
	Jade [25]	Ametista [25]	Maciel [25]	Capdeboscque [25]	Olímpia [25]	
Período de pré-oviposição (dias) ¹	14,50 \pm 1,0 b (5,0 - 56,0)	9,50 \pm 0,24 c (6,0 - 13,0)	10,10 \pm 0,24 c (7,0 - 14,0)	13,70 \pm 0,33 b (6,0 - 19,0)	25,40 \pm 1,65 a (13,0 - 21,0)	43,70
Período de oviposição (dias) ¹	31,64 \pm 2,61 a (4,0 - 89,0)	38,14 \pm 3,56 a (4,0 - 96,0)	25,96 \pm 2,43 b (3,0 - 79,0)	30,44 \pm 2,97 a (2,0 - 86,0)	33,52 \pm 3,38 a (3,0 - 96,0)	13,92
Fecundidade ²	747,4 \pm 94,10 a (549,4 - 945,4)	962 \pm 135,98 a (761,5 - 1162,5)	577,39 \pm 83,69 c (368,7 - 786,1)	475,75 \pm 83,44 c (277,7 - 673,8)	620,93 \pm 119,41b (384,3 - 857,6)	27,62
Fertilidade (%) ³	78,0 \pm 4,42 a (17,5 - 100,0)	81,0 \pm 3,45 a (20,0 - 100,0)	78,0 \pm 4,02 a (25,0 - 100,0)	77,0 \pm 2,92 a (21,4 - 100,0)	55,0 \pm 3,45 b (10,0 - 96,1)	14,38
Razão sexual ⁴	0,50 ^{ns}	0,50	0,54	0,50	0,50 a	-

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

Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelos testes de Logrank¹, Qui-quadrado² e Tukey ao nível de 5% de probabilidade³, e de comparação de proporções, ao nível de 5% de probabilidade⁴.

^{ns} = não significativo.

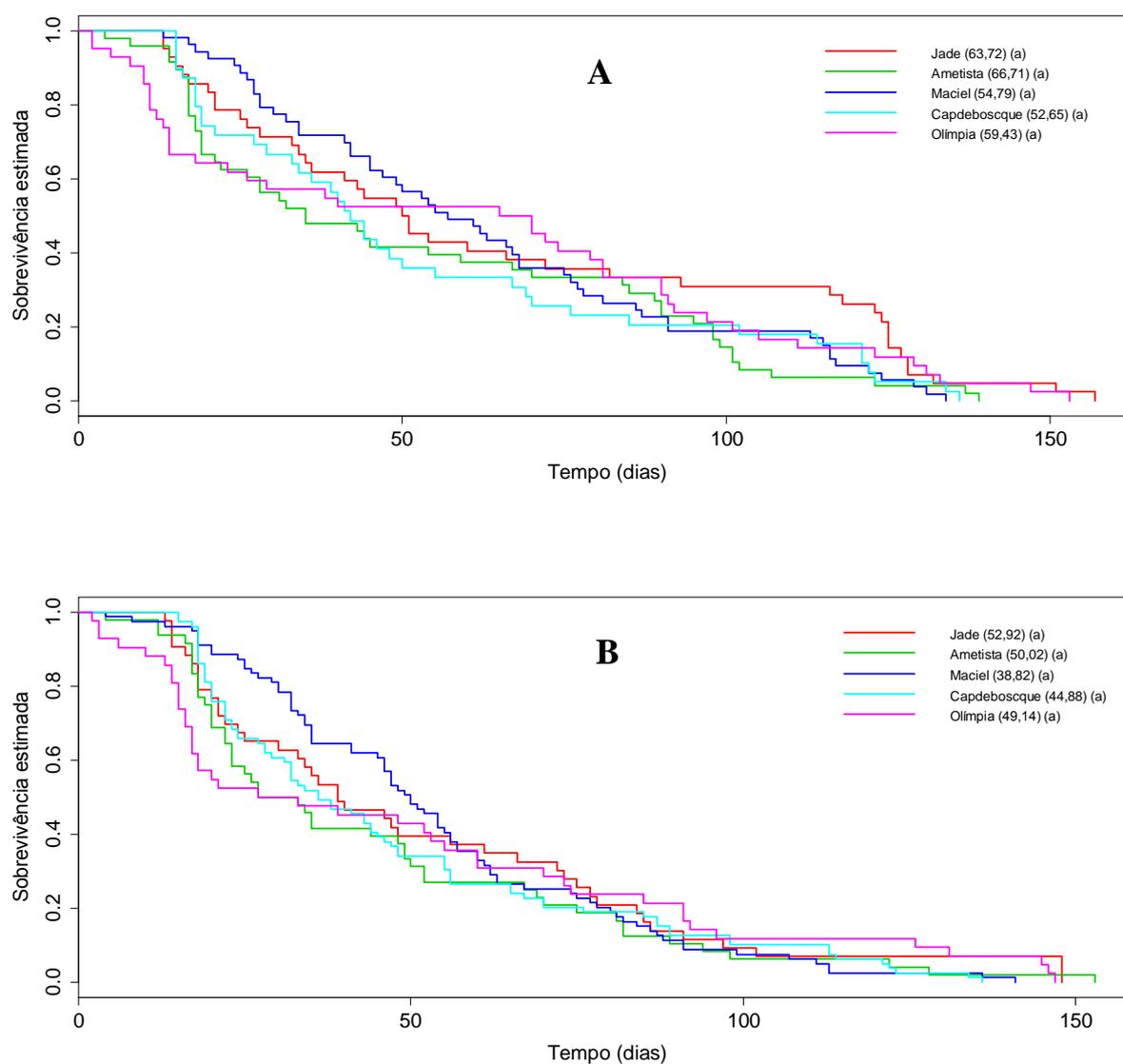


Figura 1 - Curvas de sobrevivência de machos (A) e fêmeas (B) de *Anastrepha fraterculus* criados durante a fase larval em pêssegos de ciclos médio e tardio de maturação. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

ARTIGO 2: Revista Ciência Rural

Artigo 2

Efeito do óleo de nim sobre adultos de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Dip.: Tephritidae).

Heitor Lisbôa⁽¹⁾; Felipe Andreazza⁽¹⁾; Ricardo Alexandre Valgas⁽²⁾; Uemerson Silva da Cunha⁽¹⁾; Dori Edson Nava⁽²⁾

Resumo: As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são consideradas as principais pragas da fruticultura mundial e um dos entraves para a exportação de frutas. Nos últimos anos tem sido observado um aumento significativo na população de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), em diversas frutíferas de clima temperado no Brasil. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da ingestão de óleo de nim e sua ação repelente sobre adultos de mosca-do-mediterrâneo *C. capitata*. A utilização do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L), nas diferentes concentrações testadas, afetou a fecundidade, a fertilidade e a longevidade de machos. O produto Azamax[®], na concentração de 1% possui ação de repelência para oviposição de *C. capitata* e efeitos sobre as viabilidades de larva e pupa além do menor número de pupários obtidos, sendo mais bem definido no teste

⁽¹⁾Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitossanidade, Caixa Postal 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: heitorlisboa@hotmail.com Autor para correspondência.

⁽²⁾Embrapa Clima Temperado, BR 392, KM 78, Caixa Postal 403, CEP: 96001-970, Pelotas, RS, Brasil.

de confinamento. Além disto, apresentou ainda possível ação de profundidade quando testado sobre *C. capitata*, já que afetou no desenvolvimento larval do inseto.

Palavras-chave: Mosca-do-mediterrâneo, preferência para oviposição, efeito de ingestão.

Effect of neem oil on adults of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)

Abstract: The fruit flies (Diptera: Tephritidae) are considered the major pests of fruit culture world and one of the barriers to exporting fruits. In recent years, it has been observed a significant increase in the population of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), in several temperate weather fruit in Brazil. The study aimed to evaluate the effect of neem oil ingestion and its repellent action on adults of the mediterranean fly *C. capitata*. The usage of Azamax[®] product (Azadirachtin A/B 12g/ L), at different concentrations tested, affected the fecundity, fertility and longevity of males. The Azamax[®] product at a concentration of 1% has *C. capitata* oviposition repellent action, larvae and pupae lower viability and reduced pupae quantity, being better defined in the confinement test. Furthermore, it presented possible depth action when tested on *C. capitata*, since it has affected its larval development.

Keywords: Mediterranean fly, oviposition preference, ingestion effect.

Introdução

As moscas-das-frutas constituem um complexo de insetos que infestam uma grande diversidade de plantas, cultivadas ou silvestres sendo consideradas as principais pragas da fruticultura mundial e um dos entraves para a exportação de frutas (ALUJA, 1999; HICKEL, 2002; CLARKE et al. 2005). Nos últimos anos tem sido observado um aumento significativo

na população de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em diversas frutíferas de clima temperado no Brasil, sendo que, em caquizeiro foi registrada uma relação de uma *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) para uma *C. capitata* (NAVA et al. 2008; NUNES, et al. 2012). Embora já existam inúmeros estudos sobre a bioecologia de *C. capitata* em frutíferas de clima tropical no Brasil e no mundo (FONSECA & AUTUORI, 1936; MORGANTE, 1991; JOAQUIM-BRAVO et al. 2006) é importante salientar que para fruteiras de clima temperado as pesquisas são relativamente incipientes, em função da pouca importância que até então representava para a região bem como para o Estado do Rio Grande do Sul.

A incidência dessas moscas é um fator de preocupação, pois poderá ser mais uma espécie que demandará controle, acarretando aumentos nos custos de produção em razão das frequentes aplicações de inseticidas e perdas na produção, sendo de grande importância não só pelos danos diretos que causam às frutas, como também pela limitação às exportações devido às restrições quarentenárias (NORA et al. 2000; BITTENCOURT et al. 2006). Tradicionalmente, o controle das moscas-das-frutas tem sido feito por meio de iscas tóxicas compostas de proteína hidrolisada associada a um inseticida e também pelo uso de produtos químicos aplicados em cobertura (HARTER et al. 2010). No entanto, diante das exigências do mercado consumidor, os produtores têm adotado uma série de medidas visando minimizar o emprego de agrotóxicos, tais como: práticas de cultivo, monitoramento nos pomares, ensacamento de frutos e utilização de inimigos naturais, por meio de liberações inundativas ou preservando-os por meio do uso de produtos químicos seletivos e/ou alternativos, tais como inseticidas botânicos (LEMOS et al. 2002). Os programas de manejo integrado de pragas têm incentivado o uso de todas estas medidas, principalmente inimigos naturais e técnicas que favoreçam o aumento de suas populações, minimizando, desta forma, o desequilíbrio ecológico constatado nos agroecossistemas (ALVARENGA et al. 2006).

Dentre os inseticidas botânicos há um número muito grande de plantas cuja atividade inseticida tem sido estudada. As plantas das famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annonaceae, Labiatae e Canellaceae são consideradas as mais promissoras (JACOBSON, 1990). Os compostos com ação inseticida obtidas dos diversos órgãos das plantas são denominados inseticidas botânicos. Dentre os inseticidas botânicos destacam-se os extratos vegetais os quais são indicados nas intervenções fitossanitárias em sistemas orgânicos (BRASIL, 1999). O efeito de extratos vegetais de cinamomo (*Melia azedarach*) e nim (*Azadirachta indica*), sobre *A. fraterculus* foi estudado por SALLES & RECH (1999). Os autores observaram que os extratos, administrados às moscas através de ingestão oral, apresentaram ação inseticida pela redução da postura e do desenvolvimento larval e pupal. Em estudo realizado por BERNARDI et al. (2010) para o controle de lagartas de *Grapholita molesta* (BUSK, 1916) em laboratório, foi observado que dieta artificial com 0,5% (p.c) de óleo de nim é eficiente no controle desse inseto.

A Meliaceae *A. indica* é mais conhecida internacionalmente por neem, sendo que no Brasil o nome foi aportuguesado para nim (MARTINEZ, 2002). O óleo de nim é extraído da semente da árvore de nim que se desenvolve nas regiões tropicais e subtropicais dos diversos continentes. Essa planta de origem asiática é considerada a planta inseticida mais importante do mundo (BRUNHEROTTO & VENDRAMIM, 2001). Apresenta diversos compostos com atividade biológica, sendo que o principal composto é a azadiractina, que é tóxica a insetos, tem efeito de repelência, além de inibir a alimentação e crescimento destes (MORDUE & BLACKWELL, 1993). Os derivados do nim possuem vários modos de ação sobre os insetos, entre os quais é interessante destacar a sua atuação como repelente, deterrente alimentar (KOUL, 2005), deterrente de oviposição (NAUMANN & ISMAN, 1995), regulador de crescimento e esterilizante. Além disso, apresentam baixa toxicidade a animais de sangue

quente e são rapidamente degradados no solo e nas plantas, e não apresentar período de carência (ISMAN, 2006).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a ação do óleo de nim quando ingerido por adultos de *C. capitata* e sua ação de profundidade, a fim de avaliar seu efeito sobre o desenvolvimento dos insetos. Enquanto que outro teste realizado foi a fim de determinar possível repelência para oviposição.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado, em condições controladas de temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$), UR ($75 \pm 2\%$) e fotofase (12 horas).

Efeito de ingestão. O produto comercial Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L) foi oferecido a casais adultos de *C. capitata*, diluído em água e com 5% de proteína hidrolisada, através de placas de 9cm de diâmetro com algodão hidrófilo. Foram testadas 4 concentrações 0,25; 0,50; 0,75 e 1% mais a testemunha, na qual foi utilizada apenas água. Foram realizadas 15 repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por um casal de *C. capitata*, acondicionados em gaiolas confeccionadas com copos plásticos transparentes (500 mL). Na porção compreendida pelo fundo do copo, se cortou o plástico e se afixou tecido tipo *voile* esticado, servindo de ventilação da gaiola e também de meio de oviposição para as moscas. Na extremidade compreendida pela boca do copo, foi fixado um “mangote” de malha, a fim de facilitar o acesso ao interior da gaiola para a troca de alimento e água. As gaiolas, colocadas na posição horizontal (copos deitados), ficaram apoiadas em tampas de caixa tipo Gerbox, voltadas para cima, e com fundo forrado por pano esponja vegetal e papel filtro na qual se manteve com alta umidade, de tal forma que as posturas caíssem na superfície do papel filtro.

Os casais foram alimentados com dieta artificial a base de açúcar refinado, levedura de cerveja e germe de trigo, na proporção de 3:1:1, além de uma fonte de umidade via algodão embebido com água ou a solução do respectivo tratamento mais proteína hidrolisada a 5% em água. Esse alimento foi trocado em um intervalo de 7 dias, contando a partir da montagem do ensaio.

O produto foi exposto para as moscas adultas com três dias de vida, durante um período de 72 horas, depois de decorrido esse tempo, todas as repetições tiveram a fonte de umidade substituída por água destilada. Avaliou-se a mortalidade dos adultos de *C. capitata* a cada 24 horas até cinco dias após a exposição ao produto, a fim de determinar se o produto possui ação sobre os insetos nos primeiros dias de exposição, e posteriormente seguiu-se avaliando a longevidade dos casais. Também foi avaliada a fecundidade por meio da contagem diária dos ovos e determinou-se a fertilidade, utilizando ovos do segundo dia de postura.

Os ovos que permaneciam no papel filtro foram contados com auxílio de um microscópio estereoscópio, e após a contagem foram eliminados, exceto os que seguiam para avaliação de viabilidade, os quais eram separados em placas de Petri contendo o mesmo pano esponja vegetal e papel filtro, com o auxílio de pincel de cerdas macias e finas, para evitar danos aos ovos. As placas foram vedadas com filme plástico PVC e identificadas, contendo 30 ovos por repetição, permanecendo em câmaras climatizadas, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, e foram avaliadas com intervalos de 24 horas a eclosão das larvas.

Repelência para oviposição. Foi avaliada a repelência/preferência de oviposição de *C. capitata* em bagas de uva Itália tratadas com solução aquosa de Azamax[®] a 1%, através de imersão do fruto na solução aquosa, em livre escolha e em confinamento.

Foram considerados dois tratamentos, constituídos de frutos sem o produto e outro com o produto, com 10 parcelas. Cada repetição foi constituída por uma gaiola contendo 50 casais de mosca adultas com 5 dias de idade, onde além de alimento e água, foram expostas simultaneamente cinco bagas sem o produto e outras 5 com produto, num período de 24 horas. Após a exposição os frutos foram retirados e realizada a contagem do número de puncturas em cada baga, feito isso as mesmas foram acondicionadas em potes plásticos com vermiculita fina esterilizada ao fundo, e vedados na sua superfície com tecido TNT (Tecido Não Tecido). Por ocasião da pupação, procedeu-se a coleta das pupas, sendo acondicionadas em tubos de acrílico de 50 mL com tecido *voile* na porção superior da tampa, para circulação de ar. A partir disso se avaliou o total de adultos emergidos provenientes de cada tratamento dentro de cada uma das parcelas.

Ação de profundidade. Por fim, foi realizado um ensaio a fim de determinar a ação de profundidade do produto Azamax[®] a 1% em uva Itália. Foram avaliados dois tratamentos, sendo eles as bagas de uva Itália com produto, aplicado através de imersão na solução e sem produto, utilizando 10 parcelas constituídas por uma gaiola contendo 50 casais de mosca adultas com 5 dias de idade, onde além de alimento e água, foram expostas simultaneamente 10 bagas sem o produto por gaiola, por um período de 24 horas. Antes de serem expostas ao produto, foi realizada a contagem do número de ovos. Em seguida metade das bagas expostas às moscas foram imersas na solução de óleo de nim, durante 30 segundos, enquanto as demais bagas não passaram por nenhum tratamento, sendo em seguida acondicionadas em potes plásticos com vermiculita fina esterilizada ao fundo, e vedados na sua superfície com tecido TNT. A avaliação foi realizada por ocasião da pupação, onde se realizou a contagem do número de pupas. Estas pupas foram coletadas e acondicionadas em tubos de acrílico de 50 mL com tecido *voile* na porção superior da tampa, para circulação de ar. A partir disso se avaliou o total de adultos emergidos.

Análise estatística. Nos ensaios de repelência/preferência de *C. capitata* para oviposição com livre escolha e confinamento, nos ensaios de ação de profundidade do óleo de nim, bem como o seu efeito sobre a fertilidade e a mortalidade foi considerado o teste de Qui-quadrado ($p < 0,05$). Para determinar as longevidades foi utilizado o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013) e para oviposição foram utilizados modelos lineares generalizados para comparar os tratamentos de acordo com as frequências observadas. Na análise do número de ovos os resultados foram submetidos à análise de modelos lineares generalizados, por meio do procedimento GENMOD do SAS (SAS INSTITUTE 9.2, 2002) e as médias de mínimos quadrados comparadas pelo teste Qui-quadrado ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

No experimento realizado para determinar o efeito da ingestão do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L) por *C. capitata*, foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Para a fecundidade foi observada diferença significativa entre os tratamentos, variando de 1465 ovos na testemunha a 529 ovos no tratamento com Azamax[®] a 1% (Tabela 1). Esse resultado corrobora com o que foi determinado por SALLES & RECH (1999), que verificaram que extratos de nim e cinamomo têm ação inseticida por meio da redução da oviposição da mosca-das-frutas *A. fraterculus*. O consumo do óleo de nim por adultos de *C. capitata* também influenciou na fertilidade. Embora na concentração de 0,25% a viabilidade dos ovos tenha sido de zero, nas concentrações mais altas houve uma redução de praticamente 50% da fertilidade em relação à testemunha (Tabela 1).

Em relação à mortalidade avaliada aos 5 dias não foram observadas diferenças significativas sobre adultos ($\chi^2 = 0,459$; gl = 3,0; $p = 0,928$) (Tabela 1), porém, foi registrada diferença significativa na longevidade de machos de *C. capitata* alimentados com óleo de nim ($\chi^2 = 10,7$; gl = 4,0; $p = 0,0296$) (Figura 1A). No caso das fêmeas a longevidade não diferiu

significativamente ($\chi^2 = 3,1$; gl = 4,0; p = 0,541) (Figura 1B). STARK et al. (1990) registraram efeito da azadiractina na metamorfose, longevidade e na reprodução de diversos tefritídeos.

Com relação aos testes de repelência para oviposição foi observado que o produto Azamax[®] a 1% possui ação repelente, tanto no teste de confinamento ($\chi^2 = 64,26$; gl = 4,0; p = 0,0001) quanto no de livre escolha ($\chi^2 = 19,54$; gl = 3,0; p = 0,0) (Tabela 2). Este resultado não foi o mesmo observado por PROKOPY & POWERS (1995) que testando azadiractina em *Rhagoletis pomonella* (Walsh) (Diptera: Tephritidae) em confinamento não verificaram uma diminuição da oviposição. Entretanto, em teste de livre escolha SILVA et al. (2003) constataram efeito repelente de óleo de nim sobre *C. capitata* em concentrações superiores a 0,10%. No que diz respeito à formação de pupários e adultos emergidos foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos apenas no teste por confinamento, porém sem efeito negativo na viabilidade de pupas (Tabela 2).

A aplicação do nim nas bagas de uva também afetou a fertilidade de *C. capitata*, tanto no experimento de confinamento como no de livre escolha, embora neste último, foi registrada uma maior viabilidade no tratamento onde foi aplicado nim, esses resultados podem ser explicados devido ao baixo número de observações afetando assim o cálculo de viabilidade ($\chi^2 = 7,98$; gl = 2,0; p = 0,018) (Tabela 2). Resultados contrários aos encontrados por SCHMUTTERER (1990) e MARTÍNEZ (2002), os quais afirmam que, substâncias derivadas do nim, uma vez ingeridas pelos artrópodes, provocam esterilidade das células reprodutivas, reduzindo a fertilidade e a fecundidade dos indivíduos.

O óleo de nim também teve efeito sobre o número de pupários, sendo observadas diferenças significativas no teste de confinamento ($\chi^2 = 10,16$; gl = 1,0; p = 0,001) e embora no teste de livre escolha os tratamentos não tenham diferido entre si ($\chi^2 = 2,82$; gl = 1,0; p = 0,093), o número de pupários obtidos no tratamento em que foi aplicado nim há uma redução

de mais de 50% em relação a testemunha. Este efeito sobre a fertilidade e o número de pupários também foi comprovado por MORDUE (LUNTZ) & NISBET (2000) onde atribuem ao nim outros efeitos fisiológicos que interferem no crescimento, metamorfose, reprodução e processos celulares, muito mais consistentes que os de inibição alimentar. Em relação ao número de adultos emergidos, dentro do teste com confinamento, houve diferença entre a testemunha e o tratamento com nim ($\chi^2 = 2,82$; gl = 1,0; p = 0,003) (Tabela 2).

O óleo de nim a 1% aplicado após a oviposição de *C. capitata* em bagas de uva Itália demonstrou efeito significativo sobre a viabilidade larval ($\chi^2 = 4,98$; gl = 1,0; p = 0,018) (Tabela 3), caracterizando assim possível ação de profundidade, já que afetou o desenvolvimento larval. Para o número de pupários ($\chi^2 = 6,58$; gl = 3,0; p = 0,087) e a viabilidade de pupas ($\chi^2 = 0,958$; gl = 1,0; p = 0,328) (Tabela 3) não foram observadas diferenças significativas, embora numericamente haja diferença. Os efeitos do óleo de nim já foram determinados por GILL & LEWIS (1971) quanto a sua ação sistêmica sobre mosca das frutas e por (SOUZA & VENDRAMIM, 2005) quanto sua ação translaminar sobre *Bemisia tabaci* (Genn.).

Conclusões

1 – A ingestão por adultos de *Ceratitis capitata* do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L), nas diferentes concentrações testadas, afetou a fecundidade, a fertilidade e a longevidade de machos.

2 – O produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L), na concentração de 1% possui ação de repelência para oviposição de *C. capitata* e efeitos sobre as viabilidades de larva e pupa além do número de pupários obtidos, sendo mais bem definido no teste de confinamento.

3 – O produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L), na concentração de 1%, apresentou possível ação de profundidade quando testado sobre *C. capitata*, já que afetou no desenvolvimento larval do inseto.

Referências

ALUJA, M. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. Londrina, v.28, n.4, p.565 – 594, 1999.

ALVARENGA, C.D. et al. Alternativas no controle de moscas-das-frutas. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; PALLINI, A. (Coord.). **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG, 2006. p.227-252.

BERNARDI, O. et al. Eficiência de inseticidas a base de nim no controle de *Grapholita molesta* (BUSK, 1916) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE). Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal – SP, v.32, n.1, p.286-290, Março 2010. Disponível em: [HTTP://dx.doi.org/10.1590/S0100-294520100005000006](http://dx.doi.org/10.1590/S0100-294520100005000006) Acesso em: 22 ago. 2013. DOI: 10.1590S0100-294520100005000006.

BITTENCOURT, M.A.L. et al. Espécies de moscas-das-frutas (Tephritidae) obtidas em armadilhas McPhail no Estado da Bahia, Brasil. Seminário Ciências Agrárias, v.27, n.4, p.561-564, 2006.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 07, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <<http://oc4j.agricultura.gov.br/agrolegis>>, Acesso em 06 de agosto de 2013.

BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. Neotropical Entomology, v.30: p.455-459, 2001.

CLARK, A.R. et al. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical evolutionary radiation: the *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies. Annual Review of Entomology, Stanford, v.50, p.293-319, 2005.

FONSECA, J.P.; AUTUORI, M. Bichos dos frutos. Biológico, São Paulo, v.2, n.10, p.351-359, 1936.

GILL, J.S.; LEWIS, C.T. Systemic action of insect feeding deterrent. Nature, London, v.232, p.402-403, 1971.

HARTER, W. da R. et al. Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-da-fruta sul-americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.45, n.3, p.229-235, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000300001>. Acesso em: 15 ago. 2013. DOI: 10.1590S0100-204X2010000300001.

HICKEL, E.R. Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de moscas-das-frutas (DIPTERA: TEPHRITIDAE) por Hymenoptera: Braconidae. Ciência Rural, v.32, n.6, p.1005-1009, 2002.

ISMAN, M.B. Botanical insecticides deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annual Review of Entomology, Stanford, v.51, p.45-66. 2006. Disponível em: www.annualreviews.org/ 0066-4170/06/0107-0045\$20.00 Acesso em: 10 ago. 2013. DOI: 10.1590S0100-29452012000100014.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. v.387. 1990, p.69-77.

JOAQUIM-BRAVO, I.S. et al. Influencia de diferentes dietas em parâmetros biológicos e comportamentais de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Sitientibus Série Ciências Biológicas, v.6, p.237-246, 2006.

KOUL, O. **Insect antifeedants**. Boca Raton. CRC Press, 2005. 1005 p.

LEMOS, R.N.S. et al. Eficiência de substâncias atrativas na captura de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras no município de Itapecuru-Mirim (MA). Revista Brasileira de Fruticultura, v.24, n.3, p.687-689, 2002.

MARTINEZ, S. **O nim *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção.** Londrina: IAPAR, 2002. 142 p.

MORDUE (LUNTZ), A.J; NISBET, A.J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Piracicaba, v.29, n.4, p.615-632, 2000.

MORDUE, A.J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: An Update. Journal of Insect Physiology, Oxford, v.39, p.903-924, 1993.

MORGANTE, J.S. **Moscas-das-frutas (Tephritidae): características biológicas, detecção e controle.** Brasília: SENIR, 1991, 19 p. (Boletim Técnico, 2).

NAUMANN, K.; ISMAN, M.B. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed extracts and oils as oviposition deterrents to noctuid moths. Entomologia Experimentalis et Applicata, Dordrecht, v.76, p.115-120, 1995.

NAVA, D.E. et al. Mosca em surto. Revista Cultivar Hortaliças e Frutas, p.26 –29, 01 out. 2008.

NORA, I. et al. Moscas-das-frutas nos Estados Brasileiros: Santa Catarina. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.271-275.

NUNES, A.M. et al. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. Ciência Rural, v.42, p.6-12, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000100002>. Acesso em: 10 ago. 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782012000100002.

PROKOPY, R.J.; POWERS, P.J. Influence of neem seed extract on oviposition and mortality of *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae) adults. *Journal of Applied Entomology*, Berlin, v.119, p.63-65, 1995.

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

SALLES, L.A.; RECH, N.L. Efeito de extratos de nim (*Azadiractha indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). *Revista Brasileira de Agrociência*, v.5, n.3, p.225-227, 1999.

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

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticide from the neem tree, *Azadiractha indica*. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v.35, p.271-297, 1990.

SILVA, V.E.S. et al. Efeito do óleo de nim *Azadiractha indica* na mortalidade e repelência de *Ceratitis capitata* (Tephritidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SICOMBIOL, 2003.

SOUZA, A.P.; VENDRAMIM, J.D. Efeito translaminar, sistêmico e de contato de extrato aquoso de sementes de nim sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em tomateiro. *Neotropical Entomology*, Vacaria, v.34, n.1, p.83-87, 2005.

STARK, J.D., et al. Azadiracthin effects on metamorphosis, longevity and reproduction of the three tephritid fruit fly species (Diptera). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.83, n.6, p.2168-2174, 1990.

Tabela 1 - Ação do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L) em diferentes concentrações quando ingerido por adultos de *Ceratitis capitata* em laboratório. Temperatura 25 ± 2 °C; UR de $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Parâmetros biológicos	Tratamentos					CV (%)
	Testemunha	0,25%	0,50%	0,75%	1,0%	
Fecundidade ¹	1465 \pm 1,44 a	629 \pm 1,28 c	879 \pm 1,30 b	856 \pm 0,86 b	529 \pm 0,99 c	-
Fertilidade (%) ¹	81,65 a	0,0 c	48,65 b	38,90 b	36,09 b	-
Mortalidade (aos 5 dias) (%) ¹	0,0 a	40,0 a	22,5 a	20,0 a	32,5 a	40,18

Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Qui-quadrado¹.

Tabela 2 - Ação de repelência do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L) na concentração de 1% para oviposição de *Ceratitis capitata* em testes de confinamento e de livre escolha em condições de laboratório. Temperatura 25 + 2 °C; UR de 75 + 10% e fotofase de 12 horas.

Parâmetros biológicos	Tratamentos				CV (%)
	Confinamento		Livre escolha		
	Testemunha	Nim 1%	Testemunha	Nim 1%	
Número de ovos ¹	51,0 ± 12,13 a (31,0 - 78,0)	9,0 ± 1,32 b (6,0 - 11,0)	32,25 ± 12,36 a (8,0 - 66,0)	8,5 ± 0,87 b (6,0 - 10,0)	81,26
Viabilidade do período ovo-larva (%)	51,96 a	33,33 b	44,96 b	73,53 a	-
Nº de pupários ¹	26,5 ± 13,79 a (7,0 - 46,0)	3,0 ± 0,71 b (2,0 - 4,0)	14,5 ± 5,97 a (6,0 - 32,0)	6,25 ± 0,63 a (5,0 - 8,0)	83,40
Viabilidade de pupas (%)	69,81 a	66,66 a	91,72 a	96,0 a	-
Adultos emergidos ¹	18,5 ± 4,60 a (12,0 - 25,0)	2,0 ± 0,71 b (1,0 - 3,0)	13,3 ± 5,92 a (6,0 - 27,0)	6,0 ± 1,32 a (4,0 - 9,0)	74,11

Valores seguidos pela mesma letra nas linhas, analisando os tratamentos (confinamento e livre escolha) separadamente, não diferem entre si pelo teste de Qui-quadrado¹.

Valores entre parênteses indicam o intervalo de variação.

Tabela 3 - Ação de profundidade do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L) à concentração de 1% sobre *Ceratitis capitata* em laboratório. Temperatura 25 + 2 °C; UR de 75 + 10% e fotofase de 12 horas.

Parâmetros biológicos	Tratamentos		
	Testemunha	Nim 1%	CV (%)
Viabilidade larval (%)	40,0 a	19,29 b	-
Nº de pupários ¹	16,0 ± 3,65 a (8,0 - 24,0)	6,75 ± 1,03 a (5,0 - 9,0)	57,50
Adultos emergidos ¹	16,0 ± 0,71 a (15,0 - 17,0)	10,5 ± 2,47 a (7,0 - 14,0)	29,35

Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Qui-quadrado¹.

Valores entre parênteses indicam o intervalo de variação.

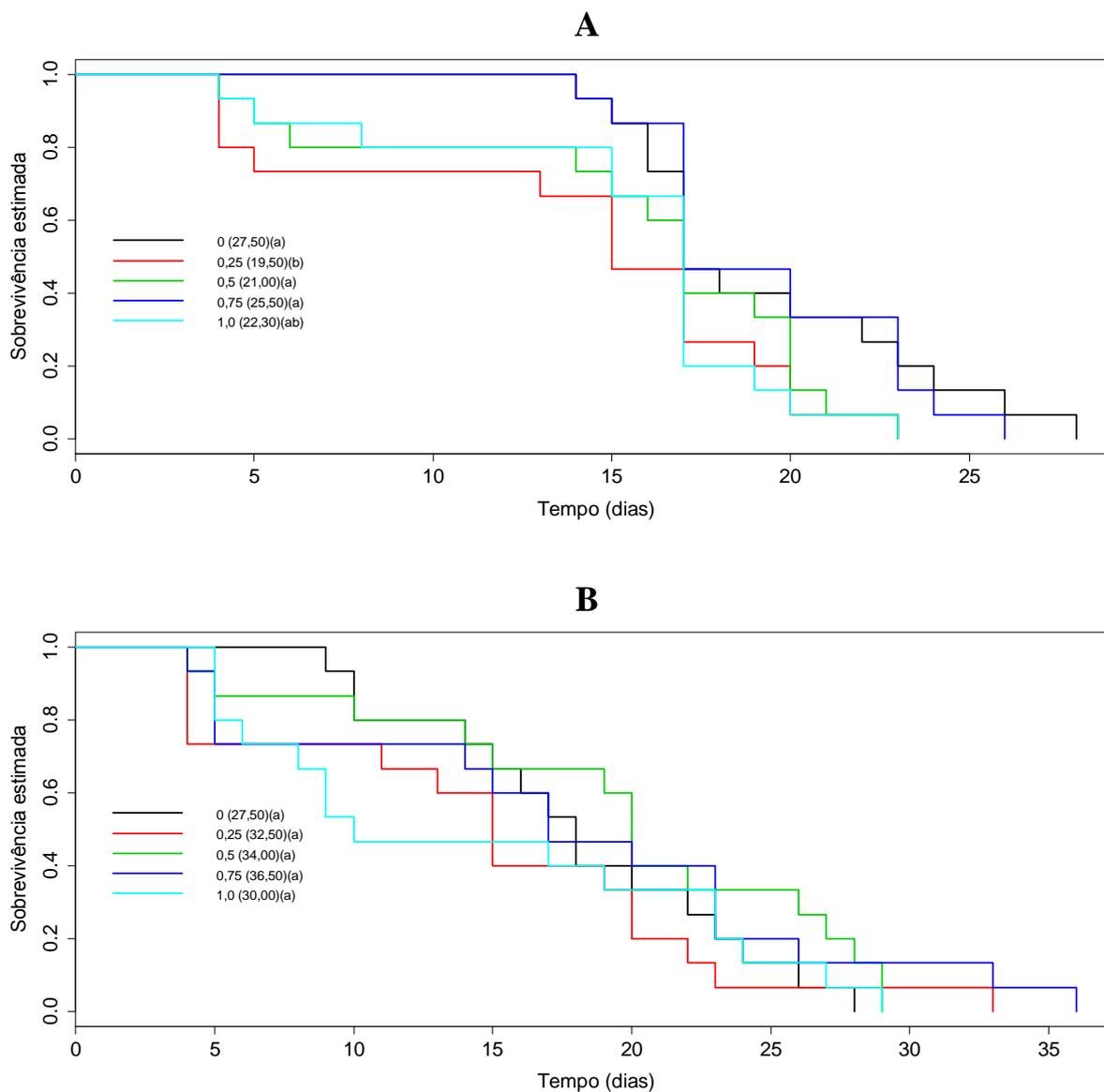


Figura 1 - Curvas de longevidade de machos (A) e fêmeas (B) de *Ceratitidis capitata* no experimento de ação pela ingestão do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L). Temperatura de 25 + 2°C, UR de 70 + 10% e fotofase de 12 horas.

4 - Conclusões

- Frutos de pessegueiro de ciclos médio e tardio são igualmente infestados em testes de confinamento como de livre escolha, embora haja uma variação no número de pupários nas diferentes cultivares.
- As cultivares Maciel (ciclo médio) e Capdeboscque (ciclo tardio) apresentaram períodos de pré-oviposição e oviposição bastante próximos, porém menor número de pupas e baixa fecundidade, podendo determinar assim uma possível resistência do tipo antixenose.
- A ingestão por adultos de *Ceratitis capitata* do produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L), nas diferentes concentrações testadas, afetou a fecundidade, a fertilidade e a longevidade de machos.
- O produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L), na concentração de 1% possui ação de repelência para oviposição de *C. capitata* e efeitos sobre as viabilidades de larva e pupa além do número de pupários obtidos, sendo mais bem definido no teste de confinamento.
- O produto Azamax[®] (Azadiractina A/B 12g/L), na concentração de 1%, apresentou possível ação de profundidade quando testado sobre *C. capitata*, já que afetou no desenvolvimento larval do inseto.

5 - Referências Gerais

BRANCO, E. da S.; VENDRAMIM, J. D.; DENARDI, F. Resistência às moscas-das-frutas em frutíferas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto, Holos Editora, p.161-167, 2000.

CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S.; MATRANGOLO, W.J.R. Controle biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2000. p.113–117.

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

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

MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M. do C.B. Embrapa. Serviço de Produção de Informação-SPI (Brasília, DF). **A cultura do pessegueiro**. Pelotas, 1998. 350 p.; II.

MORDUE (LUNTZ), A.J.; NISBET, A.J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.615-632, 2000.

NAVA, D.E. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitís capitata* em pessegueiro** / NAVA, D.E.; BOTTON, M. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29 p. – (Documentos, 315).

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

RUPP, L.C.D.; BOFF, M.I.C.; BOTTON, M.; BOFF, P. Percepção do agricultor frente à mosca-das-frutas na produção orgânica de pêssego. **Agropecuária Catarinense**, v. 19, p. 53-56, 2006.

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

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

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.271-297, 1990.

SCHMUTTERER, H.; SINGH, R.P. List of insect pests susceptible to neem products. In: SCHMUTTERER, H. (ed.) **The neem tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other meliaceous plants**. Germany. VCH Publications, 2002. p. 411-456.

VENDRAMIN, J.D.; SCAMPINI, P.J. Efeito do extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em dois genótipos de milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.72, n.2, p.159-170, 1997.

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

ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species and their hosts. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>. Acesso em: 10 de ago. 2013.