

Estabelecimento de colônia do parasitoide *Fopius arisanus*
Sonan (Hymenoptera: Braconidae) sobre a mosca-
da-carambola em condições de laboratório



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

DOCUMENTOS 102

Estabelecimento de colônia do parasitoide *Fopius arisanus* Sonan (Hymenoptera: Braconidae) sobre a mosca- da-carambola em condições de laboratório

*Adriana Bariani
Cristiane Ramos de Jesus
Adilson Lopes Lima
Beatriz Aguiar Jordão Paranhos
Ricardo Adaime
Jairo Caldeira Pereira
Edirlon Klerveton de Azevedo Cardoso
Rildo Pessoa de Almeida*

Embrapa Amapá
Endereço: Rodovia Juscelino Kubitschek, nº 2.600,
Km 05, CEP 68903-419
Caixa Postal 10, CEP 68906-970, Macapá, AP
Fone: (96) 3203-0201
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Jamile da Costa Araújo

Secretário-Executivo
Daniel Marcos de Freitas Araújo

Membros
*Adelina do Socorro Serrão Belém, Elisabete da Silva Ramos,
Gilberto Ken-Iti Yokomizo, Jô de Farias Lima, Leandro
Fernandes Damasceno, Ricardo Adaime da Silva, Sônia
Maria Schaefer Jordão e Wardsson Lustrino Borges*

Supervisão editorial e normalização bibliográfica
Adelina do Socorro Serrão Belém

Revisão Textual
Elisabete da Silva Ramos

Editoração eletrônica
Fábio Sian Martins

Cadastro Geral de Publicações da Embrapa (CGPE)
Ricardo Santos Costa

Foto da capa
Adriana Bariani

1ª edição
Publicação 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 Amapá

Estabelecimento de colônia do parasitoide *Fopius arisanus* Sonan (Hymenoptera:
Braconidae) sobre a mosca-da-carambola em condições de laboratório/ Adriana
Bariani...[et al.]- Macapá: Embrapa Amapá, 2019.

PDF (22 p.) : il. -- (Documentos / Embrapa Amapá ; ISSN 1517-4859, 102)

1. Praga de planta. 2. Praga quarentenária. I. Bariani, Adriana. II. Jesus,
Cristiane Ramos de. III. Lima, Adilson Lopes. IV. Paranhos, Beatriz Aguiar Jordão.
V. Adaime, Ricardo. VI. Pereira, Jairo Caldeira. VII. Cardoso, Edirlon Klerveton de
Azevedo. VIII. Almeida, Rildo Pessoa. IX. Série.

CDD 632. 4

Autores

Adriana Bariani

Engenheira Florestal, mestre em Ciências de Florestas Tropicais, analista da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Cristiane Ramos de Jesus

Bióloga, doutora em Fitotecnia-Entomologia, pesquisadora da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Adilson Lopes Lima

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Beatriz Aguiar Jordão Paranhos

Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

Ricardo Adaime

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Jairo Caldeira Pereira

Acadêmico de Ciências Biológicas da Faculdade de Macapá, estagiário da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Edirlon Klerveton de Azevedo Cardoso

Acadêmico de Ciências Biológicas da Faculdade de Macapá, estagiário da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Rildo Pessoa de Almeida

Acadêmico de Ciências Biológicas da Faculdade de Macapá, estagiário da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Agradecimentos

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pela autorização para publicação dos dados relativos à praga quarentenária *Bactrocera carambolae*, em conformidade com a Instrução Normativa nº 52/2007.

Ao pesquisador Ph.D. Dori Edson Nava, da Embrapa Clima Temperado, e à pesquisadora Dra. Maylen Gómez Pacheco, da Biofábrica Moscamed Brasil.

Apresentação

Estratégias de controle que visem combater a mosca-da-carambola são fundamentais para a defesa fitossanitária do País, uma vez que a possível dispersão dessa importante praga quarentenária para outras regiões do Brasil, poderá implicar em prejuízos expressivos para a economia brasileira e para a sociedade, já que a produção de frutas é uma das cadeias produtivas que mais emprega mão de obra no agronegócio brasileiro.

Nesse sentido, a Embrapa vem envidando esforços para contribuir com o Programa Nacional de Combate às Moscas-das-frutas (PNMF) - Subprograma de Supressão com vistas à Erradicação de *Bactrocera carambolae*, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no intuito de disponibilizar mais alternativas de manejo para a praga.

O controle biológico se apresenta como uma alternativa viável e promissora, especialmente em áreas de atuação estratégicas, como a faixa de fronteira e as áreas protegidas, minimizando, assim, os possíveis impactos ambientais causados pelo controle químico utilizado para o controle da praga.

Nagib Jorge Melém Júnior

Chefe-Geral da Embrapa Amapá

Sumário

Introdução.....	9
Metodologia para o estabelecimento da colônia do parasitoide	11
Estabelecimento da criação de <i>Bactrocera carambolae</i> em laboratório	11
Manutenção das larvas em dieta artificial	11
Estabelecimento da colônia de <i>Fopius arisanus</i> em laboratório	14
Confecção das gaiolas de criação de adultos.....	14
Alimentação dos adultos	15
Obtenção de parasitoides a partir de frutos de goiaba infestados por ovos de <i>Bactrocera carambolae</i>	15
Processamento dos dados coletados	18
Resultados e Discussão.....	19
Conclusão.....	21
Referências	21

Introdução

A mosca-da-carambola [*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae)] (Figura 1), praga quarentenária presente no Brasil, é uma das principais ameaças à competitividade da fruticultura brasileira no mercado externo (Pessoa et al., 2016). Embora sua distribuição seja restrita aos estados do Amapá e Roraima, na região Norte do País, e esteja sob controle oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), por meio do Programa Nacional de Combate às Moscas-das-frutas (PNMF) - Subprograma de Supressão com vistas à Erradicação de *Bactrocera carambolae*, a preocupação com a possível dispersão da praga é constante (Brasil, 2013; 2015). Estima-se que o impacto das perdas causadas pela possível dispersão da mosca-da-carambola para o polo frutícola do Vale do Submédio do Rio São Francisco, na região Nordeste do Brasil, onde as condições ambientais proporcionadas pela prática da irrigação e produção ininterrupta de frutos hospedeiros tornam o ambiente favorável ao desenvolvimento da praga, seja de aproximadamente R\$ 190 milhões, a partir do quarto ano de embargo fitossanitário em áreas de produção de manga para exportação (Miranda et al., 2015; Pessoa et al., 2016).

Desde a sua introdução no Brasil, em 1996, no município de Oiapoque, AP, as ações para o controle da mosca-da-carambola, realizadas pelo Mapa, consistem na utilização das técnicas: aniquilação de machos, com utilização de blocos de fibra impregnados com metil-eugenol e o inseticida malation; iscas tóxicas impregnadas com proteína hidrolisada e o inseticida malation; enterrio de frutos; e pulverização de pomares com o inseticida espinosade (Godoy et al., 2011). A análise de benefício-

Foto: Cristiane Ramos de Jesus



Figura 1. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae*.

-custo, utilizada nas avaliações de impacto econômico de defesa agropecuária, mostra que a perda líquida evitada pelas ações de controle executadas pelo Mapa é de cerca de R\$ 1 bilhão e, que a cada R\$ 1,00 investido pelo governo federal, o retorno é de até R\$ 35,70 (Miranda; Adami, 2015).

Na busca de novas estratégias de controle para a mosca-da-carambola, especialmente aquelas baseadas em soluções tecnológicas de baixo impacto ambiental, o controle biológico clássico com a utilização de parasitoides se apresenta como uma alternativa viável. Em geral, os parasitoides são insetos cujas fêmeas depositam seus ovos sobre ou no interior de seus hospedeiros e, após a eclosão, as larvas consomem o corpo do hospedeiro, levando-o necessariamente à morte. Após o desenvolvimento larval ocorre a fase de pupa, da qual emerge o adulto do parasitoide (Costa et al., 2006).

Fopius arisanus (Sonan, 1932) (Hymenoptera: Braconidae) é um parasitoide originário da região Indoaustraliana, que apresenta preferência por ovos do gênero *Bactrocera*. É considerado um dos únicos endoparasitoides com capacidade de parasitar ovos de Tephritidae, embora também possua a habilidade de atacar os primeiros estádios larvais de seus hospedeiros (Wharton; Gilstrap, 1983). Essa característica lhe confere vantagem adaptativa sobre os competidores potenciais que exploram estádios de larva ou pupa, o que possivelmente foi determinante para sua prevalência após a introdução no Havaí, EUA, no final da década de 1940, para o controle da mosca-do-mediterrâneo [*Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae)] e da mosca-oriental [*Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae)] (Vargas et al., 1993; Zenil et al., 2004; Rouse et al., 2005).

A partir do desenvolvimento de técnicas viáveis de criação desse parasitoide em laboratório, no final dos anos 1990, houve um incremento considerável de pesquisas acerca de sua biologia e potencial de utilização para fins de controle biológico de moscas-das-frutas (Bautista et al., 1999; Rouse et al., 2005).

Diante dessa experiência de sucesso, a Embrapa Amapá, em parceria com outras instituições, elaborou o projeto “Introdução do parasitoide exótico *Fopius arisanus* no Brasil com vistas ao controle biológico de *Bactrocera carambolae*” (Código SEG: 03.09.06.025.00.00), por meio do qual, em 2013, chegaram ao Brasil as primeiras remessas do parasitoide, oriundas do Havaí, EUA (Deferimento de importação - Processo nº 21052.004662/2012/65). Os parasitoides passaram pelo processo de quarentena no Laboratório de Quarentena “Costa Lima”, em Jaguariúna, SP, onde foram realizados testes de competição com parasitoides nativos e avaliada a sua capacidade de parasitismo em espécies nativas de moscas-das-frutas. Posteriormente, os insetos foram encaminhados à Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, para multiplicação sobre *C. capitata*, hospedeiro alternativo. O estabelecimento da criação de *F. arisanus* em *B. carambolae* na Embrapa Amapá teve início apenas no final de 2015, a partir de remessas de pupários de *C. capitata* irradiados, oriundos da Embrapa Semiárido.

Dessa forma, para se fazer uma criação isenta (“limpa”), os ovos de *C. capitata* foram irradiados com 10 Gy por 6 horas antes de serem expostos ao parasitismo. Esse procedimento tem por objetivo inviabilizar os ovos do hospedeiro alternativo, de modo a impedir que este complete seu ciclo biológico devido ao parasitismo, permitindo, assim, a emergência apenas do parasitoide *F. arisanus*, processo chamado de “criação limpa”. Isso foi imprescindível para não se correr o risco da introdução de *C. capitata* no estado do Amapá, o qual é isento da ocorrência dessa espécie de mosca até o momento.

A manutenção de uma colônia de *F. arisanus* sobre *B. carambolae* é fundamental para viabilizar estudos sobre a sua biologia, percentuais de parasitismo, criação massal e de eficiência de controle em condições de campo. A metodologia de criação para o estabelecimento da colônia de *F. arisanus* sobre *B. carambolae* foi adaptada a partir de técnicas já existentes para outras espécies de moscas-das-frutas.

Metodologia para o estabelecimento da colônia do parasitoide

Estabelecimento da criação de *Bactrocera carambolae* em laboratório

Para o estabelecimento de uma colônia de *F. arisanus* em laboratório, primeiramente foi necessária a manutenção da colônia de seu hospedeiro preferencial, *B. carambolae*.

O estabelecimento e a manutenção da colônia de mosca-da-carambola em laboratório na Embrapa Amapá foram realizados de acordo com a metodologia descrita por Bariani et al. (2016). Posteriormente, a dieta utilizada para manutenção das larvas foi substituída por uma dieta à base de cenoura descrita por Teran (1977), com adaptações.

Manutenção das larvas em dieta artificial

Material utilizado

- ácido cítrico;
- açúcar;
- benzoato de sódio;
- cenoura;
- farinha de milho;
- levedo de cerveja;
- metilparabeno;
- água destilada;
- álcool 70%;
- espátula em aço inoxidável;
- faca em aço inoxidável;
- bandeja de plástico;
- potes de plástico;
- bastão de vidro;
- becker;
- luvas de látex descartáveis;
- balança eletrônica de bancada;
- chapa aquecedora;
- freezer.

Preparo da dieta para larvas

Para obtenção de 1.000 g de dieta para larvas, foram utilizadas as medidas que constam na Tabela 1.

Tabela 1. Composição da dieta artificial para larvas utilizada para criação de *Bactrocera carambolae* em laboratório.

Componente	Quantidade
Cenoura crua sem casca	200 g
Cenoura cozida sem casca	200 g
Açúcar	200 g
Farinha de milho	240 g
Levedo de cerveja	40 g
Ácido cítrico	5,76 g
Benzoato de sódio	1,76 g
Metilparabeno	1,76 g
Água para diluir o ácido cítrico	40 mL
Água para diluir o benzoato de sódio	40 mL
Álcool 70% para diluir o metilparabeno	12 mL

O preparo consistiu na retirada das cascas das cenouras, com auxílio de uma faca, e pesagem em duas partes de 500 g cada (Figura 2A). Os ingredientes secos (açúcar, farinha de milho e levedo de cerveja) foram pesados separadamente (Figura 2B). Em seguida, as cenouras foram cortadas em pedaços pequenos e uma parte foi cozida (Figura 2C). Todos os ingredientes secos foram pesados separadamente e, em seguida, misturados em uma bandeja (Figuras 2D e 2E), com auxílio de uma espátula.

O ácido cítrico foi pesado em becker e diluído em 100 mL de água destilada, com auxílio de bastão de vidro. O benzoato de sódio foi pesado e dissolvido em 100 mL de água destilada e o metilparabeno foi pesado e dissolvido em 40 mL de álcool a 70% (Figura 3A). Foram trituradas 500 g de cenoura crua em processador de alimentos e, posteriormente, em liquidificador com as soluções de ácido cítrico e de metilparabeno (Figuras 3B e 3C). Após esse processo, a massa foi acrescentada aos ingredientes secos já misturados na bandeja (Figura 3D)

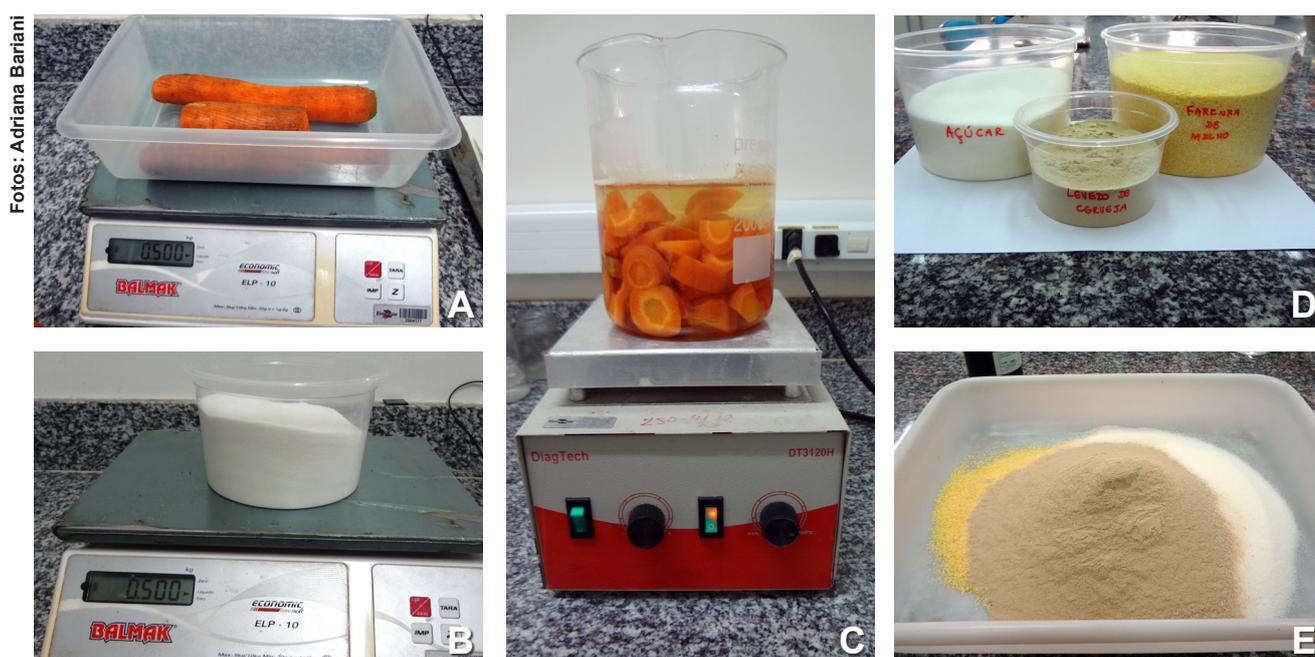


Figura 2. Preparo de dieta para larvas de *Bactrocera carambolae*: pesagem de cenoura em balança de bancada (A); pesagem de açúcar em balança de bancada (B); cenoura cortada em pedaços sendo cozida em chapa aquecedora (C); potes contendo açúcar, levedo de cerveja e benzoato de sódio (D); e ingredientes secos para serem misturados em bandeja (E).



Figura 3. Preparo da dieta com a cenoura crua: recipientes contendo ácido cítrico, benzoato de sódio, metilparabeno, água destilada e álcool a 70% (A); processador de alimentos contendo cenoura crua triturada (B); liquidificador contendo cenoura processada (C); e ingredientes misturados, exceto a cenoura cozida (D).

A cenoura cozida foi triturada no processador de alimentos, após, processada no liquidificador com a solução de benzoato de sódio (Figura 4A) e, em seguida, acrescentada aos outros ingredientes até formar uma mistura homogênea (Figura 4B). A dieta pronta foi acondicionada em pote de plástico devidamente identificado e armazenado em freezer (aproximadamente -6 °C) (Figura 4C).



Figura 4. Preparo de dieta para larvas de *Bactrocera carambolae*: cenoura cozida sendo acrescentada aos ingredientes, após ser processada em liquidificador (A); ingredientes sendo misturados em bandeja (B); e pote contendo dieta pronta para armazenamento (C).

Estabelecimento da colônia de *Fopius arisanus* em laboratório

Confecção das gaiolas de criação de adultos

Material utilizado

- bastão de cola quente, composto de resina de etileno vinil acetato (EVA) e resinas sintéticas;
- caixa plástica organizadora transparente (28,2 cm x 26,5 cm x 28,03 cm);
- lâmina de serra manual, em aço;
- pistola para cola quente;
- tampa plástica transparente de 10,5 cm de diâmetro;
- tecido tipo organza com 45 cm x 14 cm;
- tela tipo mosquiteiro branca;
- velcro (macho e fêmea).

Construção das gaiolas

As gaiolas de criação de adultos foram confeccionadas utilizando-se caixa plástica organizadora transparente, cortando-se as laterais maiores e substituindo-as por tela tipo mosquiteiro de cor branca, colada com cola quente. A tela nas laterais é importante pois permite as trocas gasosas e entrada de luminosidade (Figura 5A). A tampa da caixa foi vedada com cola quente, evitando deixar qualquer abertura por onde os insetos pudessem sair.

Em uma das laterais menores foi realizada uma abertura circular e fechada com uma tampa transparente. Por essa abertura foi realizada a manutenção interna da gaiola (limpeza, troca de dieta e água). Para evitar que os parasitoides saíssem por essa abertura, foi confeccionada uma manga de

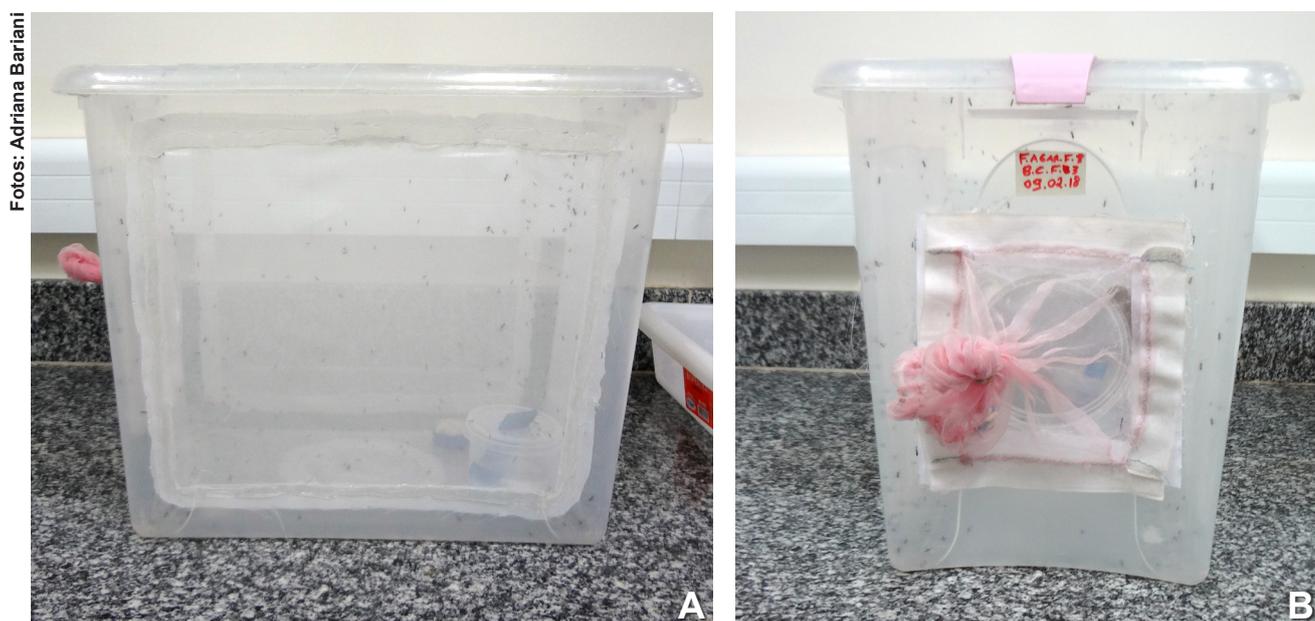


Figura 5. Gaiola de criação de *Fopius arisanus*: vista lateral (A); vista frontal, com destaque da abertura para manuseio na parte interna da gaiola (B).

tecido organza e velcro, colada com cola quente ao redor da abertura. Para isso, quatro pedaços de 16 cm, do lado “macho” do velcro, foram colados em volta da abertura, formando um quadrado. No lado “fêmea” do velcro foram costurados quatro pedaços do mesmo tamanho em formato quadrado, em um pedaço de tecido tipo organza. A manga facilita o acesso ao interior da gaiola e evita a saída dos insetos da gaiola para o exterior durante as manipulações (Figura 5B).

Alimentação dos adultos

Material utilizado

- água destilada;
- mel;
- frasco de vidro tipo penicilina;
- luvas descartáveis;
- esponja tipo tecido vegetal;
- papel absorvente neutro picado;
- filme de parafina plástica ou filme de PVC transparente (papel filme);
- recipiente de plástico;
- tesoura.

Preparo da dieta para adultos

A dieta sólida utilizada para alimentação dos adultos de *F. arisanus* foi confeccionada à base de mel, adicionado ao papel absorvente neutro. O papel foi picado com auxílio de uma tesoura e misturado com o mel. Essa mistura foi colocada em um recipiente e oferecida aos adultos no interior da gaiola logo após o seu preparo. A água foi oferecida por capilaridade em esponja tipo tecido vegetal, utilizando-se vidro transparente tipo penicilina. A parte superior do vidro em volta da esponja foi fechada com filme de parafina plástica para evitar que os insetos entrassem no recipiente (Figura 6).

A manutenção da criação dos adultos foi realizada a cada dois dias, com troca da dieta e água, bem como limpeza e retirada dos adultos mortos.

Obtenção de parasitoides a partir de frutos de goiaba infestados por ovos de *Bactrocera carambolae*

Material utilizado

- vermiculita super fina;
- mel;
- dieta alimentar sólida para adultos de *B. carambolae* e *F. arisanus*;



Figura 6. Dieta para adultos de *Fopius arisanus* - recipientes contendo alimento sólido e água destilada.

- fruto de goiaba adquirido em supermercado;
- água destilada;
- algodão;
- bandejas de plástico;
- caneta para retroprojeter;
- espátula em aço inoxidável;
- esponja tipo tecido vegetal;
- lápis;
- papel higiênico neutro;
- pote de plástico transparente;
- prancheta;
- recipiente para colocar o fruto;
- tecido tipo organza;
- gaiolas de criação de *B. carambolae*;
- gaiolas de criação de *F. arisanus*;
- tampa de tubo Falcon.

Procedimento

Frutos de goiaba isentos de infestação foram oferecidos sobre tampa de tubo Falcon, o qual servia de suporte ao fruto, para oviposição, por 24 horas, no interior de gaiola de criação de *B. carambolae* (Figuras 7A e 7B) contendo machos e fêmeas em idade reprodutiva na proporção 1:1.

Após infestação, os frutos foram transferidos e mantidos em gaiola de criação de *F. arisanus*, contendo machos e fêmeas em idade entre 20 e 30 dias) na proporção de 1:1, por 24 horas (Figuras 8A e 8B). Decorrido esse tempo, os frutos foram retirados e armazenados em temperatura ambiente,

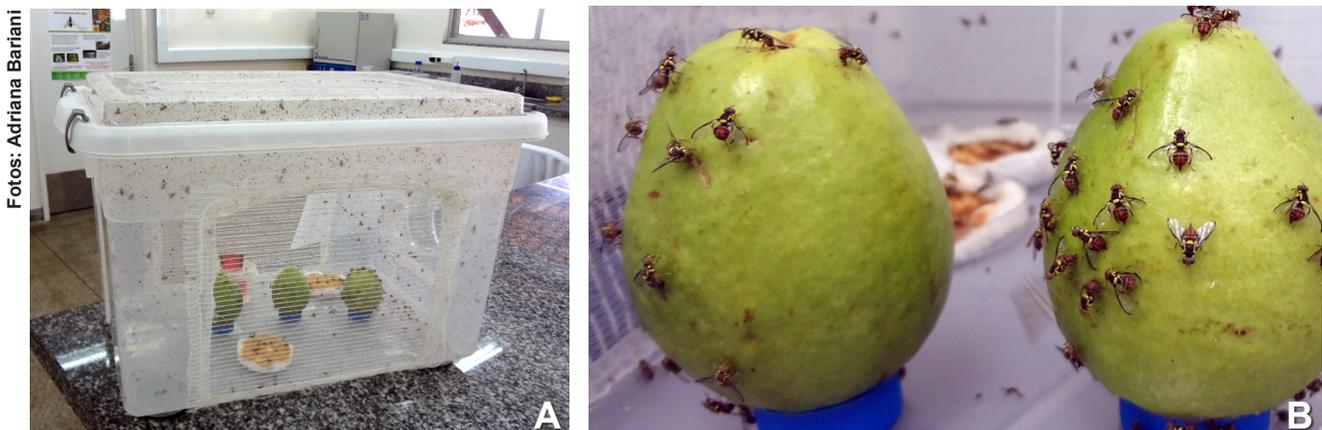


Figura 7. Gaiola de criação de *Bactrocera carambolae* contendo frutos de goiaba para oviposição: vista lateral da gaiola (A); e *B. carambolae* ovipositando no fruto de goiaba (B).

separadamente, em recipiente de plástico transparente contendo vermiculita, coberto com tampa vazada e tecido tipo organza (Figuras 9A e 9B).

Os recipientes contendo os frutos foram vistoriados a cada dois dias, para o controle da umidade na vermiculita. Quando identificado excesso de umidade foi feita a retirada da água disponível no recipiente; já em casos em que a vermiculita estava seca, esta foi umedecida com água destilada.

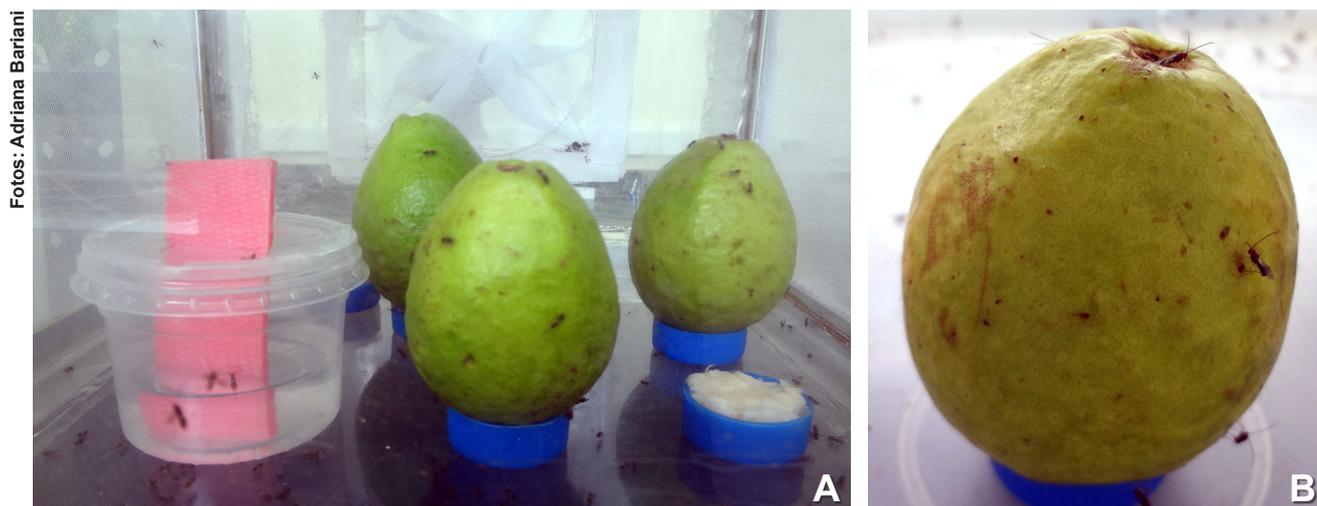


Figura 8. Gaiola de criação de *Fopius arisanus* contendo goiaba infestada por *Bactrocera carambolae*: detalhe interno da gaiola (A); e *F. arisanus* ovipositando em fruto de goiaba contendo ovos de *B. Carambolae* (B).



Figura 9. Frutos de goiaba contendo ovos de *Bactrocera carambolae* após oviposição por fêmeas de *Fopius arisanus*: pote contendo fruto e vermiculita (A); e potes com frutos em sala com temperatura ambiente (B).

Nessa vistoria, ao identificar a presença de pupários, os mesmos foram retirados com auxílio de uma espátula e transferidos para potes de plástico transparente contendo uma fina camada de vermiculita umedecida (Figuras 10A e 10B). Os potes com pupários foram mantidos no interior de gaiolas de criação até a emergência de adultos.

Os pupários e indivíduos adultos obtidos foram contabilizados e anotados em planilha conforme modelo apresentado na Figura 11.



Figura 10. Frasco contendo pupários de *Bactrocera carambolae* e vermiculita (A); e pupários de *B. carambolae*, parasitados ou não por *Fopius arisanus* (B).

Data da obtenção dos pupários	Nº de pupários	Data da emergência	Nº de adultos de <i>Bactrocera carambolae</i> emergidos		Nº de adultos de <i>Fopius arisanus</i> emergidos		Observação

Figura 11. Modelo de planilha para preenchimento de dados a serem utilizados para determinar o percentual de parasitismo de ovos de *Bactrocera carambolae* por *Fopius arisanus* em ovos de *B. carambolae*.

Os indivíduos adultos de *B. carambolae* e *F. arisanus* obtidos foram transferidos para gaiolas de criação. As gaiolas continham água, dieta para adultos e foram mantidas em sala climatizada (26 ± 2 °C; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotoperíodo de 12 horas).

Processamento dos dados coletados

Os dados anotados nas planilhas foram utilizados para determinar os parâmetros descritos abaixo com suas respectivas equações:

- Percentual de parasitismo de *Fopius arisanus* sobre *Bactrocera carambolae*:

$$\% \text{ de parasitismo} = [(n^\circ \text{ total de adultos de } F. \text{ arisanus} / n^\circ \text{ total de pupários}) * 100]$$

- Razão sexual de *F. arisanus* e *B. carambolae*:

$$[(n^\circ \text{ de fêmeas}) / (n^\circ \text{ de fêmeas} + n^\circ \text{ de machos})]$$

Resultados e Discussão

A metodologia utilizada permitiu obter 21 gerações de *F. arisanus*, já que nas gerações F1 e F2 foi possível apenas testar a metodologia apresentada neste trabalho, não sendo possível obter dados. As gerações F3 até F21 apresentaram um total de 41.748 pupários, 18.804 adultos de *B. carambolae* e 16.304 adultos de *F. arisanus* (Tabela 2).

O percentual de parasitismo variou de 24,4% na geração F6 a 64,4% na geração F14, ficando acima de 30% na maioria das gerações (Figura 12). Essa variação, possivelmente, ocorreu devido à adaptação do parasitoide ao novo hospedeiro, uma vez que a população de *F. arisanus* remetida à Embrapa Amapá foi desenvolvida no hospedeiro *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae).

Gonçalves et al. (2017) ressaltam que *F. arisanus* é um parasitoide altamente eficiente, apresentando, em alguns casos, níveis de parasitismo superior a 50% em condições de campo.

A razão sexual de *F. arisanus* variou de 0,26 na geração F21 até 0,55 na geração F3.

Tabela 2. Número de pupários, adultos e razão sexual de *Bactrocera carambolae* e de *Fopius arisanus*, e percentual de parasitismo de ovos de *B. carambolae* por *F. arisanus*.

Geração	Nº pupários	Nº adultos de <i>B. carambolae</i>	Razão sexual de <i>B. carambolae</i>	Nº adultos de <i>F. arisanus</i>	Razão sexual de <i>F. arisanus</i>	Parasitismo (%)
F3	867	365	0,50	343	0,55	39,6
F4	2.051	520	0,51	680	0,46	33,2
F5	710	317	0,48	236	0,34	33,2
F6	968	454	0,55	236	0,32	24,4
F7	4.331	1.980	0,53	1127	0,36	26,0
F8	2.535	1.212	0,50	719	0,30	28,4
F9	2.487	1.248	0,48	777	0,31	31,2
F10	2.104	625	0,53	944	0,40	44,9
F11	1.404	352	0,51	381	0,35	27,1
F12	3.019	1.370	0,49	1.568	0,43	51,9
F13	4.470	1.316	0,52	2.476	0,43	55,4
F14	3.506	1.150	0,48	2.259	0,35	64,4
F15	768	292	0,48	429	0,43	55,9
F16	1.812	979	0,50	805	0,37	44,4
F17	1.330	803	0,51	515	0,29	38,7
F18	2.135	1.419	0,45	640	0,27	30,0
F19	1.149	834	0,46	307	0,31	26,7
F20	4.668	3.085	0,48	1410	0,27	30,2
F21	2.494	1.286	0,50	967	0,26	38,8
	42.808 total	19.607 total	0,50 média	16.819 total	0,36 média	38,1 média

O tempo de desenvolvimento ovo-adulto de *F. arisanus* sobre o hospedeiro *B. carambolae* foi de $21,86 \pm 1,03$ dias, sendo a duração de ovo-pupa de $13,78 \pm 0,81$ dias e de pupa-adulto de $8,71 \pm 0,95$ dias (Figura 13). Rousse et al. (2005) relatam que os adultos de *F. arisanus* criados em *B. dorsalis*, têm uma expectativa média de vida de 20 dias e máximo de 40 dias.

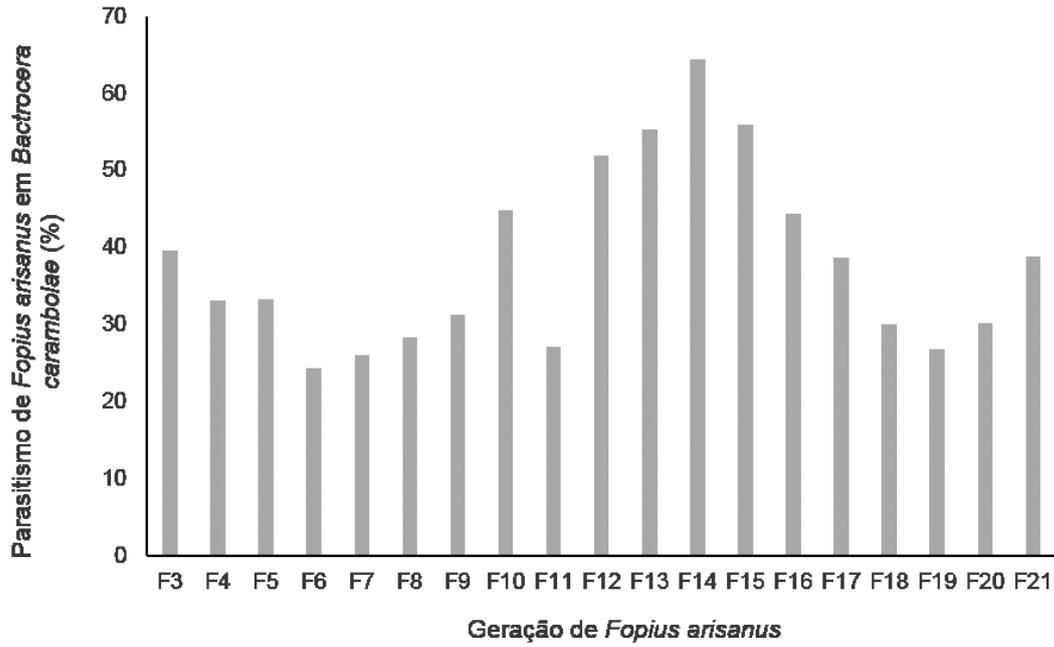


Figura 12. Variação no percentual de parasitismo entre as 19 gerações de *Fopius arisanus* criado sobre *Bactrocera carambolae*.

Ilustração: Crystieê Santos Barros

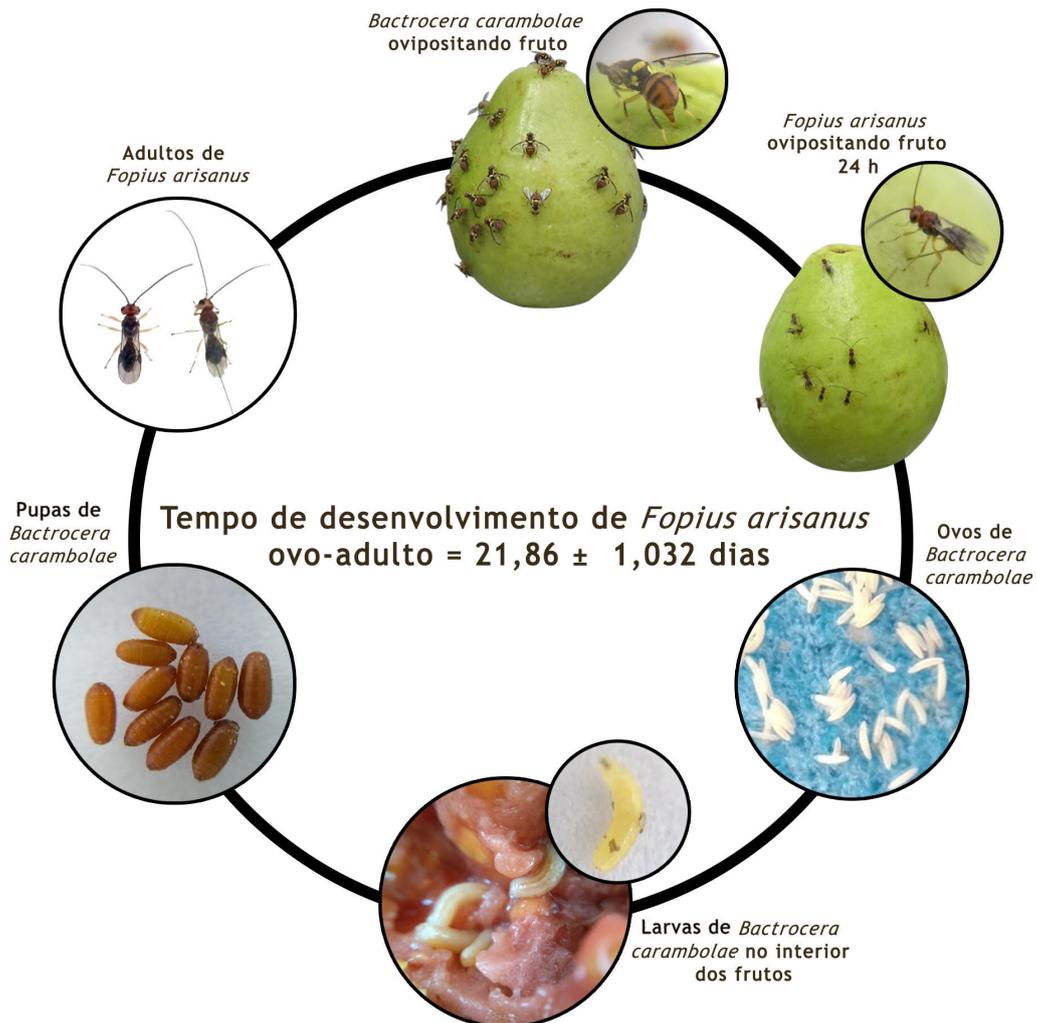


Figura 13. Ciclo de vida de *Fopius arisanus* criado sobre *Bactrocera carambolae* em frutos de goiaba.

Conclusão

Uma colônia do parasitoide exótico *Fopius arisanus* criada sobre o hospedeiro preferencial *Bactrocera carambolae* foi estabelecida na Embrapa Amapá, com um percentual de parasitismo que indica boa possibilidade de utilização desse parasitoide como agente de controle biológico da mosca-da-carambola.

Referências

- BARIANI, A.; JESUS-BARROS, C. R. DE; CARVALHO, J. P.; MOTA JÚNIOR, L. O.; NASCIMENTO, P. R.; CRUZ, K. R.; FACUNDES, V. S. **Técnicas para criação da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock) em laboratório para pesquisa científica**. Macapá: Embrapa Amapá, 2016. 31 p. (Embrapa Amapá. Documentos, 97).
- BAUTISTA, R. C.; MOCHIZUKI, N.; SPENCER, J. P.; HARRIS, E. J.; ICHIMURA, D. M. Mass-rearing of the Tephritid fruit fly parasitoide *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v. 15, p. 137-144, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 59, de 18 de dezembro de 2013. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 19 dez. 2013. Seção 1, p. 91.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 24, de 8 de setembro de 2015. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 9 set. 2015. Seção 1, p. 3.
- COSTA, V. A.; BERTI-FILHO, E.; SATO, M. E. Parasitoides e predadores no controle de pragas. In: PINTO, A. de S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Org.). **Controle biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: CP2, p. 25-34. 2006.
- GODOY, M. J. S.; PACHECO, W. S. P.; PORTAL, R. R.; PIRES FILHO, J. M.; MORAES, L. M. M. Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-carambola. In: SILVA, R. A. da; LEMOS, W. de P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 135-172.
- GONÇALVES, R. S.; MANOUKIS, N. C.; NAVA, D. E. Effect of *Fopius arisanus* oviposition experience on parasitization of *Bactrocera dorsalis*. **BioControl**, v. 62, n. 5, p. 595-602, Oct. 2017.
- MIRANDA, S. H. G.; ADAMI, A. C. O. Métodos quantitativos na avaliação de risco de pragas. In: SUGAYAMA, R. L.; SILVA, M. L.; SILVA, S. X. B.; RANGEL, L. E. P. (Ed.). **Defesa vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. p. 183-203.
- MIRANDA, S. H. G.; NASCIMENTO, A. M.; XIMENES, V. P. Potenciais impactos socioeconômicos da expansão da mosca-da-carambola. In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015. p. 132-149.
- PESSOA, M. C. P. Y.; PRADO, J. S. M.; MINGOTI, R.; LOVISI-FILHO, E.; SILVA, A. S.; MOURA, M. S. B.; SILVA-FILHO, P. P.; SÁ, L. A. N.; PRADO, S. S.; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R. **Estimativas de potencial adaptação de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (praga quarentenária A2): estudo de caso para dois perímetros irrigados do Vale do Rio São Francisco**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2016. 2 p. (Nota técnica-científica).
- ROUSSE, P.; HARRIS, E. J.; QUILICI, S. *Fopius arisanus*, an egg-pupal parasitoid of Tephritidae. Overview. **Biocontrol News and Information**, v. 26, n. 2, p. 59-69. 2005.
- TERAN, H. R. Comportamiento alimentario y su correlación a la reproducción em hembras de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera, Trypetidae). **Revista Agronómica del Noroeste Argentino**, v. 14, n. 1- 4, p. 17-35, 1977.

VARGAS, R. I.; STARK, J. D.; UCHIDA, G. K.; PURCELL, M. Opiine parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of oriental fruit fly (Diptera:Tephritidae) on Kauai Islands, Hawaii: islandwide relative abundance and parasitism rates in wild and orchard guava habitats. **Environmental Entomology**, v. 22, n. 1, p. 246-253, 1993.

WHARTON, R. A.; GILSTRAP, F. E. Key to and status of Opiinae Braconid (Hymenoptera) parasitoids used in biological control of *Ceratitis capitata* and *Dacus* s. l. (Diptera: Tephritidae). **Annual Entomology Society American**, v. 76, n. 4, p. 721- 42, Jul. 1983.

ZENIL, M.; LIEDO, P.; WILLIAMS, T. V.; JALLE, J.; CANCINO, J.; MONTOYA, P. Reproductive biology of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) on *Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, v. 29, n. 2, p. 169 –178, Feb. 2004.

Embrapa

Amapá



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

