

Avaliação Preliminar da Seletividade
de Inseticidas e do Parasitismo de
Doryctobracon areolatus (Hymenoptera:
Braconidae) em Moscas-das-frutas



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
325**

**Avaliação Preliminar da Seletividade
de Inseticidas e do Parasitismo de
Doryctobracon areolatus (Hymenoptera:
Braconidae) em Moscas-das-frutas**

*Dori Edson Nava
Rafael da Silva Gonçalves
Sandro Daniel Nörnberg
Tiago Scheunemann
Anderson Dionei Grützmacher*

**Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2019**

Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente
Luis Antônio Suíta de Castro

Vice-Presidente
Ana Cristina Richter Krolow

Secretário-Executivo
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Fernando Jackson

Foto da capa
Paulo Lanzetta

1ª edição
Obra digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

A945 Avaliação preliminar da seletividade de inseticidas e do
parasitismo de *Doryctobracon areolatus*
(Hymenoptera: Braconidae) em moscas-das-frutas /
Dori Edson Nava... [et al.]. – Pelotas: Embrapa Clima
Temperado, 2019.
13 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 325).

1. Mosca-das-frutas. 2. Anastrepha. 3. Parasitismo.
4. Fruticultura. I. Nava, Dori Edson. II. Série.

CDD 632.7

Sumário

Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	10
Conclusões.....	12
Referências.....	13

Avaliação Preliminar da Seletividade de Inseticidas e do Parasitismo de *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) em Moscas-das-frutas

Dori Edson Nava¹

Rafael da Silva Gonçalves²

Sandro Daniel Nörnberg²

Tiago Scheunemann³

Anderson Dionei Grützmacher⁴

Resumo - As moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* são as principais espécies que causam perdas na fruticultura brasileira. Seu manejo tem sido realizado mediante o uso de iscas tóxicas e aplicação de inseticidas em área total. Em países como México e Israel, outros métodos de controle, como o biológico, têm sido empregados em uma estratégia de manejo integrado de pragas (MIP). No Brasil, pesquisas estão sendo realizadas visando o uso de parasitoides nativos. Dentre esses, o braconídeo *Doryctobracon areolatus* tem demonstrado potencial para ser utilizado como biocontrolador de moscas-das-frutas. Este trabalho teve por objetivo avaliar a seletividade de inseticidas ao parasitoide *D. areolatus* e determinar as taxas de parasitismo em larvas de *A. fraterculus* e *C. capitata* em condições de campo. Para avaliação da seletividade, foram utilizados os principais inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Com base na redução das taxas de parasitismo, os inseticidas avaliados foram classificados quanto à seletividade, de acordo com a International Organization for Biological and Integrated Control (IOBC). Para avaliação do parasitismo de *D. areolatus* em larvas de moscas-das-frutas, foram realizadas liberações de parasitoides em pomares de citros no município de Rosário do Sul. Foram realizadas liberações de cerca de 10 mil parasitoides por hectare, entre fevereiro e abril de 2017, totalizando oito liberações. Foi avaliada a porcentagem de pupas parasitadas. Nos testes de toxicidade, via contato, em laboratório, os inseticidas seletivos para *D. areolatus* foram *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* e lufenuron, sendo classificados, segundo IOBC/WPRS, em classe 1 e classe 2, respectivamente. Os demais inseticidas reduziram 100% do parasitismo e foram classificados como classe 4. O parasitismo de mosca-das-frutas por *D. areolatus* em pomar de citros variou de 6,2% a 40% ao longo das semanas de liberação, sendo a média de 18,7%. Ao se utilizar manejo de moscas-das-frutas com aplicação de isca tóxica e liberações de *D. areolatus*, houve menor infestação de outras espécies, como larva-minadora e pulgões. Os resultados obtidos indicam que o uso de *D. areolatus* pode ser utilizado para o controle de mosca-das-frutas.

Termos para indexação: moscas-das-frutas, controle biológico, citros.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitossanidade, Partamon, Parque Tecnológico, Pelotas, RS.

³ Engenheiro-agrônomo, doutorando em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, professor do Departamento de Fitossanidade, Faem/Ufpel, Pelotas, RS.

Preliminary Evaluation of Insecticide Selectivity and Parasitism of *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) in Fruit Flies

Abstract - Fruit flies *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* are the main species that cause losses in the Brazilian fruit crop. Their management has been performed with toxic baits and the application of insecticides in total area. In countries like Mexico and Israel, other control methods, such as the use of natural enemies, have been employed in an integrated pest management (IPM) strategy. In Brazil, research is being conducted aiming at the use of native parasitoids. Among these species, the braconid *Doryctobracon areolatus* has shown potential to be used as a fruit fly biocontrol agent. The objective of this work was to evaluate the selectivity of insecticides to *D. areolatus* and to determine its parasitism rates in *A. fraterculus* and *C. capitata* larvae under field conditions. For the selectivity bioassay, the main insecticides registered at the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (Mapa) were tested. Based on the parasitism reduction rates, the evaluated insecticides were classified according to IOBC selectivity standard index. In order to evaluate *D. areolatus* parasitism in fruit fly larvae, parasitoid releases were performed in citrus orchards in the municipality of Rosario do Sul. Releases of around 10,000 parasitoids per hectare were carried out from February to April 2016, totaling 8 releases. The percentage of parasitized pupae was evaluated. In laboratory contact toxicity tests, the selective insecticides for *D. areolatus* were *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* and lufenuron, classified, according to IOBC/WPRS, in class 1 and class 2, respectively. The other insecticides reduced parasitism in 100% and were classified as class 4. Fruit fly parasitism by *D. areolatus* in citrus orchard ranged from 6.2% to 40% along the weeks of release, with an average of 18.67%. A fruit fly management combining toxic bait application and *D. areolatus* releases resulted in lower infestation of other species, such as the citrus leafminer and also aphids. These results indicate that *D. areolatus* can be used for fruit fly control.

Index terms: Fruit flies, biological control, citrus

Introdução

O Brasil é um dos países com maior potencialidade para o desenvolvimento da fruticultura, devido a uma série de fatores relacionados às condições climáticas e à disponibilidade de áreas para o cultivo. O País é o terceiro produtor mundial de frutas, depois da China e da Índia, com área aproximada de 2.300 milhões de hectares e produção de cerca de 38,8 milhões de toneladas, na safra de 2016 (Agrostat, 2018). Em geral, o destaque do Brasil na produção mundial de frutas é um reflexo do crescimento e evolução da sua agricultura. Entretanto, do total produzido, apenas cerca de 2% é exportado, o que contrasta com outros países como, por exemplo, o Chile, que produz dez vezes menos que o Brasil, mas exporta 40% da produção, ou seja, US\$ 1,8 bilhão a mais. No ranking mundial dos exportadores de frutas, o Brasil ocupa a 26ª posição (Un Comtrade, 2018).

A fruticultura no Brasil é diversificada, sendo que em todas as regiões o cultivo é importante do ponto de vista econômico e social. Além disso, as regiões do Vale do São Francisco e das Serras do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina são os dois principais polos de exportação de frutas frescas. Dentre essas frutíferas, o Brasil é o maior produtor mundial de citros, principalmente para suco, mas em todo o País há produção destinada ao consumo de mesa e também parte para a exportação. Estima-se que sejam cultivados cerca de 631 mil hectares, o que se traduz numa produção de mais de 17 milhões de toneladas anuais (Brasil, 2015).

Em todas as regiões produtoras do Brasil, um dos problemas limitantes são as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), consideradas as principais pragas da fruticultura, pelas perdas ocasionadas. A sua presença nos pomares dificulta a exportação, devido às barreiras quarentenárias estabelecidas pelos países importadores. Todavia, os prejuízos causados por essa praga também se refletem no mercado interno, já que as larvas causam a destruição da polpa, devido a sua alimentação. Além disso, ao realizarem a postura, as fêmeas introduzem o ovipositor, causando uma punctura, o que facilita a entrada de fungos causadores de podridões (Nava; Botton, 2010). Esses danos acabam provocando o amadurecimento precoce e a consequente queda dos frutos. Estima-se que dos US\$ 14,7 bilhões anuais de perdas econômicas na agricultura causadas por insetos, US\$ 1,6 bilhões estejam associados à produção de frutas (Oliveira et al., 2013). Para o Brasil, levando-se em consideração as perdas de produção, comercialização e custos de controle, somente as moscas-das-frutas causam um prejuízo anual de R\$ 180 milhões (Brasil, 2015).

Dentre os tefritídeos-praga, a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) e a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) exigem cuidados redobrados, pela ampla distribuição que possuem no território nacional e pelas grandes perdas causadas para a fruticultura no Sul do Brasil (Nava; Botton, 2010). A mosca-das-frutas sul-americana é uma espécie neotropical e ocorre do sul dos Estados Unidos até a Argentina (Malvasi et al., 2000). No Brasil, essa espécie distribui-se em todo território e é considerada praga-chave em diversas frutíferas cultivadas e nativas, ocorrendo em mais de 90 espécies hospedeiras de 20 famílias botânicas (Zucchi, 2007, 2015). Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, é a espécie predominante (Salles; Kovaleski, 1990).

A mosca-do-mediterrâneo é a espécie de maior importância econômica no âmbito mundial e encontra-se distribuída nas áreas tropicais e subtropicais (Zucchi, 2000). No Brasil, está presente em praticamente todos os estados da Federação, sendo que para a região Sul é predominante na fronteira do Brasil com o Uruguai e Argentina (Dias; Silva, 2014). Estima-se que, em citros, se *C. capitata* reduzir a produção brasileira em 50% (Zucchi et al., 2004), as perdas econômicas podem ser de US\$ 242 milhões (Oliveira et al., 2013).

Tradicionalmente, o controle das moscas-das-frutas tem sido realizado com produtos fitossanitários em aplicação seletiva, na forma de isca tóxica, e/ou aplicação em cobertura (Nava; Botton, 2010). Com as restrições do uso de produtos fitossanitários, devido à retirada do mercado de inseticidas do grupo dos organofosforados, outras alternativas vem sendo buscadas pelo setor. Uma delas é o uso de iscas tóxicas com novos atrativos, que, apesar de serem eficientes e compatíveis com o controle biológico, também são repelentes aos polinizadores. Embora o uso de iscas tóxicas seja uma realidade, o controle de moscas-das-frutas em determinadas situações necessita da complementação com outras táticas de controle, como as aplicações por cobertura.

Além de iscas tóxicas, estudos demonstram a viabilidade de uso do controle biológico com parasitoides nativos, como *Aganaspis pelleranoi* (Hymenoptera: Figitidae) *Doryctobracon brasiliensis* e *D. areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) (Poncio, 2015; Gonçalves, 2016; Paranhos et al., 2019), embora esses autores tenham realizado testes apenas em laboratório. Em alguns países, como México, utiliza-se a técnica do macho estéril e o controle biológico aplicado. Isso é realizado por meio da produção massal e liberações inundativas de machos de moscas-das-frutas estéreis e de parasitoides, em programas de controle *area-wide* (Montoya et al., 2010). No Brasil, além da biofábrica Moscamed, que já produziu tais agentes de controle, há planejamento para a instalação de uma biofábrica para a produção de insetos estéreis e parasitoides, em Vacaria (RS), para atender a demanda com *A. fraterculus*.

Visando dar continuidade aos estudos com parasitoides nativos, este trabalho teve por objetivo avaliar a seletividade de produtos químicos a *D. areolatus* (Szépligeti, 1911) e determinar o parasitismo dessa espécie em tefritídeos em pomar de citros.

Esta publicação vincula-se ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável nº 2, “Fome Zero e Agricultura Sustentável”, pois sua contribuição está relacionada a oferecer uma alternativa para o controle de moscas-das-frutas, responsáveis por grandes perdas na fruticultura brasileira. A cadeia beneficiada neste caso seria a fruticultura praticada tanto por pequenos quanto por grandes produtores, nos sistemas agroecológicos ou convencionais e em todos os biomas brasileiros.

Material e Métodos

Avaliação da seletividade de inseticidas a *D. areolatus*

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP), da Universidade Federal de Pelotas (Ufpel), em salas climatizadas com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. A multiplicação de *A. fraterculus* e de *D. areolatus* foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado, conforme os procedimentos descritos por Gonçalves et al. (2013) e Gonçalves (2016), respectivamente.

Para realização dos testes de toxicidade, foram selecionados os principais ingredientes ativos usados no controle de *A. fraterculus*, *C. capitata* e/ou *Grapholita* molesta (Lepidoptera: Tortricidae) em pessegueiro, macieira e citros (Tabela 1). Os tratamentos foram usados na dosagem máxima registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (Agrofit, 2015). Os tratamentos foram aplicados diretamente sobre placas de vidro (13 cm x 13 cm) por meio de pulverizadores manuais (Guarany® Ultrajet 500 mL), calibrado para deposição de calda de $1,75 \pm 0,25$ mg cm⁻² de superfície, sendo essa quantidade conferida por meio de balança eletrônica de precisão.

Após a pulverização, as placas permaneceram sob temperatura ambiente por 3 horas para secagem. Logo após, as gaiolas foram confeccionadas, fixando-se duas placas em um cilindro de acrílico (9 cm de diâmetro x 5 cm de altura) contendo orifícios utilizados para fornecer alimento, água e hospedeiros aos parasitoides. Além disso, permitiu-se a troca de ar com o ambiente. Para evitar o acúmulo de gases tóxicos oriundos da evaporação dos inseticidas, acoplou-se em cada gaiola um sistema de sucção de ar.

Em cada gaiola (repetição), foram colocados quatro casais de *D. areolatus* com quatro dias de idade, previamente alimentados e presumidamente acasalados. Para avaliar o impacto dos produtos sobre a capacidade reprodutiva dos parasitoides, diariamente, durante o período de pico de parasitismo (5º ao 12º dia), foram ofertadas 30 larvas de segundo instar de *A. fraterculus*. As larvas foram disponibilizadas aos parasitoides por meio de uma unidade de parasitismo (UP), constituída por uma placa de acrílico (2,5 cm de diâmetro x 0,5 cm de altura) contendo dieta à base de suco de goiaba e ágar (2%), e envolta por tecido *voile* para contenção das larvas. As larvas foram expostas aos parasitoides por 24 horas e, após esse período, foram transferidas para frascos plásticos (5 cm de altura x 3,5 cm de diâmetro) contendo 50 mL de dieta artificial (Nunes et al., 2013) para completar o desenvolvimento larval. Quando as primeiras pupas foram formadas, essas, juntamente com as larvas de terceiro instar, foram removidas da dieta, com auxílio de peneira e água corrente, e transfe-

ridas para frascos plásticos (5 cm de altura × 3,5 cm de diâmetro) contendo vermiculita, onde permaneceram até a emergência dos adultos.

As variáveis respostas analisadas foram a mortalidade de parasitoides adultos e as taxas de parasitismo. Com base nos dados de emergência, calculou-se a redução de emergência causada pelos inseticidas testados, em relação à testemunha. Foram avaliados oito inseticidas, e como testemunha utilizou-se apenas água. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para cada tratamento.

A redução no parasitismo em relação ao tratamento testemunha foi calculada pela equação $RP(\%) = [(1 - Pt/Pc) \cdot 100]$, sendo que: R(%) é a porcentagem de redução no parasitismo; Pt é o parasitismo médio para o tratamento; e Pc é o parasitismo médio da testemunha. Diante disso, os agrotóxicos foram classificados de acordo com a IOBC em: classe 1: inócuo ($RP < 30\%$); classe 2: levemente nocivo ($30\% \leq RP \leq 79\%$); classe 3: moderadamente nocivo ($80\% \leq RP \leq 99\%$); classe 4: nocivo ($RP > 99\%$).

Tabela 1. Produtos fitossanitários utilizados nas culturas dos citros, pessegueiro e macieira e avaliados nos testes de seletividade ao estágio adulto de *Doryctobracon areolatus*. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2019.

Bioensaio	Ingrediente ativo	Nome comercial*	Classificação toxicológica	Grupo químico	¹ DC	² C. i. a.
1	H ₂ O – Testemunha	-	-	-	-	-
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. kurstaki	Dipel WP	IV	Microbiológico	100	0,032
	Fosmete	Imidan 500 WP	I	Organofosforado	200	1,00
	Lufenurum	Match EC	IV	Benzoilureia	100	0,05
	Acetamiprido	Mospilan	III	Neonicotinoide	40	0,08
2	H ₂ O – Testemunha	-	-	-	-	-
	Dimetoato	Perfekthion	I	Organofosforado	80	0,032
	Fenitrotiona	Sumithion 500 EC	II	Organofosforado	200	1,000
	Metidationa	Supracid 400 EC	II	Organofosforado	100	0,400
	Metidationa	Suprathion 400 EC	I	Organofosforado	100	0,400

¹DC= Dose da formulação comercial em g ou mL 100⁻¹

²C.i.a.= Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda

* A menção a tais marcas é apenas para fins comparativos, não havendo, por parte da Embrapa e autores desta publicação, qualquer tipo de conotação comercial ou de recomendação de uso.

Potencial de parasitismo de *D. areolatus* liberado em pomar comercial de citros

O estudo foi conduzido em pomar comercial de citros, localizado no município de Rosário do Sul – RS, no qual o manejo populacional de *A. fraterculus* e *C. capitata* foi conduzido conforme um dos seguintes tratamentos (T): T1= liberação de *D. areolatus* associado ao manejo com inseticidas (isca-tóxica com inseticidas seletivos); T2 = manejo apenas com o uso de inseticidas (isca-tóxica e aplicação em cobertura total – forma de controle comumente utilizada pelos produtores).

A tomada de decisão para se dar início aos sistemas de manejo foi baseada no monitoramento semanal de adultos de moscas-das-frutas, o qual foi realizado com quatro armadilhas McPhail, iscadas com proteína hidrolisada e quatro armadilhas Jackson iscadas com feromônio sexual, por talhão. O monitoramento foi iniciado quando os frutos estavam com 50% da coloração ainda verde. Com a detecção dos primeiros adultos de moscas-das-frutas, a liberação dos parasitoides foi iniciada e realizada semanalmente até a colheita dos frutos. Utilizou-se uma taxa de liberação de 10 mil parasitoides por hectare, sendo que aproximadamente 60% desses eram fêmeas. Os insetos foram distribuídos em oito pontos de cada talhão.

Para avaliar a eficiência do parasitoide, semanalmente foram coletados 240 frutos, infestados por moscas-das-frutas, por hectare, os quais foram acondicionados em bandejas plásticas (50 cm × 30 cm × 7,5 cm) contendo vermiculita e cobertas por tecido *voile*. Após a formação dos pupários, os mesmos foram transferidos para frascos de acrílico (5 cm de altura × 3,5 cm de diâmetro), onde permaneceram até a emergência das moscas e/ou parasitoides, os quais foram mantidos em álcool 70% para conservação e posterior identi-

cação. Os pupários intactos foram dissecados para se detectar a presença de moscas ou parasitoides. Com base nessas informações, determinou-se o percentual de parasitismo. Durante o monitoramento semanal, as plantas também foram inspecionadas para se determinar a presença de outras espécies de insetos-praga, como cigarrinhas, larvas minadoras e pulgões, a fim de avaliar os impactos de cada sistema de manejo testado sobre essas.

Resultados e Discussão

Avaliação da seletividade de inseticidas a *D. areolatus*

Com base nos dados de redução de parasitismo de *D. areolatus* (Tabela 2) e na classificação proposta pela IOBC/WPRS, verificou-se que os inseticidas organofosforados com os ingredientes ativos fosmete, dimetoato, fenitrotiona e metidationa e o inseticida neonicotinoide acetamiprido reduziram o parasitismo em 100% e foram considerados nocivos (classe 4). O produto regulador de crescimento à base de lufenuron foi considerado levemente nocivo (classe 2), enquanto que o inseticida microbiológico à base de *Bacillus thuringiensis* foi considerado inócuo (classe 1) para *D. areolatus*.

Tabela 2. Redução de parasitismo diário de fêmeas de *Doryctobracon areolatus* e classe da IOBC para testes de toxicidade via contato, de produtos fitossanitários usados no controle de insetos-praga na cultura de citros, macieira e pessegueiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2019.

Ingrediente ativo	Produto comercial*	¹ R.P.	² Classe
		Bioensaio I	
Testemunha (água)	-	-	-
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Dipel WP	1,11	1
Fosmete	Imidan 500 WP	100	4
Lufenuron	Match EC	52,10	2
Acetamiprido	Mospilan	100	4
Bioensaio II			
Testemunha (água)	-	-	-
Dimetoato	Perfektion	100	4
Fenitrotiona	Sumithion 500 EC	100	4
Metidationa	Supracid 400 EC	100	4
Metidationa	Suprathion 400 EC	100	4

¹R. P.= Redução do Parasitismo (%)

²Classes da IOBC/WPRS para testes de toxicidade inicial sobre adultos de *D. areolatus*: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).

* A menção a tais marcas é apenas para fins comparativos, não havendo, por parte da Embrapa e autores desta publicação, qualquer tipo de conotação comercial ou de recomendação de uso.

Quando avaliada a longevidade, observou-se que nos produtos Dipel WP e Match EC, os valores foram superiores a 80%, levando-se em consideração a média de machos e fêmeas; enquanto nos inseticidas organofosforados e neonicotinoídeos a mortalidade foi de 100% (Figura 1).

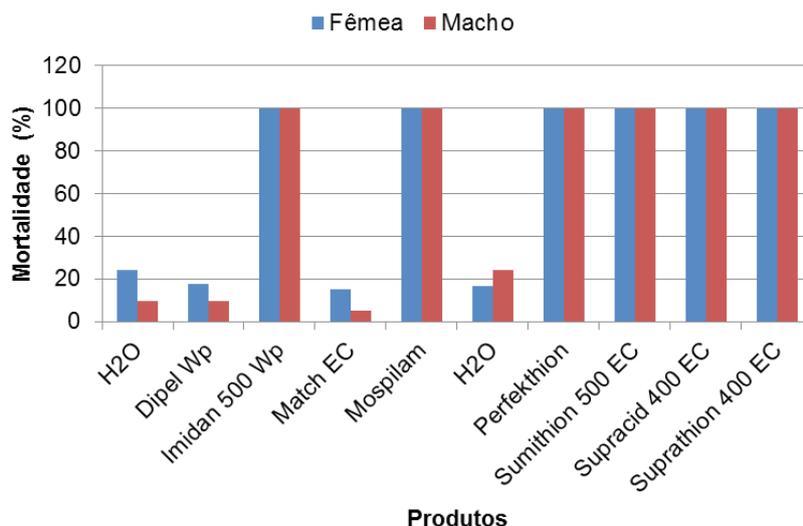


Figura 1. Mortalidade (%) de adultos de *Doryctobracon areolatus* submetidos a oito inseticidas mais a testemunha durante um período de sete dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2019.

De acordo com os resultados desses bioensaios, pode-se verificar que o inseticida microbiológico à base de *B. thuringiensis* pode ser utilizado em sistemas de manejo integrado de insetos-praga, visto que a condição de realização dos bioensaios ocorreu sob uma exposição de resíduos expressivamente alta aos parasitoides e o produto foi inócuo. Já os produtos classificados como 2 e 4 devem ter a toxicidade avaliada em condições de semicampo e campo. Bioensaios complementares visando avaliar os efeitos subletais, para os produtos que não causem mortalidade, também são recomendados.

Potencial de parasitismo de *D. areolatus* liberado em pomar comercial de citros

A taxa de parasitismo variou de 6,2% a 40% durante o período de liberação dos parasitoides (Figura 2), sendo a média de 18,67% (Figura 3). Foram coletados apenas parasitoides no pomar onde se procedeu à liberação e somente foi identificada a espécie *D. areolatus*. De uma maneira geral, as porcentagens de parasitismo aumentaram ao longo do tempo. Isso ocorreu porque houve um aumento no número de parasitoides na área, devido às sucessivas liberações, visto que a longevidade das fêmeas do parasitoide podem variar de 31 a 35 dias, em condições de laboratório (Gonçalves, 2016). Outro fator que pode ter contribuído para o crescimento das taxas de parasitismo foi a multiplicação dos parasitoides em campo. Um fator que poderá melhorar a taxa de parasitismo é a antecipação das liberações, ainda quando as infestações são menores.

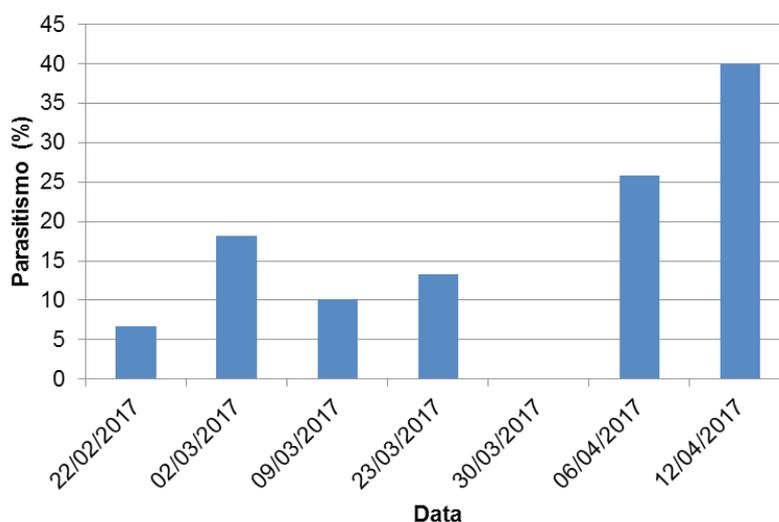


Figura 2. Taxa de parasitismo semanal de moscas-das-frutas por *Doryctobracon areolatus* em sistema de manejo integrado de pragas (MIP) (uso de isca tóxica e parasitoide). Rosário do Sul, fevereiro a abril de 2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2019.

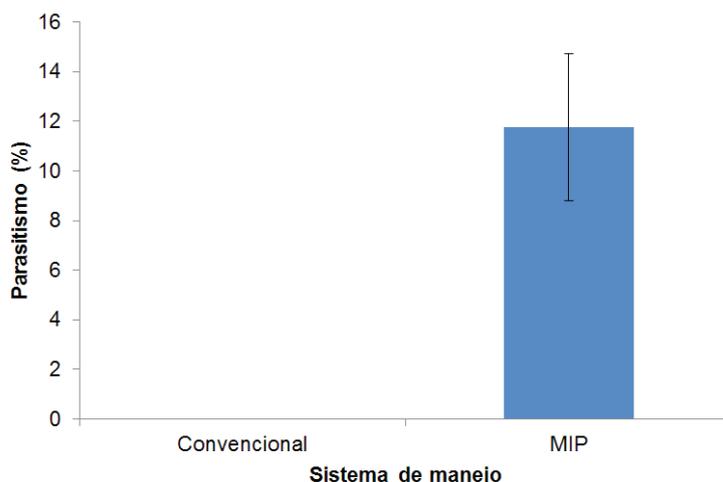


Figura 3. Avaliação do parasitismo de mosca-das-frutas por *Doryctobracon areolatus* nos sistemas de produção convencional e de manejo integrado de pragas (MIP). Rosário do Sul, fevereiro a abril de 2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. 2019.

O uso do controle biológico é preconizado para ser utilizado junto com outros métodos de controle. Nesse sentido, observa-se que nos pomares onde foi adotado o MIP, ou seja, liberação de parasitoides com iscas tóxicas, houve também redução das outras pragas, principalmente da larva minadora e dos pulgões (Figura 4). Para as cigarrinhas, os níveis populacionais foram idênticos nos dois sistemas de manejo.

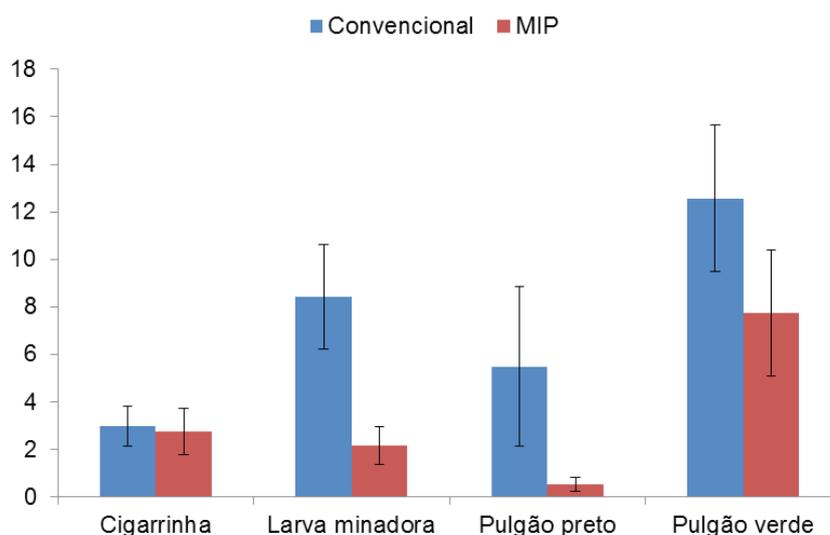


Figura 4. Número médio de insetos-praga presentes nos pomares de citros manejados com o sistema convencional e via manejo integrado de pragas (MIP), em relação ao controle de mosca-das-frutas. Rosário do Sul, fevereiro a abril de 2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2019.

Conclusões

Pode-se concluir que, para os testes de toxicidade, via contato, em laboratório, os inseticidas seletivos para *D. areolatus* foram *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* e lufenuron, sendo classificados, segundo IOBC/WPRS, em classe 1 e classe 2, respectivamente, sendo, portanto, mais seletivos ao parasitoide.

O parasitismo de mosca-das-frutas por *D. areolatus* em pomar de citros varia de 6,2% a 40% ao longo das semanas de liberação, indicando potencial para sua utilização em programas de manejo integrado.

Referências

- AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br> Acesso: 2015.
- AGROSTAT. **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 27 jul 2018.
- BRASIL. Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Nota técnica para divulgação de investimento no controle de moscas-das-frutas de 2015. In: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa Nacional de Combate às Moscas-das-Frutas. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/09/ministra-anuncia-rs128-milhoes-para-combate-as-moscas-das-frutas> Acesso em: 25 jul. 2019.
- DIAS, N. P.; SILVA, F. F. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, p. 29-34, 2014.
- GONÇALVES, R. S. **Bioecologia e competição interespecífica de parasitoides (Hym.: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)**. 2016. 184 f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Universidade Federal de Pelotas.
- GONÇALVES, R. S.; NAVA, D. E.; PEREIRA, H. C.; LISBOA, H.; GRUTZMACHER, D. D.; VALGAS, R. A. Biology and fertility life table of *Aganaspis pelleranoi* (Hymenoptera: Figitidae) in larvae of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.106, p.791-798, 2013.
- MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2000. p. 93-98.
- MONTOYA, P.; TOLEDO, J.; HERNÁNDEZ, E. **Moscas de la Fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo**. México, Distrito Federal: S y G editores, 2010. 395 p.
- NAVA, D. E.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitidis capitata* em pessegueiro**. Pelotas: Embrapa, 2010. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 315).
- NUNES, A. M.; COSTA, K. Z.; FAGGIONI, K. M.; COSTA, M. L. Z.; GONCALVES, R. S.; WALDER, J. M. M.; GARCIA, M. S.; NAVA, D. E. Dietas artificiais para a criação de larvas e adultos da mosca-das-frutas sul-americana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1309-1314, 2013.
- OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Economic impact of exotic insect pest in Brazilian agriculture. **Journal of Applied Entomology**, v.137, p. 1-15, 2013.
- PARANHOS, B. J.; NAVA, D. E.; MALAVASI, A. Biological control of fruit flies in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, p. e26037, 2019.
- PONCIO, S. **Bioecologia e técnicas de criação de parasitoides (Hymenoptera) nativos de três espécies de *Anastrepha* no Brasil e no México**. 2015. 133 f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Universidade Federal de Pelotas.
- SALLES, L. A. B.; KOVALESKI, A. Moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Horti Sul**, v. 1, n. 3, p. 5-9, 1990.
- UN COMTRADE. **United Nations Commodity Trade Statistics Database**. Disponível em: http://data.trendeconomy.com/dataviewer/trade/statistics/commodity_h2. Acesso: 27 set. 2018.
- ZUCCHI, R. A. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* em Brasil. In: HERNANDES-ORTIZ, V. **Moscas de la fruta en Latinoamérica** (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo. México, Distrito Federal: S y G editores, 2007. p. 77-100.
- ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitidis capitata*. In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. **Pragas Introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba, 2015. p. 153-172.
- ZUCCHI, R. A.; MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S.; WALDER, J. M. M. Prejuízos das moscas-das-frutas na exportação de citros. **Visão Agrícola**, v. 2, n. 2, p. 73-77, 2004.
- ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2000. p. 13-24.

Embrapa

Clima Temperado

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 15686