

# Universidade Federal de Pelotas

## Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



## Dissertação

Biologia de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em frutos de caquizeiro, macieira e videira e efeito de iscas tóxicas para o seu controle e sobre o parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) em laboratório

**Odimar Zanuzo Zanardi**

Pelotas, 2011

**Odimar Zanuzo Zanardi**

**Biologia de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em frutos de caquizeiro, macieira e videira e efeito de iscas tóxicas para o seu controle e sobre o parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) em laboratório**

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

Orientador: Dr. Marcos Botton

Co-orientador: Dr. Anderson Dionei Grützmacher

Pelotas, 2011

Banca examinadora:

---

Pesquisador Dr. Marcos Botton  
Embrapa Uva e Vinho (Orientador)

---

Pesquisador Dr. Cristiano João Arioli  
Epagri - Estação Experimental de Videira

---

Professor Dr. Flávio Roberto Mello Garcia  
Universidade Federal de Pelotas

---

Professor Dr. Josué Sant'Ana  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*Aos meus pais, Ilza e Edevino pelo exemplo de vida.*

*Aos meus queridos irmãos Cristiane e Odinei.*

*Ao Marcos Botton e família pelo incentivo dado durante toda a minha formação.*

*À minha namorada Aquidauana Miqueloto pelo amor, cumplicidade e sabedoria.*

**DEDICO E OFEREÇO**

## **Agradecimentos**

A Deus pelas bênçãos e proteção concedida durante todos os momentos de minha vida, proporcionando sabedoria para superar as dificuldades e solucionar os problemas encontrados nessa caminhada;

Aos meus familiares, em especial minha mãe Ilza Maria Zanuzo Zanardi, meu pai Edevino José Zanardi, minha irmã Cristiane Zanuzo Zanardi Dovigi e meu irmão Odinei Zanuzo Zanardi pela confiança, apoio, dedicação, carinho e amor;

Ao Dr. Marcos Botton, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro Nacional de Pesquisa Uva e Vinho (CNPUV), pela orientação, confiança, apoio, conselhos, amizade e ensinamentos na execução deste trabalho;

Ao Dr. Dori Edson Nava, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), pela amizade, ensinamentos, dedicação e apoio na condução dos trabalhos;

Ao professor Anderson Dionei Grützmacher, do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da FAEM-UFPel, pela co-orientação, conselhos e ensinamentos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel FAEM–UFPel pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado;

Aos professores, pesquisadores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFs) pela atenção dispensada;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo;

À direção e funcionários da Embrapa Clima Temperado e Uva e Vinho pela concessão da área experimental, laboratórios e apoio para realização deste trabalho;

À Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado Mirtes Melo, pela amizade e incentivo;

Ao Dr. Erlei Reis, Universidade de Passo Fundo, pela atenção e apoio na condução do trabalho;

À Maria de Lourdes Zamboni Costa, laboratorista do Centro de Energia Nuclear CENA-USP pela disponibilização dos parasitoides e apoio na condução do trabalho;

Aos colegas e amigos do curso de Pós-Graduação em Fitossanidade, em especial aos que me ajudaram durante a condução deste projeto e estiveram ao meu lado em todos os momentos;

Ao Doutorando da ESALQ-USP Oscar Arnaldo Batista Neto pela amizade e auxílio na análise dos dados referentes ao tempo letal;

Aos amigos, Rafael da Silva Gonçalves, Adrise Medeiros Nunes, Milton Fernando Cabezas Guerrero, Sandro Daniel Nörnberg, Fernanda Appel Müller, Maicon Bisognin, Ângelo Luis Ozelame, Ruben Machota Jr., Lucas Kuhn Hübner, Marcelo Perone Ricalde, Heitor Lisbôa, Gabriela Inés Diez-Rodríguez, Vanessa Holz Waskow, Mario Alvaro Aluisio Verissimo, Adriana Neutzling Bierhals, Franciéli Sassanovicz, Raul Borges Filho, Fernanda Monte e Felipe Andreazza, pelos momentos alegres e descontraídos, às vezes de preocupação, pelo companheirismo e apoio mútuo durante este período, pelo aprendizado e principalmente pela amizade que construímos durante o tempo em que trabalhamos e juntos o qual permanecerá para sempre;

Ao Dr. Sérgio Delmar dos Anjos e Silva e sua família pela amizade, confiança, incentivo e ajuda durante este período;

A minha namorada Aquidauana Miqueloto agradeço pelo seu amor e cumplicidade Dedico a ela minha eterna gratidão por me fazer uma pessoa feliz;

A todos que de alguma forma estiveram presentes e participaram desta etapa me incentivado nesta caminhada.

## Resumo

ZANARDI, Odimar Zanuzo. **Biologia de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em frutos de caqui, macieira e videira e avaliação de iscas tóxicas para o seu controle e sobre o parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) em laboratório.** 2011. 77f.  
Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade.  
Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) é uma das pragas de maior importância da fruticultura. Neste trabalho foi estudada a biologia de *C. capitata* em frutos de caqui, macieira e videira e avaliado o efeito de iscas tóxicas no controle da espécie e sobre o parasitoide *D. longicaudata* em laboratório. No experimento de biologia foi observado que a maior duração do estágio larval ocorreu em maçã “Gala” (21,07 dias), seguido por uva “Itália” (18,20 dias) e caqui “Fuyu” (16,97 dias). Larvas que alimentaram-se de caqui apresentaram maior peso médio de pupa em comparação com uva e maçã. A maior viabilidade pupal foi observada em insetos que utilizaram uva (82,30%) e caqui (80,76%) como hospedeiro, diferindo de maçã (70,78%). A maior duração do período ovo-adulto foi observada em maçã (35,14 dias), seguido por uva (32,55 dias) e caqui (29,36 dias). O período de pré-oviposição foi de 10,43 e 11,74 dias para fêmeas provenientes de uva e maçã, respectivamente, enquanto que em caqui este período foi de apenas 4,90 dias. A maior fecundidade média diária e total foi observada em fêmeas provenientes de frutos de caqui (11,52 e 363,87 ovos/fêmea), diferindo de uva (8,17 e 206,78 ovos/fêmea) e maçã (6,03 e 192,22 ovos/fêmea). A duração e a viabilidade da fase de ovo, duração do estágio pupal, razão sexual, período de oviposição e longevidade de machos e fêmeas não foram afetados pelos hospedeiros. O caqui foi o hospedeiro mais adequado para o desenvolvimento de *C. capitata* em comparação com macieira e videira, no entanto, estes permitem a sobrevivência e a multiplicação do inseto. As formulações SPLAT<sup>®</sup> - Specialized Pheromone and Lure Application Technology (EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9) contendo o inseticida espinosade (0,1 a 0,2%) e atrativos vegetais foram eficientes (>85% de mortalidade) no controle de *C. capitata*. Estas formulações foram equivalentes ao Success 0,02 CB<sup>®</sup> e a isca com malationa associado ao melão de cana (7%) ou proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup> a 3%). A isca tóxica SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 apresentou o menor TL<sub>50</sub> (7,64 horas), semelhante às iscas com malationa, além de causar reduzido efeito sobre o parasitoide *D. longicaudata*, sendo equivalente a isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup>. As iscas tóxicas contendo proteína hidrolisada ou melão de cana associado ao inseticida malationa causaram mortalidade do parasitoide de 60,87 e 95,65%, respectivamente. Na ausência de chuva, as formulações SPLAT<sup>®</sup> e malationa +

proteína hidrolisada proporcionaram mortalidade de *C. capitata* de 63,25% até sete dias após a aplicação (DAA). O Success 0,02 CB<sup>®</sup> proporcionou um controle de 64,52% até 14DAA e o malathion + melão resultou num controle de 75,00% somente por dois dias. Na presença de chuva simulada, a formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 proporcionou maior controle de adultos de *C. capitata*, sendo de 81,25 e 54,35% para as lâminas de 20 e 40 mm de chuva, respectivamente. O Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as formulações contendo o inseticida malationa não apresentaram atividade biológica após chuva simulada, sendo equivalente a testemunha sem controle.

Palavras-chave: mosca-do-mediterrâneo, biologia, *Diospyros kaki*, *Malus domestica*, *Vitis vinifera*, controle, parasitoide, atrai e mata.

## Abstract

ZANARDI, Odimar Zanuzo. **Biology of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) in fruits of persimmon, apple and grape and evaluation of toxic baits for its control and the effects *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) in laboratory.** 2011. 77f. Dissertation (Master degree) – Pos-Graduation Program in Phytosanitary. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) is one of the main pests of fruit trees. In this work, we studied the biology of *C. capitata* in persimmon fruits, apples and grapes and evaluate the effect of toxic baits in the control of the species and the secondary effect on the parasitoid *D. longicaudata* in laboratory. In the biology experiment it was observed that the longer duration of the larval stage occurred in apples "Gala" (21.07 days) followed by grape "Italy" (18.20 days) and persimmon "Fuyu" (16.97 days). Larvae that fed in persimmon had higher average weight of pupae if compared with to grape and apple. The highest pupal viability was observed in insects that used grape (82.30%) and persimmon (80.76%) as host, differing from apple (70.78%). The longest duration of the egg-adult period was observed in apple (35.14 days), followed by grape (32.55 days) and persimmon (29.36 days). The pre-oviposition period was 10.43 and 11.74 days for females from grape and apple, respectively, whereas in persimmon this period was 4.90 days. The highest total and daily average fertility was observed in females from persimmon fruits (11.52 and 363.87 eggs/female), differing from grape (8.17 and 206.78 eggs/female) and apple (6.03 and 192.22 eggs/female). The duration and egg viability of the egg, duration of the pupal stage, sex ratio, period of oviposition and longevity of males and females were not affected by the hosts examined. The persimmon is the most suitable host for the development of *C. capitata* compared to apples and grapes, however the last two hosts allow the survival and multiplication of the insect. The formulations SPLAT<sup>®</sup> - Specialized Pheromone and Lure Application Technology (EmbØ6, EmbØ7, and EmbØ8 EmbØ9) containing the insecticide spinosad (0,1 to 0,2%) were effective (>85% of mortality) in controlling *C. capitata*. This formulation was equivalent to Success 0.02 CB<sup>®</sup> and the baits with the insecticide malathion containing cane molasses (7%) or hydrolyzed protein (Biofruit<sup>®</sup>, 3%). The toxic baits SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 provide the lowest LT<sub>50</sub> (7.64 hours) similar results than malathion baits, besides causing a low effect the parasitoid *D. longicaudata* being equivalent to Success 0.02 CB<sup>®</sup>; whereas the toxic baits with hydrolyzed protein or molasses associated to the insecticide malathion caused 60.87 and 95.65% of mortality, respectively. In the absence of rain, the SPLAT<sup>®</sup> formulations and malathion + hydrolyzed protein provided more than 63.25% of mortality of *C. capitata*

up to seven days after application (DAA). The Success 0.02 CB<sup>®</sup> provided a mortality of 64.52% 14DAA and malathion + molasses resulted in 75.00% of control for only two days. With simulated rain, SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 formulation provided 81.25 and 54.35% of control for adults of *C. capitata* with blades of the 20 and 40 mm of rainfall, respectively. Success 0.02 CB<sup>®</sup> and the formulations containing the insecticide malathion showed no biological activity after simulated rainfall, being equivalent to untreated control

Keywords: Mediterranean fruit fly, biology, *Diospyros kaki*, *Malus domestica*, *Vitis vinifera*, control, parasitoid, attracts and kills.

## Lista de Figuras

- Figura 1 *Diachasmimorpha longicaudata* parasitando larvas de *Ceratitis capitata* em laboratório..... 66
- Figura 2 Disposição de iscas tóxicas para o controle de *Ceratitis capitata* sobre folhas de citros: A) Isca tóxica SPLAT<sup>®</sup> (EMB); B) Isca tóxica Success 0,02 CB<sup>®</sup>; C) Malationa 0,15% + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) e; D) Testemunha (água destilada)..... 66
- Figura 3 Gaiola constituída por copo plástico com a abertura voltada para baixo, sobre uma superfície de acrílico, contendo alimento (a), água (b) e isca tóxica sobre disco foliar de citros (c)..... 67
- Figura 4 Experimento para avaliar o efeito de iscas tóxicas sobre *Diachasmimorpha longicaudata*: A) Gaiolas contendo alimento e isca tóxica; B) Recipientes para disponibilização do alimento (hidromel 30%) e a formulação de isca tóxica..... 67
- Figura 5 Mudas de citros em casa de vegetação utilizadas para a realização dos experimentos com iscas tóxicas..... 68
- Figura 6 Detalhes do experimento para avaliar o efeito da chuva sobre as iscas tóxicas: A) Simulador de chuva de vazão constante; B) Mudas de citros com as iscas tóxicas sobre as folhas, sob aspersor para simular a chuva. .... 68
- Figura 7 Mortalidade corrigida (%) de adultos de *Ceratitis capitata* em diferentes períodos após o tratamento com iscas tóxicas na ausência de precipitação pluviométrica, em laboratório (Temperatura de 25±2°C, 75±15% UR e fotofase de 12 horas)..... 69

## Lista de Tabelas

### Artigo 1

Tabela 1	Valores médios ( $\pm$ EP) dos parâmetros biológicos de <i>Ceratitis capitata</i> criadas em frutos de caqui, macieira e videira em laboratório. Temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....	34
----------	--	----

### Artigo 2

Tabela 1	Número médio de insetos vivos ( $N \pm EP$ ) e eficiência de controle (E%) sobre adultos de <i>Ceratitis capitata</i> , 24, 48, 72 e 96 horas após aplicação (HAA) de iscas tóxicas, em laboratório (Temperatura $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , $75\pm 15\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	61
Tabela 2	Tempo letal médio ( $TL_{50}$ e $TL_{99}$ ) de <i>Ceratitis capitata</i> após a aplicação de diferentes iscas tóxicas em laboratório (Temperatura $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , $75\pm 15\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	62
Tabela 3	Número médio de insetos vivos ( $N \pm EP$ ) e mortalidade (M%) de adultos de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> , 24, 48, 72 e 96 horas após aplicação (HAA) de iscas tóxicas em laboratório (Temperatura $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , $75\pm 15\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	63
Tabela 4	Número médio de insetos vivos ( $N \pm EP$ ) e eficiência de controle (E%) de adultos de <i>Ceratitis capitata</i> , 1, 3, 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA) de iscas tóxicas em laboratório (Temperatura $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , $75\pm 15\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	64
Tabela 5	Número médio de insetos vivos ( $N \pm EP$ ) e eficiência de controle (E%) de adultos de <i>Ceratitis capitata</i> , 24, 48, 72 e 96 horas após aplicação (HAA) dos tratamentos submetidos à chuva simulada em laboratório (Temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , $75\pm 15\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	65

## Sumário

<b>1 - Introdução geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2 - ARTIGO 1 - Biologia da mosca-do-mediterrâneo em frutos de caquizeiro, macieira e videira.....</b>	<b>18</b>
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	24
Conclusões.....	30
Referências.....	30
<b>3 - ARTIGO 2 - Iscas tóxicas para o controle da mosca-do-mediterrâneo e efeitos sobre <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> em laboratório.....</b>	<b>35</b>
Resumo.....	36
Abstract.....	37
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	41
Resultados e Discussão.....	46
Conclusões.....	56
Referências.....	57
<b>4 - Conclusões gerais.....</b>	<b>70</b>
<b>5 - Referências.....</b>	<b>72</b>

## 1 – Introdução geral

A fruticultura no Brasil está em plena expansão devido à disponibilidade de área e as condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento de diversas espécies frutíferas de clima temperado e tropical (AGRIANUAL, 2010). O País ocupa a terceira posição no ranking dos maiores produtores mundiais, depois da China e Índia, com uma área de 2,26 milhões de hectares e uma produção de 43,11 milhões de toneladas (IBRAF, 2010). Embora o Brasil seja uma referência na produção de frutas, um dos problemas que limitam a produtividade é a ocorrência de insetos-praga, com destaque para as moscas-das-frutas. Dentre as espécies que causam prejuízos econômicos, a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) é uma das principais pragas da fruticultura brasileira (ZUCCHI, 2001; RAGA et al., 2004; HABIBE et al., 2006; ALVARENGA et al., 2007; ALVARENGA et al., 2010; JOACHIM-BRAVO et al., 2010).

Na região Sul do Brasil, *C. capitata* é descrita como praga de ocorrência esporádica em virtude da baixa densidade populacional encontrada nos pomares (LORENZATO, 1988; GARCIA; CORSEUIL, 1999; GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003; SILVA et al., 2006). Porém, nos últimos anos têm-se observado uma mudança na dinâmica populacional do inseto, principalmente na metade Sul do Rio Grande do Sul, onde foi relatado um aumento populacional de *C. capitata* em áreas urbanas e periurbanas, próximo aos pomares comerciais, em locais onde a fruticultura apresenta grandes condições de crescimento (NAVA et al., 2008; NUNES, 2010; RICALDE, 2010). O aumento populacional da espécie se deve a grande diversidade de hospedeiros, ausência de manejo e controle específico para a praga, além do aumento no trânsito de mercadorias entre as regiões produtoras de frutas principalmente oriunda da Argentina e Uruguai (CARVALHO; NASCIMENTO; MATRANGOLO, 2000; SÁ; OLIVEIRA, 2006).

A mosca-do-mediterrâneo é uma espécie que apresenta ampla distribuição geográfica, grande capacidade de adaptação a novos agroecossistemas e alto potencial biótico, além de infestar diversos hospedeiros nativos e cultivados (LIQUIDO et al., 1998; COPELAND et al., 2002; ALVARENGA et al., 2007; GATTELLI et al., 2008; ALUJA; MANGAN, 2008).

Embora seja uma das espécies mais estudadas em diferentes regiões, no Sul do Brasil pouco se conhece sobre o desenvolvimento de *C. capitata* em frutíferas de clima temperado, sendo necessário investigar o potencial biológico deste inseto nas principais frutíferas cultivadas na região.

A mosca-do-mediterrâneo tem sido responsável por causar perdas econômicas na fruticultura, devido aos danos diretos e indiretos. Os danos diretos ocorrem devido à introdução do acúleo do ovipositor nos frutos e o consequente desenvolvimento das larvas em seu interior (ZUCCHI, 2001; RAGA et al., 2004). A lesão provocada pela punctura da fêmea, mesmo quando não há oviposição, pode provocar a queda de frutos devido à ação de patógenos (ZUCCHI, 2001; RAGA, 2005). Além dos danos diretos, *C. capitata* constitui um dos maiores entraves quarentenários na exportação de frutas frescas para o Japão, Estados Unidos e países da União Européia (ARTHUR et al., 1993; SOUZA-FILHO et al., 2003). Esses países são os principais consumidores e importadores de frutos, mas impõem medidas fitossanitárias e tratamentos pós-colheita para frutas importadas provenientes de locais com ocorrência de moscas-das-frutas (ALUJA, 1994; MALAVASI, 2001; WALDER, 2002).

O controle de *C. capitata* é realizado basicamente com o emprego de inseticidas fosforados aplicados em cobertura ou na forma de iscas tóxicas (SANTOS-NETO et al., 2004; STARK et al., 2004; RAGA; SATO, 2005; RAGA; SATO, 2006; CHUECA et al., 2007). Embora esta estratégia de manejo tenha sido efetiva por vários anos, o uso de inseticidas fosforados tem causado problemas de contaminação dos frutos, do homem e do meio ambiente, devido à elevada toxicidade e grande período de carência, além de apresentar baixa seletividade aos inimigos naturais, levando a uma preocupação da sociedade em relação aos riscos envolvidos com o emprego deste grupo químico (SALLES, 1998; SCOZ et al., 2004; NONDILLO et al., 2007).

Dentre os métodos de controle preconizados pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP), o emprego de parasitoides de larvas associado ao uso de inseticidas

seletivos ou na forma de iscas tóxicas tem sido empregados para o controle de *C. capitata* em diferentes regiões (STARK et al., 2004; CHUECA et al., 2007; RUIZ et al., 2008). Dentre os agentes de controle biológico que atuam sobre populações de moscas-das-frutas destaca-se o parasitoide larva-pupa *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae). Esta espécie foi introduzida no Brasil em 1994 e vem sendo criada e liberada em áreas piloto para supressão de populações de *C. capitata* e de outras espécies de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (CARVALHO; NASCIMENTO, 2002; CARVALHO, 2005).

O controle de adultos de moscas-das-frutas por meio de iscas tóxicas tem como base o emprego de um atrativo alimentar associado a um inseticida, onde os insetos morrem ao entrar em contato ou ao ingerir o inseticida associado à isca num sistema de atrai e mata (SALLES, 1995; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003). Estudos realizados em diferentes regiões demonstram que o uso de iscas tóxicas proporciona uma alta eficiência no controle de mosca-das-frutas em pomares (RAGA; SATO, 2005; HÄRTER et al., 2010). Embora a técnica seja eficiente para o controle de moscas-das-frutas, o emprego de iscas tóxicas não tem sido utilizado de forma intensa pelos produtores. As principais restrições dizem respeito à baixa persistência das iscas tóxicas após a ocorrência de chuva, sendo necessária a reaplicação a cada sete a 10 dias (RAGA, 2005), além dos fatores relacionados aos efeitos sobre os inimigos naturais e polinizadores quando são empregados inseticidas fosforados (NONDILLO et al., 2007). Além disso, a qualidade do atrativo utilizado na formulação da isca tóxica pode afetar o seu desempenho. No Sul do Brasil, o melaço de cana é o atrativo mais utilizado nas iscas tóxicas (SALLES, 1995; HÄRTER et al., 2010). O melaço é um subproduto obtido nas usinas de produção de açúcar e pode conter contaminantes que reduzem a atratividade, prejudicando a eficácia, além de exigir o armazenamento de grandes volumes na propriedade (HÄRTER et al., 2010).

Em 2006 foi introduzido no mercado brasileiro uma nova formulação de isca tóxica de pronto uso (Success<sup>®</sup> 0,02 CB) contendo o inseticida espinosade. A isca caracteriza-se por apresentar alta eficiência no controle de moscas-das-frutas, maior resistência a chuva e reduzido efeito sobre inimigos naturais e polinizadores (RAGA; SATO, 2005; PIÑERO; MAU; VARGAS, 2009; HÄRTER et al., 2010), sendo recomendado para o uso na produção orgânica pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e no Brasil pelo Instituto Biodinâmico - IBD (RAGA;

SATO, 2005; IBD, 2010). Por esta razão, esta formulação é considerada atualmente a referência de isca tóxica para o controle de moscas-das-frutas.

Uma nova formulação de isca tóxica vem sendo avaliada como mais uma alternativa para o controle de moscas-das-frutas (VARGAS et al., 2008). A formulação SPLAT<sup>®</sup> (Specialized Pheromone & Lure Application Technology) caracteriza-se por conter um atrativo (feromônio ou atrativo alimentar) associado a um inseticida (agente letal) atuando como atrai e mata (VARGAS et al., 2008; VARGAS et al., 2009). A formulação SPLAT<sup>®</sup> apresenta maior resistência à remoção pela chuva e a degradação pela radiação ultravioleta, proporcionando maior eficácia no controle de populações de moscas-das-frutas nos pomares principalmente em locais com elevada precipitação pluvial como é o caso da região Sul do Brasil.

Este trabalho teve como objetivos conhecer a biologia de *C. capitata* em frutos de caquizeiro, macieira e videira e avaliar o efeito de iscas tóxicas para o controle da mosca-do-mediterrâneo incluindo os efeitos sobre adultos do parasitoide *D. longicaudata* em laboratório.

ARTIGO 1 – Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)

## 2. ARTIGO 1

### **Biologia da mosca-do-mediterrâneo em frutos de caquizeiro, macieira e videira**

Odimar Zanuzo Zanardi<sup>(1)</sup>; Dori Edson Nava<sup>(2)</sup>; Marcos Botton<sup>(3)</sup>; Anderson Dionei Grützmacher<sup>(1)</sup> e Ruben Machota Jr.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, s/n, Caixa Postal 354 -CEP.: 96.010-900, Pelotas/RS. E-mail: odimarzanardi@yahoo.com.br, anderson.grutzmacher@pq.cnpq.br, ruben\_soad@yahoo.com.br

<sup>(2)</sup>Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, km 78, Caixa Postal 403 – CEP.: 96.010-971, Pelotas/RS. E-mail: nava.dori@cpact.embrapa.br

<sup>(3)</sup>Embrapa Uva e Vinho, Rua Livramento 515, Caixa Postal 130 - CEP.: 95.700-000, Bento Gonçalves/RS. E-mail: marcos@cnpuv.embrapa.br

Resumo – A biologia de *Ceratitis capitata* foi estudada em frutos de caqui “Fuyu”, maçã “Gala” e uva “Itália” em laboratório (Temperatura 25±2°C, Umidade relativa do ar 75±15% e fotofase de 12 horas). A maior duração do período ovo-adulto foi observada em maçã (35,14 dias) devido ao aumento do estágio larval, seguido por uva (32,55 dias) e caqui (29,36 dias). Larvas que alimentaram-se de caqui apresentaram maior peso médio de pupa (8,94 mg) em

comparação com uva (8,47 mg) e maçã (7,98 mg). A maior viabilidade pupal foi observada em larvas criadas em uva (82,30%) e caqui (80,76%), diferindo daquelas alimentadas com maçã (70,78%). O período de pré-oviposição foi de 10,43 e 11,74 dias para fêmeas provenientes de uva e maçã, respectivamente, enquanto que em caqui foi de apenas 4,90 dias. A maior fecundidade média diária e total foi observada em fêmeas provenientes de frutos de caqui (11,52 e 363,87 ovos), diferindo de uva (8,17 e 206,78 ovos) e maçã (6,03 e 192,22 ovos), respectivamente. Frutos de caquizeiro foram mais adequados para o desenvolvimento de *C. capitata* enquanto que macieira e videira permitem a sobrevivência e a multiplicação do inseto.

Termos para indexação: *Ceratitidis capitata*, biologia, caquizeiro, macieira, videira.

### **Biology of the Mediterranean fruit fly in persimmon fruits, apple and grape**

Abstract - The biology of *Ceratitidis capitata* was studied in fruits of the persimmon “Fuyu”, apples “Gala” and grapes “Italia” in the laboratory (Temperature  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , Relative humidity  $75 \pm 15\%$  and photophase 12h). The longest duration of the egg-adult period was observed in apple (35.14 days) due to the increase of the larval stage, followed by grape (32.55 days) and persimmon (29.36 days). Larvae that were fed with persimmon had higher average weight of pupae (8.94 mg) if compared to grape (8.47 mg) and apple (7.98 mg). The longest pupal viability was observed in larvae reared on grape (82.30%) and persimmon (80.76%), differing from those fed with apple (70.78%). The pre-oviposition period was 10.43 and 11.74 days for females from grape and apple, respectively, whereas in persimmon it was 4.90 days. The highest total and daily average fertility was observed in females from persimmon fruits (11.52 and 363.87eggs/female), differing from grape (8.17 and 206.78 eggs/female) and apple (6.03 and 192.22 eggs/female), respectively. Persimmon fruits were more suitable for the

development of *C. capitata*, while apple and grape allow the survival and multiplication of the insect.

Index terms: *Ceratitis capitata*, biology, persimmon, apple, grape.

### Introdução

O Estado do Rio Grande do Sul é o principal pólo produtor de frutas de clima temperado, com destaque para o caquizeiro [*Diospyros kaki* Linnaeus, 1753], macieira [*Malus domestica* (Borkhausen, 1803)], pessegueiro [*Prunus persica* (Linnaeus) Batsch., 1801] e videira [*Vitis* spp. Linnaeus, 1753], totalizando uma produção de 1.437.718 toneladas frutas em 81.507 hectares (IBGE, 2010).

Um dos fatores limitantes ao aumento da produtividade das frutíferas é a ocorrência de insetos-praga, sendo a mosca-das-frutas sulamericana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) a mais frequente e abundante nos pomares (Kovaleski & Ribeiro, 2003; Scoz et al., 2004; Härter et al., 2010; Zart et al., 2010). No entanto, nos últimos anos tem sido observada uma mudança na dinâmica populacional dos tefritídeos, principalmente na metade Sul do Estado, com aumento significativo da mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), nas regiões próximas aos pomares comerciais (Nava et al., 2008). A mosca-do-mediterrâneo caracteriza-se por ser uma espécie polífaga, cosmopolita, multivoltina e com alto potencial de causar danos (Joaquim-Bravo et al., 2001a), além de possuir uma ampla gama de hospedeiros nativos e cultivados e alta capacidade de adaptação a novos nichos ecológicos (Liquido et al., 1998; Copeland et al., 2002; Raga et al., 2005; Silva et al., 2006; Escudero-Colomar et al., 2008; Gattelli et al., 2008). Dentre as espécies hospedeiras de *C. capitata* e importantes para a fruticultura de clima temperado (Zucchi, 2001) na região sul do Brasil destacam-se o caquizeiro, a macieira, o pessegueiro e a videira.

Os danos causados pela mosca-do-mediterrâneo são decorrentes da introdução do ovipositor das fêmeas na epiderme dos frutos e o consequente desenvolvimento das larvas no seu interior (Raga, 2005). Além dos danos diretos, a infestação de *C. capitata* restringe a exportação de frutas frescas, devido aos entraves quarentenários impostos pelos países importadores (Souza-Filho et al., 2003; Raga et al., 2004; Paranhos et al., 2007).

Embora seja uma das espécies mais estudadas em outras regiões do Brasil e do mundo, no Sul do Brasil pouco se conhece sobre o desenvolvimento de *C. capitata* em frutíferas de clima temperado. Como na região existem sérios problemas com a mosca-das-frutas sulamericana, a infestação e a dispersão de *C. capitata* nos pomares pode provocar alterações significativas no manejo de pragas. Além disso, a recente expansão da fruticultura na metade Sul do Estado aliado ao grande número de hospedeiros de *C. capitata* disponíveis, faz-se necessário investigar o potencial biológico da espécie nas principais frutíferas de clima temperado cultivadas na região.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar em laboratório o desenvolvimento de *C. capitata* em frutos de caqui, macieira e videira.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado (temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR  $75\pm 15\%$  e fotofase de 12 horas) com insetos provenientes da criação de manutenção que utiliza frutos de mamão como substrato para oviposição e desenvolvimento larval, conforme técnica descrita por Machota Jr. et al. (2010). Os insetos que originaram a criação foram coletados em frutos de pessegueiro, caqui e araçazeiro [*Psidium cattleianum* Sabine, 1821] no município de Pelotas-RS em 2009.

Os adultos de *C. capitata* foram mantidos em gaiolas de madeira (50 x 45 x 40 cm), revestidas com tecido *voile* contendo uma abertura lateral para a introdução dos insetos e manuseio. Os adultos foram alimentados com uma dieta sólida à base de proteína de soja,

gérmen de trigo e levedura de cerveja na proporção de 3:1:1, respectivamente, e um suplemento a base de levedura de cerveja e mel na proporção de 2:1, sendo oferecida em placas de Petri (4,5 cm de diâmetro) e água disponibilizada por meio de um recipiente plástico contendo algodão hidrófilo embebido em água destilada.

Frutos maduros de maçã caqui cv. Fuyu, maçã cv. Gala e bagas de uva cv. Itália, sem aplicação de inseticidas 30 dias antes da instalação do experimento, foram utilizados no estudo de biologia empregando-se 75, 75 e 120 frutos (repetições), respectivamente. Antes do início do experimento, as bagas de uva e frutos de maçã e caqui apresentavam sólidos solúveis totais de 13,2; 12,2 e 13,8°Brix, acidez titulável de 11,74; 5,55 e 0,50 meq/100mL e pH de 2,56; 3,31 e 5,40, respectivamente. Para cada tratamento foram utilizadas cinco gaiolas semelhantes àquelas empregadas na criação de manutenção contendo no seu interior insetos com sete a oito dias após a emergência. Em cada gaiola foi mantido a proporção de três casais por fruto totalizando 225 casais para os tratamentos com maçã e caqui e 360 casais para o tratamento com bagas de uva. Os frutos foram expostos às moscas para oviposição por um período de 24 horas.

Posteriormente, os frutos foram retirados das gaiolas, individualizados e colocados em recipientes plásticos (copos plásticos com capacidade para 750 mL) tampados com tecido tipo *voile* fixado com atilho de borracha para permitir aeração no interior dos mesmos e evitar a fuga das larvas. Na base de cada recipiente foi colocada uma camada de vermiculita fina para absorver o excesso de umidade, evitando contaminações e morte dos insetos. As avaliações foram realizadas diariamente a partir do quarto dia após a instalação do experimento, verificando a presença de pupários no substrato (vermiculita fina). Os pupários obtidos de cada fruto foram colocados em recipientes de acrílico (25 mL) contendo vermiculita de textura fina umedecida até a emergência dos adultos. A pesagem dos pupários foi realizada em balança analítica de precisão (0,0001g) Ohaus Corporation modelo E02140, 24 horas após

a pupação. Foram determinadas a duração e viabilidade da fase pupal por meio da contagem do número de pupários obtidos e da emergência dos adultos. Após a emergência, os adultos foram separados por sexo e em seguida formados casais para a avaliação dos parâmetros biológicos da fase adulta (período de pré-oviposição, oviposição, fecundidade diária e total, longevidade de machos e fêmeas). Os casais foram colocados no interior de gaiolas (copos plásticos transparentes de 500 mL) cuja abertura foi apoiada sobre uma placa de acrílico (Gerbox<sup>®</sup>) e o fundo da gaiola perfurada para a circulação de ar. No interior de cada gaiola foi disponibilizado dieta e água para adultos semelhante àquela empregada na criação de manutenção. A dieta foi fornecida no interior de recipientes plásticos com capacidade de 4,00g. A água foi fornecida em recipientes de acrílico com capacidade para 10 mL, sendo disponibilizada por meio de rolete dental de algodão hidrófilo embebido em água destilada.

Os ovos foram obtidos utilizando um “fruto artificial” constituído de 75,0 mL de suco de amora, 4,0g de ágar, 0,4g de metilparahidroxibenzoato (Nipagin) e 350,0 mL de água destilada, envoltos com parafilme (Magipack<sup>®</sup>), segundo metodologia de Salles (1992).

A avaliação da duração e viabilidade da fase de ovo foi realizada utilizando 20 ovos da segunda e terceira oviposição de cada casal. Os ovos foram retirados dos “frutos artificiais” e colocados sobre tecido de algodão umedecido no interior de placas de Petri, as quais foram envoltas com filme de PVC e mantidas em câmaras climatizadas. Diariamente, as larvas eclodidas foram contadas e retiradas para determinação da duração e viabilidade.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos (frutíferas). Os dados de cada parâmetro foram analisados quanto à homocedasticidade (Hartley, 1950) e submetidos à análise de variância utilizando-se o Software SAS<sup>®</sup> (SAS Institute, 2002). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## Resultados e discussão

A duração da fase de ovo foi de 2,07, 2,19 e 2,38 dias para larvas que se alimentaram em caqui, maçã e uva, respectivamente, não diferindo entre si (Tabela 1). Estes resultados corroboram os observados por Morgante (1991) o qual observou que o período de incubação é de aproximadamente dois dias a 25°C. Papadopoulos et al. (2002) avaliando os parâmetros demográficos da mosca-do-mediterrâneo em maçã “Golden Delicious” também constataram que a maioria das larvas eclodiram nas primeiras 48 horas após a oviposição. Os resultados evidenciam que as diferenças nutricionais dos hospedeiros não influenciam de modo geral, o tempo de desenvolvimento embrionário da espécie, fato similar ao registrado por Zart et al. (2010) com *A. fraterculus* em uva “Itália”.

A viabilidade de ovos não apresentou diferenças significativas entre os hospedeiros, sendo de 69,45, 70,38 e 70,93% em maçã, uva e caqui, respectivamente (Tabela 1). Resultados similares foram observados por Papadopoulos et al. (2002) em maçã.

No entanto, a duração do estágio larval apresentou um comportamento diferenciado entre os hospedeiros (Tabela 1). A maior duração do estágio larval (21,07 dias) foi observada em maçã “Gala”, seguido por uva “Itália” (18,20 dias) e caqui “Fuyu” (16,97 dias), havendo diferenças significativas entre os hospedeiros (Tabela 1). Papadopoulos et al. (2002) verificaram que a duração média do estágio larval de *C. capitata* em maçã “Golden Delicious” foi de 18 dias sob temperatura de 25±2°C. Gomes et al. (2008) trabalhando com uva “Itália” no Nordeste brasileiro verificaram que o desenvolvimento completo ocorreu em 25 dias na mesma temperatura. Joachim-Bravo et al. (2001b) avaliando o desenvolvimento de larvas de *C. capitata* em frutos de maçã e mamão verificaram que as criadas em maçã não apresentaram desenvolvimento adequado quando comparado com mamão maduro, sendo considerado um hospedeiro inadequado para o desenvolvimento do inseto.

As diferenças observadas na duração do estágio larval em frutos podem estar relacionadas com a qualidade nutricional dos hospedeiros estudados. Nutricionalmente, as larvas necessitam de carboidratos, proteínas, lipídeos, sais minerais e vitaminas (Cresoni-Pereira & Zucoloto, 2009). De acordo com Kaspi et al. (2002), quanto maior o nível de proteína presente no alimento ingerido na fase imatura, menor é o tempo de desenvolvimento do inseto. A composição nutricional do caqui é em média de 0,61g de proteínas, lipídeos totais 0,33g, carboidratos totais 17,20g, fibra alimentar 2,60g e água 81,49g por 100g de fruto (Elias et al., 2008). Em uva “Itália” o teor de proteínas é de 1,00g, lipídeos totais 0,20g, carboidratos totais 13,30g, fibra alimentar 0,90g e água 85,00g em 100g de fruto (Valderrama et al., 2001). Em maçã “Gala” o teor de proteínas é de 0,2g, lipídeos totais 0,36g, carboidratos totais 15,25g, fibra alimentar 2,70g e água 83,93g em 100g de fruto (Nepa, 2006). No entanto, os constituintes internos dos frutos (carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas e sais minerais) se alteram com o avanço do processo de maturação e suas concentrações podem ser distintas entre e dentre as espécies hospedeiras além do componente varietal. De um modo geral, frutos maduros tendem a apresentar maiores valores de pH, sólidos solúveis e menores valores de acidez e firmeza de polpa, permitindo uma maior movimentação e ingestão dos constituintes da fruta pelas larvas, garantindo um maior desenvolvimento do inseto.

Neste trabalho, também foi observado que o tempo de desenvolvimento larval de *C. capitata* em maçã apresentou alta variabilidade quando comparada com caqui e uva. O período para obtenção do primeiro e o último pupário em maçã foi de 14 dias, enquanto que em caqui e uva este intervalo foi de sete e oito dias, respectivamente (Tabela 1). Estes resultados são semelhantes aos reportados por Papadopoulos et al. (2002) os quais observaram que em maçã, aproximadamente 60% das larvas deixaram os frutos para se transformar em um pupário do 13º ao 17º dia, enquanto que 10% puparam no 25º e 27º dias após a oviposição. O menor período de desenvolvimento larval foi observado em caqui sendo

um indicativo de que a fruta é a mais favorável ao desenvolvimento do inseto em comparação com uva e maçã.

O maior peso médio de pupa foi observado em caqui (8,94 mg), seguido por uva (8,47 mg) e maçã (7,98 mg), os quais diferiram significativamente entre si (Tabela 1). O menor valor observado em maçã pode estar relacionado com o reduzido nível de proteína disponível nos frutos, sendo inferior a 0,2% quando comparado com caqui (0,61%) e uva (1,0%) (Valderrama et al., 2001; Nepa, 2006; Elias et al., 2008). Embora a uva apresente maior valor de proteína total, o tamanho do fruto é muito menor, podendo haver competição das larvas pelo alimento. Além disso, a uva apresenta o ácido málico e tartárico que reduzem o pH da fruta afetando negativamente o desenvolvimento do inseto. De acordo com Sobrinho et al. (2009), o pH ideal para o desenvolvimento de *C. capitata* é de 3,80 a 4,00. No entanto, as bagas de uva no presente estudo apresentavam valores inferiores a 2,56, fato atribuído como um dos responsáveis pelo atraso no desenvolvimento do inseto. De modo geral, os ácidos presentes em uva tendem a reduzir com o avanço no processo de maturação das bagas, minimizando o efeito sobre as larvas. Dessa forma Gómez et al. (2008) observaram uma grande variação no peso de pupas de *C. capitata* em uva Itália de acordo com o estágio de maturação das bagas, sendo de 4,0 (60 dias); 4,1 (70 dias); 5,7 (80 dias); 7,5 (90 dias) e 10,1 mg (100 dias) após a poda. Isto indica que a maior preocupação com a presença de larvas na cultura da videira deve ser próximo a colheita.

A duração do estágio pupal foi semelhante entre os hospedeiros analisados (Tabela 1). Estes resultados corroboram os obtidos por Papadopoulos et al. (2002) que verificaram que a duração do estágio de pupa foi de 10 dias para *C. capitata* em maçã “Golden Delicious” e por Morgante (1991) que verificou que este estágio dura em média nove dias, dependendo do hospedeiro e da temperatura. Medeiros et al. (2007) também observaram que em pessegueiro,

araçazeiro e nespereira que a duração do estágio de pupa foi semelhantes aos obtidos neste trabalho (cerca de 10,0 dias).

Os insetos que alimentaram-se de polpa de uva (82,30%) e caqui (80,76%) apresentaram uma maior viabilidade de pupas, diferindo significativamente daqueles provenientes de maçã (70,78%) (Tabela 1). Resultado inferior a esses foram obtidos por Joachim-Bravo et al. (2001a), que registraram uma emergência de apenas 16,70%. Outrossim, Gómes et al. (2008) utilizando uva “Itália” constataram um percentual de emergência de adultos de 57,1%. Habibe et al. (2006) avaliando a intensidade de infestação de *C. capitata* em cinco cultivares de uva de mesa no Sub-médio do Vale do Rio São Francisco, constataram que a viabilidade pupal variou de 51,3 a 88,9%. Dentre as cultivares testadas, a “Itália” e a “Festival” foram as que apresentaram o maior e o menor percentual de emergência de adultos, respectivamente, quando comparadas com “Christman Rose”, “Red Globe” e “Benitaka”, demonstrando que a composição varietal pode provocar alterações no desenvolvimento do inseto.

Ovruski et al. (2010) avaliando a ocorrência de *C. capitata* em hospedeiros exóticos no Vale do Tucumã no Noroeste da Argentina constataram que a viabilidade pupal variou de 8 a 22% para insetos que utilizaram maçã como hospedeiro e 35% em pessegueiros. Carey (1984) constatou que em pêssago, 64% das pupas haviam emergido, enquanto Zucoloto (1993) registrou apenas 54% de emergência. Já Medeiros et al. (2007) verificaram que a viabilidade pupal foi superior a 93%. Segundo Zucoloto (1993), as diferenças observadas na emergência de adultos podem estar relacionadas com as variações nas populações de *C. capitata*, características nutricionais dos hospedeiros, além da presença de fatores antinutricionais como taninos, antocianinas, carotenóides, ácidos e aleloquímicos.

A duração do período entre a oviposição e a emergência dos adultos de *C. capitata* foi significativamente distinta entre os hospedeiros estudados. O maior valor foi obtido em

insetos alimentados com maçã durante a fase imatura (35,14 dias), seguido por uva (32,55 dias) e caqui (29,36 dias) (Tabela 1). Em maçã, Papadopoulos et al. (2002) observaram que o hospedeiro proporcionou um aumento do ciclo biológico do inseto totalizando 53 dias. Em uva, Gómes et al. (2008) verificaram que o período ovo-adulto para *C. capitata* foi de 25 dias na temperatura de 25°C. Barnes (2006) observou que o período ovo-adulto de *C. capitata* e *C. rosa* em uva foi muito variável, iniciando-se aos 24 dias e cessando somente aos 39 dias, dependendo da cultivar analisada. Segundo o autor, uvas brancas são mais adequadas para o desenvolvimento do inseto em comparação com as uvas vermelhas, devido aos menores teores de taninos e antocianinas presentes nas bagas. Segundo Souza-Filho et al. (2003), o período ovo-adulto de *C. capitata* varia de 17 a 26 dias, dependendo do hospedeiro e das condições climáticas. Estes resultados demonstram que a qualidade do alimento ingerido durante o período de desenvolvimento larval influencia diretamente sobre o ciclo biológico do inseto podendo resultar em variações no número de gerações anuais e na densidade populacional da praga.

A razão sexual não apresentou diferenças significativas entre os hospedeiros utilizados, variando de 0,47 a 0,49. Medeiros et al. (2007) avaliando sete hospedeiros de *C. capitata*, também constataram uma relação de aproximadamente um macho para cada fêmea ( $r_s=0,48$ ), variando de 0,47 a 0,49, corroborando os obtidos neste trabalho.

O início da oviposição foi observado aos 10,43 e 11,74 dias após a emergência dos adultos em uva e maçã, respectivamente, diferindo dos insetos provenientes de caqui, os quais apresentaram um período de pré-oviposição de apenas 4,90 dias (Tabela 1). O período de oviposição não foi afetado pelo hospedeiro, sendo de 31,70 dias em caqui, 33,00 dias em uva e 33,13 dias em maçã (Tabela 1). Valores semelhantes foram reportados por Papadopoulos et al. (2002) em maçã, os quais registraram um período de pré-oviposição e oviposição de 12,50 e 32,30 dias, respectivamente.

A maior fecundidade média diária e total foi obtida em fêmeas provenientes de frutos de caqui, com 11,52 e 363,87 ovos/fêmea, respectivamente, diferindo significativamente dos demais hospedeiros (Tabela 1). Papadopoulos et al. (2002) observaram que a fecundidade média diária e total de fêmeas provenientes de maçã foi de 11,00 e 555,10 ovos, respectivamente. De acordo com Paranhos et al. (2008) em condições ideais a fêmea pode depositar até 1000 ovos durante a sua vida.

A longevidade de adultos (machos e fêmeas) não apresentou diferenças significativas entre os hospedeiros analisados, variando de 44,16 a 52,60 dias para machos e de 42,44 a 47,12 para fêmeas, respectivamente (Tabela 1). De acordo com Papadopoulos et al. (2002) a sobrevivência de adultos foi superior a 80% até 40 dias, seguido de uma alta mortalidade entre 40 e 70 dias após a emergência.

Com base nos resultados obtidos, observa-se que o caquizeiro é o hospedeiro mais adequado para o desenvolvimento de *C. capitata*, seguido pela videira e macieira. Estudos conduzidos em diferentes regiões produtoras têm verificado altas infestações de *C. capitata* em caquizeiro (Papadopoulos et al., 2001; Ovruski et al., 2003; Nunes, 2010). Já a maçã “Gala” e a uva “Itália”, embora não sejam hospedeiros ideais para o desenvolvimento do inseto, pode ser utilizado como alimento na fase imatura pela espécie, devido à maturação ocorrer em momentos distintos ao longo do ano. No Rio Grande do Sul, onde os pomares geralmente são diversificados e localizados em pequenas propriedades próximas entre si, a mosca-do-mediterrâneo poderia atuar primeiramente sobre frutos de pêssegos a partir de outubro, migrando para videira (colheita de janeiro a março), passando para os pomares de macieiras e caquizeiros cuja colheita é mais tardia (fevereiro a maio). Uma das razões do caquizeiro ser um dos hospedeiros que apresenta maior infestação de *C. capitata* em condições de campo pode estar relacionada com a migração dos adultos de pomares de pêssego, uva e maçã colhidos anteriormente. Devido à alta capacidade de voo, facilidade de

adaptação aos novos agroecossistemas e o alto potencial biótico da mosca-do-mediterrâneo, considera-se que todas as frutíferas de clima temperado estudadas neste trabalho são suscetíveis a danos da espécie, devendo-se adotar medidas de manejo caso a mesma se estabeleça nos pomares da região.

### Conclusões

1. Os parâmetros biológicos duração do estágio larval, peso médio de pupas, viabilidade de pupa, duração do período ovo-adulto, período de pré-oviposição e fecundidade diária e total de *C. capitata* são afetados pelo hospedeiro utilizado como alimento no estágio larval;
2. Uva “Itália”, caqui “Fuyu” e maçã “Gala” permitem o desenvolvimento biológico de *C. capitata*;
3. A duração do ciclo biológico de *C. capitata* é maior quando larvas alimentam-se de polpa de maçã “Gala” em comparação com caqui “Fuyu” e uva “Itália”;
4. Caqui “Fuyu” é o hospedeiro mais adequado para o desenvolvimento de *C. capitata* em comparação com uva “Itália” e maçã “Gala”.

### Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro a este projeto.

### Referências

- BARNES, B.N. **Fruit flies on wine grapes - infestation success, cultivar effects and impact on area-wide control**, 2006. Disponível em: <<http://www.wynboer.co.za/recentarticles/200606fruitflies.php3>>. Acesso em: 09 jan. 2011.
- CAREY, J.R. Host-species demographic studies of the Mediterranean fruit flies *Ceratitidis capitata*. **Ecological Entomology**, v.9, p.261-270, 1984.
- COPELAND, R.S.; WHARTON, R.A.; LUKE, Q.; MEYER, M. Indigenous hosts of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Kenya. **Annals of the Entomological Society of America**, v.95, p.672-694, 2002.
- CRESONI-PEREIRA, C.; ZUCOLOTO, F.S. Moscas-das-frutas (Diptera), p.733-768. In.: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição de insetos: bases para o manejo integrado de pragas**. Brasília: (Ed). Embrapa Soja, 2009. 1164p.

ELIAS, N.F.; BERBERT, P.A.; MOLINA, M.A.B.; VIANA, A.P.; DIONELLO, R.G.; QUEIROZ, V.A.V. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv. Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.322-328, 2008.

ESCUADERO-COLOMAR, L.A.; VILAJELIU, M.; BATLLORI, L. Seasonality in the occurrence of the Mediterranean fruit fly [*Ceratitis capitata* (Wied.)] in the north-east of Spain. **Journal of Applied Entomology**, v.132, p.714-721, 2008.

GATTELLI, T.; SILVA, F.F.; MEIRELLES, R.N.; REDAELLI, L.R.; DAL SOGLIO, F.K. Moscas frugívoras associadas a mirtáceas e laranjeira “Céu” na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.38, p.236-239, 2008.

GÓMES, M.; PARANHOS, B.A.J.; CASTRO, R.; MALAVASI, A.; DAMASCENO, I.; NASCIMENTO, A.S.; SILVA, M.; ANDRADE, K.; CAMPOS, D.; MORELLI, R.; VIANA, R.; Bioecología de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) sobre la uva Itália (*Vitis vinifera* L.) cultivada en el Valle de San Francisco, en el Nordeste Brasileño. In.: MEETING OF THE WORKING GROUP ON FRUIT FLIES OF THE WESTERN HEMISPHERE, 7., 2008. **Proceedings...** Meeting of the working group on fruit flies of the western hemisphere, Mazatlán Sinaloa, México: SAGARDA: SENASICA: IAEA, 2008. p.81-82.

HABIBE, T.C.; VIANA, R.E.; NASCIMENTO, A.S.; PARANHOS, B.A.J.; HAJI, F.N.P.; CARVALHO, R.S.; DAMASCENO, Í.C.; MALAVASI, A. Infestation of grape *Vitis vinifera* by *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Sub-Medium Sao Francisco Valley, Brazil. In.: 7<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE. **Proceedings...** 7<sup>th</sup> International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Salvador, p.183-185, 2006.

HÄRTER, W.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; NAVA, D.E.; GONÇALVES, R.S.; BOTTON, M. Isca tóxica e interrupção sexual no controle da mosca-das-frutas sul-americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.229-235, 2010.

HARTLEY, H. O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika**, v.37, p.271-280, 1950.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**. 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=4&z=t&o=11&u1=1&u2=34&u3=1&u5=1&u6=1&u4=34>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

JOACHIM-BRAVO, I.S.; FERNANDES, O.A.; BORTOLI, S.A.; ZUCOLOTO, F.S. Oviposition preference hierarchy in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae): influence of female age and experience. **Iheringia Série Zoologia**, v.91, p.93-100, 2001a.

JOACHIM-BRAVO, I.S.; FERNANDES, O.A.; BORTOLI, S.A.; ZUCOLOTO, F.S. Oviposition behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): association between oviposition preference and larval performance in individual females. **Neotropical Entomology**, v.30, p.559-564, 2001b.

KASPI, R.; MOSSINSON, S.; DREZNER, T.; KAMENSKY, B.; YUVAL, B. Effects of larval diet on development rates and reproductive maturation of male and female Mediterranean fruit flies. **Physiological Entomology**, v.27, p.29-38, 2002.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã, p.61-76. In: PROTAS, J.F.S.; SANHUEZA, R.M.V. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 90p. (Circular Técnica 34).

LIQUIDO, N.J.; BARR, P.G.; CUNNINGHAM, R.T. Medhost an encyclopedic bibliography of the host plants of the mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*. (Wiedemann). In: THOMPSON, F.C. **Fruit fly expert identification system and systematic information database**. Diptera Data Dissemination Disk, version 1,0. 1998.

MACHOTA Jr., R.; BORTOLI, L.C.; TOLOTTI, A.; BOTTON, M. **Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando hospedeiro natural**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 22p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/boletim/bop015.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

MEDEIROS, A.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Suitability as Medfly *Ceratitidis capitata* (Diptera, Tephritidae) hosts, of seven fruit species growing on the island of São Miguel, Azores. **Life and Marine Sciences**, v.24, n.1 p.33-40, 2007.

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

NAVA, D.E.; MELO, M.; NUNES, A.M.; GARCIA, M.S.; BOTTON, M. Mosca em Surto. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, p.26-29, 2008.

NEPA - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO -**Tabela brasileira de composição de alimentos**. NEPA-UNICAMP. 2.Ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.

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. 90f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

OVRUSKI, S.; SCHLISERMAN, P.; ALUJA, M. Native and introduced host plants of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Northwestern Argentina. **Journal Economic Entomology**, v.96, p.1108-1118, 2003.

OVRUSKI, S.M.; SCHLISERMAN, P.; VAN NIEUWENHOVE, G.A.; BEZDJIAN, L.P.; NÚÑEZ-CAMPERO, S.; ALBORNOZ-MEDINA, P. Occurrence of *Ceratitidis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) on cultivated, exotic fruit species in the highland valleys of Tucuman in Northwest Argentina. **Florida Entomologist**, v.93, p.277-282, 2010.

PAPADOPOULOS, N.T.; KATSOYANNOS, B.I.; CAREY, J.R. Demographic parameters of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) reared in apples. **Annals of the Entomological Society of America**, v.95, p.564-569, 2002.

PAPADOPOULOS, N.T.; KATSOYANNOS, B.I.; KOULOSSIS, N.A.; HENDRICH, J.; CAREY, J.R.; HEATH, R.R. Early Detection and population monitoring of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in a mixed-fruit orchard in Northern Greece. **Journal of Economic Entomology**, v.94, p.971-978, 2001.

PARANHOS, B.A.J.; NASCIMENTO, A.S.; BARBOSA, F.R.; VIANA, R.; SAMPAIO, R.; MALAVASI, A.; WALDER, J.M.M. **Técnica do inseto estéril: nova tecnologia para**

**combater a mosca-das-frutas, *ceratitis capitata*, no Submédio do Vale do São Francisco.** Embrapa Semi-Árido: Petrolina, 2008. 6p. (Comunicado Técnico 137).

PARANHOS, B.A.J.; WALDER, J.M.M.; ALVARENGA, C.D. Parasitismo de larvas da mosca-do-mediterrâneo por *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em diferentes cultivares de goiaba. **Neotropical Entomology**, v.36, p.243-246, 2007.

RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. **Laranja**, v.26, p.307-322, 2005.

RAGA, A.; MACHADO, R.A.; SOUZA-FILHO, M.F.; SATO, M.E.; SILOTO, R.C. Tephritoidea (Diptera) species from Myrtaceae fruits in the State of São Paulo, Brazil. **Entomotropica**, v.20, p.11-14, 2005.

RAGA, A.; PRESTES, D.A.O.; SOUZA FILHO, M.F.; SATO, M.E.; SILOTO, R.C.; GUIMARÃES, J.A.; ZUCCHI, R.A. Fruit fly (Diptera: Tephritoidea) infestation in citrus in the State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.33, p.85-89, 2004.

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

SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition.** Cary: SAS, 2002. 200p.

SCOZ, P.L.; BOTTON, M.; GARCIA, M.S. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Ciência Rural**, v.34, p. 1689-1694, 2004.

SILVA, F.F.; MEIRELLES, R.N.; REDAELLI, L.R.; DAL SOGLIO, F.K. Diversity of flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) in organic citrus orchards in the Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.35, p.666-670, 2006.

SOBRINHO, R.B.; GUIMARÃES, J.A.; MESQUITA, A.L.M.; ARAÚJO, K.L.B. **Desenvolvimento de dietas para a criação massal de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera:Tephritidae).** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 23p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33).

SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas no estado de São Paulo: ocorrência e dano. **Laranja**, v.24, p.45-69, 2003.

VALDERRAMA, P.; MARANGONI, F.; CLEMENTE, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (pod) e polifenoloxidase (ppo) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, p.321-325, 2001.

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

ZUCCHI, R.A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitits capitata* (Diptera: Tephritidae). p.15-22. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil.** Ribeirão Preto, Ed. Holos, 173p, 2001.

ZUCOLOTO, F.S. Nutritive value and selection of diets containing different carbohydrates by larvae of *Ceratitits capitata* (Diptera: Tephritidae). **Brasilian Journal of Medical and Biological**, v.53, p.611-618, 1993.

**Tabela 1.** Valores médios ( $\pm$ EP) dos parâmetros biológicos de *Ceratitis capitata* criadas em frutos de caqui, macieira e videira em laboratório. Temperatura de  $25\pm 2^\circ\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

Parâmetro biológico	Hospedeiro			CV (%)
	Caqui	Macieira	Videira	
Duração da fase de ovo (dias)	2,07 $\pm$ 0,16a (1,00 - 4,00)	2,19 $\pm$ 0,17a (1,00 - 5,00)	2,38 $\pm$ 0,19a (1,00 - 4,00)	27,53
Viabilidade de ovo (%)	70,93 $\pm$ 2,55a (50,00 - 95,00)	69,45 $\pm$ 2,43a (45,00 - 95,00)	70,38 $\pm$ 2,13a (50,00 - 95,00)	17,58
Duração do estágio larval (dias)	16,97 $\pm$ 0,18c (13,00 - 20,00)	21,07 $\pm$ 0,16a (14,00 - 28,00)	18,20 $\pm$ 0,19b (14,00 - 22,00)	17,36
Peso de pupas (mg)	8,94 $\pm$ 0,10a (4,70 - 12,10)	7,98 $\pm$ 0,10c (5,30 - 11,00)	8,47 $\pm$ 0,16b (3,70 - 12,90)	17,36
Duração do estágio pupal (dias)	9,22 $\pm$ 1,02a (5,00 - 14,00)	10,78 $\pm$ 1,02a (6,00 - 15,00)	11,00 $\pm$ 0,58a (9,00 - 14,00)	24,57
Viabilidade de pupa (%)	80,76 $\pm$ 2,77a (50,00 - 100,00)	70,78 $\pm$ 3,63b (41,44 - 100,00)	82,30 $\pm$ 3,86a (43,33 - 100,00)	23,87
Duração do período ovo-adulto (dias)	29,36 $\pm$ 0,43c (23,00 - 35,00)	35,14 $\pm$ 0,53a (21,00 - 43,00)	32,55 $\pm$ 0,68b (24,00 - 42,00)	17,06
Razão sexual	0,47 $\pm$ 0,02a (0,45 - 0,49)	0,49 $\pm$ 0,02a (0,47 - 0,51)	0,48 $\pm$ 0,03a (0,45 - 0,51)	7,80
Período de pré-oviposição (dias)	4,90 $\pm$ 0,43b (3,00 - 8,00)	11,74 $\pm$ 0,89a (8,00 - 16,00)	10,43 $\pm$ 0,49a (7,00 - 13,00)	56,15
Período de oviposição (dias)	31,70 $\pm$ 2,70a (10,00 - 52,00)	33,00 $\pm$ 2,88a (13,00 - 59,00)	33,13 $\pm$ 4,71a (11,00 - 82,00)	49,24
Fecundidade diária	11,52 $\pm$ 1,06a (3,55 - 22,67)	6,03 $\pm$ 0,52b (2,03 - 12,17)	8,17 $\pm$ 1,13b (2,39 - 27,40)	58,24
Fecundidade total	363,87 $\pm$ 49,40a (54,00 - 933,00)	192,22 $\pm$ 20,70b (48,00 - 446,00)	206,78 $\pm$ 31,52b (23,00 - 615,00)	73,34
Longevidade de macho (dias)	49,72 $\pm$ 4,61a (13,00 - 93,00)	44,16 $\pm$ 3,72a (21,00 - 93,00)	52,60 $\pm$ 4,86a (9,00 - 105,00)	46,15
Longevidade da fêmea (dias)	46,68 $\pm$ 3,31a (17,00 - 89,00)	47,12 $\pm$ 3,15a (16,00 - 72,00)	42,44 $\pm$ 5,04a (10,00 - 102,00)	43,78

Valores entre parênteses referem-se ao intervalo de variação.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

CV = coeficiente de variação

ARTIGO 2 – Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)

### 3 - ARTIGO 2

**Iscas tóxicas para o controle da mosca-do-mediterrâneo e efeitos sobre  
*Diachasmimorpha longicaudata* em laboratório**

Odimar Zanuzo Zanardi<sup>(1)</sup>; Marcos Botton<sup>(2)</sup>; Anderson Dionei Grützmacher<sup>(1)</sup>; Dori Edson Nava<sup>(3)</sup>; Ruben Machota Jr.<sup>(1)</sup>; Rafael Borges<sup>(4)</sup> e Agenor Mafra-Neto<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, s/n, Caixa Postal 354 -CEP.: 96010-900, Pelotas/RS. E-mail: odimarzanardi@yahoo.com.br; anderson.grutzmacher@pq.cnpq.br; ruben\_soad@yahoo.com.br

<sup>(2)</sup>Embrapa Uva e Vinho, Rua Livramento 515, Caixa Postal 130 - CEP.: 95.700-000, Bento Gonçalves/RS. E-mail: marcos@cnpuv.embrapa.br

<sup>(3)</sup>Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, km 78, Caixa Postal 403 – Pelotas/RS. E-mail: nava.dori@cpact.embrapa.br

<sup>(4)</sup>ISCA Tecnologias Ltda, Rua Alvaro Chaves, 326 - Centro - CEP.: 97800-000 - Ijuí/RS. E-mail: rafael@isca.com.br

<sup>(5)</sup>ISCA Technologies, Inc. - 2060 Chicago - Riverside, 92507 California USA. E-mail: president@iscatech.com

Resumo – O efeito de iscas tóxicas no controle de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) e sobre o parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) foi avaliado em laboratório. Iscas tóxicas SPLAT<sup>®</sup> (Specialized Pheromone & Lure Application Technology) contendo diferentes atrativos e doses do inseticida espinosade foram comparadas com o Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as iscas contendo o inseticida malationa associado à proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup> 3%) ou melão de cana (7%). As formulações SPLAT<sup>®</sup> (EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9) causaram mortalidades acima de 85%, 72 horas após a aplicação (HAA) sendo equivalentes ao Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as iscas contendo o inseticida malationa. A formulação EmbØ8 (0,10% espinosade) apresentou o menor TL<sub>50</sub> (7,64 horas) sendo semelhante às iscas com malationa, enquanto que o Success 0,02 CB<sup>®</sup> apresentou um TL<sub>50</sub> de 13,85 horas. A isca tóxica EmbØ8 causou reduzida (4,35%) mortalidade do parasitoide *D. longicaudata* equivalendo-se ao Success 0,02 CB<sup>®</sup>. Iscas contendo malationa foram nocivas ao parasitoide, sendo a proteína hidrolisada menos deletéria (mortalidade 60,87%) que o melão de cana (95,65%). Em relação a persistência biológica, as formulações EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8, EmbØ9 e malationa + Biofruit<sup>®</sup> proporcionaram mortalidade superior a 63,25% até sete dias após a aplicação (DAA). O Success 0,02 CB<sup>®</sup> proporcionou um controle de 64,52% até 14DAA, enquanto que a isca malationa + melão de cana proporcionou mortalidade de 77,97% somente até 2DAA. Na presença de chuva simulada, a formulação EmbØ8 proporcionou maior controle de adultos de *C. capitata* às 96HAA, sendo de 81,00 e 54,00% para lâminas de 20 e 40 mm de chuva, respectivamente. As demais formulações não apresentaram atividade biológica.

Termos de indexação: *Ceratitis capitata*, controle, parasitoide, atrai e mata.

**Bait sprays to control Mediterranean fruit fly and effects on *Diachasmimorpha longicaudata* in laboratory**

Abstract – The effect of toxic baits to control *Ceratitidis capitata* and the secondary effects on the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* was evaluated in laboratory. SPLAT<sup>®</sup> (Specialized Pheromone & Lure Application Technology) toxic baits containing different attractive sand doses of the insecticide spinosad were compared with Success 0.02 CB<sup>®</sup> and baits containing the insecticide malathion associated with hydrolyzed protein (Biofruit<sup>®</sup> 3%) or cane molasses (7%). SPLAT<sup>®</sup> formulations (EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 and EmbØ9) caused more than 85% of mortality 72 hours after application (HAA), being equivalent to Success 0.02 CB<sup>®</sup> and the baits containing malathion. The formulation EmbØ8 (0.10% spinosad) had the lowest LT<sub>50</sub> (7.64 hours) being equivalent to malathion baits, whereas Success 0.02 CB<sup>®</sup> showed an LT<sub>50</sub> of 13.85 hours. The toxic bait SPLAT<sup>®</sup> (EmbØ8) caused reduced (4.35%) mortality of the parasitoid *D. longicaudata* being equivalent to Success 0.02 CB<sup>®</sup>. Baits containing malathion were harmful to the parasitoid but the formulation containing protein hydrolyzed was less deleterious (mortality 60.87%) than molasses (95.65%). In the absence of rain, the formulations EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8, EmbØ9 and malathion + hydrolysed protein provided more than 63.25% of mortality up to seven days after application (DAA). Success 0.02 CB<sup>®</sup> provided a control of 64.52% up to 14DAA, while the malathion + cane molasses provided mortality of 77.97% only up 2DAA. In the presence of simulated rain SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 formulation provided a higher control of *C. capitata* adults 96HAA, being 81.00 and 54.00% for blades of the 20 and 40 mm of rainfall respectively. Other formulations showed no biological activity.

Index terms: *Ceratitidis capitata*, control, parasitoid, attract and kill.

## Introdução

A mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) é uma espécie polífaga, cosmopolita, multivoltina e com alto potencial de dano, pois além de infestar uma grande gama de hospedeiros, limita as exportações de frutas para o Japão, Estados Unidos e países da União Européia devido às restrições quarentenárias impostas por estes países (Souza-Filho et al., 2003; Alvarenga et al., 2007; Aluja & Mangan, 2008).

O controle de *C. capitata* tem sido realizado principalmente através de iscas tóxicas e pulverizações com inseticidas fosforados em cobertura (Santos-Neto et al., 2004; Raga, 2005; Raga & Sato, 2005; Raga & Sato, 2006). De modo geral, os inseticidas aplicados para o controle de *C. capitata* possuem elevada toxicidade aos mamíferos e peixes, baixa seletividade aos inimigos naturais e grande período de carência, levando a uma preocupação crescente sobre os efeitos desses resíduos nos alimentos e no ambiente (Nakano & Romano, 2002; Scoz et al., 2004).

O emprego de parasitoides associados ao uso de inseticidas seletivos aplicados como iscas tóxicas tem sido uma alternativa importante para o controle de *C. capitata* em diferentes regiões (Stark et al., 2004; Ruiz et al., 2008). Em 1994, o parasitoide larva-pupa [*Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae)], foi introduzido no Brasil para o controle biológico de moscas-das-frutas (Carvalho, 2005). Este parasitoide vem sendo criado e liberado em áreas piloto para supressão de *C. capitata* e outras espécies de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Carvalho & Nascimento, 2002; Carvalho, 2005). Por esta razão, estratégias que visam compatibilizar o uso do parasitoide com outras técnicas de controle de moscas-das-frutas são sempre prioritárias em termos de manejo.

As iscas tóxicas têm como base o emprego de um atrativo alimentar para os adultos, os quais morrem ao entrar em contato direto ou por ingestão do inseticida associado à formulação numa técnica conhecida como atrai e mata (Salles, 1995; Kovaleski & Ribeiro, 2003; Mangan & Moreno, 2007). Na região Sul do Brasil, a isca tóxica tem sido formulada principalmente com o inseticida malationa ou outro fosforado registrado para as culturas alvo (Scoz et al., 2004; Raga & Vieira, 2005; Härter et al., 2010). No entanto, existem restrições quanto à toxicidade dos inseticidas empregados (principalmente fosforados), além da reduzida seletividade destes produtos aos inimigos naturais e polinizadores (Ehaer et al., 1984; Hoy & Dahlsten, 1984) levando a uma necessidade crescente de avaliar novos inseticidas para o controle da praga.

Dentre os novos inseticidas eficazes no controle de *C. capitata* com potencial para uso em iscas tóxicas destaca-se o espinosade (Raga & Sato, 2005; Wang et al., 2005; Chueca et al., 2007; Urbaneja et al., 2009), produto derivado da fermentação aeróbica do actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa* Mertz e Yao, 1990 (Thompson et al., 2009). O inseticida é uma mistura de espinosinas A e D, a qual é ativa para o controle de mosca-das-frutas em baixas doses de aplicação (Stark et al., 2004; Raga & Sato, 2005), possui baixa toxicidade a mamíferos e peixes, além de ser mais seletivo aos insetos benéficos (Stark et al., 2004; Ruiz et al., 2008). O produto também apresenta reduzido período de carência sendo eficaz em menores doses quando comparado com os fosforados (Wanner et al., 2000).

Outro fator importante na eficácia das iscas tóxicas é o atrativo empregado. O melão de cana é o atrativo mais empregado para o controle de mosca-das-frutas na região Sul do Brasil (Kovaleski & Ribeiro, 2003, Harter et al., 2010). Embora eficaz e de custo reduzido, o produto é empregado em alta concentração (5 a 7%) gerando a necessidade de armazenar grandes volumes na propriedade. Além deste fator de ordem prática, como o melão é um resíduo da indústria canavieira, o mesmo não possui padronização e, muitas vezes, apresenta

contaminantes que afetam negativamente a atratividade. Uma alternativa ao emprego do melão é a proteína hidrolisada (Raga et al., 2006; Zart et al., 2009). A disponibilidade de uma formulação comercial de proteína hidrolisada (Biofrut<sup>®</sup>) específica para uso como atrativo em iscas tóxicas é alternativa para o manejo de *C. capitata* nos pomares. No entanto, o emprego tanto do melão como da proteína hidrolisada resulta na necessidade de se formular a isca tóxica diretamente nas propriedades e a pulverização de 50 a 70 litros de calda por ha (Zart et al., 2009; Harter et al., 2010). Com o objetivo de facilitar o uso pelos produtores, em 2006 foi introduzida no mercado brasileiro uma formulação comercial de isca tóxica pronta para uso contendo o inseticida espinosade (Success 0,02 CB<sup>®</sup>). A formulação é empregada em ultra baixo volume (2-4 L/ha) sendo registrada para o controle de *Anastrepha*, *Bactrocera* e *Ceratitis* nas culturas dos citros e manga (Raga & Sato, 2005; Agrofit, 2010). O produto é uma combinação de atrativos alimentares e fagoestimulantes associado ao inseticida espinosade, possuindo reduzido efeito sobre abelhas, sendo recomendado para uso na produção orgânica pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Raga & Sato, 2005) e no Brasil pelo Instituto Biodinâmico (IBD, 2010).

Embora seja uma ferramenta eficiente e importante para o manejo integrado de moscas-das-frutas, o emprego de iscas tóxicas não tem sido utilizado de forma intensa pelos produtores (Härter et al., 2010). As principais restrições quanto a sua utilização são a baixa persistência e atratividade das formulações, sendo necessária a reaplicação a cada sete a 10 dias dependendo da incidência de chuva (Raga, 2005), além dos questionamentos quanto aos efeitos sobre os inimigos naturais e polinizadores. Nesse sentido, a disponibilidade de novas formulações de iscas tóxicas de pronto uso, com igual ou superior eficácia que o Success 0,02 CB<sup>®</sup>, mais resistentes a lavagem pela chuva e com reduzido efeito sobre inimigos naturais é uma demanda constante.

Uma nova formulação de iscas tóxicas vem sendo avaliada como alternativa as iscas convencionais no controle de moscas-das-frutas (Vargas et al., 2008). A formulação SPLAT<sup>®</sup> (Specialized Pheromone & Lure Application Technology) caracteriza-se por conter um atrativo (feromônio ou atrativo alimentar) associado a um inseticida (Vargas et al., 2009). O SPLAT<sup>®</sup> é um liberador que atua como protetor dos componentes da formulação no ambiente principalmente da ocorrência de chuva e radiação ultravioleta, além de proporcionar uma liberação gradativa do atrativo e aumento na atividade biológica da isca. O SPLAT<sup>®</sup> é um emissor em forma de pasta, composta por ceras e óleos que permite a inclusão de uma vasta gama de inseticidas e atrativos com potencial de controle de diversas espécies de moscas-das-frutas (Vargas et al., 2008). O sistema SPLAT<sup>®</sup> vem sendo avaliado como estratégia de atraí e mata para supressão das moscas-das-frutas *Bactrocera dorsalis* Hendel, 1912 e *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899) nos Estados Unidos com resultados promissores (Vargas et al., 2008; Vargas et al., 2009).

Neste trabalho foi avaliada a eficiência e a persistência de iscas tóxicas SPLAT<sup>®</sup> para o controle de *C. capitata* comparando com as formulações disponíveis no mercado brasileiro incluindo seu efeito secundário sobre adultos do parasitoide larva-pupa *D. longicaudata* em laboratório.

## **Material e Métodos**

### **a) Local de condução dos experimentos**

Os estudos foram desenvolvidos em casa-de-vegetação e nos Laboratórios de Entomologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS e na Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS. O experimento para avaliar o efeito da chuva simulada sobre as iscas tóxicas foi realizado no Laboratório de Fitopatologia da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo-RS.

**b) Criação de *Ceratitis capitata***

A criação de *C. capitata* teve início em 2009 utilizando insetos coletados em frutos de pessegueiro [*Prunus persica* (Linnaeus) Batsch., 1801], caquizeiro [*Diospyros kaki* Linnaeus, 1753] e araçazeiro [*Psidium cattleyanum* Sabine, 1821] no município de Pelotas-RS. A metodologia de criação adotada foi semelhante a descrita para *Anastrepha fraterculus* (Machota Jr. et al., 2010) utilizando mamão papaia (*Carica papaya* Linnaeus, 1753) como substrato de oviposição e desenvolvimento larval. A criação de manutenção e os experimentos foram conduzidos em sala climatizada (temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $75\pm 15\%$  e fotofase de 12 horas) utilizando insetos da quinta e sexta geração da criação de manutenção.

**c) Criação de *Diachasmimorpha longicaudata***

Pupários de *A. fraterculus* parasitados por *D. longicaudata* foram fornecidos pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP), Piracicaba-SP. Após a emergência dos adultos, os parasitoides foram introduzidos no interior de gaiolas de madeira (45 x 30 x 30 cm) para multiplicação, sendo alimentados com uma solução de hidromel a 30% disponibilizadas por meio de capilaridade utilizando algodão hidrófilo mantido no interior de um tubo de acrílico de 50 mL de capacidade.

A partir do terceiro dia após a emergência foram disponibilizadas larvas de terceiro instar de *C. capitata* no interior de placas de acrílico (7,5cm de diâmetro) envoltas por um tecido do tipo *voile* e acoplada no interior de copos plásticos para o parasitismo (Figura 1). Após quatro horas de exposição aos parasitoides, as larvas foram transferidas para o interior de caixas de acrílico (Gerbox<sup>®</sup>) contendo vermiculita de textura fina e acondicionadas em salas climatizadas até completar o ciclo biológico. Após a emergência, parte dos adultos foi utilizado nos experimentos e o restante destinado a criação de manutenção.

**d) Avaliação da eficiência e determinação do tempo letal médio (TL<sub>50</sub> e TL<sub>99</sub>) de iscas tóxicas sobre *Ceratitis capitata* e efeitos secundários sobre *Diachasmimorpha longicaudata***

Os tratamentos avaliados foram: iscas tóxicas com base SPLAT<sup>®</sup> (Specialized Pheromone & Lure Application Technology - 49%) contendo diferentes atrativos de origem vegetal e o inseticida espinosade formulados pela Isca Tecnologias LTDA (Ijuí - RS) a) EmbØ6 (SPLAT<sup>®</sup> + Essência vegetal A - 24,20% + espinosade 0,10%); b) EmbØ7 (SPLAT<sup>®</sup> + Essência vegetal B - 30,20% + espinosade 0,10%); c) EmbØ8 (SPLAT<sup>®</sup> Essência vegetal C 20,70% + espinosade 0,10%); d) EmbØ9 (SPLAT<sup>®</sup> + Essência vegetal A - 24,20% + espinosade 0,20%). As formulações SPLAT<sup>®</sup> foram comparadas com a isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup> (atrativo + espinosade 0,02%), Malathion 1000 CE (0,15%) + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup> 3%) e Malathion 1000 CE (0,15%) + melão de cana (7%) mantendo-se um tratamento testemunha com água destilada (Figura 2).

Como substrato de deposição das iscas tóxicas foi utilizado discos foliares de citros com 3,0 cm de diâmetro (Figura 3). As iscas tóxicas SPLAT<sup>®</sup> foram aplicadas sem diluição sobre os discos foliares utilizando seringas plásticas com 5 mL de capacidade na dose de 0,4 mL, formando uma deposição de aproximadamente 4,0 mm de diâmetro por ponto. O Success 0,02 CB<sup>®</sup> foi diluído em água destilada na proporção de uma parte do produto para 1,5 de água e as iscas tóxicas contendo malationa foram preparadas em um litro de água destilada. A aplicação destas iscas foi realizada após a diluição no mesmo volume por ponto utilizando a mesma metodologia

Após a aplicação dos tratamentos, os discos foliares permaneceram a sombra por um período de três horas quando foram fornecidos aos adultos de *C. capitata* no interior de gaiolas confeccionadas com recipientes plásticos transparentes (500 mL) perfurados no fundo. As gaiolas foram acopladas com a abertura voltada para baixo, sobre uma superfície de

acrílico de 12,0 x 12,0 cm (Figura 3). Cada unidade experimental foi constituída por uma gaiola com alimento (proteína de soja, gérmem de trigo e açúcar mascavo na proporção de 3:1:1), água e a formulação de isca tóxica a ser avaliada.

No experimento para avaliar o efeito de iscas tóxicas sobre adultos de *D. longicaudata*, foram utilizados quatro insetos (dois machos e duas fêmeas) com 48 a 72 horas após a emergência, totalizando 64 insetos por tratamento.

As iscas foram aplicadas com a mesma metodologia empregada para avaliar o efeito sobre *C. capitata*. Após três horas da aplicação dos tratamentos, os discos foliares foram acoplados no interior de recipientes plásticos de 3,0 cm de diâmetro e 0,4 cm de altura e introduzidos no interior das gaiolas. Como alimento para os adultos foi disponibilizado uma solução de hidromel a 30% fornecido por capilaridade utilizando rolete dental de algodão no interior de recipientes de acrílico com 10 mL de capacidade (Figura 4).

Nos experimentos conduzidos para avaliar a eficiência das iscas tóxicas no controle de *C. capitata* e os efeitos sobre *D. longicaudata*, as avaliações de mortalidade foram realizadas em intervalos de duas horas, durante 96 horas. Foram considerados mortos os insetos que não apresentavam mobilidade ao toque de um pincel fino. O tempo letal médio (TL<sub>50</sub> e TL<sub>99</sub>) foi calculado utilizando os dados de mortalidade registrados a cada duas horas por 48 horas.

#### **e) Persistência de iscas tóxicas para o controle de *Ceratitis capitata* com e sem chuva simulada**

Iscas tóxicas foram aplicadas sobre folhas de mudas de citros cultivadas em vasos no interior de casa-de-vegetação da Embrapa Clima Temperado com aproximadamente 1,5 m de altura (Figura 5), seguindo a mesma metodologia do experimento de eficiência em laboratório. Cada tratamento foi aplicado em quatro plantas. Passado três horas após a aplicação e 1, 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos, folhas contendo as iscas foram trazidas ao laboratório, seccionando-se o ponto de aplicação com auxílio de um furador

de rolha com diâmetro de 30 mm. Os discos contendo a isca tóxica foram fornecidos aos adultos seguindo a mesma metodologia descrita no ensaio de eficiência (item d).

Após a condução e análise dos ensaios de eficiência e persistência na ausência de precipitação, as seis formulações de iscas tóxicas que apresentaram melhor desempenho foram submetidas ao ensaio de chuva simulada utilizando a mesma metodologia de aplicação. As mudas de citros contendo os pontos de aplicação das iscas tóxicas foram mantidas a sombra por três horas após a aplicação e posteriormente submetidas à chuva simulada. Os tratamentos foram constituídos de duas lâminas de chuva (20 e 40 mm) por um período de 24 e 48 minutos utilizando um simulador programado para aplicar  $50 \text{ mm.h}^{-1}$  (Figura 6). Após a aplicação dos tratamentos, as plantas foram mantidas em condição ambiente para a secagem da superfície foliar por uma hora. Em seguida, as folhas foram coletadas e transportadas ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho para a avaliação da mortalidade causada aos adultos de *C. capitata*. No laboratório, o experimento foi conduzido de acordo com a metodologia descrita para o experimento de eficiência (item d).

#### **f) Análise estatística**

O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos foi o inteiramente casualizado com 16 repetições, sendo cada unidade experimental composta por quatro insetos (dois machos e duas fêmeas).

A eficiência de controle de *C. capitata* e os efeitos sobre os adultos do parasitoide foram calculados utilizando a fórmula de Abbott (Abbott, 1925). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA utilizando-se o Software SAS<sup>®</sup>, *Procedure anova/repeated-time* e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro (SAS Institute, 2002). Os dados de persistência na ausência de precipitação foram submetidos à análise de regressão linear e não linear.

Para o cálculo do tempo letal médio (TL<sub>50</sub> e TL<sub>99</sub>), os dados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit utilizando o programa POLO-PC (Leora Software, 1987). A partir da curva de concentração resposta foram estimados os tempos letais, com os respectivos intervalos de confiança (IC 95%) e os valores do coeficiente angular. Os tratamentos foram comparados entre si por meio do tempo letal médio calculado e os intervalos de confiança obtidos para cada formulação de isca tóxica.

## **Resultados e discussão**

### **Eficiência e tempo letal médio de iscas tóxicas sobre adultos de *Ceratitis capitata* e efeitos secundários sobre *Diachasmimorpha longicaudata***

Na avaliação realizada 24 horas após a aplicação (HAA), o Success 0,02 CB<sup>®</sup> causou mortalidade de 79,37% sendo equivalente as iscas tóxicas com malationa e as formulações SPLAT<sup>®</sup> (EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9) (Tabela 1). Nesta avaliação, a formulação EmbØ6 causou menor mortalidade de adultos de *C. capitata* quando comparado com o Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as formulações contendo malationa. Todos os tratamentos diferiram da testemunha (Tabela 1).

Raga & Sato (2005) avaliando o efeito de doses da isca Success 0,02 CB<sup>®</sup> (0,004, 0,008 e 0,08% de espinosade) sobre adultos de *C. capitata* com idade de dois a sete dias em laboratório observaram mortalidade superior a 80% três horas após o início do experimento, sendo semelhante às iscas formuladas com o inseticida fentiona. Os autores também observaram maior mortalidade das moscas quando estas apresentavam idade de dois a cinco dias quando comparado com insetos de cinco a sete dias. Outro fator importante a considerar é que no experimento de Raga & Sato (2005), os insetos foram privados de alimento e água 12 horas antes do fornecimento das iscas, enquanto que no presente estudo os mesmos foram disponibilizados durante todo o período de avaliação.

Às 48HAA, as formulações contendo malationa associado à proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) ou melão de cana não apresentaram aumento significativo na mortalidade de insetos em relação às 24HAA. No entanto, formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8, EmbØ9 e Success 0,02 CB<sup>®</sup> proporcionaram um aumento significativo na mortalidade, atingindo valores entre 67,78 e 96,77% (Tabela 1). Nesta avaliação, a formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6 foi a menos eficiente (67,78%) no controle de *C. capitata*, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 1). Mortalidade de 100% foi relatada por Borges et al. (2010a) em trabalho realizado com a formulação SPLAT<sup>®</sup> contendo espinosade (0,20%) e o atrativo Anarosa<sup>®</sup> e malationa (0,15%) associado ao melão de cana 48 horas após a exposição dos adultos de *A. fraterculus* em laboratório. Os autores também observaram que reduzindo a dose de espinosade na formulação foi necessário um aumento no tempo de exposição dos insetos para causar os mesmos níveis de mortalidade.

A formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 foi a que apresentou o menor TL<sub>50</sub> (7,64 horas) e TL<sub>99</sub> (72,96 horas) indicando um efeito letal mais acentuado sobre os insetos em relação as formulações SPLAT<sup>®</sup> (EmbØ6, EmbØ7, EmbØ9) e Success 0,02 CB<sup>®</sup>, sendo equivalente às iscas com o inseticida malationa, independentemente do atrativo utilizado (Tabela 2). Raga & Sato (2006) avaliando o tempo letal médio de inseticidas para o controle de *C. capitata* verificaram que a morte de 50% da população experimental foi de 33,50 e 37,90 minutos para machos e fêmeas, respectivamente, quando expostos ao inseticida malationa. As diferenças no tempo letal observado no referido trabalho quando comparado ao presente experimento é atribuído a metodologia utilizada, onde Raga & Sato (2006) forneceram como atrativo alimentar a proteína hidrolisada utilizada para monitoramento e mais concentrada (Bio Anastrepha<sup>®</sup> a 5%) com insetos privados de alimento 12 horas antes do início do experimento. Neste trabalho, foi utilizada a proteína hidrolisada Biofruit<sup>®</sup> recomendada para emprego como

isca tóxica para o controle de moscas-das-frutas na concentração 3% (Härter et al., 2010) e melação de cana a 7% alimentando os insetos durante todo o período de avaliação.

O maior  $TL_{50}$  e  $TL_{99}$  foi observado na formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6 (31,88 horas e 463,77 horas, respectivamente) resultando numa mortalidade dos insetos mais lenta (Tabela 2). Os valores de  $TL_{50}$  para as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ7 e EmbØ9 foram de 21,29 e 21,20 horas respectivamente, não diferindo entre si. No entanto, os valores de  $TL_{99}$  foram distintos, sendo de 218,74 e 162,07 horas para as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ7 e EmbØ9, respectivamente (Tabela 2). A isca tóxica Success 0,02 CB<sup>®</sup> apresentou um  $TL_{50}$  e  $TL_{99}$  de 13,85 e 93,29 horas, respectivamente, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Raga & Sato (2005) utilizando a mesma formulação verificando um  $TL_{50}$  para adultos de *C. capitata* superior a 12,0 horas.

Na avaliação realizada 72HAA não foi observado aumento significativo na mortalidade dos insetos (Tabela 1). No entanto, às 96HAA apenas a formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 aumentou a mortalidade de *C. capitata* (Tabela 1). A mortalidade causada pelas iscas contendo proteína hidrolisada ou melação de cana associado ao inseticida malationa foram equivalentes as formulações SPLAT<sup>®</sup> (EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9) e a isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup>, sendo superior a 87,10% após 96 horas de exposição aos insetos (Tabela 1). Chueca et al. (2007) avaliando iscas tóxicas contendo o inseticida espinosade como alternativa a malationa para o controle de *C. capitata*, verificaram mortalidades acima de 90% em todos os tratamentos, demonstrando equivalência do espinosade ao fosforado para o controle da espécie.

Urbaneja et al. (2009) utilizando inseticidas organofosforados (malationa e fosmete), piretroides (lambda-cialotrina) e espinosade na forma de iscas tóxicas, verificaram que todas as formulações foram eficientes para o controle de *C. capitata* exceto aquela contendo o inseticida lambda-cialotrina, a qual causou baixa mortalidade. Borges et al. (2010a)

constataram que para *A. fraterculus*, iscas tóxicas SPLAT<sup>®</sup> formuladas com espinosade na dose 0,05 e 0,10% associado ao atrativo Anarosa<sup>®</sup> proporcionaram mortalidade de 100% após 60 e 52 horas de exposição dos insetos às iscas, respectivamente, sendo superior ao Success 0,02 CB<sup>®</sup> que causou mortalidade de 96%, somente 96 HAA.

Estudos conduzidos em pomares comerciais demonstram que o uso de iscas tóxicas com espinosade tem sido efetivo para o controle de *C. capitata* e outros tefritídeos. Burns et al. (2001) avaliando a eficiência de iscas tóxicas com espinosade para o controle de *C. capitata* e *Anastrepha suspensa* (Loew, 1862) (Diptera: Tephritidae) em pomares de citros na Flórida verificaram que o inseticida foi equivalente a malationa para o controle das duas espécies de moscas-das-frutas. Santos-Neto et al. (2004) comparando duas diluições (1:1,5 e 1:2,4) de iscas a base de espinosade (GF-120 equivalente ao Success 0,02 CB<sup>®</sup>) com duas iscas tóxicas à base de proteína hidrolisada 5% associado aos inseticidas fosforados malationa e triclorfom, concluíram que todas as iscas foram equivalentes e eficazes no controle de *C. capitata* e *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) em acerola e manga. Vargas et al. (2002) estudando a toxicidade de iscas tóxicas contendo o inseticida espinosade em três espécies de mosca-das-frutas (*C. capitata*, *B. cucurbitae* e *B. dorsalis*) constataram que todas foram suscetíveis a isca contendo espinosade.

Neste contexto, o uso das formulações SPLAT<sup>®</sup> avaliadas no presente trabalho, com destaque para a EmbØ8 também demonstraram alta eficiência no controle de *C. capitata* sendo equivalente a formulação comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as iscas formuladas com malationa independentemente do atrativo utilizado. As iscas a base de proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) e melão de cana associado ao inseticida malationa foram igualmente eficientes no controle de adultos de *C. capitata*.

No experimento conduzido para avaliar o efeito das iscas tóxicas sobre adultos de *D. longicaudata* foi observado que as formulações contendo o inseticida malationa,

independentemente do atrativo utilizado, apresentou maior mortalidade dos adultos do parasitoide quando comparado com as iscas tóxicas contendo o inseticida espinosade (Tabela 3). Mortalidade de 41,67% foi observada em adultos de *D. longicaudata* submetidos à exposição de iscas tóxicas utilizando malationa + melão de cana, 24HAA, diferindo dos demais tratamentos. As iscas malationa + proteína hidrolisada e a formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ9 proporcionaram mortalidade de 16,67 e 4,17%, respectivamente, sendo equivalentes ao tratamento testemunha (Tabela 3). Até 48HAA, nenhum efeito significativo foi observado sobre o parasitoide *D. longicaudata* expostos as iscas SPLAT<sup>®</sup> e a isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup>, enquanto que, os tratamentos utilizando proteína hidrolisada ou melão de cana associados a malationa causaram mortalidade de 39,13 e 86,96%, respectivamente, diferindo entre si (Tabela 3). Na avaliação realizada as 72HAA, as iscas SPLAT<sup>®</sup> EmbØ7 e EmbØ9 causaram mortalidades de 21,74 e 13,04%, respectivamente, diferindo entre si (Tabela 3).

Na avaliação final realizada 96HAA, as formulações de iscas tóxicas com proteína hidrolisada e melão de cana associado ao inseticida malationa foram as mais nocivas aos adultos do parasitoide quando comparado com as iscas a base de espinosade (Tabela 3). A maior mortalidade foi observada para os adultos expostos a isca malationa + melão de cana, sendo superior a 95%, enquanto que, utilizando a proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) como atrativo alimentar, a mortalidade final foi de 60,87% (Tabela 3). Este fato priorizaria a proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) em relação ao melão de cana como atrativo a ser empregado pelos produtores. A maior mortalidade do parasitoide observada quando o malationa foi associado ao melão de cana é atribuída à fonte de alimento utilizada pelos adultos que é constituído basicamente de açúcares (Hoferer et al., 2000). O melão de cana possui alta concentração de carboidratos simples, os quais são facilmente ingeridos e metabolizados pelo inseto fato que pode ter sido responsável pela maior mortalidade do parasitoide. Nesta avaliação, também foi observado que não houve diferença significativa entre o efeito causado

pelas iscas tóxicas SPLAT<sup>®</sup> EmbØ7 e EmbØ9, as quais proporcionaram mortalidades de 30,43 e 26,09%, respectivamente, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 3). Os maiores valores de mortalidade observados nestas formulações podem estar relacionados com o atrativo alimentar empregado nas formulações e a maior concentração do espinosade na EmbØ9. No entanto, as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6 e EmbØ8 causaram mortalidade inferior a 4,35%, 96HAA, sendo equivalentes a isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup> (Tabela 3).

Estudos conduzidos em outras regiões também constataram um efeito reduzido de iscas tóxicas contendo o inseticida espinosade sobre agentes de controle biológico. Ruiz et al., (2008) avaliando o efeito da isca GF-120 sobre o mesmo parasitóide, em gaiolas contendo plantas de manga, verificaram que a mortalidade de *D. longicaudata* foi inferior a 40%. Stark et al. (2004) estudando a toxicidade do espinosade em iscas tóxicas sobre os parasitoides *Fopius arisanus* (Sonan, 1932) e *Pysttalia fletcheri* (Silvestri, 1916) (Hymenoptera: Braconidae) verificaram que os mesmos apresentaram menor suscetibilidade ao inseticida em relação as iscas com malationa. No Havaí, Mcquate et al. (2005) verificaram que o uso de iscas tóxicas com espinosade (GF-120) não afetou a população de *F. arisanus* mesmo depois de 11 pulverizações semanais.

Estes resultados demonstram o potencial de uso das formulações de iscas tóxicas com o espinosade em conjunto com liberações do parasitóide *D. longicaudata* em programas de controle de *C. capitata*.

### **Persistência de iscas tóxicas para o controle de *Ceratitis capitata* com e sem chuva simulada**

No experimento conduzido para avaliar a persistência de iscas tóxicas na ausência de precipitação pluvial, as formulações SPLAT<sup>®</sup> (EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8, EmbØ9) e Success 0,02 CB<sup>®</sup> proporcionaram mortalidade superior a 86,44%, um dia após a aplicação (1DAA), sendo equivalentes as iscas com malationa, independentemente do atrativo utilizado (Tabela

4). Nesta avaliação, a menor mortalidade (77,97%), foi observada em adultos de *C. capitata* expostos a isca tóxica malationa + melaço de cana (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Raga & Sato (2005) os quais verificaram que adultos de *C. capitata* expostos a folhas tratadas com iscas tóxicas a base de espinosade, malationa, fentiona e deltametrina apresentaram mortalidade acima de 80% até dois dias após a aplicação.

Aos 3DAA, a isca tóxica malationa + melaço de cana apresentou uma redução significativa na mortalidade de *C. capitata*, passando de 77,97% para 40,68% (Tabela 4). No entanto, as iscas SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8, EmbØ9 e Success 0,02 CB<sup>®</sup> mantiveram um controle acima de 79,66%, sendo equivalente a isca malationa + proteína hidrolisada (Tabela 4). Aos 7DAA as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8, EmbØ9 foram equivalentes ao Success 0,02 CB<sup>®</sup> e a isca malationa + proteína hidrolisada, com mortalidade superior 63,25%, diferindo da isca malationa + melaço de cana 34,43%. Chueca et al. (2007) verificaram que seis dias após a aplicação, as iscas contendo o inseticida espinosade expostas aos adultos de *C. capitata* proporcionaram mortalidade próximas a 100%. No entanto, Raga & Sato (2005) verificaram que apenas a isca malationa + Aumax<sup>®</sup> causou mortalidade de 26,0%, 7DAA, enquanto que as formulações com espinosade (GF-120), deltametrina + Aumax<sup>®</sup> e fentiona + Aumax<sup>®</sup> foram equivalentes ao tratamento controle. Atribui-se a maior persistência observada no presente estudo à ausência de precipitação pluvial e o maior tempo de exposição das iscas aos adultos (96HAA) enquanto que no trabalho conduzido por Raga & Sato (2005) houve a ocorrência de 44 mm de chuva e o período de exposição das iscas aos adultos foi de seis horas.

Na avaliação realizada aos 14DAA as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8, EmbØ9 proporcionaram mortalidades entre 25,81 e 40,72% equivalendo-se as iscas com malationa independentemente do atrativo empregado (Tabela 4). A isca Success 0,02 CB<sup>®</sup> causou maior mortalidade de insetos (64,52%), sendo similar a isca SPLAT<sup>®</sup> EmbØ7

(40,72%) e as iscas malationa + proteína hidrolisada (17,74%) e malationa + melação de cana (25,81%) (Tabela 4).

Aos 21DAA, a isca Success 0,02 CB<sup>®</sup> proporcionou maior controle de *C. capitata* (42,62%), diferindo das demais formulações e do tratamento testemunha (Tabela 4). As iscas SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9 causaram mortalidade entre 8,20 e 14,75%, sendo equivalentes ao tratamento testemunha (Tabela 4). Aos 28DAA, não foi observado diferenças significativas entre as iscas avaliadas que causaram mortalidade inferior a 15,63%, equivalentes ao tratamento testemunha (Tabela 4).

De um modo geral, na ausência de precipitação pluvial, as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6 e malationa + melação de cana apresentaram uma redução no controle de *C. capitata*, de modo que os dados de mortalidade ajustaram-se em um modelo não linear (sigmoidal e exponencial), com coeficientes de determinação de 0,9995 e 0,9788, respectivamente, enquanto que as demais formulações apresentaram um comportamento quadrático (Figura 7). A isca tóxica Success 0,02 CB<sup>®</sup> proporcionou uma degradação mais lenta quando comparada com as demais formulações, demonstrando uma maior persistência na ausência de precipitação pluvial (Figura 7). As formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ7, EmbØ8, EmbØ9 e malationa + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) apresentaram uma redução no controle de *C. capitata* mais acentuada com o aumento do tempo de exposição em relação a isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup>, com coeficientes de determinação superiores a 0,9441 (Figura 7).

Considerando como aceitável a mortalidade de 80% da população de *C. capitata* na ausência de chuva, o intervalo entre aplicação das iscas SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9 seria de cinco dias, similar a isca com malationa + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) No caso da isca com malationa + melação de cana, esta seria efetiva somente por 2DAA (Figura 7) enquanto que o Success 0,02 CB<sup>®</sup> proporcionaria um controle por 9DAA. No experimento com chuva simulada foi observado que, 24HAA, a formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 causou maior

mortalidade de insetos (14,58%) com lâminas de 20mm, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 5). Na avaliação realizada 48HAA a formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 proporcionou mortalidade de 37,50 e 33,33% para as lâminas de 20 e 40 mm respectivamente, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 5). Não foi observado diferenças significativas entre as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ7 e EmbØ9 quando submetidas a chuva simulada de 20 mm, as quais causaram mortalidade de 4,17 e 18,75%, sendo equivalentes as iscas com malationa independentemente do atrativo empregado (Tabela 5).

Às 72HAA, as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 e EmbØ9 causaram mortalidade de 62,50 e 27,08% e 39,13 e 17,39% para as lâminas de 20 e 40 mm, respectivamente, diferindo entre si (Tabela 5). Mortalidade de 8,33 e 4,17% foi observada em insetos expostos as isca malationa + proteína hidrolisada e malationa + melação de cana após chuva simulada de 20 mm, respectivamente.

Na avaliação realizada 96HAA, a formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 ocasionou mortalidade de 81,25 e 54,35% quando submetido a chuva de 20 e 40 mm, respectivamente (Tabela 5). Nesta avaliação, também foi observado que a isca SPLAT<sup>®</sup> EmbØ9 causou mortalidade de 35,4 e 21,74% nas mesmas condições. Borges et al. (2010b) trabalhando com duas lâminas de chuva simulada sobre iscas tóxicas para o controle de *A. fraterculus* verificaram que as formulações SPLAT<sup>®</sup> com espinosade nas doses de 0,10 e 0,20% associado ao atrativo Anarosa<sup>®</sup> proporcionaram mortalidade de 75,00 e 83,00% para chuva simulada de 20 mm e 59,00 e 83,00% para chuva de 50 mm, respectivamente, enquanto que as formulações Success 0,02 CB<sup>®</sup> e malationa + proteína hidrolisada causaram mortalidades inferiores de 39,00% e 9,00% nas mesmas condições, demonstrando uma maior persistência da formulação SPLAT<sup>®</sup> contendo o atrativo Anarosa<sup>®</sup> + espinosade em condições de chuva.

Embora a isca Success 0,02 CB<sup>®</sup> tenha apresentado uma maior persistência para o controle de *C. capitata* na ausência de precipitação pluvial, quando submetido à chuva,

mesmo em pequenos volumes (20 mm), a mesma não apresentou o mesmo comportamento (Tabela 5). Uma das razões para a menor eficiência desta formulação na ocorrência de precipitação pluvial pode estar associada com a viscosidade e com a forma de aplicação das iscas. Ao ser diluído em água, esta perde a aderência no tecido foliar sendo mais facilmente removida pela chuva. Raga & Sato (2005) observaram que tanto a isca Success 0,02 CB<sup>®</sup> quanto à isca malationa + Aumax<sup>®</sup> não foram eficientes no controle de *C. capitata* a partir do segundo dia após aplicação na ocorrência de 44 mm de chuva. Härter (2009) avaliando a eficiência das iscas tóxicas Success 0,02 CB<sup>®</sup> e malationa + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) para o controle de *A. fraterculus* verificaram que na ocorrência de 3,8 mm de chuva, 2DAA e 0,4 mm, 4DAA as iscas proporcionaram mortalidade inferior a 33%.

No presente estudo, foi observado que o emprego de iscas tóxicas formuladas com agentes espessantes (SPLAT<sup>®</sup>) proporcionaram, de um modo geral, uma eficiência de controle de adultos de *C. capitata* semelhantes à isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup> e a isca malationa + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) consideradas referência no controle de moscas-das-frutas no Brasil. A isca Success 0,02 CB<sup>®</sup> apresentou maior persistência na ausência de chuva, sendo de nove dias o intervalo de aplicação. Porém, sob chuva simulada, reduziu significativamente a sua eficiência no controle de *C. capitata*. A isca malationa + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) apresentou melhor desempenho em comparação com a isca malationa + melação de cana, pois proporcionou um controle efetivo de *C. capitata* até 7DAA e menores efeitos sobre o parasitoide *D. longicaudata*. Dentre as formulações SPLAT<sup>®</sup> avaliadas, a Emb08 apresentou o melhor desempenho em relação as demais, pois causou mortalidade superior a 80% até cinco dias após a aplicação na ausência de chuva, reduzido efeito sobre *D. longicaudata*, além de apresentar resistência a remoção pela chuva fato importante em regiões que apresentam altas precipitações durante o período de frutificação das culturas como é o caso do Sul do Brasil.

### Conclusões

1. A isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9 contendo o inseticida espinosade são eficientes para o controle de *Ceratitis capitata*, sendo equivalentes as iscas com malationa associado a proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) 3% ou melação de cana 7%;
2. A isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as formulações SPLAT<sup>®</sup> EMB são menos nocivas aos adultos do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* em comparação com as iscas tóxicas contendo inseticida malationa associado à proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup> 3%) ou melação de cana 7%;
3. A isca tóxica contendo o inseticida malationa associado ao melação de cana 7% é mais nociva ao parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* quando comparado com a isca malationa + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) 3%;
4. Na ausência de precipitação pluvial, as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9 são eficientes ( $\geq 80\%$  de mortalidade) para o controle de *C. capitata* até 5DAA, sendo equivalente a isca tóxica malationa + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) 3% enquanto que a formulação Success 0,02 CB<sup>®</sup> é eficaz até 9DAA e a isca tóxica malationa + melação de cana 7% até 2DAA;
5. Na ocorrência de precipitação pluvial de até 20 mm, a formulação SPLAT<sup>®</sup> EmbØ8 é eficiente para o controle de *Ceratitis capitata*, enquanto que, a isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as iscas tóxicas malationa + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup> 3%) e malationa + melação de cana 7% não são eficazes.

### Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro a este projeto.

## Referências

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal Economic of Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- AGROFIT, **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**, 2010. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/ap\\_produto\\_form\\_detalhe\\_cons?p\\_id\\_produto\\_formulado\\_tecnico=8204&p\\_tipo\\_janela=NEW](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/ap_produto_form_detalhe_cons?p_id_produto_formulado_tecnico=8204&p_tipo_janela=NEW)>. Acesso em: 27 dez. 2010.
- ALUJA, M.; MANGAN, R.L. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. **Annual Review of Entomology**, v.53, p.473-502, 2008.
- ALVARENGA, C.D.; SILVA, M.A.; LOPES, G.N.; LOPES, E.N.; BRITO, E.S.; QUERINO, R.B.; MATRANGOLO, C.A.R. Ocorrência de *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) em frutos de mamoeiro em Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v.36, p.807-808, 2007.
- BORGES, R.; BOTTON, M.; MACHOTA JR., R.; BOFF, M.I.C.; MAFRA-NETO, A. Laboratory evaluation of the effects of attract & kill formulations on *Anastrepha fraterculus*, p.292. In.: 8<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE. **Book of abstracts...** 8<sup>th</sup> International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Valencia, 2010a. 356p.
- BORGES, R.; BOTTON, M.; MACHOTA JR., R.; BOFF, M.I.C.; BORTOLI, L.C.; MAFRA-NETO, A. Persistence of attract & kill formulations of *Anastrepha fraterculus*: greenhouse and rain-fast experiments, p.293. In.: 8<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE. **Book of abstracts...** 8<sup>th</sup> International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Valencia, 2010b. 356p.
- BURNS, R.E.; HARRIS, D.L.; MORENO, D.S.; EGER, J.E. Efficacy of spinosad bait sprays to control Mediterranean and Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial citrus in Florida. **Florida Entomologist**, v.84, p.672-678, 2001.
- CARVALHO, R.S. Avaliação das liberações inoculativas do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em pomar diversificado em Conceição do Almeida, BA. **Neotropical Entomology**, v.34, p.799-805, 2005.
- CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de moscas-das-frutas, p.65-179. In.: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo, Manole, 2002. 635p.
- CHUECA, P.; MONTÓN, H.; RIPOLLÉS, J.L.; CASTAÑERA, P.; MOLTÓ, E.; URBANEJA, A. Spinosad bait treatments as alternative to Malathion to control the mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the Mediterranean Basin. **Journal of Pesticide Science**, v.32, p.407-411, 2007.
- EHAER, L.E.; ENDICOT, P.C.; HERTHLEIN, M.B.; RODRIGUEZ B.A. Medfly eradication in California: Impact of Malathion bait sprays on an endemic gall midge and its parasitoids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.36, p.201-208, 1984.
- HÄRTER, W.R. **Tecnologias para o manejo da mosca-das-frutas [*Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae)] e grafolita [*Grapholita molesta* Busck, 1916 (Lepidoptera: Tortricidae)] em pessegueiro**. 2009. 72f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

- HÄRTER, W.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; NAVA, D.E.; GONÇALVES, R.S.; BOTTON, M. Isca tóxica e interrupção sexual no controle da mosca-das-frutas sul-americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.229-235, 2010.
- HOFERER, S.; WÄCKERS, F.L.; DORN, S. Measuring CO<sub>2</sub> respiration rates in the parasitoid *Cotesia glomerata*. **Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie**, v.12, p.555-558, 2000.
- HOY, J.B.; DAHLSTEN, D.L. Effects of Malathion and Staley's bait on the behaviour and survival of parasitic Hymenoptera. **Environmental Entomology**, v.13, p.1483-1486, 1984.
- IBD - INSTITUTO BIODINÂMICO - **IBD certificações**, 2010. Disponível em: <[http://www.ibd.com.br/ClientCert\\_Default.aspx](http://www.ibd.com.br/ClientCert_Default.aspx)>. Acesso em: 27 dez. 2010.
- KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã, p.61-76. In: PROTAS, J.F.S.; SANHUEZA, R.M.V. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 90p. (Circular Técnica, 34).
- LEORA SOFTWARE, **POLO-PC: a user's guide to Probit or Logit analysis**. Berkeley, 1987. 20p.
- MACHOTA Jr., R.; BORTOLI, L.C.; TOLOTTI, A.; BOTTON, M. **Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando hospedeiro natural**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 22p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).
- MANGAN, R.L.; MORENO, D.S. Development of bait stations for fruit fly population suppression. **Journal Economic of Entomology**, v.100, p.440-450, 2007.
- MCQUATE, G.T.; SYLVA, C.D.; JANG, E.B. Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) suppression in persimmon through bait sprays in adjacent coffee plantings. **Journal of Applied Entomology**, v.129, p.110-117, 2005.
- NAKANO, O.; ROMANO, F.C.B. Uso de reguladores de crescimento na esterilização da mosca-do-mediterrâneo. **Laranja**, v.23, p.115-125, 2002.
- RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. **Laranja**, v.26, p.307-322, 2005.
- RAGA, A.; MACHADO R.A.; DINARDO, W.; STRIKIS, P.C. Eficácia de atrativos alimentares na captura de moscas-das-frutas em pomares de citros. **Bragantia**, v.65, p.337-345, 2006.
- RAGA, A.; SATO, M.E. Effect of spinosad bait against *Ceratitis capitata* (Wied.) and *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. **Neotropical Entomology**, v.34, p.815-822, 2005.
- RAGA, A.; SATO, M.E. Time-mortality for fruit flies (Diptera: Tephritidae) exposed to insecticides in laboratory. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, p.73-77, 2006.
- RAGA, A.; VIEIRA, F.N.S. Iscas tóxicas à base de fipronil na proteção de frutos cítricos contra a infestação de moscas-das-frutas (Dip.: Tephritidae). **Revista de Agricultura**, v.80, p.242-251, 2005.
- RUIZ, L.; FLORES, S.; CANCINO, J.; ARREDONDO, VALLE, J.J.; DÍAZ-FLEISCHER, F. WILLIAMS, T. Lethal and sublethal effects of spinosad-based GF-120 bait on the tephritid parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v.44, p.296-304, 2008.

- SALLES, L.A.B. Isca tóxica para o controle de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.24, p.153-157, 1995.
- SANTOS-NETO, C.; NASCIMENTO, A.S.; LEDO, C.A.S.; BRITO, D.B.; SIMÕES, W.L.; OLIVEIRA, E.S. **Eficiência da isca tóxica GF - 120 (spinosad) no controle de duas espécies de moscas-das-frutas (Diptera Tephritidae) em gaiolas de campo**, p.156-160. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis-SC. **Anais...** XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Florianópolis: EPAGRI - CD-ROM, 2004. v.1.
- SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary: SAS, 2002. 200p.
- SCOZ, P.L.; BOTTON, M.; GARCIA, M.S. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Ciência Rural**, v.34, p. 1689-1694, 2004.
- SILVA, F.F.; MEIRELLES, R.N.; REDAELLI, L.R.; DAL SOGLIO, F.K. Diversity of flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) in organic citrus orchards in the Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.35, p.666-670, 2006.
- SOUZA-FILHO, M.F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas no estado de São Paulo: ocorrência e dano. **Laranja**, v.24, p.45-69, 2003.
- STARK, J.D.; VARGAS, R.; MILLER, N. Toxicity of spinosad in protein bait to three economically important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). **Journal Economic Entomology**, v.97, p.911-915, 2004.
- THOMPSON, G.D.; HUTCHINS, S.H.; SPARKS, T.C. **Development of spinosad and attributes of a new class of insect control products**, 2009. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/hutchins2.htm>>. Acesso em: 27 dez. 2010.
- URBANEJA, A.; CHUECA, P.; MONTÓN, H.; PASCUAL-RUIZ, S.; DEMBILIO, O.; VANACLOCHA, P.; ABAD-MOYANO, R.; PINA, T.; CASTAÑERA, P. Chemical alternatives to Malathion for controlling *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), and their side effects on natural enemies in Spanish citrus orchards. **Journal of Economic Entomology**, v.102, p.144-151, 2009.
- VARGAS, R.I.; MILLER, N.W.; PROKOPY, R.J. Attraction and feeding responses of Mediterranean fruit fly and a natural enemy to protein baits laced with two novel toxins, phloxine B and spinosad. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.102, p.273-282, 2002.
- VARGAS, R.I.; PIÑERO, J.C.; MAU, R.F.L.; STARK, J.D.; HERTLEIN, M.; MAFRA-NETO, A.; COLER, R.; GETCHELL, A. Attraction and mortality of oriental fruit flies to SPLAT-MAT-methyl eugenol with spinosad. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.131, p.286-293, 2009.
- VARGAS, R.I.; STARK, J.D.; HERTLEIN, M.; MAFRA NETO, A. COLER, R. PIÑERO, J.C. Evaluation of splat with spinosad and methyl eugenol or cue-lure for “attract-and-kill” of Oriental and Melon Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.759-768, 2008.
- ZART, M.; FERNANDES, O.A.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de moscas-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 8p. (Circular Técnica 81).
- WANG, X.; JARJEES, E.A.; MCGRAW, B.K.; BOKONON-GANTA, A.H.; MESSING, R.H.; JOHNSON, M.W. Effects of spinosad-based fruit fly bait GF-120 on tephritid fruit fly and aphid parasitoids. **Biological Control**, v.35, p.155-162, 2005.

WANNER, K.W. Laboratory and field evaluation of spinosad against the gypsy moth, *Lymantria dispar*. **Pest Management Science**, v.56, p.855-860, 2000.

**Tabela 1** - Número médio de insetos vivos ( $N \pm EP$ ) e eficiência de controle (E %) sobre adultos de *Ceratitis capitata*, 24, 48, 72 e 96 horas após aplicação (HAA) de iscas tóxicas, em laboratório (Temperatura  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 15\%$  UR e fotofase de 12 horas).

Tratamento	24 HAA		48 HAA		72 HAA		96 HAA	
	N $\pm$ EP	E (%)	N $\pm$ EP	E (%)	N $\pm$ EP	E (%)	N $\pm$ EP	E (%)
EmbØ6	2,06 $\pm$ 0,25Ba	47,62	1,25 $\pm$ 0,24Bb	67,78	0,56 $\pm$ 0,18Cb	85,48	0,50 $\pm$ 0,18Cb	87,10
EmbØ7	1,44 $\pm$ 0,20BCDa	63,49	0,63 $\pm$ 0,20CDb	83,87	0,44 $\pm$ 0,16Cb	88,71	0,25 $\pm$ 0,11Cb	93,55
EmbØ8	0,56 $\pm$ 0,20Da	85,71	0,13 $\pm$ 0,09Db	96,77	0,13 $\pm$ 0,09Cb	96,77	0,06 $\pm$ 0,06Cc	98,39
EmbØ9	1,31 $\pm$ 0,27BCDa	66,67	0,50 $\pm$ 0,18CDb	87,10	0,44 $\pm$ 0,16Cb	88,71	0,13 $\pm$ 0,09Cb	96,77
Success 0,02 CB <sup>®</sup>	0,81 $\pm$ 0,16Da	79,37	0,19 $\pm$ 0,10CDb	95,16	0,13 $\pm$ 0,09Cb	96,77	0,06 $\pm$ 0,06Cb	98,39
Malationa + Biofruit <sup>®</sup>	0,81 $\pm$ 0,21Da	79,37	0,50 $\pm$ 0,18CDa	87,10	0,44 $\pm$ 0,18Ca	88,71	0,44 $\pm$ 0,18Ca	88,71
Malationa + Melaço	0,88 $\pm$ 0,20CDa	77,78	0,56 $\pm$ 0,20CDa	85,48	0,50 $\pm$ 0,20Ca	87,10	0,44 $\pm$ 0,20Ca	88,71
Testemunha	3,94 $\pm$ 0,06Aa	0,00	3,88 $\pm$ 0,09Aa	0,00	3,88 $\pm$ 0,09Aa	0,00	3,88 $\pm$ 0,09Aa	0,00

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e linha (minúscula) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

N = Número médio de insetos sobreviventes.

EP = Erro padrão da média.

**Tabela 2** - Tempo letal médio (TL<sub>50</sub> e TL<sub>99</sub>) de *Ceratitis capitata* após a aplicação de diferentes iscas tóxicas em laboratório (Temperatura 25±2°C, 75±15% UR e fotofase de 12horas).

Tratamento	TL <sub>50</sub> (IC 95%)	TL <sub>99</sub> (IC 95%)	Coefficiente Angular (±EP)	$\chi^2$ (g.l.)	h
EmbØ6	31,88 (29,36-34,95)	463,77 (324,32-793,77)	2,00 (±0,13)	3,34 (23)	0,15
EmbØ7	21,29 (19,83-22,81)	218,74 (171,87-295,77)	2,30 (±0,13)	15,86 (23)	0,72
EmbØ8	7,64 (6,22-9,01)	72,96 (63,51-86,03)	2,81 (±0,13)	7,98 (23)	0,36
EmbØ9	21,20 (19,89-22,54)	162,07 (133,17-206,32)	2,63 (±0,14)	9,11 (23)	0,41
Success 0,02 CB <sup>®</sup>	13,85 (12,71-14,95)	93,29 (79,09-114,26)	2,80 (±0,14)	24,56 (23)	1,11
Malationa + Biofruit <sup>®</sup>	10,01 (8,95-11,07)	137,98 (111,19-180,01)	2,05 (±0,11)	17,72 (23)	0,80
Malationa + Melaço	8,64 (7,69-9,57)	101,56 (84,09-127,82)	2,17 (±0,11)	10,58 (23)	0,48

IC = intervalo de confiança a 95%;

EP = Erro padrão da média;

$\chi^2$  (g.l.) = Valor do qui-quadrado calculado e grau de liberdade;

h = Heterogeneidade.

**Tabela 3** - Número médio de insetos vivos (N ± EP) e mortalidade (M %) de adultos de *Diachasmimorpha longicaudata*, 24, 48, 72 e 96 horas após aplicação (HAA) de iscas tóxicas em laboratório (Temperatura 25±2°C, 75±15% UR e fotofase de 12 horas).

Tratamento	24 HAA		48 HAA		72 HAA		96 HAA	
	N ± EP	M (%)	N ± EP	M (%)	N ± EP	M (%)	N ± EP	M (%)
EmbØ6	4,00 ± 0,00Aa	0,00	4,00 ± 0,00Aa	0,00	3,33 ± 0,00Aa	0,00	3,33 ± 0,00Aa	0,00
EmbØ7	4,00 ± 0,00Aa	0,00	3,50 ± 0,26Aab	8,70	3,00 ± 0,30Bb	21,74	2,67 ± 0,28Cb	30,43
EmbØ8	4,00 ± 0,00Aa	0,00	3,83 ± 0,17Aa	0,00	3,83 ± 0,17Aa	0,00	3,67 ± 0,22Aa	4,35
EmbØ9	3,83 ± 0,17Aa	4,17	3,50 ± 0,26Aa	8,70	3,33 ± 0,28Aa	13,04	2,83 ± 0,39BCa	26,09
Success 0,02 CB <sup>®</sup>	4,00 ± 0,00Aa	0,00	4,00 ± 0,00Aa	0,00	3,83 ± 0,17Aa	0,00	3,67 ± 0,22Aa	4,35
Malationa + Biofruit <sup>®</sup>	3,33 ± 0,28Aa	16,67	2,33 ± 0,41Bab	39,13	2,00 ± 0,35Cab	47,83	1,50 ± 0,36Dab	60,87
Malationa + Melão	2,33 ± 0,41Ba	41,67	0,50 ± 0,26Cb	86,96	0,33 ± 0,22Db	91,30	0,17 ± 0,17Eb	95,65
Testemunha	4,00 ± 0,00Aa	0,00	3,83 ± 0,17Aa	0,00	3,83 ± 0,17Aa	0,00	3,83 ± 0,17Aa	0,00

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e linha (minúscula) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

N = Número médio de insetos sobreviventes.

EP = Erro padrão da média.

**Tabela 4** - Número médio de insetos vivos ( $N \pm EP$ ) e eficiência de controle (E %) de adultos de *Ceratitis capitata*, 1, 3, 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA) de iscas tóxicas em laboratório (Temperatura  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 15\%$  UR e fotofase de 12 horas).

Tratamento	1 DAA		3 DAA		7 DAA	
	N $\pm$ EP	E (%)	N $\pm$ EP	E (%)	N $\pm$ EP	E (%)
EmbØ6	0,50 $\pm$ 0,16Cc	86,44	0,63 $\pm$ 0,24CDc	83,05	1,40 $\pm$ 0,35Cb	63,25
EmbØ7	0,38 $\pm$ 0,15Cc	89,83	0,75 $\pm$ 0,14CDc	79,66	1,06 $\pm$ 0,25Cc	72,13
EmbØ8	0,19 $\pm$ 0,10Cc	94,92	0,50 $\pm$ 0,16Dbc	86,44	0,94 $\pm$ 0,27Cb	75,41
EmbØ9	0,06 $\pm$ 0,06Cc	98,31	0,38 $\pm$ 0,15Dc	89,83	0,44 $\pm$ 0,22Cc	88,52
Success 0,02 CB <sup>®</sup>	0,38 $\pm$ 0,15Cc	89,83	0,19 $\pm$ 0,10Dc	94,92	0,19 $\pm$ 0,10Cc	95,08
Malationa + Biofruit	0,50 $\pm$ 0,22Cb	86,44	1,06 $\pm$ 0,37CDb	71,19	1,19 $\pm$ 0,33Cb	68,85
Malationa + Melaço	0,81 $\pm$ 0,29BCc	77,97	2,19 $\pm$ 0,41Bb	40,68	2,50 $\pm$ 0,43Bb	34,43
Testemunha	3,69 $\pm$ 0,12Aa	0,00	3,69 $\pm$ 0,12Aa	0,00	3,81 $\pm$ 0,10Aa	0,00
Tratamento	14 DAA		21 DAA		28 DAA	
	N $\pm$ EP	E (%)	N $\pm$ EP	E (%)	N $\pm$ EP	E (%)
EmbØ6	2,88 $\pm$ 0,26ABCb	25,81	3,50 $\pm$ 0,22Aa	8,20	3,69 $\pm$ 0,18Aa	7,81
EmbØ7	2,30 $\pm$ 0,29Cdb	40,72	3,25 $\pm$ 0,28Aab	14,75	3,63 $\pm$ 0,18Aa	9,38
EmbØ8	2,50 $\pm$ 0,31ABCa	30,65	3,31 $\pm$ 0,18Aa	13,11	3,63 $\pm$ 0,18Aa	9,38
EmbØ9	2,88 $\pm$ 0,30ABCb	25,81	3,38 $\pm$ 0,20Aab	11,48	3,81 $\pm$ 0,10Aa	4,69
Success 0,02 CB <sup>®</sup>	1,38 $\pm$ 0,29Db	64,52	2,19 $\pm$ 0,34Bb	42,62	3,38 $\pm$ 0,24Aa	15,63
Malationa + Biofruit <sup>®</sup>	3,19 $\pm$ 0,31ABCa	17,74	3,38 $\pm$ 0,22Aa	11,48	3,88 $\pm$ 0,09Aa	3,13
Malationa + Melaço	2,88 $\pm$ 0,26ABCab	25,81	3,00 $\pm$ 0,27ABab	21,31	3,81 $\pm$ 0,14Aa	4,69
Testemunha	3,88 $\pm$ 0,09Aa	0,00	3,81 $\pm$ 0,14Aa	0,00	4,00 $\pm$ 0,00Aa	0,00

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e linha (minúscula) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

N = Número médio de insetos sobreviventes.

EP = Erro padrão da média.

**Tabela 5** - Número médio de insetos vivos (N ± EP) e eficiência de controle (E %) de adultos de *Ceratitis capitata*, 24, 48, 72 e 96 horas após aplicação (HAA) dos tratamentos submetidos à chuva simulada em laboratório (Temperatura de 25±2°C, 75±15% UR e fotofase de 12 horas).

Tratamento	24 HAA		48 HAA		72 HAA		96 HAA	
	N ± EP	E (%)	N ± EP	E (%)	N ± EP	E (%)	N ± EP	E (%)
-----20 mm-----								
EmbØ7	4,00±0,00Aa	0,00	3,83±0,11ABab	4,17	3,83±0,11Aab	4,17	3,58±0,15Ab	10,42
EmbØ8	3,42±0,15Ba	14,58	2,50±0,23Cb	37,50	1,50±0,19Cc	62,50	0,75±0,13Cd	81,25
EmbØ9	3,83±0,11Aa	4,17	3,25±0,22Bab	18,75	2,92±0,31Bab	27,08	2,58±0,38Bb	35,42
Success 0,02 CB <sup>®</sup>	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00
Malationa + Biofruit <sup>®</sup>	3,75±0,13Aa	6,25	3,67±0,19Aba	8,33	3,67±0,19Aa	8,33	3,67±0,19Aa	8,33
Malationa + Melaço	4,00±0,00Aa	0,00	3,83±0,11Aba	4,17	3,83±0,11Aa	4,17	3,83±0,11Aa	4,17
Testemunha	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00
-----40 mm-----								
EmbØ7	3,83±0,11Aa	4,17	3,67±0,19Aa	8,33	3,50±0,23Aa	8,70	3,50±0,23ABa	8,70
EmbØ8	3,75±0,13Aa	6,25	2,67±0,26Bab	33,33	2,33±0,28Bb	39,13	1,75±0,33Cb	54,35
EmbØ9	3,92±0,08Aa	2,08	3,67±0,14Aa	8,33	3,17±0,34Aa	17,39	3,00±0,41Ba	21,74
Success 0,02 CB <sup>®</sup>	4,00±0,00Aa	0,00	3,92±0,08Aa	2,08	3,83±0,11Aa	0,00	4,00±0,13Aa	0,00
Malationa + Biofruit <sup>®</sup>	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00
Malationa + Melaço	4,00±0,00Aa	0,00	3,83±0,11Aa	4,17	3,83±0,11Aa	0,00	3,75±0,13ABa	2,17
Testemunha	4,00±0,00Aa	0,00	4,00±0,00Aa	0,00	3,83±0,11Aa	0,00	3,83±0,11ABa	0,00

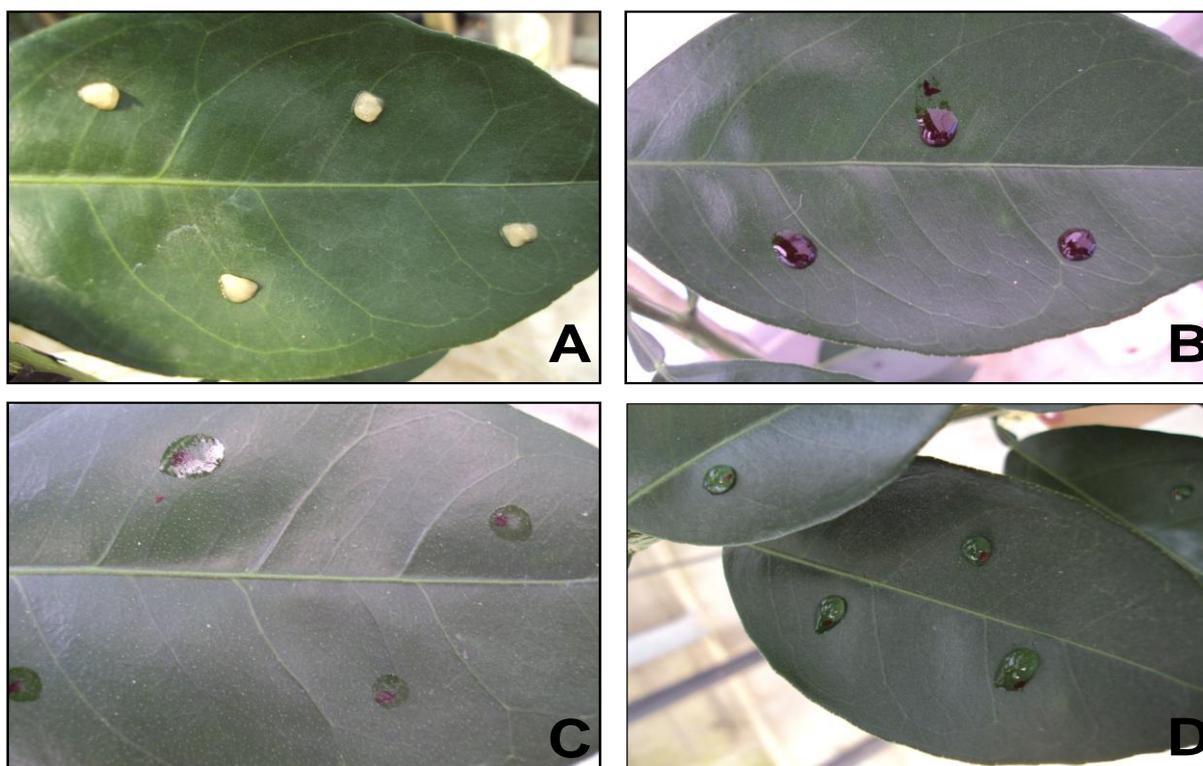
Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e linha (minúscula) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

N = Número médio de insetos sobreviventes.

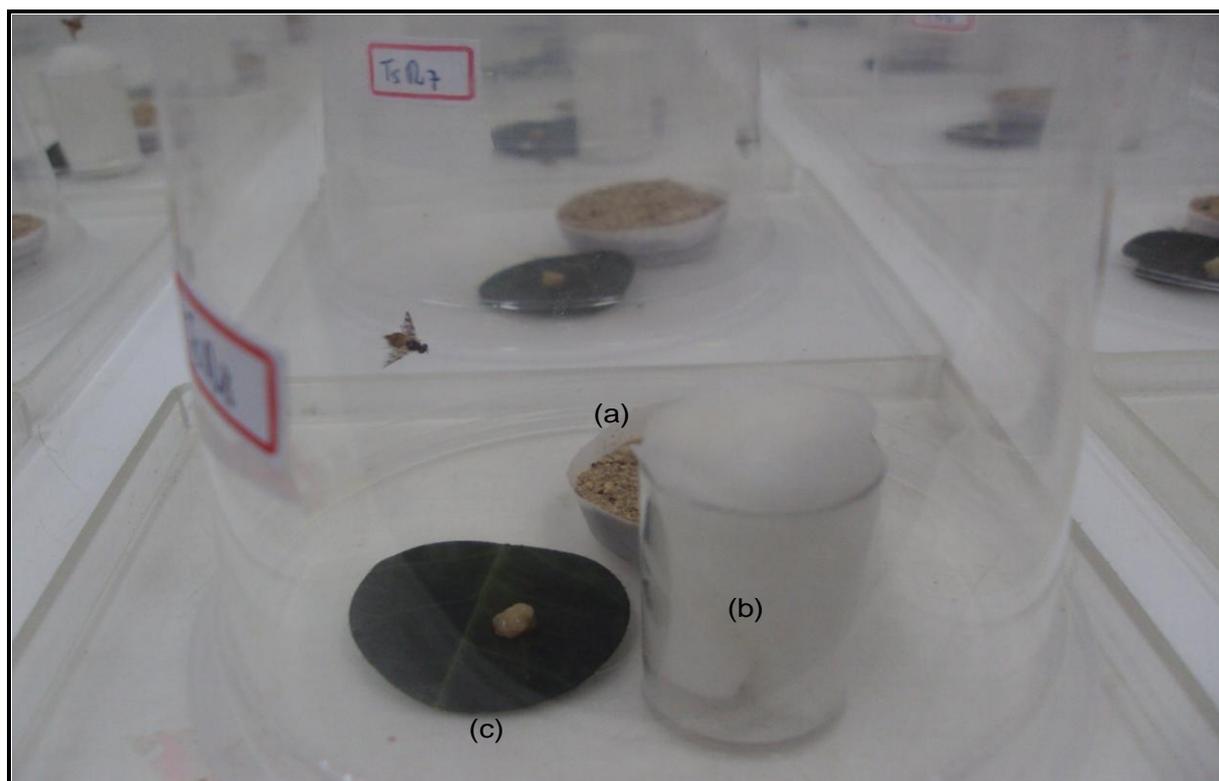
EP = Erro padrão da média.



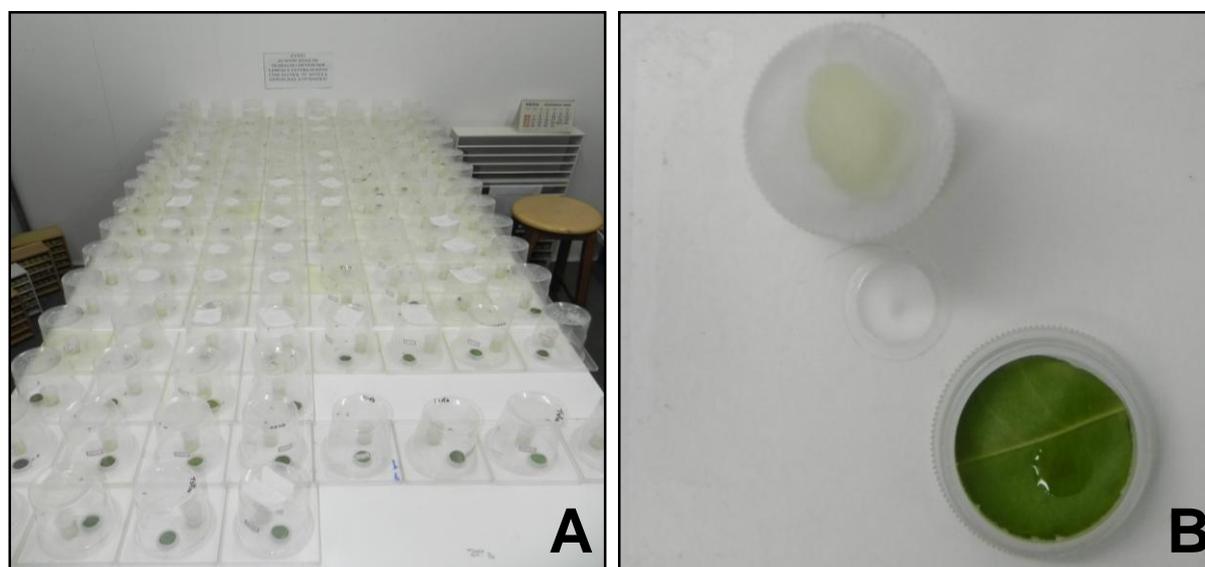
**Figura 1** - *Diachasmimorpha longicaudata* parasitando larvas de *Ceratitis capitata* em laboratório.



**Figura 2** - Disposição de iscas tóxicas para o controle de *Ceratitis capitata* sobre folhas de citros: A) Isca tóxica SPLAT<sup>®</sup> (EMB); B) Isca tóxica Success 0,02 CB<sup>®</sup>; C) Malationa 0,15% + proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) e; D) Testemunha (água destilada).



**Figura 3** - Gaiola constituída por copo plástico com a abertura voltada para baixo, sobre uma superfície de acrílico, contendo alimento (a), água (b) e isca tóxica sobre disco foliar de citros (c).



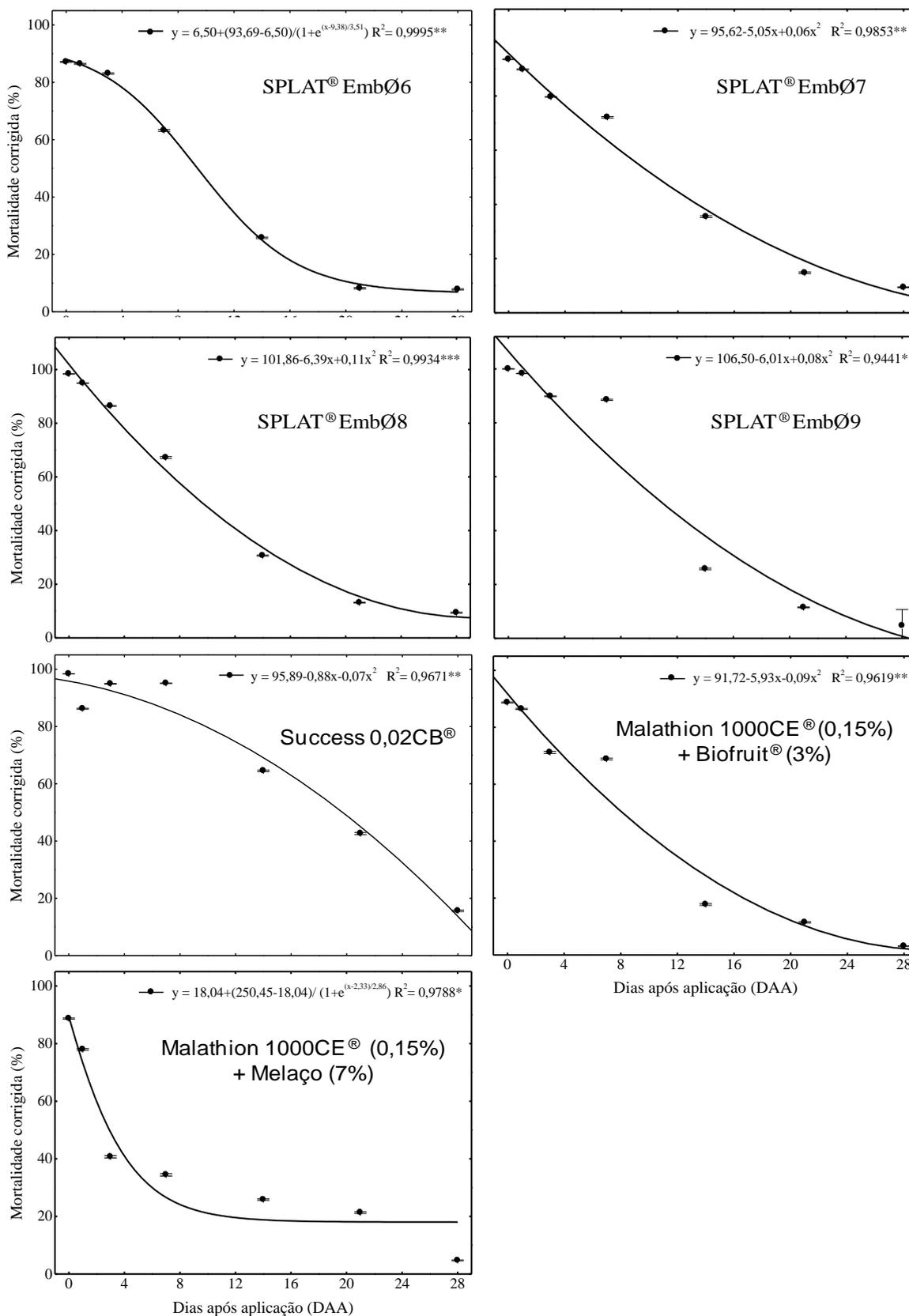
**Figura 4** - Experimento para avaliar o efeito de iscas tóxicas sobre *Diachasmimorpha longicaudata*: A) Gaiolas contendo alimento e isca tóxica; B) Recipientes para disponibilização do alimento (hidromel 30%) e a formulação de isca tóxica.



**Figura 5** - Mudanças de citros em casa de vegetação utilizadas para a realização dos experimentos com iscas tóxicas.



**Figura 6** - Detalhes do experimento para avaliar o efeito da chuva sobre as iscas tóxicas: A) Simulador de chuva de vazão constante; B) Mudanças de citros com as iscas tóxicas sobre as folhas, sob aspersor para simular a chuva.



**Figura 7** - Mortalidade corrigida (%) 96 horas após a aplicação de adultos de *Ceratitis capitata* em diferentes períodos após o tratamento com iscas tóxicas na ausência de precipitação pluviométrica, em laboratório (Temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 15\%$  UR e fotofase de 12 horas)

#### 4 – Conclusões gerais

Os parâmetros biológicos duração do estágio larval, peso médio de pupas, viabilidade de pupa, duração do período ovo-adulto, período de pré-oviposição e fecundidade diária e total de *C. capitata* são afetados pelo hospedeiro utilizado como alimento no estágio larval;

Uva “Itália”, caqui “Fuyu” e maçã “Gala” permitem o desenvolvimento biológico de *C. capitata*;

A duração do ciclo biológico de *C. capitata* é maior quando larvas alimentam-se de polpa de maçã “Gala” em comparação com caqui “Fuyu” e uva “Itália”;

Caqui “Fuyu” é o hospedeiro mais adequado para o desenvolvimento de *C. capitata* em comparação com uva “Itália” e maçã “Gala”;

A isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as formulações SPLAT<sup>®</sup> EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9 contendo o inseticida espinosade são eficientes para o controle de *Ceratitis capitata*, sendo equivalentes as iscas com malationa associado a proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) 3% ou melação de cana 7%;

A isca comercial Success 0,02 CB<sup>®</sup> e as formulações SPLAT<sup>®</sup> EMB são menos nocivas aos adultos do parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* em comparação com as iscas tóxicas contendo inseticida malationa associado à proteína hidrolisada (Biofruit<sup>®</sup>) 3% ou melação de cana 7%;

A isca tóxica contendo o inseticida malationa associado ao melaço de cana 7% é mais nociva ao parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* quando comparado com a isca malationa + proteína hidrolisada (Biofruit®) 3%;

Na ausência de precipitação pluvial, as formulações SPLAT® EmbØ6, EmbØ7, EmbØ8 e EmbØ9 são eficientes ( $\geq 80\%$  de mortalidade) para o controle de *C. capitata* até 5DAA, sendo equivalente a isca tóxica malationa + proteína hidrolisada (Biofruit®) 3% enquanto que a formulação Success 0,02 CB® é eficaz até 9DAA e a isca tóxica malationa + melaço de cana 7% até 2DAA;

Na ocorrência de precipitação pluvial de até 20 mm, a formulação SPLAT® EmbØ8 é eficiente para o controle de *Ceratitidis capitata*, enquanto que, a isca comercial Success 0,02 CB® e as iscas tóxicas malationa + proteína hidrolisada (Biofruit® 3%) e malationa + melaço de cana 7% não são eficazes.

## 5 - Referências

- AGRIANUAL, **Anuário da agricultura brasileira**. Disponível em: [www.freshwap.net/681/dl/Agrianual+2010+Brasil](http://www.freshwap.net/681/dl/Agrianual+2010+Brasil). Acesso em: 23 dez. 2010.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v.39, p.155-178, 1994.
- ALUJA, M.; MANGAN, R.L. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.53, p.473-502, 2008.
- ALVARENGA, C.D.; ALVES, D.A.; SILVA, M.A.; LOPES, E.N.; LOPES, G.N. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no Norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.2, p.25-31, 2010.
- ALVARENGA, C.D.; SILVA, M.A.; LOPES, G.N.; LOPES, E.N.; BRITO, E.S.; QUERINO, R.B.; MATRANGOLO, C.A.R. Ocorrência de *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) em frutos de mamoeiro em Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.36, n.5, p.807-808, 2007.
- ARTHUR, V.; CACERES, C.; WIENDL, F.M. Controle da infestação natural de *Ceratitidis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae) em pêssegos (*Prunus persica*) através das radiações gama. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.329-332, 1993.
- CARVALHO, R.S. Avaliação das liberações inoculativas do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em pomar diversificado em Conceição do Almeida, BA. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.5, p.799-805, 2005.
- CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de moscas-das-frutas, p.65-179. In.: PARRA,

- J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo, Manole, 2002. 635p.
- CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S.; MATRANGOLO, W.J.R. Controle biológico, p.113-117. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2000. 327p.
- CHUECA, P.; MONTÓN, H.; RIPOLLÉS, J.L.; CASTAÑERA, P.; MOLTÓ, E.; URBANEJA, A. Spinosad bait treatments as alternative to Malathion to control the mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the Mediterranean Basin. **Journal of Pesticide Science**, Kyoto, v.32, n.4, p.407-411, 2007.
- COPELAND, R.S.; WHARTON, R.A.; LUKE, Q.; MEYER, M. Indigenous hosts of *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae) in Kenya. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v.95, n.6, p.672-694, 2002.
- 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**, Londrina, v.32, n.3, p.421-426, 2003.
- GARCIA, F.R.M.; CORSEUIL, E. Influência de fatores climáticos sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.5/6, n.1, p.71-75, 1999.
- GATTELLI, T.; SILVA, F.F.; MEIRELLES, R.N.; REDAELLI, L.R.; DAL SOGLIO, F.K. Moscas frugíveras associadas a mirtáceas e laranjeira “Ceú” na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.236-239, 2008.
- HABIBE, T.C.; VIANA, R.E.; NASCIMENTO, A.S.; PARANHOS, B.A.J.; HAJI, F.N.P.; CARVALHO, R.S.; DAMASCENO, Í.C.; MALAVASI, A. Infestation of grape *Vitis vinifera* by *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Sub-Medium Sao Francisco Valley, Brazil. In.: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE. **Proceedings...** 7<sup>th</sup> International Symposium on fruit flies of economic importance, Salvador, p.183-185, 2006.
- HÄRTER, W.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; NAVA, D.E.; GONÇALVES, R.S.; BOTTON, M. Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-das-frutas sul-americana e

da mariposa-oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.2, p.229-235, 2010.

IBD - INSTITUTO BIODINÂMICO - **IBD certificações**, 2010. Disponível em: <[http://www.ibd.com.br/ClientCert\\_Default.aspx](http://www.ibd.com.br/ClientCert_Default.aspx)>. Acesso em: 27 dez. 2010.

IBRAF. INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estrutura da produção brasileira**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 27 nov. 2010.

JOACHIM-BRAVO, I.S.; GUIMARÃES, A.N.; MAGALHÃES, T.C.; NASCIMENTO, A.S. Performance de *Ceratitís capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) em Frutos: comparação de duas populações criadas em laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.39, n.1, p.9-14, 2010.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã, p.61-76. In: PROTAS, J.F.S.; SANHUEZA, R.M.V. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 90p. (Circular Técnica, 34).

LIQUIDO, N.J.; BARR, P.G.; CUNNINGHAM, R.T. Medhost an encyclopedic bibliography of the host plants of the mediterranean fruit fly, *Ceratitís capitata*. (Wiedemann). In.: THOMPSON, F.C. **Fruit fly expert identification system and systematic information database**. Diptera Data Dissemination Disk, version 1,0. 1998.

LORENZATO, D. Controle integrado de moscas-das-frutas em frutíferas rosáceas. **Ipagro Informa**, Porto Alegre, n.31, p.57-70, 1988.

MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae), p.39-41. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2001. 173p.

NAVA, D.E.; MELO, M.; NUNES, A.M.; GARCIA, M.S.; BOTTON, M. Mosca em Surto. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, p.26-29, 2008.

NONDILLO, A; ZANARDI, O.Z.; AFONSO, A.P.; BENEDETTI, A.J.; BOTTON, M. Efeito de inseticidas neonicotinóides sobre a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. **BioAssay**, Piracicaba, v.2, n.9, 2007.

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. 90f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PIÑERO, J.C.; MAU, R.F.L.; MCQUATE, G.T.; VARGAS, R.I. Novel bait stations for attract-and-kill of pestiferous fruit flies. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.133, n.2, p.208-216, 2009.

RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. **Laranja**, Cordeirópolis, v.26, n.2, p.307-322, 2005.

RAGA, A.; PRESTES, D.A.O.; SOUZA FILHO, M.F.; SATO, M.E.; SILOTO, R.C.; GUIMARÃES, J.A.; ZUCCHI, R.A. Fruit fly (Diptera: Tephritoidea) infestation in citrus in the State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.1, p.85-89, 2004.

RAGA, A.; SATO, M.E. Effect of spinosad bait against *Ceratitis capitata* (Wied.) and *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.5, p.815-822, 2005.

RAGA, A.; SATO, M.E. Time-mortality for fruit flies (Diptera: Tephritidae) exposed to insecticides in laboratory. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.1, p.73-77, 2006.

RICALDE, M.P. **Monitoramento e caracterização bioecológica e molecular de populações de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)**. 2010. 90f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

RUIZ, L.; FLORES, S.; CANCINO, J.; ARREDONDO, VALLE, J.J.; DÍAZ-FLEISCHER, F. WILLIAMS, T. Lethal and sublethal effects of spinosad-based GF-120 bait on the tephritid parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, Amsterdam, v.44, n.3, p.296-304, 2008.

SÁ, L.A.N.; OLIVEIRA, M.R.V. Perspectivas do controle biológico de pragas no Brasil. In: PINTO, A.S; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T.

**Controle biológico de pragas na prática.** Ed. Prol Editora e Gráfica, 2006. p.113-129.

SALLES, L.A.B. Isca tóxica para o controle de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.24, n.2, p.153-157, 1995.

SALLES, L.A.B. Principais pragas e seu controle, p. 205-242. In: C. A. B. Medeiros M.C.B.; Raseira, A. **Cultura do Pessegueiro**. Brasília, Embrapa-SPI, Pelotas: Embrapa-CPACT, 1998. 350 p.

SANTOS-NETO, C.; NASCIMENTO, A.S.; LEDO, C.A.S.; BRITO, D.B.; SIMÕES, W.L.; OLIVEIRA, E.S. Eficiência da isca tóxica GF - 120 (spinisad) no controle de duas espécies de moscas-das-frutas (Diptera Tephritidae) em gaiolas de campo, p.292-160. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis-SC. **Anais...** XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Florianópolis: EPAGRI - CD-ROM, 2004. v.1.

SCOZ, P.L.; BOTTON, M.; GARCIA, M.S. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Ciência Rural**, v.34, p. 1689-1694, 2004.

SILVA, F.F.; MEIRELLES, R.N.; REDAELLI, L.R.; DAL SOGLIO, F.K. Diversity of flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) in organic citrus orchards in the Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.35, n.5, p.666-670, 2006.

SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas no estado de São Paulo: ocorrência e dano. **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.1, p.45-69, 2003.

STARK, J.D.; VARGAS, R.; MILLER, N. Toxicity of spinosad in protein bait to three economically important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). **Journal Economic Entomology**, Lanham, v.97, n.3, p.911-915, 2004.

VARGAS, R.I.; PIÑERO, J.C.; MAU, R.F.L.; STARK, J.D.; HERTLEIN, M.; MAFRA-NETO, A.; COLER, R.; GETCHELL, A. Attraction and mortality of oriental fruit flies to SPLAT-MAT-methyl eugenol with spinosad. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.131, n.3, p.286-293, 2009.

VARGAS, R.I.; STARK, J.D.; HERTLEIN, M.; MAFRA NETO, A. COLER, R. PIÑERO, J.C. Evaluation of splot with spinosad and methyl eugenol or cue-lure for “attract-and-kill” of Oriental and Melon Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.101, n.3, p.759-768, 2008.

WALDER, J.M.M. Produção de moscas-das-frutas e seus inimigos naturais: associação de moscas estéreis e controle biológico, p.181-190. In.: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: parasitóide e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 695p.

ZUCCHI, R.A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). p.15-22. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto, Ed. Holos, 173p, 2001.