

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**PARASITISMO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS POR *Diachasmimorpha longicaudata*(ASHMEAD) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EM LABORATÓRIO, SEMICAMPO E CAMPO**

Rafael Narciso Meirelles  
Eng° Agrônomo/UFRGS  
Me. em Fitotecnia (UFRGS)

Tese apresentada como um dos requisitos  
à obtenção do Grau de Doutor em Fitotecnia  
Ênfase Entomologia

Porto Alegre (RS), Brasil  
Janeiro de 2015

### CIP - Catalogação na Publicação

Meirelles, Rafael Narciso  
Parasitismo de moscas-das-frutas por  
*Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera:  
Braconidae) em laboratório, semicampo e campo. /  
Rafael Narciso Meirelles. -- 2015.  
87 f.

Orientador: Luiza Rodrigues Redaelli.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. *Anastrepha fraterculus*. 2. controle biológico.  
3. Tephritidae. 4. *Ceratitis capitata*. 5. manejo  
integrado de pragas. I. Rodrigues Redaelli, Luiza,  
orient. II. Título.

Página para homologação

*“Um número cada vez maior de pessoas acreditava que havia sido um erro terrível da espécie descer das árvores. Algumas diziam que até mesmo subir nas árvores tinha sido uma péssima ideia, e que ninguém jamais deveria ter saído do mar.”*

Douglas Adams

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha orientadora, Luiza R. Redaelli. Mas não agradeço somente pelos quatro anos de doutorado, ou pelos seis anos da pós-graduação. Serei eternamente grato pela atenção e orientação desde agosto de 2003, quando cheguei no laboratório como bolsista voluntário.

Agradeço a ajuda da professora Simone M. Jahnke, que corrigiu e revisou o manuscrito incontáveis vezes e abriu os portões de seu quintal para que eu pudesse utilizar seu pomar para realizar os testes pilotos.

Aos Doutores Miguel Francisco de Souza Filho e Valmir Antônio Costa, do Instituto Biológico de São Paulo, pela ajuda na identificação dos parasitoides.

Agradeço aos meus colegas de laboratório que trabalharam comigo nos últimos 11 anos, e que não poderei citar, para não me alongar demais. Muitos passaram, e muitos deixaram marcas bonitas, formando laços de amizade. Mas, duas colegas merecem um agradecimento especial, pois foram as bolsistas que trabalharam junto comigo no projeto: Cláudia Ourique e Dânia Ozorio. Sempre solícitas, aprenderam muito e vi crescerem como pesquisadoras. Fico feliz de ter feito parte disso.

Agora minha família.

Uma pena meu pai, Oneide Berriel Meirelles, que me criou com a certeza de que um dia eu seria um doutor, não possa estar presente na hora da defesa. Mas, minha mãe poderá, e ela foi a companheira ideal. Juntos, meus pais aguentaram as dificuldades da vida para manter os filhos estudando. Agora colheremos os frutos. São os esteios da minha vida, pontos de referência que me servem de exemplo de caráter e amor aos filhos.

Quero agradecer meus irmãos, Márcio, Marcelo e Lucas e minha irmã Maira. Sempre estiveram dispostos a ajudar ou dar aquela força que, eventualmente, a gente precisa na forma de um elogio ou da companhia.

Agradeço meus tios e padrinhos, Moacir e Bia, pois sempre me incentivaram a estudar. Até aqui, acompanharam de perto meu progresso.

Reconheço, também, a importância da companhia e do carinho dos sobrinhos, sobrinhas, primas, cunhados e cunhadas.

Por último, deixei para dar um agradecimento meloso e cheio de amor à Paola Ramos. Foi durante o doutorado que nos conhecemos e agora estamos em uma outra etapa da nossa vida. Nada como eternizar o meu agradecimento nesta tese, dizendo que tem sido muito importante para mim. Ficou do meu lado nos momentos maravilhosos e nos momentos difíceis. Era uma namorada, hoje é família. E, junto com ela, agradeço a família dela, irmãos e pais, que me fizeram sentir como um deles e me ofereceram conselhos (sogro e sogra) e uma guia de viagem habilidosa (sogra).

Àqueles que me esqueci, mas se sentem merecedores de meu agradecimento: obrigado.

# PARASITISMO DE MOSCA-DAS-FRUTAS POR *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EM LABORATÓRIO, SEMICAMPO E CAMPO<sup>1</sup>

Autor: Rafael Narciso Meirelles  
Orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli

## RESUMO

*Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hym.: Braconidae) é um parasitoide de mosca-das-frutas, de origem indo-australiana, utilizado em muitos programas de controle biológico no mundo. A espécie foi introduzida no Brasil em 1994, mas pouco se sabe sobre a possibilidade de seu estabelecimento no Rio Grande do Sul. Os objetivos deste trabalho foram: (1) avaliar os índices de parasitismo de *D. longicaudata* e de espécies nativas em moscas-das-frutas presentes em nêsperas, pitangas, pêssegos, guabirobas, araçás, caquis, goiabas e goiabas-serranas trazidos do campo; (2) observar, em semicampo, índices de parasitismo de *D. longicaudata* nestas mesmas espécies de frutos, mais kumquat, porém, infestados artificialmente e (3) registrar o parasitismo, antes, durante e após a liberação de *D. longicaudata* em pomares de nespereiras, pessegueiros, araçazeiros e caquizeiros. Os indivíduos de *D. longicaudata* utilizados em todos os trabalhos eram provenientes da criação mantida em laboratório e os frutos foram coletados na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, Eldorado do Sul, RS e no Centro Agrícola Demonstrativo de Porto Alegre, RS. As liberações de *D. longicaudata* (aproximadamente 1.700 indivíduos/ha) foram quinzenais, durante a frutificação, na EEA. Nos frutos coletados em campo e expostos ao parasitoide exótico em laboratório constatou-se incremento no índice de parasitismo, sem prejuízo das espécies nativas. Não foi detectado parasitismo em caquis. Em semicampo verificou-se uma redução no índice de infestação em todos os frutos avaliados. *Anastrepha fraterculus* (Wied.) foi o tefritídeo mais abundante seguido de *Ceratitis capitata* (Wied.). Indivíduos de Lonchaeidae (Diptera) foram registrados em nêsperas, pêssegos e araçás. As maiores infestações e o maior número de parasitoides nativos, nos três anos, foram verificados em araçás. Os parasitoides nativos registrados foram *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *Doryctobracon brasiliensis* (Szépligeti), *Utetes anastrephae* (Viereck) (Hym.: Braconidae) e *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) (Hym.: Figitidae). No ano de liberações os índices de parasitismo foram significativamente maiores do que nos anos pré e pós-liberações. Não se constatou *D. longicaudata* no ano pós-liberação e a sua presença não afetou a ocorrência dos parasitoides nativos.

---

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (87p.) Janeiro, 2015.

**PARASITISM BY *DIACHASMIMORPHA LONGICAUDATA* (ASHMEAD)  
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE) ON FRUIT FLIES IN LABORATORY,  
SEMI-FIELD AND FIELDTESTS**

Author: Rafael Narciso Meirelles  
Adviser: Luiza Rodrigues Redaelli

**ABSTRACT**

*Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hym.: Braconidae) is a fruit fly parasitoid originated from Indo-australian region, used in biological control programs around the world. The species was introduced in Brazil in 1994, but little is known about its establishment in the state of Rio Grande do Sul, southern Brazil. Our goals were: (1) to evaluate the parasitism of *D. longicaudata* and native species in fruit flies found in loquats, Surinam cherries, peaches, "guabirobas", Cattley guavas, Japanese persimmons, guavas and feijoas from the field; (2) to observe the parasitism of *D. longicaudata* in these same fruits, artificially infested, in semi-field, and (3) to record the parasitism before, during and after the release of *D. longicaudata* in loquat, peach, Cattley guava, and Japanese persimmon orchards. Individuals of *D. longicaudata* were laboratory reared and the fruits were collected in the Estação Experimental Agronômica (EEA) of UFRGS, Eldorado do Sul, RS and the Centro Agrícola Demonstrativo de Porto Alegre, RS. Releases of *D. longicaudata* (approximately 1700 individuals/ha) were made every two weeks during the fructification, in EEA. We observed an increase in parasitism levels, without prejudice to native species, in fruits from the field and exposed to this exotic parasitoid in the laboratory. No parasitism was observed in Japanese persimmons. There was a reduction in the infestation rate in all evaluated fruits, in semi-field. *Anastrepha fraterculus* (Wied.) was the most abundant fruit fly, followed by *Ceratitis capitata* (Wied.). Specimens of Lonchaeidae (Diptera) were found in loquats, peaches and Cattley guavas. Cattley guava presented larger infestations and more native parasitoids, in the three years. We recorded the native parasitoids *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *Doryctobracon brasiliensis* (Szépligeti), *Utetes anastrephae* (Viereck) (Hym.: Braconidae) and *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) (Hym.: Figitidae). In the release year, the parasitism level was significantly higher than in pre- and post-release periods. *Diachasmimorpha longicaudata* was not observed in the post-release year and its presence did not affect the occurrence of native parasitoids.

---

<sup>1</sup> Doctoral thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (87p.) January, 2015.



## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Moscas-das-frutas .....	3
2.1.1. Ocorrência no Brasil e no Rio Grande do Sul .....	3
2.1.2. Danos causados por moscas-das-frutas .....	5
2.1.3. Monitoramento e controle de moscas-das-frutas no Brasil .....	6
2.2. Parasitoides nativos de moscas-das-frutas no Brasil .....	8
2.3. Controle biológico de moscas-das-frutas .....	11
2.3.1. <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> – aspectos bioecológicos .....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3.1. Criação de insetos .....	20
3.1.1. <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .....	20
3.1.2. <i>Anastrepha fraterculus</i> .....	22
3.2. Avaliação da infestação e parasitismo a campo e do incremento de parasitismo após exposição à <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> em laboratório .....	24
3.3. Parasitismo de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> em condições de semicampo .....	26
3.4. Avaliação do parasitismo de moscas-das-frutas em campo, após liberações de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4.1. Avaliação da infestação e parasitismo em frutos trazidos do campo e do incremento de parasitismo após exposição à <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> em laboratório .....	35
4.1.1. Infestação e espécies de mosca-das-frutas .....	35
4.1.2. Parasitismo e espécies de parasitoides .....	38
4.2. Parasitismo de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> em condições de semicampo .....	52
4.3. Avaliação do parasitismo de moscas-das-frutas em campo, após liberações de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .....	57

	Página
5. CONCLUSÕES .....	69
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	70
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72
8. APÊNDICES .....	84

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Fêmea do parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (Hymenoptera; Braconidae) sobre fruto .....	16
2. Gaiola de madeira, coberta com tecido tipo voile, utilizada na criação de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .....	21
3. Unidade de oviposição, confeccionada em placas de acrílico, para oferecimento de larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> às fêmeas de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .....	21
4. Substrato de oviposição para <i>Anastrepha fraterculus</i> sobre a gaiola de criação .....	23
5. Gaiola utilizada para exposição de frutos infestados por mosca-das-frutas a <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> , em condições de semicampo .....	28
6. Croqui mostrando a distribuição das mudas de fruteiras no interior da gaiola utilizada no experimento em condições de semicampo .....	28
7. Imagem de satélite da área experimental, Eldorado do Sul, RS (2011/2012), delimitando, em cores as áreas de coleta de cada espécie frutífera e de liberação de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> ....	31

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Número total de frutos coletados, infestação, número médio de moscas por fruto e índice de parasitismo em grupos de frutos com e sem (testemunha) exposição à <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> , coletados em Eldorado do Sul e em Porto Alegre, RS. (agosto/2011 a abril/2012) .....	37
2. Número total de parasitoides (N) e frequência relativa (%) (fr) registrados no grupo de frutos não exposto à <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (testemunha) e no exposto, em frutos coletados em Eldorado do Sul e em Porto Alegre, RS .....	41
3. Número médio de pupários/fruto e de moscas/fruto nos lotes testemunha (TE) (sem exposição à <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> ) e lotes tratamento (TR) (com exposição à <i>D. longicaudata</i> ) de nêspers, goiabas, guabirobas, <i>kumquats</i> , araçás e pêssegos, em teste de semi-campo (n = 24 frutos de cada espécie) .....	53
4. Parasitismo (%), número de parasitoides por fruto e de descendentes emergidos por fêmea em nêspers, goiabas, guabirobas, <i>kumquats</i> , araçás e pêssegos do lote tratamento, Porto Alegre, RS .....	55
5. Dados meteorológicos, temperatura mínima e máxima (°C), insolação (horas), umidade relativa do ar média (%) e precipitação (mm), durante os dias de exposição dos frutos ao parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> em teste de semicampo, Porto Alegre, RS, 04 de setembro de 2012 a 28 de fevereiro de 2013 .....	56
6. Número de frutos, peso de frutos, número de pupários, infestação (pupários/kg de fruto), número de moscas, viabilidade de moscas, índice de parasitismo e espécies de parasitoides em nêspers, pêssegos, araçás e caquis, nos anos de pré-liberação (Ano 1) (2011/2012), de liberação (Ano 2) (2012/2013) e de pós-liberação (Ano 3) (2013/2014) de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> na Estação Experimental Agrônômica (30°06'16"S e 51°39'58"O), em Eldorado do Sul, RS .....	59
7. Número total de parasitoides, índices de parasitismo e frequência relativa (%) de parasitoides, em três espécies de frutos, nos anos de pré-liberação (2011/2012) (Ano 1), de liberação (2012/2013) (Ano 2), e pós-liberação (Ano 3) de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> , na	

Estação Experimental Agronômica (30°06'16"S e 51°39'58"O), em Eldorado do Sul, RS.....	62
8. Datas das primeiras e últimas liberações e das primeiras e últimas capturas, número e intervalo médio entre as liberações de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> na Estação Experimental Agronômica, UFRGS, Eldorado do Sul, RS (30°06'16"S e 51°39'58"O) (2012/2013) .....	65

## 1 INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) estão entre as principais pragas da fruticultura no Brasil e no Rio Grande do Sul (RS). Tanto o dano causado pelo desenvolvimento das larvas quanto pelas fêmeas, ovipositando ou testando o substrato, causam perdas que podem atingir quase a totalidade da produção.

No RS, as espécies de tefritídeos mais abundantes são *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann), a primeira é nativa, sendo registrada em frutíferas nativas e exóticas, enquanto que a segunda, por ser exótica, em geral, está presente em espécies introduzidas.

O controle, frequentemente, é realizado com o uso de inseticidas, que podem contaminar o ambiente e deixar resíduos nos frutos. Esse método de redução populacional, tem se tornado cada vez mais limitado, pelas exigências dos consumidores no mercado interno e externo e pela diminuição de produtos registrados e permitidos na fruticultura. Nesse contexto, o controle de pragas por inimigos naturais é uma alternativa ao químico.

O controle biológico natural, por parasitoides nativos de moscas-das-frutas ocorre, todavia, os índices de parasitismo registrados no RS são muito baixos, raramente chegando a valores superiores a 15%. Assim, a introdução

de uma espécie exótica pode servir como uma ferramenta para incrementar estes índices.

Em programas de controle biológico clássico de moscas-das-frutas têm-se utilizado parasitoides da família Braconidae, por sua especificidade e eficiência, sendo *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) a espécie mais utilizada nas Américas.

*Diachasmimorpha longicaudata* foi empregado pela primeira vez, no Havaí, na década de 1940 e, posteriormente, no México, em outros estados do Estados Unidos da América, Guatemala, Costa Rica, Panamá e Argentina.

No Brasil, este parasitoide foi introduzido em 1994 e liberado entre 1995 e 1998 no Recôncavo Baiano, com o objetivo de estudar sua relação com a guilda de parasitoides nativos. Desde então, trabalhos têm sido realizados em São Paulo, Bahia e Minas Gerais.

Pouco se sabe sobre as possibilidades de controle de moscas-das-frutas com *D. longicaudata* no RS. Assim os objetivos deste trabalho foram: (1) avaliar os índices de parasitismo de *D. longicaudata* e de infestação por espécies nativas de moscas-das-frutas em nêspersas, pitangas, pêssegos, guabirobas, araçás, caquis, goiabas e goiabas-serranas trazidos do campo; (2) observar em semicampo, índices de parasitismo de *D. longicaudata* nestas mesmas espécies de frutos e em *kumquat*, porém, infestados artificialmente e (3) registrar o parasitismo, antes, durante e após a liberação de *D. longicaudata* em pomares de nespereiras, pessegueiros, araçazeiros e caquizeiros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Mosca-das-frutas

#### 2.1.1 Ocorrência no Brasil e no Rio Grande do Sul

As espécies de mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil estão distribuídas em apenas quatro gêneros de Tephritidae: *Ceratitis* MacLeay, *Rhagoletis* Loew, *Bactrocera* Macquart e *Anastrepha* Schiner. Entretanto, *Ceratitis* e *Anastrepha* são considerados os mais importantes, tendo ampla distribuição no território brasileiro, enquanto que *Bactrocera* está restrito ao extremo norte, representado apenas por *Bactrocera dorsalis* (Hendel). Já *Rhagoletis* possui apenas quatro espécies associadas às solanáceas na região Sudeste (Oliveira & Paula-Moraes, 2006).

O gênero *Ceratitis* no Brasil é representado por apenas uma espécie, a mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), que ocorre com maior frequência em frutos exóticos (Carvalho *et al.*, 1998; Zucchi, 2000). As famílias de frutíferas com o maior número de espécies relacionadas à *C. capitata* são Myrtaceae (21), Rutaceae (14) e Rosaceae (9) (Zucchi, 2000; 2008).

O gênero *Anastrepha* tem distribuição na América Latina e já foram registradas, nos últimos levantamentos, 115 espécies, encontradas especialmente em frutos nativos (Zucchi, 2000; 2008). *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) é a espécie com mais hospedeiros associados, sendo 109, entre frutíferas nativas e exóticas (Zucchi, 2008). Segundo o mesmo autor, as



famílias de plantas com mais espécies de moscas do gênero *Anastrepha* associadas são Sapotaceae (19), Myrtaceae (16), Anacardiaceae (11) e Passifloraceae (9).

No Rio Grande do Sul (RS), a mosca-das-frutas-sul-americana, *A. fraterculus* e a mosca-do-mediterrâneo são as principais espécies que causam danos em frutíferas cultivadas, sendo a primeira considerada praga-chave e de maior importância (Kovaleski *et al.*, 2000). Em pomares de citros nos municípios de Montenegro e Pareci Novo foram capturados *C. capitata*, *Anastrepha dissimilis* Stone, *Anastrepha grandis* (Macquart), *Anastrepha pseudoparallela* (Loew) e *A. fraterculus*, sendo esta última a mais abundante, correspondendo a mais de 90% das capturas (Silva *et al.*, 2006). De acordo com Nunes *et al.* (2012), de 13 espécies frutíferas avaliadas nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, no Sul do RS, apenas em caqui não se recuperou espécimes de *A. fraterculus*, tendo sido registrada apenas *C. capitata*. Nas demais frutíferas, a mosca-das-frutas-sul-americana foi a mais abundante. Todavia, de acordo com Dias *et al.* (2013), na região Oeste do RS, próximo às fronteiras com Uruguai e Argentina, de 19 espécies de frutos amostrados, *C. capitata* foi a mais capturada em dez, enquanto *A. fraterculus* teve maior abundância em apenas duas espécies fruteiras.

Além de indivíduos de Tephritidae, existem relatos de captura de moscas da família Lonchaeidae em frutos coletados no RS (Silva *et al.*, 2006; Gattelli *et al.*, 2008; Nunes *et al.*, 2012; Dias *et al.*, 2013). Com relação aos insetos desta família, existe uma divergência quanto a sua capacidade de causar danos. Enquanto alguns autores defendem a ideia de que existem espécies que podem se tornar pragas primárias, causando danos em frutos sadios (Uchôa-

Fernandes *et al.*, 2003; Raga *et al.*, 2004; Strikis & Prado, 2005), outros sugerem que os lonqueídeos ovipositam apenas em orifícios deixados por tefritídeos ou em ferimentos na casca dos frutos (Souza *et al.*, 1983; Malavasi *et al.*, 1994; Araújo & Zucchi, 2002a).

No RS, lonqueídeos foram registrados em araçá, goiaba-serrana, goiaba, laranja-do-céu, “tangor” Murcott, carambola, mamão, pitanga, nêspera, pêssigo e cereja-do-mato (Silva *et al.*, 2006; Gattelli *et al.*, 2008; Nunes *et al.*, 2012; Dias *et al.*, 2013;).

### **2.1.2 Danos causados por mosca-das-frutas**

Os danos de mosca-das-frutas podem ser causados pelas larvas que, ao se alimentarem, abrem galerias no interior dos frutos, destruindo a polpa (Aguiar-Menezes *et al.*, 2004), promovendo alterações fisiológicas, acelerando a maturação e levando à queda prematura (Salles & Rech, 1999; Botton *et al.*, 2005). As fêmeas também provocam danos, pois, no momento em que introduzem o ovipositor através da epiderme para depositar seus ovos, deixam ferimentos na casca e na polpa dos frutos. Estes ferimentos podem propiciar a entrada de microrganismos oportunistas responsáveis pelo apodrecimento e queda prematura dos frutos (Aguiar-Menezes *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2008). Em frutos como pera e maçã, a fêmea de mosca-das-frutas pode deixar a epiderme marcada no local da punctura, causando deformação e depreciando o valor comercial dos mesmos (Salles, 1995; Nora & Hickel, 2006). Segundo o autor, este dano é irreversível e pode ocorrer quando a fêmea perfura a epiderme dos frutos apenas para testar o substrato, não deixando ovos ou quando estes são inviáveis. Todos esses fatores, além de restringirem a

exportação, devido a barreiras quarentenárias impostas por muitos países, também inviabilizam o comércio *in natura* (Malavasi *et al.*, 1994; Salles, 1995; Brasil, 1999; Nascimento & Carvalho, 2000; Aguiar-Menezes *et al.*, 2004; Carvalho, 2005a).

### **2.1.3 Monitoramento e controle de mosca-das-frutas no Brasil**

O monitoramento de mosca-das-frutas deve ser considerado uma importante etapa anterior ao controle, pois, através deste, é possível conhecer as espécies e a abundância em que estas ocorrem nas áreas de cultivo ou estudo (Carvalho, 2005a). Frascos caça-moscas ou armadilhas do tipo McPhail iscados com um atrativo alimentar, são os mais utilizados para o monitoramento. A base de funcionamento deste aparato é inerente ao seu formato e ao atrativo, pois a mosca tende a entrar no frasco, sem conseguir sair, morrendo afogada no líquido (Carvalho, 2005a).

No RS, o monitoramento com frascos caça-moscas é realizado utilizando-se sucos de frutas ou produtos comerciais formulados (como proteína hidrolisada), visando principalmente a captura de *A. fraterculus* (Nava & Botton, 2010). Para produtores inseridos em sistemas de produção integrada, o monitoramento é obrigatório e, uma estratégia de controle só é realizada ou recomendada, a partir do momento em que o número de insetos capturados atinge um limite, conhecido como nível de controle (Kovaleski & Ribeiro, 2003). O nível de controle pode variar de acordo com a cultura, sendo o mais comumente adotado o de 0,5 mosca/armadilha/dia (Carvalho, 2005a).

No Sul do Brasil, assim como em outras regiões, o controle das moscas-das-frutas em pomares é realizado, normalmente, com inseticidas aplicados como iscas tóxicas ou em cobertura (Kovaleski *et al.*, 2000).

A proibição de uso ou a exigência de redução dos resíduos químicos permitidos pelos países importadores, associada à diminuição ou queda de registros de alguns princípios ativos (ANVISA, 2006; Oliveira & Lucchese, 2013), deixa os produtores com poucas alternativas ao controle químico de mosca-das-frutas. A maioria dos inseticidas disponíveis no mercado possui pouco ou nenhum efeito de profundidade, dificultando o controle da praga no interior do fruto, restando o uso da isca tóxica que, até então, tem se mostrado eficiente quando é corretamente executada (Härter *et al.*, 2010).

Existem poucos produtos registrados no Brasil para o controle de moscas-das-frutas, sendo que para *A. fraterculus* são liberados cinco princípios ativos do grupo dos organofosforados (fosmete, malationa, dimetoato, fenitrotiona e metidationa), um piretróide (deltametrina) e um neonicotinoide (acetamiprido) (AGROFIT, 2014). Por outro lado, segundo a mesma fonte, para *C. capitata*, o número de produtos é um pouco maior, sendo quatro organofosforados (clorpirifós, dimetoato, fosmete e malationa), três piretroides (cipermetrina, fenpropatrina e deltametrina), uma espinosina (espinosade) e um éter difenílico (etofenproxi).

Neste contexto, o agricultor brasileiro se depara com o desafio de substituir o manejo convencional, em que se utilizam produtos químicos sintéticos, muitas vezes de forma profilática, por um sistema alternativo, racionalizando as ferramentas para o controle de pragas e doenças,

respeitando a carência dos produtos e as relações bioecológicas do agroecossistema (Protas & Sanhueza, 2003).

As alternativas ao controle químico são escassas, sendo que, na agricultura orgânica, por exemplo, os meios disponíveis para o controle de mosca-das-frutas, recomendados e aprovados pela pesquisa, incluem o ensacamento de frutos, o recolhimento de frutos para fossas teladas, a aplicação de espinosinas e outras substâncias como o caulim (Lipp & Secchi, 2002; Nora & Hickel, 2006; Fofonka, 2007; Silva *et al.*, 2007; Botton *et al.*, 2012). O controle biológico natural é outra alternativa, entretanto, é necessário ampliar os estudos, buscando-se otimizar a atuação destes agentes, principalmente parasitoides, tendo em vista que nos inventariamentos de espécies têm-se registrado índices baixos de parasitismo (Salles, 1996; Gattelli, 2006; Pereira-Rêgo *et al.*, 2013).

## **2.2 Parasitoides nativos de mosca-das-frutas no Brasil**

As espécies *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *Utetes anastrephae* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae) e *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) (Hymenoptera: Figitidae) são as mais frequentes em todo o território brasileiro e ocorrem desde a Argentina até o norte do México (López *et al.*, 1999).

*Doryctobracon areolatus* é frequentemente relatado como espécie dominante em levantamentos feitos em vários estados brasileiros, como São Paulo (Mendes *et al.*, 2007; Marinho *et al.*, 2009), Bahia (Carvalho, 2005b), Minas Gerais (Alvarenga *et al.*, 2009), Rio Grande do Norte (Araújo & Zucchi, 2002b) e RS (Gattelli, 2006; Nunes *et al.*, 2012; Pereira-Rêgo *et al.*, 2013). De acordo com Sivinski *et al.* (1998), este parasitoide prefere larvas de moscas de

terceiro ínstar, mas pode atacar larvas em ínstares anteriores em caso de competição com outras espécies.

No Brasil, *D. areolatus* já foi registrado em goiaba no Rio Grande do Norte, (Araújo & Zucchi, 2002b); em café, no Rio de Janeiro (Souza *et al.*, 2005); em goiaba, juá, seriguela, mamão, mandioca, umbu e cajá, em Minas Gerais Alvarenga *et al.*, 2005; 2009); em acerola, carambola, goiaba, jambo d'água, jambo vermelho, manga, pitanga, seriguela e umbu-cajá na Bahia (Matrangolo *et al.*, 1998; Carvalho, 2004; 2005b; Bomfim *et al.*, 2010); em pitanga, goiaba, pêsego, guabiroba, pitanga, araçá, manga, mamão e nêspera, entre outras em São Paulo (Mendes *et al.*, 2007; Marinho *et al.*, 2009; Souza-Filho *et al.*, 2009).

*Utetes anastrephae* é um parasitoide de larvas de terceiro ínstar, possuindo o menor ovipositor dentre os braconídeos que atacam moscas-das-frutas (Matrangolo *et al.*, 1998; Sivinski *et al.*, 2000). Normalmente, são recuperados em frutos coletados do chão, de tamanho pequeno e em estágio avançado de amadurecimento ou já em decomposição. Esta espécie pode ser encontrada desde a Flórida até a Argentina (Sivinski *et al.*, 2000). De acordo com Aluja *et al.* (2013), no interior do hospedeiro, as larvas de primeiro ínstar de *U. anastrephae* conseguem vencer a competição com *D. areolatus*, pois suas mandíbulas são maiores. O mesmo resultado foi relatado por Paranhos *et al.* (2012), com relação à *D. longicaudata*.

No Brasil, *U. anastrephae* já foi registrado em São Paulo, em pera, pitanga e nêspera (Marinho *et al.*, 2009; Souza-Filho *et al.*, 2009); na Bahia, em umbu-cajá, pitanga, carambola, goiaba, jambo d'água, jambo vermelho e seriguela (Matrangolo *et al.*, 1998; Carvalho, 2004; 2005b; Bomfim *et al.*, 2010);

em Minas Gerais, em mandioca e umbu (Alvarenga *et al.*, 2009); no Rio de Janeiro, em café (Souza *et al.*, 2005) e no Rio Grande do Norte, em cajarana (Araujo & Zucchi, 2002b).

*Aganaspis pelleranoi* é um parasitoide de larvas de terceiro ínstar, que costuma buscar seus hospedeiros nas rachaduras dos frutos, para se aproximar das larvas, uma vez que possui ovipositor curto (Sivinski *et al.*, 2000). Guimarães *et al.* (1999) realizaram levantamento em todas as regiões do Brasil, em vários estados, coletando frutos e registrando a emergência de *A. pelleranoi*. Os autores constataram esta espécie no Amazonas, Bahia, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro e nos três estados do Sul. Também, registraram que, dentre os 29 frutos relacionados à *A. pelleranoi*, há nativos, como goiaba, pitanga, guabiroba e araçá, e exóticos, como pêsego. A espécie também foi registrada no Rio de Janeiro, em café (Souza *et al.*, 2005), em Minas Gerais, em umbu (Alvarenga *et al.*, 2009), na Bahia, em acerola, carambola, goiaba e pitanga (Matrangolo *et al.*, 1998; Carvalho, 2005b) e em São Paulo, em goiaba (Souza-Filho *et al.*, 2009).

Além destas espécies, outras ocorrem no Brasil, em menor abundância e frequência, como *Doryctobracon brasiliensis* (Szépligeti) em São Paulo (Marinho *et al.*, 2009; Souza-Filho *et al.*, 2009), em Minas Gerais (Alvarenga *et al.*, 2009) e Rio de Janeiro (Souza *et al.*, 2005). Neste último Estado, Souza *et al.* (2005), também observaram os braconídeos *Asobara anastrephae* (Muesebeck), *Opius bellus* Gahan e *Doryctobracon fluminensis* Lima e os figitídeos, *Dicerataspis flavipes* (Kieffer) e *Odontosema anastrephae* Borgmeier. Estes mesmos braconídeos foram encontrados em São Paulo por Souza-Filho *et al.* (2009) e Marinho *et al.* (2009).

No RS, até o presente, há o registro de oito espécies de himenópteros parasitoides nativos, distribuídos em quatro famílias, Diapriidae com apenas um representante, *Trichopria anastrephae* Lima, assim como Pteromalidae, com *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani), Figitidae com duas espécies, *Odontosema albinerve* Kieffer e *A. pelleranoi* e Braconidae com *O. bellus*, *D. areolatus*, *D. brasiliensis* e *U. anastrephae* (Salles, 1996; Guimarães *et al.*, 1999; Gattelli, 2006; Cruz *et al.*, 2011; Nunes *et al.*, 2012).

As espécies de Braconidae e *A. pelleranoi* parasitam somente larvas de moscas-das-frutas, enquanto *P. vindemmiae* e parasitoides do gênero *Odontosema* parasitam tanto larvas, quanto pupas (Salles, 1996). Espécies do gênero *Trichopria*, por sua vez, são parasitoides somente de pupas (Wharton & Yoder, 2014). De acordo com López *et al.* (1999), *P. vindemmiae* é um generalista de larvas de Diptera e pode ser menos eficaz no controle de pragas, pois conforme seus hospedeiros se tornam mais raros, pode atacar moscas benéficas.

### **2.3 Controle biológico de moscas-das-frutas**

O uso de himenópteros Braconidae tem sido priorizado para o controle de mosca-das-frutas, em função de sua especialização pelo hospedeiro (Aluja *et al.*, 1990), o que pode ser uma vantagem em programas de controle biológico clássico (Clausen, 1940).

Dentre os Braconidae, os opiíneos são endoparasitoides cenobiontes, que ovipositam em ovos ou larvas do hospedeiro e emergem do pupário (Wharton, 1989). No mundo, cerca de 100 espécies de braconídeos têm sido registradas em tefritídeos que infestam frutos, sendo que as principais estão



incluídas nos gêneros *Diachasmimorpha* Viereck, *Psytalia* Walker, *Utetes* Foster e *Opius* Wesmael (Wharton & Yoder, 2014).

Os países que possuem programas de controle biológico de mosca-das-frutas, o fizeram da forma clássica e utilizaram o método inundativo, no qual os parasitoides são produzidos em larga escala em biofábricas e liberados em grandes áreas, sendo *D. longicaudata* a espécie mais utilizada (Carvalho, 2006).

As liberações que ocorreram na década de 1940, no Havaí, correspondem ao primeiro caso relatado de sucesso com *D. longicaudata* (Carvalho *et al.*, 2000). Funasaki *et al.* (1988) mencionaram que o índice de parasitismo de mosca-das-frutas, passou de 15%, para 47%, após as liberações do parasitoide naquele país.

De acordo com Bess *et al.* (1961), no Havaí foram liberados mais de 120 mil indivíduos de *D. longicaudata* entre 1948 e 1950, junto com outras 25 espécies de Braconidae, oriundas, na sua maioria, do sul da Ásia, Indonésia e Malásia. Conforme os autores, em 1949, *D. longicaudata* era responsável por metade dos 25% do parasitismo registrado em larvas presentes em goiabas, índice de parasitismo que chegou a mais de 80% em 1951.

No Havaí, buscava-se o controle para as moscas-das-frutas, *C. capitata*, *B. dorsalis* e *Dacus curcubitae* Coquillet (Diptera: Tephritidae), desta forma, foram liberadas várias espécies de parasitoides, sendo *D. longicaudata* destinada ao controle de *B. dorsalis* (Funasaki *et al.*, 1988). Entretanto, esta espécie foi a que melhor se adaptou aos três hospedeiros e se manteve no ambiente após o término das liberações, na década de 1950. Neste mesmo período, o México foi invadido pelas mesmas três espécies de mosca-das-

frutas encontradas no Havaí e uma alternativa de controle testada foi a liberação de *D. longicaudata*, que se adaptou à espécie nativa de mosca mais frequente, *Anastrepha ludens* (Loew) e elevou o parasitismo de 20% para 60% (Cancino & Montoya, 2006). Em um extenso estudo de coleta de frutos e identificação de parasitoides, conforme Aluja *et al.* (1990), foi verificado que os parasitoides nativos mexicanos passaram a ser responsáveis por somente 10% do parasitismo em espécies do gênero *Anastrepha*.

Visando repetir o sucesso do México, na Flórida (EUA), as liberações de *D. longicaudata* começaram em 1972, a fim de controlar *Anastrepha suspensa* (Loew), a qual havia sido acidentalmente introduzida neste Estado em 1965 (Valle, 2006). A captura de moscas em armadilhas do tipo McPhail diminuiu a partir da quinta semana após a primeira liberação do parasitoide (Sivinski *et al.*, 1996) e o índice de parasitismo em *A. suspensa* chegou a 40%, com 95% de ocorrência de *D. longicaudata* (Carvalho & Nascimento, 2002).

Na década de 1970, os governos do México, Guatemala e Estados Unidos da América uniram forças visando o controle de mosca-das-frutas, criando o Programa Trinacional Moscamed, o qual previa, entre outras medidas, a construção de biofábricas e a criação e liberação de *D. longicaudata* para o controle de *C. capitata* (Cancino & Montoya, 2006). O pico das liberações ocorreu entre os anos de 1987 e 1988, no Vale do Mazapa, onde foram liberados 200 mil adultos por semana (Guillen *et al.*, 1991).

No ano de 1992, no México, iniciou-se uma campanha nacional de controle à mosca-do-mediterrâneo. Esta campanha baseou-se em seis pressupostos, conforme Montoya *et al.* (2007): (1) monitoramento constante com iscas caça-moscas; (2) práticas culturais e mecânicas para evitar ou

dificultar o ataque de moscas; (3) aplicação de inseticidas seletivos aos inimigos naturais; (4) uso da técnica do macho estéril; (5) estabelecimento de zonas livres de moscas e (6) liberação de *D. longicaudata*. De acordo com os autores, o sucesso também dependia da parceria entre: (1) governo e órgãos federais e estaduais e (2) operadores de campo, produtores, pesquisadores e estudantes. Atualmente, o país é reconhecido por ser zona livre da mosca-do-mediterrâneo (Hernández, 2014).

*Diachasmimorpha longicaudata* foi introduzido na Costa Rica, Nicarágua, Panamá, Argentina, Guatemala, Peru, Trinidad e Tobago e Brasil, para controle de moscas dos gêneros *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis* e *Dacus* (Ovruski *et al.*, 2000). Segundo os mesmos autores, fora das Américas, esse parasitoide foi utilizado em programas de controle biológico clássico com sucesso na Austrália, Fiji, Grécia, Itália e Espanha, para o controle de moscas do gênero *Bactrocera*.

Na Costa Rica, *D. longicaudata* foi introduzida em 1958, com outras oito espécies de parasitoides, para o controle de *C. capitata*. Após estudos de campo, foi comprovado que somente *D. longicaudata* e *Biosteres arisanus* (Sonan) (Hymenoptera: Braconidae) se mantiveram no ambiente, mas com índices de parasitismo abaixo de 3% em *C. capitata* (Wharton *et al.*, 1981).

Na Argentina, as liberações foram ocasionais, totalizando 100 mil indivíduos de *D. longicaudata* entre os anos de 1977 e 1986, na província de Tucumán (Schliserman *et al.*, 2003). Após o final das liberações e até o ano de 1999, conforme os autores, nenhum inseto tinha sido observado, entretanto, entre 2000 e 2002, 14 indivíduos foram recuperados.

No Brasil, a introdução de *D. longicaudata* ocorreu apenas em 1994, com espécimes trazidos de Gainesville, Flórida, pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, com apoio do Laboratório de Quarentena "Costa Lima" da Embrapa Meio Ambiente (Carvalho & Nascimento, 2002). O objetivo, segundo os autores, era estudar a espécie para avaliar a possibilidade da implantação de um programa de controle biológico clássico de mosca-das-frutas no Brasil.

No Recôncavo Baiano foram liberados 42.963 adultos de *D. longicaudata*, entre agosto de 1995 e julho de 1996 (Carvalho, 2005c). Posteriormente, conforme o autor, esta espécie foi recuperada de pupários oriundos de frutos coletados na região apenas até o ano 1998. A introdução deste parasitoide exótico na região, não causou a deleção de nenhuma das principais espécies nativas, tendo sido encontrados *D. areolatus*, *U. anastrephae*, *Opius* spp., *A. anastrephae* e *A. pelleranoi* tanto antes quanto depois das liberações (Matrangolo *et al.*, 1998; Carvalho, 2005c).

No norte de Minas Gerais foram liberados 34 mil casais de *D. longicaudata*, em um pomar de goiabeiras, entre fevereiro e agosto de 2003 (Alvarenga *et al.*, 2005). Segundo os autores, a guilda de parasitoides nativa não foi afetada e o exótico se manteve no ambiente, pois 34 espécimes foram recuperados em frutos coletados neste pomar, no mesmo período das liberações.

### **2.3.1 *Diachasmimorpha longicaudata* – aspectos bioecológicos**

O parasitoide *D. longicaudata* (Figura 1) tem origem na Região Indo-Australiana e tefritídeos do gênero *Bactrocera* são seus hospedeiros originais (Carvalho & Nascimento, 2002).

O adulto tem corpo marrom-claro a marrom-avermelhado; os olhos são marrons; as antenas filiformes e mais longas que o corpo e as asas hialinas; as fêmeas medem de 3,6 a 5,4 mm de comprimento, sem incluir o ovipositor que é mais longo que o corpo inteiro; os machos têm de 2,8 a 4,0 mm (Thompson, 1989). Quimiorreceptores localizados no ovipositor de *D. longicaudata* permitem a avaliação das condições do substrato de oviposição, assim como das substâncias presentes em larvas já parasitadas, para evitar o super e o multiparasitismo (Greany *et al.*, 1977). Além de avaliar o parasitismo, este inseto também consegue identificar se seu possível hospedeiro é um tefritídeo, pois apesar de ser um parasitoide generalista, não parasita indivíduos de outras famílias de Diptera (Sthul *et al.*, 2011).

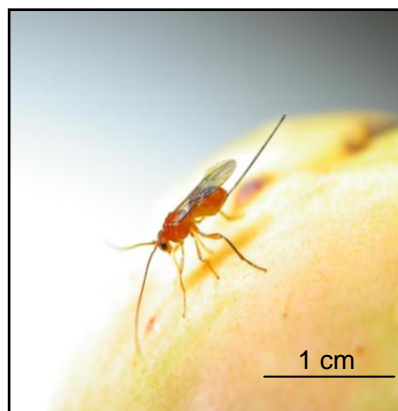


FIGURA 1. Fêmea do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera; Braconidae) sobre fruto.

Primeiramente, a localização dos frutos, que podem conter seus hospedeiros em estágio de desenvolvimento ideal para oviposição, é realizada através da percepção de produtos liberados pela fermentação (Thompson, 1989). Uma vez no fruto, de forma simplificada, a localização das larvas ocorre

através da vibração que as mesmas emitem ao se alimentarem da polpa dos frutos (Carvalho, 2005b).

O processo de localização dos sítios de oviposição, entretanto, é complexo, podendo ser influenciado, também, pelo tamanho, cor e espécie do fruto que abriga a larva hospedeira (Leyva *et al.*, 1991; Jang *et al.*, 2000; Segura *et al.*, 2012). De acordo com Leyva *et al.* (1991), um mesmo fruto que se mostra mais atrativo em testes de olfatometria, nos quais o odor é a única variável admitida, pode ser preterido quando há a possibilidade de escolha abrangendo os estímulos visuais e tácteis.

Eben *et al.* (2000) observaram, em olfatômetro, que frutos infestados foram mais atrativos para fêmeas de *D. longicaudata* que frutos não infestados. Aparentemente, a injúria que a larva causa no fruto pode ser responsável pela liberação de voláteis que são mais perceptíveis do que a própria larva que está no fruto (Segura *et al.*, 2012).

Estudando a espécie *Diachasmimorpha juglandis* (Muesebeck), Henneman *et al.* (2002) verificaram que as fêmeas procuram mais os frutos com danos do que os sadios, no momento em que buscam seus sítios de oviposição.

Por conta da interação tritrófica que se estabelece em um caso de parasitismo de mosca-das-frutas, os estímulos olfativos relativos à espécie de fruto, à infestação, à injúria e à decomposição, além de pistas visuais e vibrações que a larva emite, podem influenciar na decisão de escolha (Jang *et al.*, 2000). Conforme os autores, o parasitoide tem que processar várias informações sobre as opções de locais para oviposição, para garantir a máxima possibilidade de sucesso.

*Diachasmimorpha longicaudata* é uma espécie de reprodução partenogenética do tipo arrenótoca facultativa (Carvalho, 2003). A larva do parasitoide eclode antes da fase de pupa do hospedeiro, obrigatoriamente matando-o dentro do pupário, onde realiza as mudanças de ínstar (Lawrence, 1981).

O ciclo biológico de *D. longicaudata* a 25 °C é de, aproximadamente, 19 dias para fêmeas e 18 para machos, independente do hospedeiro ser *C. capitata* ou *A. fraterculus* (Meirelles *et al.*, 2013). Segundo os autores, a longevidade média de *D. longicaudata*, quando criada nestes dois hospedeiros, é de cerca de 25 dias.

De acordo com Greany *et al.* (1977), *D. longicaudata* pode copular desde o primeiro dia de vida e, a partir do segundo dia, as fêmeas já estão aptas a por ovos férteis. Entretanto, segundo Meirelles *et al.* (2013), nos dois primeiros dias, a prole é constituída na sua maioria por machos. Em laboratório, (25 ± 2°C; 65 ± 10% UR; 14 horas de fotofase), estes últimos autores registraram fecundidade média diária semelhante, em larvas de *A. fraterculus* (6 ovos/fêmea/dia) e em *C. capitata* (5 ovos/fêmea/dia), assim como fertilidade média, *A. fraterculus* (65 %) e *C. capitata* (72%).

Em testes em laboratório, Meirelles (2011) verificou que a temperatura basal (T<sub>b</sub>) para *D. longicaudata* criada em *A. fraterculus* foi de 12,5 °C, enquanto que em *C. capitata* foi de 7,8 °C. De acordo com o autor, a faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento do parasitoide criado na mosca-das-frutas-sul-americana fica entre 16,3 e 22,4 °C e, entre 11,5 e 21,8 °C, mantida na mosca-do-mediterrâneo. É importante salientar que se tratam das duas espécies de tefritídeos mais importantes no RS (Kovaleski *et al.*, 2000) e

que condições de temperaturas abaixo da faixa ótima e, até mesmo, da  $T_b$  são comuns nos períodos de inverno, início de primavera e final de outono (entre maio e outubro) na região Sul do Brasil (INMET, 2014).



## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Criações de insetos

As criações de insetos utilizados nos experimentos são mantidas no Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos (BIOECOLAB) da Faculdade de Agronomia da UFRGS (FAGRO), em sala climatizada ( $25 \pm 2$  °C;  $65 \pm 10\%$  UR; 14 horas de fotofase) ou em câmara climatizada ( $25 \pm 2$  °C;  $65 \pm 10\%$  UR; sem fotofase).

#### 3.1.1 *Diachasmimorpha longicaudata*

A criação tem sido mantida de acordo com a metodologia proposta por Carvalho *et al.* (1998). As gaiolas dos adultos (Figura 2) são de madeira, cobertas por tecido voile (60 cm x 25 cm x 50 cm) e comportam até 400 indivíduos. A água é fornecida por capilaridade, através de uma tira de tecido Spontex Resist<sup>®</sup>, cuja base fica mergulhada na água, disposta num pote plástico com tampa perfurada. O alimento gelatinoso é composto por água (120 mL), mel (120 mL), ágar (0,8 g), ácido ascórbico (0,05 g) e nipagin (0,005 g). O ágar, dissolvido na água quente, é misturado aos outros ingredientes. A dieta, enquanto quente, é vertida (2 mL) em placas de Petri (Ø 5 cm), que são mantidas em temperatura ambiente até o líquido endurecer. Posteriormente são protegidas com filme de PVC e mantidas em refrigerador ( $\pm 4$  °C), por até

10 dias. Cada gaiola recebe uma placa de alimento, que é trocada duas vezes por semana.

Diariamente, as gaiolas de parasitoides recebem uma unidade de oviposição (Figura 3) com larvas de *A. fraterculus*, de terceiro ínstar, com aproximadamente nove dias de idade, por meia hora. O número de larvas é de 400, aproximadamente, procurando-se manter a proporção de duas larvas por fêmea.



FIGURA 2. Gaiola de madeira, coberta com tecido tipo voile, utilizada na criação de *Diachasmimorpha longicaudata*.

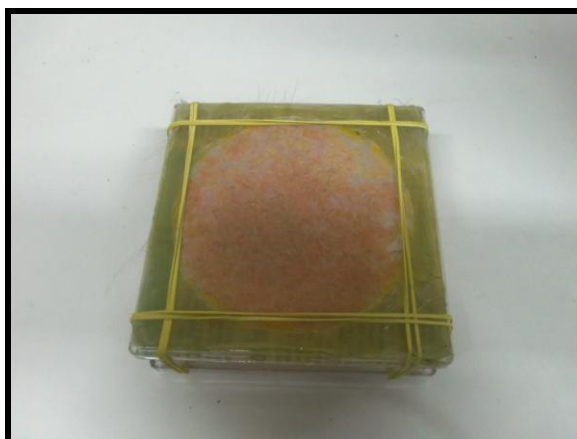


FIGURA 3. Unidade de oviposição, confeccionada em placas de acrílico, para oferecimento de larvas de *Anastrepha fraterculus* às fêmeas de *Diachasmimorpha longicaudata*.

Cada gaiola pode receber até três unidades de oviposição por dia. As unidades são confeccionadas utilizando-se uma tampa de caixa Gerbox (11 cm x 11 cm) com uma abertura circular ( $\varnothing$  9 cm) protegida com tecido voile colado no lado de fora da tampa. As larvas são colocadas do lado de dentro da abertura, sobre o tecido voile e a tampa é prensada contra o fundo de uma caixa Gerbox, impedindo a saída das larvas, deixando-as expostas para o parasitismo.

As larvas, após a exposição, são acondicionadas em caixa Gerbox com areia ao fundo, mantidas em câmara climatizada ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $60 \pm 10\%$  UR; sem fotofase) até a emergência dos parasitoides.

### **3.1.2 *Anastrepha fraterculus***

Os adultos são mantidos em gaiolas de madeira (45 cm x 30 cm x 30 cm), cobertas com tecido voile. A água é oferecida da mesma forma que o descrito no item 3.1.1. O alimento dos adultos é composto por açúcar cristal, levedo de cerveja, levedura hidrolisada Bionis<sup>®</sup> (na proporção 3:1:1). Além destes ingredientes, um comprimido do complexo vitamínico (DiariumR – VitaminLife) é macerado e misturado em cada 250 g de dieta. O alimento é oferecido em placas de Petri ( $\varnothing$  5 cm) e trocado uma vez por semana.

O substrato de oviposição das moscas tem forma de uma bolsa de 30 cm x 30 cm, confeccionado com tecido voile azul recoberto com silicone e possuindo em uma das extremidades uma abertura com tampa, por onde se coloca água (Figura 4). Este substrato fica sobre a parte superior da gaiola e as moscas ovipositam através do tecido. Os ovos ficam imersos em água, a qual é diariamente substituída. Os ovos retirados são colocados sobre papel filtro em

placas de Petri de vidro ( $\varnothing$  9,5 cm). Estas placas são embaladas em jornal, para manter os ovos no escuro e mantidas em câmara climatizada ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $60 \pm 10\%$  UR; sem fotofase) por dois dias.



FIGURA 4. Substrato de oviposição para *Anastrepha fraterculus* sobre a gaiola de criação.

A dieta das larvas, proposta por Térán (1977), é composta de cenoura crua descascada (125 g), cenoura cozida descascada (125 g), açúcar cristal (125 g), levedo de cerveja (25 g), água (175 mL), nipagin (1,1 g), ácido cítrico (3,6 g) e benzoato de sódio (1,1 g). Os ingredientes são misturados no liquidificador e a mistura é distribuída em bandejas quadradas de isopor (15 cm x 15 cm x 2 cm) sobre as quais são colocados os papéis-filtro com os ovos. Estas são tampadas com outra bandeja, embrulhadas em jornal e colocadas em câmara climatizada ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $60 \pm 10\%$  UR; sem fotofase) por sete dias. Após este período as bandejas são levadas para câmara climatizada depositadas em recipientes plásticos (50 cm x 30 cm x 5 cm), sobre uma camada de areia esterilizada e cobertas com tecido voile. Decorridos nove dias, retiram-se os recipientes da câmara, a areia é peneirada e os pupários, separados. Estes são transferidos para potes plásticos (250 mL), com tampa

telada, contendo no fundo areia esterilizada e mantidos na mesma câmara, por cerca de 10 dias. Uma gaiola nova é montada com aproximadamente 400 pupários e pode ser mantida por até 50 dias.

### **3.2 Avaliação da infestação e parasitismo a campo e do incremento de parasitismo após exposição à *Diachasmimorpha longicaudata* em laboratório**

Foram coletados frutos íntegros, ao solo, sob a copa de frutíferas em três locais, Estação Experimental Agronômica da UFRGS (EEA-UFRGS) (30°06'16"S e 51°39'58"O), em Eldorado do Sul: nêspersas (*Eriobotrya japonica* Lind.) e pêssegos (*Prunus persica* L.) (Rosaceae), caquis (*Diospyros kaki* L. F.) (Ebenaceae) e araçás (*Psidium cattleianum* Sabine) (Myrtaceae); Centro Agrícola Demonstrativo (CAD) (30°07'14"S e 51°05'11"O), em Porto Alegre: guabirobas (*Campomanesia xanthocarpa* Berg) (Myrtaceae) e na Faculdade de Agronomia da UFRGS (FAGRO) (30°06'98"S e 51°14'19"O): goiabas (*Psidium guajava* L.), goiabas-serranas (*Acca sellowiana* O. Berg) e pitangas (*Eugenia uniflora* L.) (Myrtaceae).

Os frutos foram levados para o laboratório, pesados, contados e lavados com hipoclorito a 1%. Após secarem ao ambiente, foram divididos em dois lotes iguais, sendo um exposto a casais de *D. longicaudata* e o outro não (testemunha). Para a exposição, os frutos foram mantidos no chão de gaiolas de madeira (50 cm x 50 cm x 60 cm) cobertas com tecido "voile", onde eram liberados casais de *D. longicaudata*, com idade entre cinco e dez dias, na proporção de um casal para cada grupo de dez frutos, por 24 horas. Após, os frutos foram individualizados em potes plásticos de 140 mL, para guabiroba,

araçá, pitanga, nêspera e goiaba-serrana e de 2 L, para goiaba, caqui e pêsego, contendo vermiculita no fundo e mantidos em câmara climatizada ( $25 \pm 2$  °C;  $65 \pm 10$  % UR; 14 horas de fotofase). O mesmo procedimento foi realizado com o lote testemunha, mas sem contato com o parasitoide. Após sete dias, a vermiculita era peneirada e os pupários separados. Este procedimento era repetido diariamente até que nenhum pupário fosse recuperado.

Os pupários obtidos de ambos os lotes, foram individualizados em potes plásticos (140 mL) identificados e mantidos em câmara climatizada ( $25 \pm 1$ °C;  $60 \pm 10$ % UR; sem fotofase) até a emergência de moscas ou parasitoides. Os insetos foram mortos e acondicionados em eppendorfs (1,5 mL) com álcool 70%, para posterior identificação. Todos os pupários de onde não se registrou emergência foram dissecados após 20 dias, buscando a presença de moscas ou parasitoides. Estes foram identificados, com auxílio de chaves dicotômicas (Zucchi, 2000) e da coleção de referência do BIOECOLAB. A confirmação das identificações dos parasitoides foi feita pelos Doutores Miguel Francisco de Souza Filho e Valmir Antônio Costa, do Instituto Biológico de Campinas, SP.

Foram registradas as intensidades de infestação, os índices de parasitismo, o número e as espécies, tanto de moscas quanto de parasitoides antes e após a exposição à *D. longicaudata*.

Os índices de parasitismo foram calculados para cada repetição. O índice de parasitismo aparente, ou sucesso de parasitismo, levou em conta somente os insetos emergidos e foi calculado da seguinte forma: parasitismo aparente =  $[\text{n}^\circ \text{ parasitoides} / (\text{n}^\circ \text{ parasitoides} + \text{n}^\circ \text{ moscas})] \times 100$ .

O número médio de moscas e pupários foram submetidos ao teste de homocedasticidade de Shapiro-Wilk. As diferenças nos números médios de moscas-das-frutas e pupários entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Mann-Whitney. Para análise estatística, foi utilizado o programa BioEstat 5.0<sup>®</sup> (Ayres *et al.*, 2007).

### **3.3 Parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* em condições de semicampo**

Neste experimento foram utilizadas mudas de mirtáceas nativas, guabirobeira, goiabeira e araçazeiro e de espécies exóticas, nespereira, pessegueiro e kunquateiro [*Fortunella margarita* (Lour.) (Rutaceae)]. As mudas tinham idade entre dois e quatro anos e foram adquiridas todas de viveiros comerciais, seis meses antes de iniciar o experimento. Até o início do trabalho, as mudas permaneceram na área experimental do Departamento de Fitossanidade, na Faculdade de Agronomia da UFRGS, sob um telado de 8 m<sup>2</sup>, protegido nas laterais e na parte superior com sombrite (retendo 70% da luminosidade), que permitia a passagem da chuva. As plantas eram irrigadas diariamente quando não chovia e todas recebiam adubação foliar (Biofert Universal<sup>®</sup>) na concentração recomendada pelo fabricante (5 mL/L) a cada 15 dias através de um borrifador manual, logo após a irrigação. A adubação foi suspensa uma semana antes do início do experimento.

Os frutos utilizados no experimento, de cada uma das espécies das mudas, tiveram as infestações por moscas-das-frutas controladas, que ocorreram no período de junho de 2012 a fevereiro de 2013, de acordo com o período de frutificação de cada uma. As guabirobas foram colhidas no Centro

Agrícola Demonstrativo de Porto Alegre (CAD), os araçás, *kumquats* e goiabas do Campus da Faculdade de Agronomia da UFRGS e os pêssegos e nêsseras da Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

No início da frutificação, os frutos foram protegidos, nas árvores, com gaiolas confeccionadas com voile, procurando, cada uma, abrigar mais do que um fruto, impedindo a oviposição por moscas a campo. As gaiolas de voile tinham o formato retangular, com 30 cm de comprimento por 20 de largura, com abertura em uma das pontas que podia ser fechada com uma corda. As gaiolas eram presas no caule da planta, com o(s) fruto(s) no seu interior.

No início da maturação de cada uma das espécies, em cada gaiola foram introduzidas fêmeas de *A. fraterculus*, com idade entre 12 e 20 dias, na proporção de dois indivíduos por fruto. As fêmeas permaneceram em contato com os frutos por 48 horas, quando foram retiradas. Os frutos permaneceram protegidos e foram colhidos nove dias após a retirada das fêmeas, quando as larvas já deveriam estar no terceiro ínstar.

Os frutos recolhidos das plantas eram colocados em duas gaiolas (testemunha e tratamento) de madeira (2 m x 2 m x 2 m), cobertas com tecido voile (Figura 5), mantidas em casa de vegetação (6 m x 4 m) com cobertura plástica transparente e lateral telada, localizada na área experimental do Departamento de Fitossanidade da FAGRO. Em cada gaiola foram colocadas quatro mudas de cada uma das espécies descritas anteriormente, as quais tinham aproximadamente 120 cm de altura. As plantas foram distribuídas na gaiola de forma aleatória (Figura 6).





FIGURA 5. Gaiola utilizada para exposição de frutos infestados por mosca-das-frutas a *Diachasmimorpha longicaudata*, em condições de semicampo.

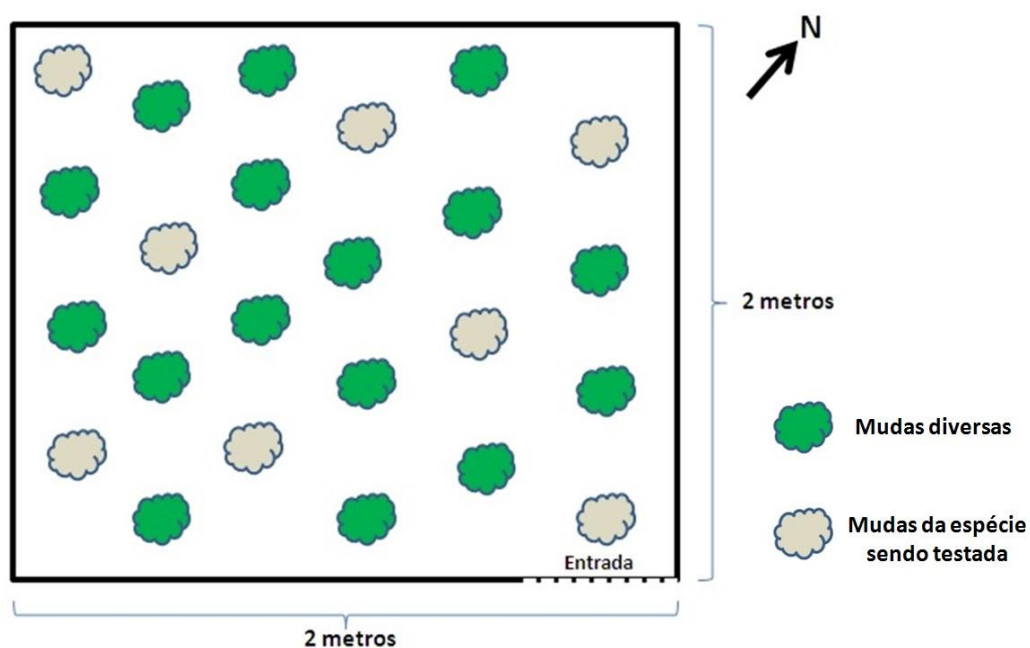


FIGURA 6. Croqui mostrando a distribuição das mudas de fruteiras no interior da gaiola utilizada no experimento em condições de semicampo.

Nas gaiolas, os frutos colhidos eram acomodados em uma tampa de placa de Petri ( $\varnothing$  9 cm) contendo vermiculita, a qual era colocada sobre o vaso, junto à base da muda da mesma espécie do fruto avaliado. Numa das gaiolas que continham as mudas, estes frutos foram expostos a quatro casais de *D.*

*longicaudata*, não experientes, com cinco a sete dias de idade, provindos da criação do BIOECOLAB, na qual, machos e fêmeas eram mantidos juntos desde a emergência. Os parasitoides permaneceram na gaiola com os frutos durante 24 horas e após foram descartados. Frutos de cada uma das espécies foram expostos em três dias consecutivos, utilizando oito frutos/dia. A cada exposição, os casais do parasitoide eram substituídos e as mudas eram rotacionadas na gaiola.

Na outra gaiola que continha as mudas das frutíferas (testemunha), foram colocados apenas os frutos infestados com mosca-das-frutas, seguindo o mesmo protocolo descrito anteriormente.

Como os frutos não foram utilizados todos no mesmo dia, os infestados que iriam ser expostos nos dias seguintes foram mantidos em potes plásticos com tampa telada e ficavam na mesma casa de vegetação das gaiolas até o momento da exposição.

Os frutos retirados de cada gaiola após o período de exposição foram armazenados, individualmente, em potes plásticos com vermiculita ao fundo e tampa com abertura protegida com voile e mantidos em câmara climatizada ( $25 \pm 2$  °C;  $65 \pm 10\%$  UR; 14 horas de fotofase). A partir do sétimo dia, diariamente, a vermiculita era peneirada para recolhimento dos pupários, sendo, os frutos recolocados nos frascos. Esta operação se repetiu até o décimo dia, quando nada foi recuperado das amostras. Os pupários foram individualizados e mantidos na mesma câmara e até a emergência de moscas e/ou parasitoides. Foi registrada a infestação média por mosca-das-frutas, número total e médio de pupários por fruto e os índices de parasitismo para cada espécie frutífera.

O índice de parasitismo aparente foi calculado para o grupo de frutos expostos. O cálculo dos índices de parasitismo, o teste de homocedasticidade e o software para cálculo estatístico já foram descritos no item 3.2. O número médio de moscas por fruto e de pupários por fruto foi comparado entre os tratamentos, com o teste-t ( $\alpha = 0,05$ ), com exceção dos provenientes das goiabas, em que se utilizou o teste de Mann-Whitney.

### **3.4 Avaliação do parasitismo de moscas-das-frutas em campo, após liberações de *Diachasmimorpha longicaudata***

Os experimentos de campo foram realizados na Estação Experimental Agronômica da UFRGS (30°06'16"S e 51°39'58"O). As liberações de *D. longicaudata* foram feitas em pomares de nespereira (0,15 ha), pessegueiro (1,17 ha) e caquizeiro (0,74 ha), que são coleções, contendo mais de uma variedade e/ou cultivar de cada frutífera e em uma área de 0,3 ha de araçazeiros os quais não foram plantados com intenção de formar um pomar, cresceram espontaneamente (Figura 7).

A área de araçazeiros distava 20 m do pomar de caquizeiro. Ambos ficavam ao norte na área de estudo. O de nespereira distava 100 m ao sul dos caquizeiros. Os pessegueiros ficavam a 20 m ao leste das nespereiras. Entre a extremidade mais ao sul do pomar de pessegueiros e a norte da área de araçazeiros, havia, aproximadamente, 400 m (Figura 7).

Nos anos em que foi realizado o estudo, o manejo foi diferenciado em cada pomar. Não houve o uso de herbicidas. As áreas de nespereiras, pessegueiros e caquizeiros eram roçadas nas épocas de podas, raleios e colheitas, conforme a necessidade. Os araçazeiros não receberam tratamento

fitossanitário, tampouco poda, raleio ou roçada.

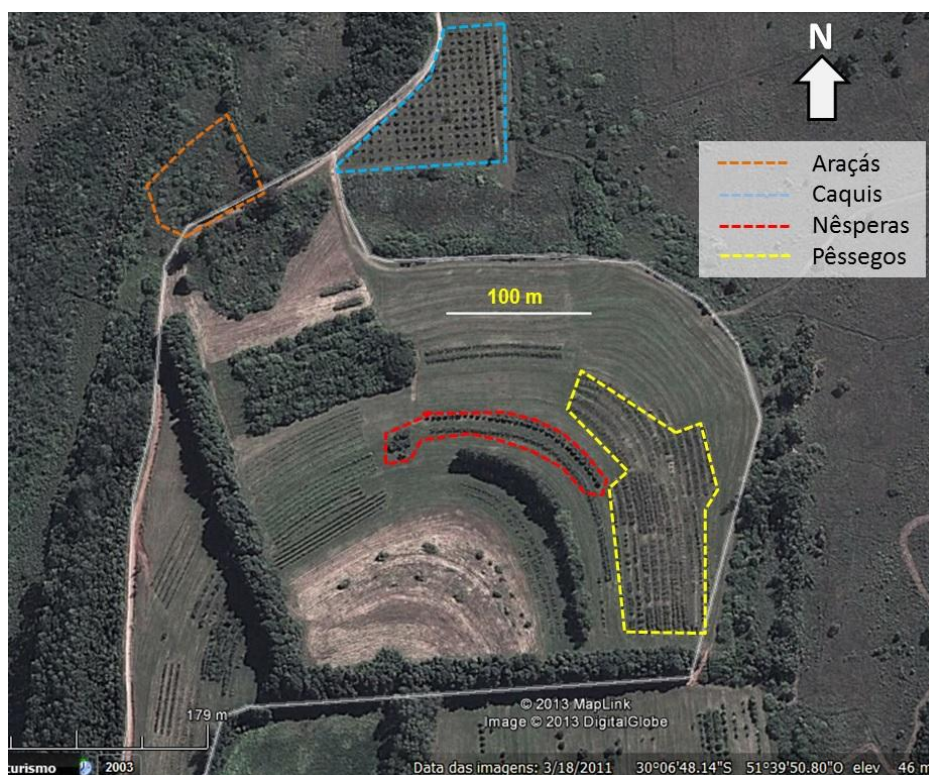


FIGURA 7. Imagem de satélite da área experimental, Eldorado do Sul, RS (2011/2012), delimitando, em cores as áreas de coleta de cada espécie frutífera e de liberação de *Diachasmimorpha longicaudata* (Google Earth, 2011).

No pomar de pessegueiro, estabelecido desde 1999, é feito o controle de *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae), com fosmete (Imidan 500 WP<sup>®</sup>), uma vez por safra, e aplicações do produto a base de feromônio Splat Grafo<sup>®</sup>. Para o controle de mosca-das-frutas, são feitas aplicações de isca tóxica [50 g de dimetoato (Nortox<sup>®</sup> 500 EC) + 100 L de água + 5 kg de açúcar], que é pulverizada, semanalmente, em plantas da bordadura do pomar. As aplicações iniciam a partir da segunda quinzena de setembro, metade final da safra de nêspers.

O pomar de nespereira, implantado em 2003, recebe apenas a aplicação

da mesma isca tóxica para mosca-das-frutas, semanalmente, a partir de setembro, quando os últimos frutos estão sendo colhidos. O de caquizeiro, instalado em 1994, não recebe aplicações de inseticidas, apenas de calda sulfocálcica no início da fase vegetativa da cultura.

No primeiro ano de experimento (safra 2011/2012), considerado como pré-liberação, os frutos maduros de todas as espécies foram coletados, no chão sob a copa das plantas, com exceção das nêspers que foram coletadas maduras, na planta.

Os frutos foram levados para o laboratório, contados, pesados, lavados e acondicionados em bandejas plásticas com vermiculita no fundo, tampadas com voile onde permaneceram em temperatura ambiente. Sete dias após, a vermiculita era peneirada para separação dos pupários, que eram mantidos em potes plásticos (140 mL) até a emergência. Os frutos voltavam para as bandejas e o procedimento era repetido semanalmente até que nenhum pupário fosse recolhido. Os insetos que emergiram foram mortos e identificados, com auxílio de chaves dicotômicas (Zucchi, 2000) e da coleção de referência do BIOECOLAB. As confirmações das identificações dos parasitoides foram feitas pelos mesmos especialistas referidos no item 3.2.

No segundo ano (safra 2012/2013), aproximadamente 1.700 parasitoides/ha, na proporção de um macho para uma fêmea, foram liberados a cada quinze dias, em média. As liberações iniciaram quando as nêspers atingiram o estágio semimaduro (na primeira quinzena de agosto) e seguiram até o final da safra do caquizeiro (na segunda quinzena de março). No total foram feitas 10 liberações, apenas quando os pomares apresentavam frutos maduros. Nas entressafras não ocorreram liberações de parasitoides.

As liberações eram realizadas sempre pela manhã, junto às copas das plantas que possuíam frutos. As gaiolas com os adultos eram sustentadas na mão, com a porta aberta e caminhava-se na área até a saída de todos os parasitoides. No segundo ano, além das liberações, foram realizadas coletas de frutos, repetindo-se a metodologia empregada no ano de pré-liberação.

No terceiro ano (safra 2013/2014), não foram feitas liberações de parasitoides, entretanto coletaram-se frutos das quatro frutíferas seguindo-se o mesmo procedimento do primeiro ano.

As espécies de moscas e de parasitoides presentes nos frutos, nos três anos avaliados foram registradas.

Foram calculados para os três anos e para todas as frutíferas os índices de parasitismo e de infestações. A infestação foi calculada dividindo-se o número de pupários obtidos pelo número de frutos amostrados. Os dados de infestação (número de pupários/ kg de frutos) e índices de parasitismo, antes e após as liberações (incremento no parasitismo) foram comparados pelo teste qui-quadrado de heterogeneidade ( $\alpha = 0,05$ ). Para análise estatística, foi utilizado o mesmo software referido nos itens 3.2 e 3.3.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação da infestação e parasitismo em frutos trazidos do campo e do incremento de parasitismo após exposição à *Diachasmimorpha longicaudata* em laboratório

#### 4.1.1 Infestação e espécies de mosca-das-frutas

*Anastrepha fraterculus* foi o único tefritídeo registrado em araçás, guabirobas, pitangas, pêssegos e goiabas-serranas e o mais abundante em nêspers e goiabas tanto nos lotes de frutos testemunha quanto nos expostos à *D. longicaudata*. A prevalência da mosca-das-frutas-sul-americana era esperada tendo em vista que também foi a única espécie constatada em pitangas e goiabas-serranas na região do Vale do Caí, RS por Meirelles *et al.* (2005) e Meirelles *et al.* (2006). Nesta mesma região, Gatelli *et al.* (2008) observaram que, além da pitanga e da goiaba-serrana, este foi o único Tephritidae presente em guabirobas, araçás e goiabas. Em Pelotas, Cruz *et al.* (2011) verificaram apenas esta espécie de mosca em goiabas, todavia, cabe mencionar que os autores coletaram 54 frutos, enquanto que no presente trabalho este número foi quatro vezes maior. Indivíduos de *A. fraterculus* foram, da mesma forma, os únicos observados por Pereira-Rêgo *et al.* (2013) em araçás, goiabas e goiabas-serranas provenientes de Porto Alegre e Bento Gonçalves, RS.

Um espécime de *C. capitata* foi encontrado no lote testemunha de nêspersas e um no de goiabas. Em caquis, por outro lado, a mosca-do-mediterrâneo foi a única espécie registrada. Da mesma forma que no presente estudo, Nunes *et al.* (2012) constataram que a mosca-das-frutas-sul-americana foi a mais abundante em araçás, pitangas, goiabas, goiabas-serranas, nêspersas e pêssegos, e a mosca-do-mediterrâneo foi a única observada em caquis, em Pelotas e Capão do Leão, RS.

Moscas de Lonchaeidae foram registradas em goiabas, goiabas-serranas e nêspersas, tanto no grupo de frutos expostos, quanto no testemunha. Nos araçás, indivíduos desta família só estiveram presentes no grupo testemunha, no qual apenas dois adultos foram recuperados. No Vale do Caí, lonqueídeos já haviam sido constatados em araçás, goiabas e goiabas-serranas por Gatelli *et al.* (2008) e, em São Paulo, em caquis, nêspersas e pêssegos por Raga *et al.* (2011). Além das frutíferas referidas pelos autores anteriores, Nunes *et al.* (2012) também verificaram Lonchaeidae em pitangas.

Entretanto, dentre as frutíferas amostradas, apenas em caquizeiros *C. capitata* foi a espécie de mosca mais abundante (e a única registrada). Pode-se concluir que *A. fraterculus* é também o tefritídeo mais abundante e frequente nas regiões estudadas de Porto Alegre e Eldorado do Sul.

O padrão de ocorrência das espécies de moscas-das-frutas registrado neste trabalho, que é ocorrente em grande parte do Rio Grande do Sul, parece se inverter na região Oeste do estado, próximo às fronteiras com a Argentina e Uruguai. Isto é apontado no trabalho de Dias *et al.* (2013) que verificaram *A. fraterculus* em nêspersas, goiabas e pitangas, todavia, o número de *C. capitata*



constatado nestes frutos foi 800% maior, em goiabas, e 300% em nêsporas, sendo esta a única espécie observada em caquis e pêssegos.

Considerando a intensidade de infestação de moscas nos frutos, o número médio de pupários por fruto foi estatisticamente menor no grupo exposto ao parasitoide exótico em nêsporas ( $U = 2989,5$ ;  $P < 0,0001$ ), pitangas ( $U = 16846,5$ ;  $P = 0,0064$ ) e araçás ( $U = 39499$ ;  $P = 0,0096$ ) e não diferiu em pêssegos ( $U = 1167,5$ ;  $P = 0,569$ ), guabirobas ( $U = 19071,5$ ;  $P = 0,422$ ), goiabas-serranas ( $U = 4305$ ;  $P = 0,089$ ) e caquis ( $U = 1096,5$ ;  $P = 0,29$ ) (Tabela 1).

A redução no número médio de pupários constatada nas três primeiras espécies de frutos pode indicar que algumas moscas morreram nas fases de larva ou de pupa em função da atividade de oviposição de *D. longicaudata*. Este fato foi também assinalado por Ashley *et al.* (1976) que registraram que lotes de larvas expostas à *D. longicaudata* apresentam mortalidade até 33% maior. Em trabalho com os braconídeos *Fopius arisanus* (Sonan) e *Psytalia fletcheri* (Silvestri), Harris *et al.* (2010) alertaram que o parasitismo pode, eventualmente, ser subestimado se não levar em consideração a mortalidade dos hospedeiros na fase jovem. A mortalidade da mosca, sem que o parasitoide complete o ciclo de vida, diminui as chances do agente de controle biológico se estabelecer no ambiente. Por outro lado, as moscas morrem sem alcançar a fase adulta e causar danos, além disso, o fato de não deixarem descendentes contribuirá para a sua redução populacional.

TABELA 1. Número total de frutos coletados, infestação, número médio de moscas por fruto e índice de parasitismo em grupos de frutos com e sem (testemunha) exposição à *Diachasmimorpha longicaudata*, coletados em Eldorado do Sul e em Porto Alegre, RS. (agosto/2011 a abril/2012).

Eldorado do Sul								
FRUTOS	Nêsperas		Pêssegos		Caquis		Araçás	
	Testemunha	Exposto	Testemunha	Exposto	Testemunha	Exposto	Testemunha	Exposto
	100	100	50	50	50	50	300	300
<b>Pupários/fruto</b>	4,7 ± 0,39 A*	2,4 ± 0,26 B	0,6 ± 0,10 A	0,4 ± 0,07 A	0,3 ± 0,07 A	0,1 ± 0,05 A	2,4 ± 0,10 A	2,1 ± 0,11 B
<b>MOSCAS/FRUTO</b>	3,4 ± 0,30 A	1,0 ± 0,158 B	0,44 ± 0,092 A	0,14 ± 0,049 B	0,16 ± 0,053 A	0,06 ± 0,034 A	1,4 ± 0,08 A	0,44 ± 0,047 B
<b>ÍNDICE DE PARASITISMO (%)</b>	0,28	14,75	0	30	0	0	6,25	68,4
Porto Alegre								
FRUTOS	Guabiobas		Goiabas-serranas		Pitangas		Goiabas	
	Testemunha	Exposto	Testemunha	Exposto	Testemunha	Exposto	Testemunha	Exposto
	200	200	100	100	200	200	100	100
<b>Pupários/fruto</b>	0,9 ± 0,08 A	0,7 ± 0,007 A	2,6 ± 0,18 A	2,2 ± 0,21 A	0,4 ± 0,03 A	0,2 ± 0,03 B	2,6 ± 0,12 A	2,3 ± 0,15 A
<b>MOSCAS/FRUTO</b>	0,49 ± 0,055 A	0,27 ± 0,039 B	1,72 ± 0,138 A	0,71 ± 0,099 B	0,32 ± 0,034 A	0,27 ± 0,019 B	1,8 ± 0,11 A	0,86 ± 0,084 B
<b>ÍNDICE DE PARASITISMO (%)</b>	8,4	36,8	7,4	59,5	0	25,5	9	59,5

\*Valores seguidos por letras distintas, entre grupos de frutos testemunhas e expostos ao parasitoide, diferem significativamente pelo teste de Mann-Whitney ( $\alpha = 0,05$ ).

#### 4.1.2 Parasitismo e espécies de parasitoides

Nos caquis não se recuperou qualquer espécime de parasitoide de ambos os grupos de frutos (testemunha e exposto). Nos pêssegos e nas pitangas não foram registrados parasitoides no grupo testemunha. Nas demais frutíferas houve variação nos índices de parasitismo e nas espécies constatadas (Tabela 1).

A ausência de parasitoides nos caquis, assim como no grupo testemunha de pêssegos, pode estar relacionada à baixa infestação por moscas-das-frutas, observada nestas duas frutíferas. Entretanto, este não é o único fator, pois em guabirobas também se verificou uma infestação baixa, mas o índice de parasitismo foi o segundo mais alto registrado no estudo (Tabela 1).

Por serem espécies exóticas, o caquizeiro e o pessegueiro evolutivamente não estão associados à *A. fraterculus* assim como aos seus parasitoides, o que explicaria, em parte, os resultados obtidos. No entanto, em pessegueiro no RS, a presença de espécies nativas de parasitoides, como, *D. areolatus* e *P. vindemmiae* (Salles, 1996) e *D. areolatus* e *A. pelleranoi* (Nunes *et al.*, 2012) foi verificada, em índices que ficaram entre 1,1% e 1,26%, portanto baixos. Nesta mesma frutífera, em São Paulo, Guimarães *et al.* (1999) registraram os fitítideos *A. pelleranoi* (1,58%), *L. anastrephae* (2,17%), *O. anastrephae* (0,42%) e *Trybliographa* sp. (0,08%), em índices igualmente baixos. Desta forma, a hipótese de que os parasitoides nativos não reconheceriam hospedeiros em pêssegos não sustenta totalmente os resultados do presente estudo. Um maior esforço amostral, talvez tivesse permitido visualizar o parasitismo de mosca-das-frutas nesta espécie frutífera, uma vez que 100 pêssegos de cada tratamento foram examinados.

A ausência de parasitoides nos pêsegos pode também estar associada ao uso de inseticidas para o controle de mosca-das-frutas, através da aplicação de iscas tóxicas feita no pomar onde foi realizado o estudo. Apesar da isca tóxica ter sido pulverizada apenas em plantas sem frutos (Item 3.3), os parasitoides podem ter visitado as áreas tratadas em busca de alimento. Além disso, existe a possibilidade de deriva, através da qual frutos maduros acabariam recebendo o inseticida. Acrescido a isto, a aplicação de iscas semanalmente pode reduzir a população de mosca-das-frutas no pomar, diminuindo, portanto, a oferta de hospedeiros para os parasitoides.

Outro aspecto que pode ser apontado diz respeito à espessura da polpa destes frutos. Segundo Hickel (2002), em frutos de polpa espessa (> 3,39 mm) os índices de parasitismo por indivíduos de Braconidae tendem a ser menores, pela dificuldade de encontrarem seus hospedeiros. No entanto, dentre os frutos de polpa espessa coletados, goiaba e goiaba-serrana apresentaram índices de infestação e de parasitismo altos comparativamente aos demais, só que estas são espécies nativas da América Latina e bem adaptadas à mosca-das-frutas-sul-americana e aos seus parasitoides.

No caso das pitangas, a ausência de parasitismo no grupo testemunha, pode ser atribuída à incidência de ferrugem (*Puccinia psidii*) que deixou os frutos mumificados ou com aspecto corticento, com a casca e a polpa duras (Glen *et al.*, 2007). Esta doença, talvez tenha deixado nas pitangas, que são frutos pequenos, pouca ou nenhuma superfície livre de “feridas”, dificultando tanto a ação das moscas-das-frutas quanto dos parasitoides.

Por outro lado, no lote de pitangas exposto ao parasitoide, os ferimentos parecem não ter impedido a ação de *D. longicaudata*. A alta pressão de

parasitismo a que estes frutos foram submetidos, uma fêmea para cada 10 pitangas, durante 24 horas, numa gaiola de 150.000 cm<sup>3</sup> e a ausência de outros hospedeiros para realizar a oviposição, fez com que o índice de parasitismo passasse de 0% para 25,5% (Tabela 1). No campo isto possivelmente, não teria ocorrido, pois as fêmeas de parasitoides estariam livres para procurar frutos em melhores condições para ovipositar, o que parece ter ocorrido observando-se o resultado obtido no grupo testemunha.

O índice de parasitismo verificado em guabiroba, no lote testemunha, no presente trabalho, foi o segundo maior dentre os frutos coletados em Porto Alegre (Tabela 1), no entanto, ainda inferior aos constatados por Salles (1996) (9,5%) e Gatelli (2006) (25,8%).

Dentre as espécies de parasitoides nativas, *D. areolatus* esteve presente em todas as frutíferas cujos lotes testemunha evidenciaram parasitismo (Tabela 2), *U. anastrephae* só não foi constatado em nêspas e *A. pelleranoi*, embora não tenha ocorrido no lote testemunha de guabirobas e goiabas-serranas, foi registrado no grupo tratamento destas duas frutíferas.

Nêspas foi o único fruto exótico a apresentar parasitismo por espécie nativa, representado por apenas um indivíduo de *D. areolatus*. Nesta mesma frutífera, este parasitoide já havia sido constatado, na região de Pelotas, por Salles (1996) e Nunes *et al.* (2012), em São Paulo por Marinho *et al.* (2009) e na Argentina por Schliserman *et al.* (2010). Comparativamente aos índices registrados por Salles (1996) (7,8%), Marinho *et al.* (2009) (< 5%), Schliserman *et al.* (2010) (< 5%) e Nunes *et al.* (2012) (0 a 3,08%), o verificado no presente trabalho, no lote testemunha, foi baixo (Tabela 1). Entretanto, por ser uma planta que frutifica na saída do inverno, trata-se de uma hospedeira chave no manejo de

TABELA 2. Número total de parasitoides (N) e frequência relativa (%) (fr) registrados no grupo de frutos não exposto a *Diachasmimorpha longicaudata* (testemunha) e no exposto, em frutos coletados em Eldorado do Sul e em Porto Alegre, RS.

		Eldorado do Sul															
		Nêsperas				Pêssegos				Araçás							
Parasitoides		Testemunha		Exposto		Testemunha		Exposto		Testemunha		Exposto					
		N	fr	N	fr	N	%	N	fr	N	fr	N	fr				
<b>Nativos</b>		1	100	0		0		0		28	100	22	6,1				
	<i>Doryctobracon areolatus</i>	1	100							10	35,7	9	2,5				
	<i>Utetes anastrephae</i>									6	21,4	1	0,3				
	<i>Aganaspis pelleranoi</i>									12	42,9	12	3,3				
<b>Exótico</b>																	
	<i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	0		18	100	0		3	100	0		338	93,9				
		Porto Alegre															
		Guabirobas				Goiabas-serranas				Pitangas				Goiabas			
Parasitoides		Testemunha		Exposto		Testemunha		Exposto		Testemunha		Exposto		Testemunha		Exposto	
		N	fr	N	fr	N	fr	N	fr	N	fr	N	fr	N	fr	N	Fr
<b>Nativos</b>		9	100	12	23,5	14	100	15	23,4	0		0		18	100	19	14,8
	<i>Doryctobracon areolatus</i>	1	11,1			3	21,4	4	6,3					6	33,3	5	3,9
	<i>Utetes anastrephae</i>	8	88,9	10	19,6	11	78,6	8	12,5					5	27,8	4	3,1
	<i>Aganaspis pelleranoi</i>			2	3,9			3	4,7					7	38,9	10	7,8
<b>Exótico</b>																	
	<i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	0		39	76,5	0		49	76,6	0		24	100	0		109	85,2

moscas-das-frutas e, também, para a multiplicação de parasitoides, que poderiam atuar impedindo que as populações de moscas-das-frutas atingissem níveis elevados no final da primavera e verão, época de amadurecimento e colheita das principais frutíferas no RS.

Na guabiroba, *D. areolatus* e *U. anastrephae* foram coletados no lote testemunha, sendo o último, o mais frequente (88,9%) (Tabela 2). No grupo exposto à *D. longicaudata*, *D. areolatus* não foi registrado e *A. pelleranoi* só foi observado no lote tratamento.

Em goiaba-serrana, verificou-se uma situação semelhante à observada em guabirobas no grupo de frutos testemunha, com a presença apenas de *D. areolatus* e *U. anastrephae* sendo o último também o mais frequente (78,5%). Este é o primeiro registro de *U. anastrephae* em goiaba-serrana no RS. A região mais próxima do Estado, na qual este parasitoide foi coletado neste hospedeiro foi na Província de Misiones, Argentina (Schliserman *et al.*, 2010).

O fato da goiabeira-serrana frutificar desde março até os meses de maio e junho (Hoffmann *et al.*, 1994; Paise & Vieira, 2005) deve ser levado em consideração em programas de controle biológico, pois esta frutífera poderia atuar como um reservatório de parasitoides, numa época em que poucos frutos são encontrados e que comumente as temperaturas declinam.

Nos araçás e goiabas, tanto no grupo testemunha quanto no exposto à *D. longicaudata*, as três espécies de parasitoides nativos, *D. areolatus*, *U. anastrephae* e *A. pelleranoi* foram observadas, sendo a última a mais frequente, nos grupos de frutos testemunha (Tabela 2). Estas espécies têm sido relatadas ocorrendo, tanto em goiaba quanto em araçás no RS e na Bahia (Matrangolo *et al.*, 1998; Cruz *et al.*, 2011; Carvalho, 2005c; Gatelli, 2006).

A época de frutificação dos araçás e goiabas, entre fevereiro e meados de abril, é propícia para o desenvolvimento das moscas-das-frutas assim como de seus parasitoides. Especialmente no sul Brasil, neste período as temperaturas ainda são elevadas (final do verão e início do outono), o que garante a manutenção de populações maiores de parasitoides e redução das de seus hospedeiros, antes da chegada inverno.

A simples comparação dos índices de parasitismo constatados nos lotes de frutos testemunha do presente estudo com os registrados por outros autores nas mesmas espécies frutíferas é muito difícil de ser feita. Uma série de fatores incidem sobre os resultados obtidos em cada situação, como condições meteorológicas, manejo e a idade das frutíferas, o entorno das áreas amostrais, a proximidade com zonas rurais ou urbanas, a redução do tamanho de habitats causado pelo corte de matas e/ou substituição de espécies frutíferas nativas por não frutíferas, o tamanho das amostras recolhidas, a flutuação populacional da praga e métodos de controle adotados, o que torna difícil interpretar as diferenças observadas.

Ainda assim, goiabas apresentaram os maiores índices de parasitismo, indicando que esta frutífera é um importante refúgio de parasitoides nativos, podendo ser multiplicadora para populações destes inimigos naturais. A preservação de áreas de refúgio para desenvolvimento de parasitoides de moscas-das-frutas já foi defendida, assim como o plantio de mirtáceas nativas no entorno de áreas de produção comercial de frutos, por Aguiar-Menezes & Menezes (1997) e Hickel (2002).

Com exceção dos caquis, todos os lotes de frutos que tiveram contato com *D. longicaudata* apresentaram índices de parasitismo significativamente



superiores aos dos lotes testemunhas, assim como valores significativamente menores de infestação (moscas/frutos) (Tabela 1). A menor infestação pode ser devida à mortalidade de larvas nos frutos, pois, de acordo com Ashley *et al.* (1976), lotes de larvas de *A. suspensa* expostos a este parasitoide, apresentaram mortalidade cerca de 33% maior.

O fato de *D. longicaudata* ter parasitado moscas-das-frutas em praticamente todas as espécies frutíferas demonstra que este parasitoide tem uma grande plasticidade, sendo capaz de reconhecer um hospedeiro mesmo em um fruto não existente no seu centro de origem. Este parasitoide ataca larvas de tefritídeos de terceiro ínstar, em frutos já caídos no chão, muitas vezes em decomposição (Purcel *et al.*, 1994; Sivinski *et al.*, 2000; Sivinski *et al.*, 2001), nos quais as pistas químicas podem ter sido perdidas ou reduzidas por ficarem expostas às condições de tempo. Segundo Thompson (1989) e Stuhl *et al.* (2011), as fêmeas de *D. longicaudata* são atraídas por voláteis liberados pela fermentação de frutos caídos no campo, o que explica a adaptação deste inimigo natural a frutos de diferentes origens.

De acordo com Jang *et al.* (2000), é errado isolar fatores quando se estuda a interação tritrófica que ocorre entre o parasitoide, a larva de mosca-das-frutas e o fruto hospedeiro. Quando existe uma relação deste tipo, os estímulos visuais, táteis e olfativos se complementam. Isso quer dizer que o fruto não é a única variável no momento da escolha do sítio de oviposição.

Deste modo, para que o controle biológico com uma espécie exótica tenha sucesso, é importante que este inimigo natural possa buscar seu hospedeiro nas frutíferas nativas, uma vez que estas são os principais criadouros de moscas-das-frutas.

Com relação ao fruto, a cor, a forma e o estágio de decomposição são fatores que influenciam na busca (Leyva *et al.*, 1991). Além disso, a infestação do fruto (Eben *et al.*, 2000) e a origem dos parasitoides podem ser determinantes para o sucesso de busca e parasitismo (Bautista & Harris, 1997). Logo, independente da origem da frutífera utilizada neste estudo, esperava-se que, se houvesse infestação de mosca-das-frutas, ocorresse parasitismo, mesmo que os índices de parasitismo variassem, o que de fato ocorreu.

Em araçás, goiabas e goiabas-serranas, todas as espécies de parasitoides nativas que haviam sido verificadas no lote testemunha foram também coletadas no grupo exposto ao exótico (Tabela 2), sendo que nesta última frutífera, também se registrou a espécie *A. pelleranoi*. A inclusão de *D. longicaudata* alterou a frequência com estas ocorreram, mas não se constatou deleção. Estes resultados corroboram os de García-Medell *et al.* (2007), os quais, avaliaram em gaiolas o parasitismo de *A. ludens* em goiabas e não verificaram deleção entre seis espécies de braconídeos, inclusive *D. longicaudata*.

O parasitismo por *D. longicaudata*, sem haver a deleção de espécies nativas já havia sido relatado em outros trabalhos em goiabas e pitangas como o de Purcel *et al.* (1994) no Havaí, Carvalho (2005c) no Recôncavo Baiano, Alvarenga *et al.* (2005) e Alvarenga *et al.* (2009) em Minas Gerais e Vargas *et al.* (2012) no Taiti. Nos lotes testemunha de nêspersas e guabirobas, apenas um indivíduo de *D. areolatus* tinha sido observado em cada um. No entanto, no grupo de frutos exposto, este braconídeo não foi constatado (Tabela 2). Acredita-se que a ausência deste parasitoide, não se trate de deleção, pois, segundo concluíram Alvarenga *et al.* (2005), *D. longicaudata* e *D. areolatus* não competem pelo mesmo nicho. Neste mesmo sentido, Sivinski *et al.* (1998) já tinham relatado que

*D. areolatus* e *D. longicaudata* coexistem pois, apesar de ambos serem parasitoides de larvas de terceiro ínstar, *D. areolatus* pode atacar larvas mais jovens em situações de condições extremas, como de baixas temperaturas. Desta forma, a larva de *D. areolatus* pode estar já em tamanho avançado quando *D. longicaudata* depositar seu ovo no mesmo hospedeiro. É possível que o parasitoide nativo consiga, quando parasitar em estádios anteriores ao 3º ínstar, vencer a competição com o exótico.

Em nêspersas, após o contato com o *D. longicaudata*, foi verificada uma significativa diminuição na infestação, que passou de  $4,7 \pm 0,39$  pupários/fruto para  $2,4 \pm 0,26$  pupários/fruto no lote tratamento (Tabela 1). Nestes frutos foi registrada a menor diferença entre o índice de parasitismo no lote tratamento e no testemunha (Tabela 1). Isto pode ter sido ocasionado indiretamente pela metodologia de coleta dos frutos. Enquanto os frutos das demais frutíferas foram coletados no solo, os das nespereiras foram retirados da copa, pois a maioria destes não cai, ficam na planta após finalizar o processo de amadurecimento, apodrecendo e permanecendo nos ramos até próximo a época de florescimento. Deste modo, como as nêspersas foram tiradas das plantas, é possível que algumas ou a maioria das larvas de moscas não estivessem se desenvolvido até o terceiro ínstar, ideal para o parasitismo de *D. longicaudata*.

Outro aspecto importante a ser considerado é o fato de que os parasitoides nativos e as mirtáceas evoluíram no mesmo ambiente (Guimarães *et al.*, 2004; Ovruski *et al.*, 2000). É provável que as habilidades de busca e parasitismo destes organismos nativos ainda não estejam tão bem adaptadas às frutíferas exóticas, como nespereiras e pessegueiros, o que talvez possa ajudar a explicar o porquê de, nas nêspersas, ter sido registrado somente um espécime nativo e nos

pêssegos nenhum. No México, em pêsegos, assim como no presente trabalho, não ocorrem parasitoides nativos, sendo *D. longicaudata* o único que foi verificado (Sivinski *et al.*, 2000).

O incremento no índice de parasitismo em pêsegos, embora tenha aumentado (Tabela 1), refere-se a apenas três indivíduos de *D. longicaudata*, em um total de dez insetos, sendo sete *A. fraterculus*. O pequeno número tanto de moscas quanto de parasitoides evidencia que os tratamentos fitossanitários utilizados nesta frutífera afetaram os dois grupos de insetos. Apesar de não ter sido registrada mortalidade de *D. longicaudata* quando em contato com os frutos (todas as fêmeas colocadas na gaiola estavam vivas 24 horas depois), que poderia indicar ausência de resíduos tóxicos, a infestação nos pêsegos era baixa, deixando poucos hospedeiros para os parasitoides.

A infestação por *A. fraterculus* observada no lote testemunha de pêsegos foi de  $0,44 \pm 0,09$  mosca/fruto, muito superior à do grupo tratamento, de  $0,14 \pm 0,05$  mosca/fruto. Como a pressão de parasitismo dentro das gaiolas era grande e as fêmeas de *D. longicaudata* utilizadas no experimento estavam com idades em que apresentam a máxima capacidade reprodutiva, entre cinco e sete dias, é possível que tenha havido a morte de algumas larvas.

A pressão de parasitismo é um fator determinante no incremento dos índices de parasitismo. No presente trabalho, os índices atingiram valores entre 14,75% em nêspers e 68,4% em araçás, mas, por ser um experimento em gaiolas, é provável que esta pressão seja bem maior do que a possivelmente encontrada no campo. Por exemplo, BomFim *et al.* (2010) registraram incremento no índice de parasitismo, de apenas 5% em frutos de umbu-cajá (*Spondias* spp.),

no campo, 48 horas após as liberações de *D. longicaudata* na região do Recôncavo Baiano.

Os pêssegos utilizados neste estudo (Item 3.3), em comparação com as outras espécies frutíferas, eram grandes e possuíam polpa espessa. De acordo com Leyva *et al.* (1991), em frutos com polpas mais grossas, os índices de parasitismo tendem a ser menores, pois as larvas de moscas-das-frutas podem se aprofundar, permanecendo poucos hospedeiros próximos à superfície do fruto. Na presença de poucos hospedeiros, *D. longicaudata* tende a realizar superparasitismo (Altafini *et al.*, 2013). A relação entre tamanho de frutos e superparasitismo já foi avaliada por Montoya *et al.* (2013), que concluíram que frutos maiores tendem a apresentar mais casos de superparasitismo em larvas de moscas-das-frutas.

De acordo com Paladino *et al.* (2010), não há emergência quando acontece superparasitismo por *D. longicaudata*, pois a mortalidade das larvas ocorre por canibalismo, ataques físicos, falta de alimento e/ou oxigênio. Considera-se, portanto, que com baixa oferta de hospedeiros, os parasitoides tendem a realizar superparasitismo, diminuindo a emergência de moscas, mas não deixando prole, do ponto de vista de um controle biológico mais duradouro, o que não seria uma estratégia desejável.

Os pupários nos quais não tinha sido registrada emergência, recolhidos de todas as espécies de frutos, foram dissecados, mas estavam secos, não sendo possível identificar o inseto presente no seu interior. Para avaliar a ocorrência de superparasitismo, seria necessária a dissecação das larvas que estavam no interior dos frutos ou das pupas recém-formadas, o que não foi feito neste trabalho.

A hipótese de que algumas larvas podem ter sido mortas pelos parasitoides, sem que eles completassem seu desenvolvimento, tem suporte também na viabilidade da fase pupal nos dois lotes de pêssegos. Enquanto que na testemunha foram obtidos 30 pupários, emergindo 22 moscas, no exposto obteve-se 23 pupários, emergindo sete moscas e três parasitoides. Assim, 73,3% dos pupários foram viáveis na testemunha, enquanto que no tratamento, 43,4%. A mortalidade de moscas, considerando que os frutos foram coletados no mesmo local e no mesmo período e que as condições ambientais para todos os frutos foram as mesmas, pode ter influenciado, se não como um todo, pelo menos em parte nos valores de viabilidade da fase pupal que foram registrados nos lotes expostos a *D. longicaudata*.

O superparasitismo é um fator de mortalidade de moscas-das-frutas e ocorre naturalmente no parasitismo por *D. longicaudata*, tanto em situações de campo quanto de laboratório (Montoya *et al.*, 2000; Meirelles *et al.*, 2013; Montoya *et al.*, 2013). Portanto, esperava-se que no lote de frutos exposto ao parasitoide, a mortalidade de larvas fosse maior. Tratava-se de uma situação de alta pressão de parasitismo, pois os insetos se encontravam em um ambiente de área restrita, com outras dez fêmeas disputando um número limitado de hospedeiros. De acordo com Montoya *et al.* (2000), quanto maior a pressão de parasitismo, maior o número de ocorrências de superparasitismo. Meirelles *et al.* (2013) afirmaram, também, que o período entre cinco e dez dias de idade de vida desta espécie é aquele em que ocorre o maior número de casos de múltiplos ovos dentro de um mesmo hospedeiro, idade que foi utilizada neste experimento.

A possibilidade de morte das larvas pode ser levantada para todos os frutos utilizados neste experimento expostos à *D. longicaudata*, pois nestes, a

quantidade de pupários foi sempre menor (Tabela 1), apesar de apenas em nêspers, araçás e pitangas a diferença ter sido significativa.

Os resultados deste estudo evidenciam a dificuldade dos parasitoides nativos parasitarem seus hospedeiros em frutos exóticos. De acordo com Hickel (2002), tanto parasitoides quanto moscas-das-frutas possuem mecanismos semelhantes na busca de hospedeiros. Sendo assim, é normal que os índices de parasitismo sigam a tendência dos níveis de infestação, sendo maiores nos frutos nativos. Portanto, a introdução de *D. longicaudata*, mesmo que em condições de laboratório, representou um acréscimo importante no parasitismo em frutos exóticos, o qual era praticamente inexistente antes da exposição ao parasitoide exótico.

Aparentemente, através da forma que o estudo foi conduzido, não houve deleção de nativos quando *D. longicaudata* foi introduzido, mas essa conclusão só pode ser devidamente feita após uma amostragem que se estenda ao longo de anos, no campo.

A baixa frequência de parasitoides nativos constatada em todas as frutíferas estudadas parece ressaltar a escassez destes organismos, a qual pode estar relacionada às condições climáticas, à destruição gradual de habitats, aos desmatamentos, as aplicações de agrotóxicos ou, até mesmo, porque as populações destes organismos podem ser naturalmente pequenas.

A retirada dos frutos do campo pode subestimar o parasitismo, já que algumas espécies necessitam de frutos em estágio avançado de decomposição ou frutos que já não estejam íntegros, como *U. anastrephae* e *A. pelleranoi* (Alvarenga *et al.*, 2005). Neste trabalho foram coletados apenas frutos íntegros, logo, é possível que o índice de parasitismo real seja maior.

Outro aspecto a destacar é que as espécies de parasitoides possuem diferenças morfológicas que estão relacionadas com as preferências para oviposição, como estágio de desenvolvimento do hospedeiro, tamanho do fruto e/ou espessura da casca, que influenciam a competição pelos sítios de oviposição (Sivinski *et al.*, 1997). Desta forma, a introdução de um parasitoide exótico que tenha preferências e necessidades diferentes dos nativos pode contribuir para aumentar os índices de parasitismo sem causar um grande impacto ambiental.

O aumento dos índices de parasitismo sem a deleção de parasitoides nativos pode ser explicado pelo fato de que as espécies que preferem larvas de 3º instar conseguem identificar larvas já parasitadas, selecionando somente os hospedeiros que garantem a maior probabilidade de sucesso para sua prole. Wang & Messing (2003) verificaram que *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron), o qual prefere larvas de 3º instar, não competiu com *F. arisanus*, que parasita as de 1º instar. Os autores concluíram que parasitoides que atacam instares diferentes se complementam. Entretanto, de acordo com os autores, *D. tryoni* é prejudicado quando *F. arisanus* parasita anteriormente os ovos, pois, quando os ovos da primeira espécie são depositados, este último pode destruir ou até se alimentar dos ovos da primeira.

Além dos motivos já relacionados no estudo de Sivinski *et al.* (1998), no Rio Grande do Sul, *D. areolatus* torna-se competitivo em relação à *D. longicaudata*, por estar mais adaptado às condições climáticas, principalmente porque o exótico possui um limiar térmico inferior de 12,5 °C em *A. fraterculus*, que é o hospedeiro mais abundante, considerando que frequentemente, no inverno, a mínima é inferior a esta temperatura (FEPAGRO, 2014).



A possibilidade do *D. longicaudata* causar a deleção de espécies nativas ou diminuir muito suas populações é pouco provável tendo em vista que, em algumas áreas do Havaí, por exemplo, *D. longicaudata* foi apenas o quarto braconídeo mais capturado, representando apenas 5,6% dos parasitoides (Bokonon-Ganta *et al.*, 2007). Isto foi registrado porque na área em que o estudo foi realizado existiam espécies que atacavam ínstares anteriores, incluindo os de ovos. Resultado semelhante foi relatado por Vargas *et al.* (2012), no Taiti, onde *D. longicaudata* foi responsável por aumentos de até 5,5% nos índices de parasitismo. Segundo os autores, no local de estudo, *D. longicaudata* foi prejudicado, principalmente, por *F. arisanus*, que parasita ovos. Estes estudos apresentam resultados que reforçam a conjectura que foi levantada no presente trabalho, de que *D. longicaudata* não compete, ou somente compete em baixa escala, com outras espécies de parasitoides.

Desta forma, com base nos resultados obtidos neste experimento, *D. longicaudata* tem potencial de parasitar moscas-das-frutas no RS, sem causar grande impacto nas populações de parasitoides nativos, mesmo em situação de intensa pressão de parasitismo.

#### **4.2 Parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* em condições de semicampo**

A infestação, pupários/fruto, foi significativamente menor nas nêspersas ( $t = 3,6903$ ;  $gl = 46$ ;  $P = 0,0006$ ) e nas guabirobas ( $t = 2,0921$ ;  $gl = 37,51$ ;  $P = 0,0433$ ) nos lotes expostos à *D. longicaudata*. Em goiabas ( $U = 200,5$ ;  $Z(U) = 1,8042$ ;  $P = 0,0712$ ), *kumquats* ( $t = 1,6253$ ;  $gl = 46$ ;  $P = 0,1108$ ), araçás ( $t = -0,4204$ ;  $gl = 46$ ;  $P =$

= 0,6761) e pêssegos ( $t = 1,9626$ ;  $gl = 39,11$ ;  $P = 0,0568$ ) não houve diferenças (Tabela 3).

TABELA 3. Número médio de pupários/fruto e de moscas/fruto nos lotes testemunha (TE) (sem exposição à *Diachasmimorpha longicaudata*) e lotes tratamento (TR) (com exposição à *D. longicaudata*) de nêspersas, goiabas, guabirobas, *kumquats*, araçás e pêssegos, em teste de semi-campo ( $n = 24$  frutos de cada espécie), Porto Alegre, RS.

Espécie de fruto	Pupário/fruto		Mosca/fruto	
	TE	TR	TE	TR
<b>Nêspersa</b>	6,3 ± 0,77 A*	2,9 ± 0,53 B	5,1 ± 0,60 a	1,9 ± 0,46 b
<b>Goiaba</b>	6,3 ± 1,02 A	5,9 ± 1,63A	4,9 ± 0,93 a	3,5 ± 1,01 b
<b>Guabiroba</b>	1,8 ± 0,35 A	1,0 ± 0,21 B	1,1 ± 0,24 a	0,3 ± 0,12 b
<b><i>Kumquat</i></b>	2,0 ± 0,28 A	1,3 ± 0,26A	1,3 ± 0,24 a	0,7 ± 0,16 b
<b>Araçá</b>	2,9 ± 0,31 A	2,0 ± 0,22A	1,9 ± 0,20 a	0,7 ± 0,12 b
<b>Pêssego</b>	3,2 ± 0,54 A	2,0 ± 0,35A	2,3 ± 0,37 a	1,1 ± 0,19 b

\* Valores seguidos por letras distintas diferem entre si, na linha, (maiúsculas para pupário/fruto e minúsculas para mosca/fruto), pelo teste-t ( $\alpha = 0,05$ ) para nêspersas, guabirobas, *kumquats*, araçás e pêssegos e teste de Mann-Whitney ( $\alpha = 0,05$ ) para goiabas.

O menor número de pupários formados nas nêspersas e nas guabirobas expostas ao parasitismo, pode indicar que algumas larvas foram parasitadas, e, possivelmente mortas, sem conseguirem terminar seu desenvolvimento até a fase de pupa, o que foi referido por Ashley *et al.* (1976).

O número de moscas/fruto foi menor em todos os frutos dos lotes tratamentos (guabirobas:  $t = 2,8491$ ;  $gl = 33,78$ ;  $P = 0,0075$ ; *kumquats*:  $t = 2,1582$ ;  $gl = 46$ ;  $P = 0,0361$ ; araçá:  $t = 4,8426$ ;  $gl = 37,8$ ;  $P < 0,0001$ ; nêspersa:  $t = 4,1782$ ;  $gl = 46$ ;  $P = 0,0001$ ; pêssego:  $t = 2,722$ ;  $gl = 35,39$ ;  $P = 0,01$ ; goiaba:  $U = 186$ ;  $Z(U) = 2,1032$ ;  $P = 0,0354$ ) (Tabela 3), o que pode ser explicado pelo parasitismo e/ou pela mortalidade das larvas (inviabilidade).

Como referido no item 4.1, um número de hospedeiros limitados pode ser responsável por um aumento nos casos de superparasitismo (Montoya *et al.*, 2013), e este tende a ser um fator de mortalidade de larvas de moscas-das-frutas em lotes de frutos expostos ao parasitoide. Como observado por Meirelles *et al.* (2013), o máximo desempenho reprodutivo de *D. longicaudata*, ou seja, a possibilidade maior de superparasitismo, ocorre entre no período entre o quinto e o décimo dia de idade, que foi o período do desenvolvimento dos insetos utilizados no experimento.

A infestação controlada, através da colocação de moscas-das-frutas nos sacos que envolviam os frutos garantiu o contato dos frutos com os insetos, explicando, em parte, o maior número de pupários por fruto, em comparação ao registrado no experimento descrito no item 4.1 nos lotes testemunhas. Quando a infestação ocorre naturalmente a campo, a densidade de moscas por fruto é menor, resultando em um menor número de indivíduos por fruto.

O parasitismo pôde ser observado em ambos os experimentos de laboratório (Tabelas 1 e 2) e semicampo (Tabela 4), o que propiciou a mortalidade de larvas de moscas, reduzindo o número de pupários coletados após o contato com parasitoides. No trabalho em semicampo, somente *D. longicaudata* teve contato com os frutos, enquanto que no experimento descrito no item 4.1, os frutos já haviam tido contato com parasitoides nativos no campo, o que poderia aumentar a mortalidade, diminuindo a infestação observada no lote testemunha.

As fêmeas de *D. longicaudata* no teste de semicampo foram capazes de reconhecer e parasitar os hospedeiros em frutos nativos e exóticos, entretanto, o número de descendentes, deixados por dia foram inferiores aos verificados por Meirelles *et al.* (2013) em laboratório, o qual registrou seis a dez descendentes

por dia. No presente estudo, se forem considerados o número de parasitoides que emergiram dos pupários oriundos dos lotes tratamentos, pode-se verificar que o número de descendentes gerados por fêmea de *D. longicaudata* introduzida na gaiola ficou entre 0,5 em *kumquats* e 1,33 em goiabas (Tabela 4).

TABELA 4. Parasitismo (%), número de parasitoides por fruto e de descendentes emergidos por fêmea em nêspersas, goiabas, guabirobas, *kumquats*, araçás e pêssegos do lote tratamento, Porto Alegre, RS.

<b>Espécie de fruto</b>	<b>Parasitismo (%)</b>	<b>Parasitoide/fruto</b>	<b>Descendentes/fêmea</b>
<b>Nêspersa</b>	20,3	0,50	1,00
<b>Goiaba</b>	16,0	0,66	1,33
<b>Guabiroba</b>	47,0	0,33	0,66
<b><i>Kumquat</i></b>	26,1	0,25	0,50
<b>Araçá</b>	38,6	0,50	1,00
<b>Pêssego</b>	20,0	0,29	0,58

Alguns fatores podem explicar as diferenças entre os resultados desses dois estudos. Primeiramente, os insetos utilizados por Meirelles *et al.* (2013) ficaram durante todo o experimento em condições controladas, enquanto que no presente trabalho as gaiolas foram mantidas em casa de vegetação, expostas portanto, a variação de temperatura, umidade e radiação solar (Tabela 5), o que pode influenciar o parasitismo. De acordo com Andrewartha & Birch (1954), a temperatura pode afetar, além da biologia, a fecundidade e o comportamento dos insetos.

Outro fator que pode ter influenciado os resultados, é que no teste em semicampo, os frutos ficavam em um ambiente maior, sem condições controladas, em simulação mais próxima de um ambiente natural. Desta forma,

TABELA 5. Dados meteorológicos, temperatura mínima e máxima (°C), insolação (horas), umidade relativa do ar média (%) e precipitação (mm), durante os dias de exposição dos frutos ao parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* em teste de semicampo, Porto Alegre, RS, 04 de setembro de 2012 a 28 de fevereiro de 2013.

Fruto	Datas	Temp. máx (°C)	Temp. mín (°C)	Insolação (horas)	UR (%)	Precipitação (mm)
Nêspera	04/set/12	26,1	18,6	8,7	64,5	1,4
	05/set/12	27,1	14,5	11,2	59,7	0
	06/set/12	28,0	15,0	10,8	66,5	0
Pêssego	15/out/12	29,2	14,7	5,4	64,2	0
	16/out/12	29,9	17,9	4,9	67,5	0
	17/out/12	25,7	18,4	10,8	57,2	0
Kumquat	13/nov/12	24,1	14,2	5,6	69,5	6,2
	14/nov/12	25,3	15,2	9,9	65,0	0
	15/nov/12	27,1	16,6	11,9	71,5	0,1
Araçá	05/fev/13	27,7	17,2	10,2	69,7	0
	06/fev/13	29,6	19,9	11,3	71,2	0
	07/fev/13	29,5	20,8	12,0	66,7	0
Goiaba	26/fev/13	26,1	18,6	8,7	64,5	1,4
	27/fev/13	27,1	14,5	11,2	59,7	0
	28/fev/13	28,0	15,0	11,3	66,5	0

Fonte: INMET, 8° distrito, Porto Alegre, RS (2014).

os voláteis do fruto tiveram que ser reconhecidos pelas fêmeas em um meio desconhecido das mesmas. No laboratório, o parasitismo ocorria em substratos artificiais, somente com larvas de moscas-das-frutas, com poucas fontes emissoras de voláteis ou sinais para encontrar o hospedeiro. Nas gaiolas, na casa de vegetação, as fêmeas tiveram a necessidade de buscar as larvas detectando os voláteis em meio a um ambiente novo, que tinha vegetação ao redor, poluição do ar e outros frutos em árvores nas proximidades. Todos os voláteis, ainda desconhecidos para as fêmeas de *D. longicaudata* utilizadas no experimento, tiveram que ser reconhecidos e selecionados. Entretanto, pelo fato de ter ocorrido

parasitismo nestas condições, considera-se um resultado positivo, pois fêmeas produzidas em laboratório podem ser utilizadas para liberações a campo.

Os parasitoides foram capazes de buscar seus hospedeiros nos frutos, mesmo tendo sido criados recebendo unidades artificiais de oviposição da criação. De acordo com Bautista & Harris (1997), *D. longicaudata*, quando oriundo de criação artificial, não deixa de buscar seus hospedeiros em frutos, mas o sucesso de parasitismo é menor. Os autores compararam fêmeas parasitoides oriundas de larvas de *B. dorsalis* criadas em mamão, e de larvas em dieta artificial. No estudo, aquelas que tiveram mamão como base para criação do hospedeiro e como substrato de oviposição parasitaram de 30 a 40% mais, atingindo mais de 60% de sucesso. Entretanto, quando ofereceram o substrato diferente daquele em que vinham sendo criadas, as fêmeas da dieta artificial parasitaram até 25% mais, mas chegando a apenas 40% de sucesso. Desta forma, seria interessante realizar um teste em que as fêmeas passassem por um período de experiência com frutos naturais, observando se o sucesso do parasitismo aumentaria. A eficiência do parasitoide exótico no campo pode aumentar conforme ele passa mais tempo no ambiente dos pomares e da mata que os circunda.

A comparação do índice de parasitismo entre os frutos não pôde ser avaliada de forma efetiva. Como os parasitoides não tinham a chance de escolha entre frutos, tendo somente uma espécie a sua disposição, não se pode afirmar que haja preferência por uma ou outra espécie. Quando se isola frutos ou fatores para avaliar uma interação tritrófica, corre-se o risco de errar ao comparar o desempenho dos parasitoides (Jang *et al.*, 2000). Para cada espécie de fruto, o comportamento de parasitismo pode ser diferente, em função da percepção deste

através dos voláteis, da forma e da cor (Sthul *et al.*, 2011), além da espessura da polpa e da casca (Hickel 2002).

Apesar do recolhimento dos frutos caídos nos pomares ser uma prática recomendada há mais de 50 anos (Lipp & Secchi, 2002), os produtores não costumam realizá-la. Então, os hospedeiros para *D. longicaudata* não ficam disponíveis somente nas matas que circundam os pomares, eles podem estar dentro e fora dos locais de cultivo. Estes ambientes são diferentes com relação à composição florística e, as condições meteorológicas. Portanto, a capacidade que as fêmeas tiveram de parasitar larvas de moscas-das-frutas, logo após serem transferidas da criação para uma situação de semicampo, é um fator muito importante.

Os resultados deste trabalho evidenciaram que, mesmo saindo de uma criação de laboratório, as fêmeas foram capazes de buscar seus hospedeiros e ovipositar em frutos em um sistema mais complexo do que se encontravam até serem liberadas nas gaiolas do teste de semicampo.

### **4.3 Infestação e parasitismo no experimento de campo**

O predomínio de *A. fraterculus* em todas as frutíferas (Tabela 6) era esperado, pois esta se trata de uma espécie nativa e, portanto, adaptada ao ambiente. Este resultado corrobora os de Gattelli *et al.* (2008), no Vale do Caí (RS) e de Nunes *et al.* (2012), em Pelotas (RS).

As menores infestações foram verificadas em caqui e apenas neste fruto é que *C. capitata* foi predominante, sugerindo que *A. fraterculus* é menos adaptada a este hospedeiro. Outra hipótese é que, pelo fato do caquizeiro frutificar entre o

TABELA 6. Número de frutos, peso de frutos, número de pupários, infestação (pupários/kg de fruto), número de moscas, viabilidade de moscas, índice de parasitismo e espécies de parasitoides em nêspers, pêssegos, araçás e caquis, nos anos de pré-liberação (Ano 1) (2011/2012), de liberação (Ano 2) (2012/2013) e de pós-liberação (Ano 3) (2013/2014) de *Diachasmimorpha longicaudata* na Estação Experimental Agronômica (30°06'16"S e 51°39'58"O), em Eldorado do Sul, RS.

	Nêspers			Pêssego			Araçá			Caqui		
	Anos			Anos			Anos			Anos		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Frutos (n°)</b>	893	1.971	1.505	692	762	555	884	1.365	1.433	443	393	332
<b>Peso (kg)</b>	22,17	41,93	28,11	48,81	66,15	32,95	4,19	9,14	7,79	51,58	38,73	35,89
<b>Pupários (n°)</b>	2.024	3.762	1.424	389	484	167	1.488	7.747	5.159	18	15	15
<b>Pupários/kg</b>	91,2 A*	89,7A	50,7B	7,9 <sup>NS</sup>	7,3	5,1	355,5 <sup>NS</sup>	847,7	662,7	0,34 <sup>NS</sup>	0,38	0,41
<b>Moscas encontradas (n°)</b>	1.192	2.240	962	261	235	94	751	5.323	2.874	5	6	5
<i>Anastrepha fraterculus</i>	1.187	2.163	939	241	205	89	750	5.322	2.872	0	1	0
<i>Ceratitis capitata</i>	0	30	20	17	17	2	0	0	0	5	5	5
Lonchaeidae	5	47	3	3	13	3	1	1	2	0	0	0
<b>Viabilidade de moscas (%)</b>	58,9	59,5	67,5	67,1	48,5	56,1	50,4	68,7	55,6	27,7	40	33,3
<b>Parasitoides (n°)</b>	8	221	12	4	50	3	18	969	107	0	0	0
<b>Índice de parasitismo (%)</b>	0,6 B	9,2 A	1,2 B	1,5 B	21,2 A	3,2 B	2,4 B	15,4 A	3,6 B	0	0	0

\* Letras maiúsculas distintas diferem entre si na mesma linha, entre anos em uma mesma espécie de fruto, pelo teste qui-quadrado ( $\alpha = 0,05$ ).

<sup>NS</sup> Diferença não significativa.



final de março e o início de maio, compete como hospedeiro para *A. fraterculus*, temporalmente, com outras frutíferas nativas que evoluíram junto com a mosca-das-frutas-sul-americana, como os araçás, os quais estavam presentes na área de estudo e devem ser mais atrativos.

Em nêspersas, pêssegos e araçás, foram coletados espécimes de Lonchaeidae. Com relação aos insetos desta família, existe uma divergência quanto a sua capacidade de causar danos. De fato, são moscas carpófagas e alimentam-se na polpa dos frutos, assim como os tefritídeos. Certos autores defendem a ideia de que algumas espécies podem se tornar pragas primárias, causando danos em frutos sadios (Uchôa-Fernandes *et al.*, 2003; Raga *et al.*, 2004; Strikis & Prado, 2005), outros sugerem que os lonqueídeos ovipositam apenas em furos deixados por tefritídeos ou em ferimentos na casca dos frutos (Souza *et al.*, 1983; Malavasi *et al.*, 1994).

A intensidade de infestação (pupários/kg de fruto) foi semelhante nos três anos em pêssegos ( $\chi^2 = 3,381$ , gl = 2, P = 0,1844), araçás ( $\chi^2 = 2,094$ , gl = 2, P = 0,351) e caquis ( $\chi^2 = 0,227$ , gl = 2, P = 0,8929). Em nêspersas, a infestação foi estatisticamente inferior no ano pós-liberação ( $\chi^2 = 6,848$ , gl = 2, P = 0,0326) (Tabela 6).

A pequena quantidade de pupários coletados em pêssegos, quando comparada as das nêspersas e araçás, pode estar relacionada às iscas tóxicas pulverizadas semanalmente, visando reduzir a quantidade de adultos no pomar. Assim, ao diminuir as populações dos adultos, a oferta de larvas no interior dos frutos, também pode ser reduzida. Härter *et al.* (2010) avaliando pomares de pessegueiros na região de Pelotas, verificaram que as populações de mosca-das-frutas foram significativamente menores em pomares com aplicações de iscas

tóxicas (proteína hidrolisada + malationa) do que as observadas naqueles sem tratamento e estatisticamente iguais aos que receberam inseticidas em cobertura, conforme o critério dos próprios produtores.

Além do efeito das iscas tóxicas, variações nas populações de mosca-das-frutas podem ocorrer devido a fatores relacionados com o microclima e a estrutura do ambiente em uma mesma região. Em estudo realizado em dois municípios no Norte da Argentina, por exemplo, Schliserman *et al.* (2010) verificaram infestações muito distintas em pomares de pessegueiro não tratados com inseticidas, sendo 8,55 pupários/kg de fruto em Laharrague e 45,33 pupários/kg de fruto em Montecarlo.

Não foi registrado parasitismo em caquizeiros, o que pode ter ocorrido por este hospedeiro não ser reconhecido pelos parasitoides ou em função da baixa infestação observada nesta frutífera.

Os maiores índices de parasitismo nos anos pré e pós-liberação foram registrados no araçazeiro. Também nesta frutífera observou-se a maior riqueza e abundância de parasitoides nativos, além de ser a única onde se verificou espécimes de *D. brasiliensis* (Tabela 7). Um aspecto importante a ser considerado é o fato de que os parasitoides nativos e as frutíferas da família Myrtaceae terem evoluído no mesmo ambiente (Ovruski *et al.*, 2000; Guimarães *et al.*, 2004). É provável que as habilidades de busca e de parasitismo destes organismos nativos ainda não estejam tão bem adaptados às frutíferas exóticas. Estes resultados corroboram os de Salles (1996) e Nunes *et al.* (2012), que observaram maiores índices de parasitismo, abundância e riqueza de parasitoides nativos em espécies de Myrtaceae, incluindo a coleta de araçás, em comparação com frutíferas exóticas. Schliserman *et al.* (2010) salientaram que as espécies desta família

TABELA 7. Número total de parasitoides, índices de parasitismo e frequência relativa (%) de parasitoides, em três espécies de frutos, nos anos de pré-liberação (2011/2012) (Ano 1), de liberação (2012/2013) (Ano 2), e pós-liberação (Ano 3) de *Diachasmimorpha longicaudata*, na Estação Experimental Agronômica (30°06'16"S e 51°39'58"O), em Eldorado do Sul, RS.

	Nêspera			Pêssego			Araçá		
	Anos			Anos			Anos		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Total de Parasitoides</b>	8	221	12	4	50	3	18	969	107
<b>Índice de parasitismo (%)</b>	0,6	9,2	1,2	1,5	21,2	3,2	2,4	15,4	3,6
<b>Frequência de cada espécie (%)</b>									
<i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	0	99,1	0	0	94	0	0	88,5	0,0
<i>Doryctobracon areolatus</i>	100	0,9	50	0	0	66,6	11,1	1,5	31,8
<i>Doryctobracon brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	5,6	0	1,9
<i>Utetes anastrephae</i>	0	0	50	0	0	33,3	27,8	9,9	31,8
<i>Aganaspis pelleranoi</i>	0	0	0	100	6	0	55,6	0	34,6

possuem uma importância muito grande no Nordeste da Argentina para a multiplicação e manutenção das populações de parasitoides de mosca-das-frutas.

Tendo em vista que as espécies de parasitoides nativos que foram registradas no ano pré-liberação foram, também, verificadas no ano de liberação e no de pós, considera-se que não tenha havido a deleção destas. Isso indica que a introdução de *D. longicaudata* no local do estudo não acarretou em prejuízo para os parasitoides que já ocorriam de forma natural naquele ambiente, ratificando os resultados obtidos na Bahia (Carvalho *et al.*, 2005b; Bomfim *et al.*, 2010) e em Minas Gerais (Alvarenga *et al.*, 2005), após a liberação de *D. longicaudata*.

As espécies nativas que competem por um mesmo recurso, neste caso larvas de mosca-das-frutas, especializam-se de forma a atuar e buscar seu hospedeiro em locais diferentes na planta e explorar diferentes fases do ciclo do seu hospedeiro (Sivinski *et al.*, 1997), num processo de divergência. Assim, é possível que a introdução de *D. longicaudata* não tenha causado prejuízos às populações de parasitoides nativos porque cada espécie possui um nicho específico ou uma estratégia de competição. Sivinski *et al.* (1998) relataram que os parasitoides respondem aos diversos fatores do ambiente de acordo com características intrínsecas às espécies, o que pode influenciar a competição interespecífica. De acordo com os autores, tanto aspectos da morfologia do parasitoide quanto os relativos ao fruto, são responsáveis pela estratégia de parasitismo e pelo nicho de cada espécie.

As espécies registradas neste estudo, *D. areolatus*, *U. anastrephae* e *A. pelleranoi*, possuem características que lhes conferem vantagens no parasitismo, ou possibilidades de competir umas com as outras. De acordo com Sivinski *et al.*

(2000), *A. pelleranoi* possui a habilidade de buscar seus hospedeiros em aberturas ou rachaduras nos frutos no solo. Assim, este parasitoide consegue buscar larvas no interior de frutos, onde as larvas se aprofundam, fugindo do parasitismo de outras espécies.

*Utetes anastrephae* possui, na fase larval, mandíbulas maiores e mais fortes que a de outros parasitoides e corpo robusto, por isso, é capaz de competir e eliminar larvas de outras espécies, como *D. areolatus*, dentro do corpo do hospedeiro (Aluja *et al.*, 2013).

Quanto à *D. areolatus*, este costuma parasitar larvas de terceiro ínstar. Entretanto, em situações de competição, pode buscar hospedeiros de instares anteriores e parasitar em épocas de temperaturas mais frias, o que lhe confere vantagens sobre outras espécies, inclusive com relação à *D. longicaudata* (Sivinski *et al.*, 1998).

De acordo com Carvalho (2004), um importante aspecto ecológico que possibilita a coexistência de *D. areolatus* e *U. anastrephae* com *D. longicaudata*, é o fato das duas primeiras espécies conseguirem buscar seus hospedeiros em frutos verdes.

Os índices de parasitismo foram maiores no ano de liberação, em nêspersas ( $\chi^2 = 138,307$ , gl = 2,  $P < 0,0001$ ), pêssegos ( $\chi^2 = 40,278$ , gl = 2,  $P < 0,0001$ ) e araçás ( $\chi^2 = 293,044$ , gl = 2,  $P < 0,0001$ ), o que se deve à presença de *D. longicaudata* (Tabelas 6 e 7). O número de indivíduos desta espécie coletados no ano em que foram feitas as liberações mostra que a participação deste inseto foi determinante para o aumento nos índices de parasitismo (Tabela 7) e, no geral, *D. longicaudata* foi responsável por mais de 88% do parasitismo de moscas-das-frutas. O aumento nos índices de parasitismo ou redução nas populações de

moscas foi verificado em muitos dos locais onde *D. longicaudata* foi introduzido, como na Flórida (Baranowski *et al.*, 1993) e no México (Montoya *et al.*, 2000).

O tempo decorrido entre as liberações e a recuperação de indivíduos de *D. longicaudata* variou entre as frutíferas (Tabela 8). Quando as coletas são realizadas logo após as liberações, o potencial de parasitismo desta espécie pode ser subestimado. De acordo com Carvalho (2004), as coletas de frutos após as liberações devem ocorrer depois de um tempo suficiente de exposição dos frutos aos parasitoides exóticos. O autor afirma que, coletas de frutos na planta ou recentemente caídos no solo podem subestimar o parasitismo.

TABELA 8. Datas das primeiras e últimas liberações e das primeiras e últimas capturas, número e intervalo médio entre as liberações de *Diachasmimorpha longicaudata* na Estação Experimental Agronômica, UFRGS, Eldorado do Sul, RS (30°06'16"S e 51°39'58"O) (2012/2013).

Frutos	Primeira liberação	Nºde liberações	Intervalo entre liberações (dias)	Última liberação	Primeira captura	Última captura
Nêspere	07/08/2012	3	16,3	25/09/2012	23/09/2012	06/10/2012
Pêssego	19/10/2012	3	13,6	29/11/2012	19/11/2012	06/12/2012
Araçá	12/02/2013	2	15	27/02/2013	07/02/2013	27/02/2013
Caqui	04/03/2013	2	16	20/03/2013	-	-

Nas nêspere, a primeira captura ocorreu uma semana após a primeira liberação (um indivíduo) (Tabela 8), e, quinze dias após a introdução, foram recuperados 150 espécimes.

Na última amostragem de nêspere no ano das liberações, em 25 de setembro de 2012, não foram detectados indivíduos de *D. longicaudata*. O mesmo ocorreu na primeira coleta de pêssegos. É importante que seja considerado o fato de que as temperaturas mínimas entre os dias 20 e 28 de setembro de 2012 ficaram abaixo dos 10 °C (EEA-UFRGS, 2014). Em laboratório, Meirelles (2011)

verificou que a temperatura base para o desenvolvimento de *D. longicaudata* é 12,5 °C, quando criada em *A. fraterculus*. Portanto, é possível que a população do parasitoide exótico tenha sido prejudicada pelas temperaturas registradas na EEA em Eldorado do Sul, durante este período.

Nos pêssegos, somente na quarta coleta, após duas liberações nesta frutífera, é que foram encontrados 14 indivíduos de *D. longicaudata*. Entre a primeira liberação e o primeiro registro, passaram-se sete dias durante os quais as temperaturas ficaram abaixo de 12,5 °C, sendo que em três destes foram constatadas chuvas, fator que pode, em parte, ter dificultado a sobrevivência e a atividade do parasitoide no ambiente. A escassez de hospedeiros nesta época é outra explicação para o observado, já que nenhuma frutífera nativa havia sido identificada no entorno do pomar de pessegueiro.

De acordo com Montoya & Cancino (2004), as liberações de parasitoides mesmo nas épocas em que a população da praga é baixa são importantes para a manutenção do agente de controle biológico. As liberações continuadas devem buscar aumentar as chances de encontro entre *D. longicaudata* e seus hospedeiros. Desta forma, os resultados apontam que, para aumentar a participação do parasitoide nos índices de parasitismo e diminuir a população de moscas-das-frutas, as liberações devem ser mais frequentes e constantes do que as realizadas no presente trabalho. Montoya *et al.* (2000) afirmaram que, para manter uma alta população do parasitoide no campo, as liberações não podem cessar de uma safra para outra, sendo uma atividade constante durante o tempo de duração do programa de controle biológico.

Após a primeira captura em pêssegos, em todas as coletas subsequentes foram registrados espécimes de *D. longicaudata*.

Um dos aspectos interessantes deste estudo é que, em araçás, antes da primeira liberação nesta frutífera, já foram capturados indivíduos de *D. longicaudata* (Tabela 8), indicando que este parasitoide foi capaz de permanecer no ambiente e migrar para localizar o hospedeiro em outra frutífera, considerando que o tempo entre a última coleta nos pêssegos e a primeira no araçá foi de 60 dias.

Em relação ao número e frequência de parasitoides a serem liberados, conjectura-se que a complexidade e a heterogeneidade do ambiente onde se deseja realizar o controle biológico de mosca-das-frutas devem ser consideradas para o cálculo. A EEA, em Eldorado do Sul, trata-se de uma zona rural com alguns pequenos aglomerados de casas no entorno, com no máximo dois quilômetros de distância da área de estudo, são propriedades na maioria de pequena extensão (até 5 ha), com área de pastagens e lavouras de grãos, entremeados por pequenos capões nativos. Assim, estes aspectos podem ser favoráveis ao parasitoide exótico, por fornecer refúgio e hospedeiros ao longo do ano.

Um aspecto importante de ser observado, é que *D. longicaudata* conseguiu identificar e parasitar larvas de moscas-das-frutas em hospedeiros nativos e exóticos. Este parasitoide é atraído até os locais de oviposição por voláteis oriundos do processo de decomposição, além de substâncias produzidas por fungos que podem crescer sobre os frutos durante o seu apodrecimento (Greany *et al.*, 1977). No fruto, pistas visuais, como marcas de oviposição ou superfície marcada pelo desenvolvimento da larva de mosca, ajudam a identificar a região onde o hospedeiro se encontra (Sthul *et al.*, 2011). Para precisar o local onde deve ovipositar, a fêmea desta espécie utiliza vibrações causadas pela alimentação da larva no interior do fruto (Lawrence, 1981). Isso indica que *D.*



*longicaudata* consegue se adaptar a espécies diferentes de frutos, pois utiliza pistas genéricas, comuns a frutos em decomposição ou marcas das atividades de oviposição ou desenvolvimento de tefritídeos em geral.

De acordo com Leyva *et al.* (1991), o fruto preferido de *D. longicaudata* para oviposição em um determinado teste em condições controladas, pode não ser o favorito no campo, onde muitas variáveis interagem (voláteis, espessura da casca, experiência prévia, localização na planta, cor e tamanho do fruto, por exemplo), tornando a escolha mais complexa.

Não foi registrada a ocorrência de *D. longicaudata* no ano pós-liberação em nenhuma frutífera, indicando que esta espécie não conseguiu atravessar o inverno. Nos meses de junho, julho e agosto, no RS, é comum que as temperaturas médias diárias fiquem abaixo do limiar térmico inferior deste inseto (EEA-UFRGS, 2014), o que impediria o desenvolvimento deste parasitoide. Além disso, a quantidade de frutos disponíveis nesta época é reduzida, o que também dificulta o encontro de hospedeiros.

Apesar do parasitoide não ter sobrevivido ao longo do inverno, seu efeito durante o período em que esteve no campo com temperaturas favoráveis, talvez, tenha sido suficiente para reduzir a população inicial de moscas-das-frutas nas nêspers e nos pêssegos, conforme o registro significativamente menor no ano pós-liberação (Tabela 6). Isso indica que, com liberações continuadas nas épocas favoráveis, *D. longicaudata* pode ser um importante agente de controle biológico em frutíferas no Sul do Brasil.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que:

- *Diachasmimorpha longicaudata* exposta a frutos infestados, tanto em laboratório quanto no campo, não afeta negativamente as populações de parasitoides nativos;

- em laboratório há incremento do parasitismo por *D. longicaudata*;

- em semicampo, *D. longicaudata* aumenta a mortalidade de pupas de *A. fraterculus*;

- liberações de *D. longicaudata* incrementam os índices de parasitismo em nêspersas, pêssegos e araçás;

- os parasitoides nativos reconhecem, no campo, os hospedeiros nos frutos exóticos nêspersas e pêssegos;

- *D. longicaudata* parasita moscas-das-frutas tanto em frutos nativos quanto em exóticos, no laboratório e no campo;

- *D. longicaudata* não sobrevive às baixas temperaturas registradas no inverno na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Eldorado do Sul, RS.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A complexidade do sistema mosca-das-frutas/parasitoide deve ser mais profundamente compreendida antes do planejamento e implementação de um programa de controle biológico clássico. Não se trata apenas de conhecer a relação entre o agente exótico e os nativos, mas também de conhecer os possíveis hospedeiros e organismos não-alvo.

Quando um programa de controle biológico com liberações de parasitoides é estabelecido, o constante monitoramento da população dos hospedeiros pode indicar a necessidade de aumento ou diminuição nas liberações do agente exótico para o controle da praga, visando causar o mínimo impacto possível na guilda de parasitoides nativos.

Apesar de existir a possibilidade de estabelecer criações de parasitoides nativos visando aumentar a abundância destes no campo, não sabemos, ainda, se liberações destes aumentariam significativamente os níveis de parasitismo. As liberações de inimigos naturais já estabelecidos pode ser uma prática onerosa, sem a resposta esperada, ao ponto de inviabilizar o programa de controle biológico. Por este motivo, a relação entre todos os possíveis agentes que se envolvem no complexo mosca-das-frutas deve ser alvo de mais estudos. Além da parte laboratorial de criação e da de campo das liberações de parasitoides, o viés econômico envolvido em educação de equipes de pesquisa, de campo e

produtores tem que ser considerado. Da mesma forma, o manejo cultural, o monitoramento, a utilização de inseticidas seletivos e outros métodos de controle, devem ser assuntos estudados para que um projeto sólido e com baixo risco de fracasso possa ser executado em regiões produtoras de frutos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Banco de informações**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 10 out. 2014.

AGUIAR-MENEZES, E. L.; FERRARA, F. A. A.; MENEZES, E. B. Moscas-das-frutas. In: CASSINO, P. C. R.; RODRIGUES, W. C. (Coord.). **Citricultura Fluminense**: principais pragas e seus inimigos naturais. Seropédica: Ed. Universidade Rural, 2004. p. 67-84.

AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B. Natural occurrence of parasitoids of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in different host plants, in Itaguaí (RJ), Brazil. **Biological Control**, Orlando, v. 8, p. 1-6, 1997.

ALTAFINI, D. L.; REDAELLI, L. R.; JAHNKE, S. M. Superparasitism of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 96, n. 2, p. 391-395, 2013.

ALUJA, M. et al. Fruit infesting tephritids (Dip.: Tephritidae) and associated parasitoids in Chiapas, México. **Entomophaga**, Paris, v. 35, p. 39-48, 1990. Obs: quando existirem mais de 3 autores, indica-se apenas o primeiro, seguido da expressão et al.

ALUJA, M. et al. Inter-specific competition and competition-free space i the tephritid parasitoids *Utetes anastrephae* and *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae). **Ecological Entomology**, London, v. 38, n. 5, p. 485-496, 2013.

ALVARENGA, C. D. et al. Introdução e recuperação do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em pomares comerciais de goiaba no norte de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.1, p. 133-136, 2005.

ALVARENGA, C. D. et al. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do estado de Minas Gerais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 195-204, 2009.

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in

numbers. In: ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. (Ed.). **The distribution and abundance of animals**. Chivago: University of Chicago Press, 1954. p. 31-54.

ANVISA. Resíduos de agrotóxicos em alimentos. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 361-363, 2006.

ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Hospedeiros e níveis de infestação de *Neosilba pendula* (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae) na região de Mossoró/Assu, RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 91-94, 2002a.

ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região de Mossoró/Assu, estado do Rio Grande do Norte. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 65-68, 2002b.

ASHLEY, T. R.; GREANY, P. D.; CHAMBERS, D. L. Adult emergence in *Biosteres (Opus) longicaudatus* and *Anastrepha suspense* in relation to the temperature and moisture concentration of the pupation medium. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 59, n. 4, p. 391-396, 1976.

AYRES, M. et al. **BioEstat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas da ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq, 2007. 324 p.

BARANOWSKI, R.; GLENN, H.; SIVINSKI, J. Biological control of the caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 76, n. 2, p. 245-251, 1993.

BAUTISTA, R. C.; HARRIS, E. J. Effect of insectary rearing on host preference and oviposition behavior of the fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 83, n. 2, p. 213-218, 1997.

BESS, H. A.; BOSCH, R. V. D.; HARAMOTO, F. H. Fruit fly parasites and their activities in Hawaii. **Proceedings Hawaiian Entomological Society**, Honolulu, v. 17, n. 3, p. 367-378, 1961.

BOKONON-GANTA, A. H.; MCQUATE, G. T.; MESSING, R. H. Natural establishment of a parasitoid complex on *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. **Biological Control**, Orlando, v. 42, n. 3, p. 365-373, 2007.

BOMFIM, Z. V.; CARVALHO, R. da S.; CARVALHO, C. A. L de. Relações interespecíficas entre parasitoides nativos de moscas-das-frutas e o braconídeo exótico *Diachasmimorpha longicaudata* em frutos de umbu-cajá. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 77-82, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2009nahead/a422cr1694.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2013.

BOTTON, M. et al. Novas alternativas para o monitoramento e controle de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) na fruticultura de clima

temperado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: [s.n.], 2012. 1 CD-ROM.

BOTTON, M.; SORIA, S. J.; HICKEL, E. R. Pragas da videira sem sementes. In: Embrapa. (Org.). **Uvas Sem Sementes cultivares BRS Clara, BRS Linda e BRS Morena**. Brasília: Embrapa, 2005. p. 1-8. v. 1.

BRASIL. Instrução Normativa nº 38, de 14 de outubro de 1999. Estabelece a lista de pragas quarentenárias A1, A2 e não quarentenárias regulamentadas, a ser observada pelo sistema de defesa fitossanitária do Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 out. 1999. Seção 1.

CANCINO, J.; MONTOYA, P. Advances and perspectives in the mass rearing of fruit fly parasitoids in Mexico. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 7., 2006, Salvador. **Proceedings...** Salvador: [s.n.], 2006. p. 133-142.

CARVALHO, R. da S. **Estudos de laboratório e de campo com o parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) no Brasil**. 2003. 182 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CARVALHO, R. da S. **Impacto da introdução do parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* sobre o complexo de parasitoides nativos de moscas-das-frutas (Tephritidae) no Recôncavo Baiano**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 6 p. (Comunicado Técnico, 98).

CARVALHO, R. da S. **Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005a. 17 p. (Circular Técnica, 75).

CARVALHO, R. da S. Avaliação das liberações inoculativas do parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em pomar diversificado em Conceição do Almeida, BA. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 799-805, 2005b.

CARVALHO, R. da S. **Assincronia de emergência como método para a separação de adultos de *Ceratitis capitata* e do parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* em criações artificiais de baixo custo**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005c. 4 p. (Circular Técnica, 78).

CARVALHO, R. da S. **Biocontrole de moscas-das-frutas: histórico, conceitos e estratégias**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 5 p. (Circular Técnica, 83).

CARVALHO, R. da S.; NASCIMENTO, A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de moscas-das-frutas. In:

PARRA, J. R. P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 65-179.

CARVALHO, R. da S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. **Metodologia de criação do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), visando estudos em laboratório e em campo**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 1998. 16 p. (Comunicado Técnico, 30).

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

CLAUSEN, C. P. **Entomophagus insects**. New York: McGraw-Hill, 1940. 688 p.

CRUZ, P. P.; NEUTZLING, A. S.; GARCIA, F. R. M. Primeiro registro de *Trichopria anastrephae*, parasitoide de moscas-das-frutas, no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1297-1299, 2011.

DIAS, N. P. et al. Nível de infestação de moscas-das-frutas em faixa de fronteira, no Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 4, p. 589-593, 2013.

EBEN, A. et al. Host species and host plant effects on preference and performance of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 29, n. 1, p. 87-94, 2000.

EEA-UFRGS – Estação Experimental Agronômica UFRGS. **Dados Meteorológicos da Estação Experimental Agronômica - 1970-2012**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/agronomia/joomla/index.php/eea-pesquisa>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

FEPAGRO. **Boletim Meteorológico do Rio Grande do Sul, 2012**. Disponível em: <[http://www.cemet.rs.gov.br/area/11/Produtos\\_e\\_Servi%C3%A7os](http://www.cemet.rs.gov.br/area/11/Produtos_e_Servi%C3%A7os)>. Acesso em: 10 dez. 2014.

FOFONKA, L. Incidência e manejo de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de laranja no município de Caraá, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 834-837, 2007.

FUNASAKI, G. Y. et al. A review of biological control introductions in Hawaii: 1890 to 1985. **Proceedings Hawaiian Entomological Society**, Honolulu, v. 28, p. 105-160, 1988.

GATTELLI, T. **Moscas frugívoras (Diptera: Tephritidae) e parasitoides associados a mirtáceas e laranjeira “Céu” em Montenegro e Harmonia, RS**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.



GATTELLI, T. et al. Moscas frugívoras associadas a mirtáceas e laranjeira “Céu” na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 236-239, 2008.

GARCIA-MEDEL, D. et al. Foraging behavior by six fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) released as single-or multiple-species cohorts in field cages: influence of fruit location and host density. **Biological Control**, Orlando, v. 43, p. 12-22, 2007.

GLEN, M. et al. *Puccinia psidii*: a threat to the Australian environment and economy - a review. **Australasian Plant Pathology**, Toowoomba East, v. 36, n. 1, p. 1-16, 2007.

GREANY, P. D. et al. Chemically mediated host finding by *Biosteres (Opus) longicaudatus*, a parasitoid of tephritid fruit fly larvae. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 3, n. 2, p. 189-195, 1977.

GUILLEN, J. A.; ENKERLIN, D.; WONG, T. T. Y. Reducción populacional de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. mediante liberaciones inundativas de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) em Mazapa de Macadera, Chiapas, México. **Vida Tephritidae**, México, v. 8, p. 5-6, 1991.

GUIMARÃES, J. A. et al. Espécies de Eucoliinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) parasitóides de larvas de frugívoras (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) no Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 263-273, 1999.

GUIMARÃES, J. A. et al. Levantamento e interações tritróficas de figitídeos (Hymenoptera: Eucoliinae) parasitóides de larvas frugívoras (Diptera) no Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 1, p. 51-56, 2004.

HARRIS, E. J. et al. Suppression of melon fly (Diptera: Tephritidae) populations with releases of *Fopius arisanus* and *Psytalia fletcheri* (Hymenoptera: Braconidae) in North Shore Oahu, HI, USA. **BioControl**, Dordrecht, v. 55, n. 5, p. 593-599, 2010.

HÄRTER, W. da R. et al. Isca tóxica e interrupção sexual no controle da mosca-da-fruta sul-americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 229-235, 2010.

HENNEMAN, M. L. et al. Response to walnut olfactory and visual cues by the parasitic wasp *Diachasmimorpha juglandis*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 28, n. 11, p. 2221-2244, 2002.

HERNÁNDEZ, D. C. **Mosca do mediterrâneo**. Serviço Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Disponível em: <<http://www.senasica.gob.mx/?id=4160>>. Acesso em: 08 jul. 2014.

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

HOFFMANN, A. et al. Influência da temperatura e do polietileno no armazenamento de frutos de goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 563-568, 1994.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 28 out. 2014.

JANG, E. B. et al. Flight tunnel responses of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) to olfactory and visual stimuli. **Journal of Insect Behavior**, Berlin, v. 13, n. 4, p. 525-538, 2000.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Controle químico em macieiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 135-141.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. Manejo de pragas na produção integrada de maçãs. 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. p. 61-76. (Circular Técnica, 34).

LAWRENCE, P. O. Host vibration – a cue to the host location by the parasite *Biosteres longicaudatus*. **Oecologia**, Berlin, v. 48, p. 249-251, 1981.

LEYVA, J. L.; BROWNING, H. W.; GILSTRAP, F. E. Effect of host fruit species, size, and color on parasitization of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental entomology**, Lanham, v. 20, n. 5, p. 1469-1474, 1991.

LIPP, J. P.; SECCHI, V. A. Ensacamento de frutos: uma antiga prática ecológica para o controle de moscas-das-frutas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 53-58, 2002.

LÓPEZ, M.; ALUJA, M.; SIVINSKI, J. Hymenopterous larval–pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Mexico. **Biological Control**, Orlando, v. 15, n. 2, p. 119-129, 1999.

MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. da S. Moscas-das-frutas no MIP-Citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-MIP: Manejo integrado de pragas, 3., 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1994. p. 211-231.

MARINHO, C. F. et al. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Estado de São Paulo: plantas associadas e parasitismo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 321-326, 2009.

MATRANGOLO, W. J. R. et al. Parasitoides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associados a fruteiras tropicais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 593-603, 1998.

MEIRELLES, R. N. **Biologia e exigências térmicas de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MEIRELLES, R. N. et al. Parasitismo de moscas-das-frutas (Thephritidae) em frutos de pitanga em Harmonia, RS. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., 2005, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2005.

MEIRELLES, R. N.; GATTELLI, T.; REDAELLI, L. R. Incidência e parasitismo de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em frutos de goiaba-serrana no Vale do Caí, RS. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2006, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2006.

MEIRELLES, R. N.; REDAELLI, L. R.; OURIQUE, C. B. Comparative biology of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) reared on *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 96, n. 2, p. 412-418, 2013.

MENDES, P. C. D. et al. Avaliação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e de seus parasitoides larvais (Hymenoptera: Braconidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 690-693, 2007.

MONTOYA, P.; CANCINO, J. Control biológico por aumento en moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). **Folia Entomológica Mexicana**, México, v. 43, n. 3, p. 257-270, 2004.

MONTOYA, P. et al. The augmentative biological control componente in the Mexican National Campaign Against *Anastrepha* spp. fruit flies. In: VREYSEN, M. J. B.; ROBINSON, A. S.; HENDRICH, J. (Ed.). **Area-wide control of insect pests: from research to field implementation**. Netherlands: Springer, 2007. p. 661-670.

MONTOYA, P. et al. Biological control of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in mango orchards through augmentative releaes of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, Orlando, v. 18, n. 3, p. 216-224, 2000.

MONTOYA, P. et al. Field superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* attacking *Anastrepha* spp. larvae on mango fruits. **Biological Control**, Orlando, v. 64, n. 2, p. 160-165, 2013.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. da S. Manejo integrado de moscas-das-frutas In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.169-173.

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

NORA, I.; HICKEL, E. Pragas da macieira: dípteros e lepidópteros. In: EPAGRI (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: GMC/EPAGRI, 2006. cap. 15, p. 463-486.

NUNES, A. M. et al. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 1, p. 6-12, 2012.

OLIVEIRA, K. M. de; LUCCHESI, G. Controle sanitário de agrotóxicos no Brasil: o caso do metamidofós. **Tempus Actas de Saúde Coletiva**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 211-224, 2013.

OLIVEIRA, M. R. V.; PAULA-MORAES, S. V. de. **Moscas-das-frutas quarentenárias potenciais para o Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Embrapa Cerrados, 2006. 261 p.

OVRUSKI, S. et al. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, Dordrecht, v. 5, p. 81-107, 2000

PAISE, G.; VIEIRA, E. M. Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 615-625, 2005.

PALADINO, L. Z. C.; PAPESCHI, A. G.; CLADERA, J. L. Immature stages of development in the parasitoid wasp, *Diachasmimorpha longicaudata*. **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 10, n. 56, 2010. Disponível em: <[insectscience.org/10.56](http://insectscience.org/10.56)>. Acesso em: dia out. 2013.  
Obs: acrescentar dia do acesso.

PARANHOS, B. J. et al. Competição interspecífica de parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: [s.n.], 2012. 1 CD-ROM.

PEREIRA-RÊGO, D. R. G. et al. Variação na infestação de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitismo em diferentes fases de frutificação em mirtáceas nativas no Rio Grande do Sul. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 6, n. 2, p. 141-145, 2013.

PROTAS, J. F. da S.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. **Produção integrada de frutas**: o caso da maçã no Brasil. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 192 p.

PURCELL, M. F. et al. Influence of guava ripening on parasitism of the oriental fruit-fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel)(Diptera: Tephritidae), by *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead)(Hymenoptera: Braconidae) and other parasitoids. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 4, p. 396-403, 1994.

RAGA, A. et al. 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. et al. Host ranges and infestation indices of fruit flies (Tephritidae) and lance flies (Lonchaeidae) in Sao Paulo State, Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 94, n. 4, p. 787-794, 2011.

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

SALLES, L. A. B. Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera, na região de Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. 769-774, 1996.

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

SANTOS, J. P. et al. Incidência de podridão-branca em frutos de macieira com e sem ferimentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 118-121, 2008.

SCHLISERMAN, P.; OVRUSKI, S. M.; DE COLL, O. R. The establishment of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in Misiones, Northeastern Argentina. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n. 4, p. 491-492, 2003.

SCHLISERMAN, P. et al. Diversity and abundance of hymenopterous parasitoids associated with *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in native and exotic host plants in Misiones, Northeastern Argentina. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 93, n. 2, p. 175-182, 2010.

SEGURA, D. F. et al. Response of the fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* to host and host-habitat volatile cues. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 143, n. 2, p. 164-176, 2012.

SILVA, F. F. da et al. 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.

SILVA, F. F. da et al. Comparação de métodos de controle de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na produção orgânica de citros. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 36-52, 2007.

SIVINSKI, J. et al. Phenological comparison of two braconid parasitoids of the caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 27, n. 2, p. 360-365, 1998.

SIVINSKI, J.; ALUJA, M.; LOPEZ, M. Spatial and temporal distributions of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. **Annals of the Entomological Society of America**, Oxford, v. 90, n. 5, p. 604-618, 1997.

SIVINSKI, J. M. et al. Suppression of a caribbean fruit fly (*Anastrepha suspensa* (Loew) Diptera: Tephritidae) population through augmented releases of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, Orlando, v. 6, n. 2, p. 177-185, 1996.

SIVINSKI, J.; PINERO, J.; ALUJA, M. The distributions of parasitoids (Hymenoptera) of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) along an altitudinal gradient in Veracruz, Mexico. **Biological Control**, Orlando, v. 18, n. 3, p. 258-269, 2000.

SIVINSKI, J.; VULINEC, K.; ALUJA, M. Ovipositor length in a guild of parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) attacking *Anastrepha* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae) in southern Mexico. **Annals of the Entomological Society of America**, Oxford, v. 94, n. 6, p. 886-895, 2001.

SOUZA, H. M. L. et al. Occurrence of *Anastrepha fraterculus* (Wied.), *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) and *Silba* spp. (Diptera: Lonchaeidae). Eggs in oviposition bores on three host fruits. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 27, p. 191-195, 1983.

SOUZA, S. A. et al. Infestação natural de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) em café arábica, sob cultivo orgânico arborizado e a pleno sol, em Valença, RJ. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34 n. 4, p. 639-648, 2005.

SOUZA FILHO, M. F. de et al. Diversity and seasonality of fruit flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae and Figitidae) in orchards of guava, loquat and peach. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 69, n. 1, p. 31-40, 2009.

STRIKIS, P. C.; PRADO, A. P. A new species of the genus *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 828, n. 1, p. 1-4, 2005.

STUHL, C. et al. A compound produced by frugivorous Tephritidae (Diptera) larvae promotes oviposition behavior by the biological control agent *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 40, n. 3, p. 727-736, 2011.

TERÁN, H. R. Comportamiento alimentario y su correlación a la reproducción en hembras de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Agronómica N. O. A.**, Tucumán, v. 14, p. 17-34, 1977.

THOMPSON, C. R. *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), biological control agent for the Caribbean fruit fly. Department of Agriculture and Consumer Services, Division Plant Industry. **Entomology Circular**, Gainesville, n. 325, p. 325-326, 1989.

UCHÔA-FERNANDES, M. A. et al. Biodiversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) captured in citrus groves, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 239-246, 2003.

VALLE, G. E. do. **Aspectos biológicos e morfológicos de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) criado em larvas irradiadas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae).** 2006. 85 f. Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em Ciências, Centro de Energia Nuclear para a Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

VARGAS, R. I. et al. Population dynamics of three *Bactrocera* spp. fruits flies (Diptera: Tephritidae) and two introduced natural enemies, *Fopius arisanus* (Sonan) and *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), after an invasion by *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in Tahiti. **Biological Control**, Orlando, v. 60, n. 2, p. 199-206, 2012.

WANG, X.; MESSING, R. H. Intra- and interspecific competition by *Fopius arisanus* and *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoids of tephritid fruit flies. **Biological Control**, Orlando, v. 27, n. 3, p. 251-259, 2003.

WHARTON, R. A. Classical biological control of fruit-infesting Tephritidae. In: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (Ed.). **World Crop Pests – Fruit Flies: their biology, natural enemies and control.** v. 3B. Elsevier: Netherlands, 1989. p. 303-313.

WHARTON, R. A. et al. Hymenopterous egg-pupal and larval-pupal parasitoids of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp. [Dip.: Tephritidae] in Costa Rica. **Entomophaga**, Paris, v. 26, n. 3, p. 285-290, 1981.

WHARTON, R. A.; YODER, M. J. **Parasitoids of fruit-infesting Tephritidae.** Disponível em: <<http://paroffit.org/public/site/paroffit/home>>. Acesso em: 10 out. 2014.

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

ZUCCHI, R. A. **Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species and their hosts plants and parasitoides.** Departamento de Entomologia e Acarologia, USP. 2008.

Disponível em: <[www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/](http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/)>. Acesso em: 10 dez. 2014.



## 8 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Temperaturas médias (°C), média das temperaturas mínimas (°C), mínimas absolutas (°C), número de dias com temperaturas médias abaixo de 10 °C, médias das máximas (°C), máximas absolutas (°C), quantidade de chuva (mm) e número de dias com chuvas, mensal, no período de janeiro de 2011 a abril de 2014, na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS (30°06'16"S e 51°39'58"O).

	2011											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<b>Temperatura Média (°C)</b>	24,9	23,9	21,9	18,9	14,8	11,9	11,6	12,5	15,3	18,4	20,6	21,7
<b>Médias das mínimas (°C)</b>	20,7	19,7	17,2	13,3	9,4	7,0	6,8	8,1	9,1	12,9	13,4	15,8
<b>Mín. absoluta (°C)</b>	18,6	15,2	10,0	7,8	3,3	-0,4	-3,0	0,3	1,4	6,1	6,2	8,4
<b>Dias abaixo de 10°C</b>	0	0	0	0	0	8	9	8	1	0	0	0
<b>Médias das máximas (°C)</b>	30,8	29,0	27,4	25,3	20,9	18,0	17,0	17,3	22,1	24,5	27,5	28,6
<b>Máx. Absoluta (°C)</b>	35,2	34,2	32,1	28,9	26,6	25,4	2,6	31,9	32,4	33,1	33,9	36,6
<b>Chuva (mm)</b>	129,7	259,1	101,4	171,7	29,9	115,9	245,6	122,0	220,5	132,6	40,1	55,9
<b>Dias de chuva</b>	15	14	10	12	9	9	17	14	9	9	4	10

	2012											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<b>Temperatura Média (°C)</b>	23,9	25,0	21,5	18,0	16,3	12,8	11,4	17,1	16,9	20,0	22,1	24,1
<b>Médias das mínimas (°C)</b>	17,6	19,5	14,8	11,9	9,7	6,3	5,3	11,5	11,6	15,1	15,5	18,5
<b>Mín. absoluta (°C)</b>	12,6	13,6	3,0	3,7	1,9	-5,1	-2,3	5,6	4,2	9,5	11,0	5,6
<b>Dias abaixo de 10°C</b>	0	0	0	0	2	7	14	1	10	0	0	0
<b>Média das máximas (°C)</b>	30,4	31,6	28,9	24,4	23,8	19,8	17,9	23,9	22,4	25,3	29,0	30,3
<b>Máx. Absoluta (°C)</b>	36,3	37,6	37,2	32,9	30,2	29,7	29,9	31,2	31,1	31,7	33,5	38,6
<b>Chuva (mm)</b>	42,9	136,7	112,0	75,4	66,5	21,5	219,3	67,4	67,0	169,8	51,7	214,4
<b>Dias de chuva</b>	7	12	9	6	5	7	9	7	11	13	5	7

continuação. APÊNDICE 1. Temperaturas médias (°C), média das temperaturas mínimas (°C), mínimas absolutas (°C), número de dias com temperaturas médias abaixo de 10 °C, médias das máximas (°C), máximas absolutas (°C), quantidade de chuva (mm) e número de dias com chuvas, mensal, no período de janeiro de 2011 a abril de 2014, na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS (30°06'16"S e 51°39'58"O).

	2013											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<b>Temperatura Média (°C)</b>	22,8	23,5	20,9	20,6	16,1	14,4	13,1	13,6	17,4	19,3	22,7	26,3
<b>Médias das mínimas (°C)</b>	16,8	18,4	15,9	14,9	10,6	9,8	7,4	8,7	12,2	14,2	14,6	20,8
<b>Mín. absoluta (°C)</b>	10,5	9,5	10,0	6,1	2,0	3,9	-1,5	2,7	3,0	7,8	11,9	14,9
<b>Dias abaixo de 10°C</b>	0	0	0	0	1	0	6	6	0	0	0	0
<b>Média das máximas (°C)</b>	29,1	29,7	26,1	26,3	21,6	19,1	18,9	18,6	22,6	24,4	27,9	31,8
<b>Máx. Absoluta (°C)</b>	36,1	37,3	32,6	31,0	30,3	24,2	27,0	28,5	34,8	32,2	34,1	40,0
<b>Chuva (mm)</b>	97,3	97,6	99,8	101,4	58,2	79,2	135,8	222,6	121,2	182,7	253,4	56,2
<b>Dias de chuva</b>	8	12	11	6	6	7	7	14	9	9	6	7

APÊNDICE 2. Época de frutificação de nespereiras, pessegueiros, araçazeiros e caquizeiros na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS (30°06'16"S e 51°39'58"O).

<b>Espécies frutíferas</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
Nespereiras								x	x	x		
Pessegueiros									x	x	x	x
Araçazeiros		x	x									
Caquizeiros			x	x								