



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
E BIOTECNOLOGIA – REDE BIONORTE



**NOVOS ACHADOS SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA:
TEPHRITIDAE) DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E
QUARENTENÁRIA NA AMÉRICA DO SUL**

JOSÉ VICTOR TORRES ALVES COSTA

Macapá-AP
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
E BIOTECNOLOGIA – REDE BIONORTE

JOSÉ VICTOR TORRES ALVES COSTA

**NOVOS ACHADOS SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA:
TEPHRITIDAE) DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E
QUARENTENÁRIA NA AMÉRICA DO SUL**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia – Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientador: Dr. Ricardo Adaime

Macapá-AP
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP) Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

C837 Costa, José Victor Torres Alves.

Novos achados sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica e quarentenária na América do Sul / José Victor Torres Alves Costa. - Macapá, 2023.
1 recurso eletrônico. 212 folhas.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Amapá, Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Macapá, 2023.
Orientador: Ricardo Adaime.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Bioecologia. 2. Moscas-das-frutas. 3. Parasitismo. I. Adaime, Ricardo, orientador.
II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 577

COSTA, José Victor Torres Alves. **Novos achados sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica e quarentenária na América do Sul.** Orientador: Ricardo Adaime. 2023. 212 f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
E BIOTECNOLOGIA – REDE BIONORTE

JOSÉ VICTOR TORRES ALVES COSTA

**NOVOS ACHADOS SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA:
TEPHRITIDAE) DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E
QUARENTENÁRIA NA AMÉRICA DO SUL**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia – Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientador: Dr. Ricardo Adaime

Aprovado em: 24/10/2023

Banca Examinadora

Dr. Ricardo Adaime (Orientador)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amapá

Dr. Raimundo Nonato Picanço Souto (Membro titular)
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP



Dr. Sergio Marcelo Ovruski (Membro titular)
Planta Piloto de Processos Industriais Microbiológicos do Conselho Nacional de Investigações Científicas e Técnicas da Argentina (Proimi/Conicet)

Dr. Marcoandre Savari (Membro titular)
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo –
ESALQ/USP

Dr. Adalton Raga (Membro titular)
Instituto Biológico de São Paulo

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO

Eu, José Victor Torres Alves Costa, (**X**) autorizo () não autorizo a publicação da versão final aprovada de minha Tese de Doutorado intitulada “Novos achados sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica e quarentenária na América do Sul” no Portal do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE (PPG-BIONORTE), bem como no repositório de Teses da CAPES ou junto à biblioteca da Instituição Certificadora.

Macapá-AP, 24 de outubro de 2023.

José Victor Torres Alves Costa

Dedico este trabalho a minha família.

Avós (*in memorian*).

Pai, José Valter Alves Costa; mãe, Romene Torres Alves Costa (*in memorian*); irmãs, Tatiane Torres Alves Costa e Rebeca Torres Alves Costa.

Sobrinha e Filha, Victória Alves Costa Marques.

Dedico em especial a minha amada esposa Cláudia Kariny Soares Torres.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao amigo e orientador, Dr. Ricardo Adaime, pesquisador da Embrapa Amapá, pela disponibilidade em me aceitar sob sua orientação e pelo apoio durante todo o desenvolvimento da Tese.

Agradeço em especial à amiga Dra. Maria do Socorro Miranda de Sousa, pelo apoio na revisão de texto, análise de dados e nas atividades laboratoriais, fundamentais à conclusão desta tese.

À amiga e colega de trabalho Glenda Kely de Araújo Santana, pelo apoio e incentivo na execução dos trabalhos.

Ao colega de trabalho e amigo Alfredo da Conceição Magalhães, pela colaboração e companhia nas viagens de coleta de material de campo.

Aos estagiários do Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, Jéssica Paula Monteiro Oliveira, Tatiana Pereira dos Santos e Alain Khristian Borges Teixeira Matos, pelo apoio no decorrer das atividades de condução dos experimento no laboratório.

*Ao Técnico em Agropecuária Josenilson Alves de Sousa Amaral, pela assistência na coleta de amostras e pelo empenho na condução dos trabalhos do Programa de Supressão com vistas à erradicação de *Bactrocera carambolae*, no Oiapoque.*

*Aos colaboradores Clermeson Gomes Pinto, José Luís Prazeris da Costa, Cleofaz de Paula Abreu, Juarez Muniz Chagas de Castro, Marco Antônio do Vale Pereira e Denilson Camilo, pela assistência na coleta das amostras e pelo empenho na condução dos trabalhos do Programa de Supressão com vistas à erradicação de *Bactrocera carambolae*, no Oiapoque, Laranjal do Jari e Monte Dourado.*

Agradecemos também à Adriana Bariani e Jacivaldo Barbosa funcionários do Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, pelo apoio nas atividades laboratoriais.

A Embrapa Amapá, pela disponibilização da estrutura laboratorial durante a execução dos experimentos.

Ao Departamento de Fitossanidade e Insumos Agropecuários do Ministério da Agricultura e Pecuária, pela autorização concedida para a realização desta pesquisa e publicação dos artigos e nota científicas (Processo 21008.000524/2022-14).

Ao Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Agropecuária de São Paulo, em destaque aos pesquisadores Dr. Miguel Francisco de Souza-Filho e Dr. Valmir Antônio Costa, pelo apoio na identificação do material biológico coletado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, em destaque à coordenação local, pela oportunidade e presteza.

“Na vida, não vale tanto o que temos, nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós...”

Chico Xavier

COSTA, José Victor Torres Alves. **NOVOS ACHADOS SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E QUARENTENÁRIA NA AMÉRICA DO SUL.** 2023. 212f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia, Rede BIONORTE) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023.

RESUMO

As moscas-das-frutas são conhecidas mundialmente como pragas da fruticultura, devido aos danos diretos e indiretos que causam à produção. Na Amazônia brasileira já foram reportadas 78 espécies de *Anastrepha* (Schiner) e duas espécies exóticas: *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock e *Ceratitidis capitata* Wiedemann. Esta pesquisa teve como objetivo contribuir para o conhecimento das moscas-das-frutas de importância econômica e quarentenária na Amazônia Brasileira e na América do Sul. Para o primeiro capítulo foram realizadas amostragens de frutos em Macapá, Porto Grande e Santana/AP. Adicionalmente, foram adquiridos frutos em pontos comerciais de Macapá, oriundos de outros estados. Foi realizado também um levantamento com armadilhas McPhail e Jackson. Foram capturados espécimes de *C. capitata* em Macapá e Santana e, também, obtiveram-se espécimes a partir de goiabas procedentes de São Paulo. Argumenta-se que a baixa incidência de *C. capitata* na região pode ser decorrente das condições climáticas desfavoráveis à espécie. No capítulo dois que abrangeu o Oiapoque, *B. carambolae* foi obtida de 13 espécies vegetais. Também foram obtidas 8 espécies de *Anastrepha*. Foram acrescentados três novos registros de plantas hospedeiras de *B. carambolae* no Brasil (*Artocarpus heterophyllus* Lam., *Passiflora quadrangularis* L. e *Ziziphus mauritiana* Lam.). Foi feito o primeiro relato da espécie de figítideo *Aganaspis nordlanderi* Wharton no Amapá. Para o terceiro capítulo, foram coletados no Amapá e Pará frutos de duas espécies frutíferas: *Terminalia catappa* L. e *Carica papaya* L. Conduziram-se dois experimentos, sendo um de frutos agrupados (*T. catappa* e *C. papaya*), para confirmação de hospedeiro, e um de frutos individualizados (*T. catappa*), para investigação do parasitismo. Dos frutos agrupados das amostras de *T. catappa* obtiveram-se 480 espécimes de *B. carambolae* e 1.228 espécimes de *Anastrepha* spp. e das amostras de *C. papaya* obtiveram-se 26 fêmeas e 31 machos de *B. carambolae*. Obteve-se um índice de parasitismo real de 21,2% para *Anastrepha* spp. e de 1,8% para *B. carambolae* em *T. catappa*, sendo confirmados os parasitoides *Doryctobracon areolatus* (Szépliget), *Utetes anastrephae* (Viereck) e *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes). Identificaram-se na região do Vale do Jari (Amapá e Pará) mais duas novas plantas hospedeiras de *B. carambolae*, uma como primeiro relato no Brasil (*T. catappa*) e a outra relatada pela primeira vez na América do Sul (*C. papaya*). Observou-se o primeiro registro de *D. areolatus* e *U. anastrephae* parasitando larvas de *B. carambolae* na América do Sul e o primeiro registro de *A. pelleranoi* parasitando larvas no Brasil. Ainda, no quarto capítulo, *Chrysophyllum cainito* L. é registrado pela primeira vez como hospedeiro de *B. carambolae* no Brasil, a partir de material coletado no Distrito de Fazendinha, Macapá/AP. Ademais, no quinto capítulo, a partir de levantamento realizado em Lethem/Guiana, registraram-se pela primeira vez naquele país *B. carambolae* em *Averrhoa bilimbi* L., *Malpighia emarginata* DC. e *Psidium guajava* L. Por fim, no sexto capítulo observou-se que a lista de hospedeiros naturais de *B. carambolae* passou de 26 para 32 no Brasil, enquanto para a Guiana esse quantitativo passou de 4 para 7. Guiana Francesa e Suriname permaneceram com 20 e 19 hospedeiros registrados de *B. carambolae*, respectivamente.

Palavras-chave: *Bactrocera carambolae*; *Ceratitidis capitata*; *Anastrepha* spp.; Plantas hospedeiras; Parasitoides; Parasitismo.

COSTA, José Victor Torres Alves. **NEW FINDINGS ON FRUIT FLIES (DIPTERA: TEPHRITIDAE) OF ECONOMIC AND QUARANTINEARY IMPORTANCE IN SOUTH AMERICA.** 2023. 212f. Thesis (PhD in Biodiversity and Biotechnology, BIONORTE Network) – Federal University of Amapá, Macapá, 2023.

ABSTRACT

Fruit flies are known worldwide as pests of fruit growing, due to the direct and indirect damage they cause to production. In the Brazilian Amazon, 78 species of *Anastrepha* (Schiner) and two exotic species have been reported: *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock and *Ceratitis capitata* Wiedemann. This research aimed to contribute to the knowledge of fruit flies of economic and quarantine importance in the Brazilian Amazon and South America. For the first chapter, fruit samples were carried out in Macapá, Porto Grande and Santana/AP. Additionally, fruits were purchased at commercial points in Macapá, from other states. A survey was also carried out using McPhail and Jackson traps. Specimens of *C. capitata* were captured in Macapá and Santana and specimens were also obtained from guavas coming from São Paulo. It is argued that the low incidence of *C. capitata* in the region may be due to unfavorable climatic conditions for the species. In chapter two, which covered Oiapoque, *B. carambolae* was obtained from 13 plant species. 8 species of *Anastrepha* were also obtained. Three new records of host plants for *B. carambolae* in Brazil (*Artocarpus heterophyllus* Lam., *Passiflora quadrangularis* L. and *Ziziphus mauritiana* Lam.) were added. The first report of the phygitid species *Aganaspis nordlander* Wharton was made in Amapá. For the third chapter, fruits of two fruit species were collected in Amapá and Pará: *Terminalia catappa* L. and *Carica papaya* L. Two experiments were conducted, one of grouped fruits (*T. catappa* and *C. papaya*), to confirm host, and one from individual fruits (*T. catappa*), to investigate parasitism. From the grouped fruits of the *T. catappa* samples, 480 specimens of *B. carambolae* and 1,228 specimens of *Anastrepha* spp. were obtained, and from the *C. papaya* samples, 26 females and 31 males of *B. carambolae* were obtained. A real parasitism rate of 21.2% was obtained for *Anastrepha* spp. and 1.8% for *B. carambolae* in *T. catappa*, with the parasitoids *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *Utetes anastrephae* (Viereck) and *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) being confirmed. Two new host plants of *B. carambolae* were identified in the Vale do Jari region (Amapá and Pará), one as the first report in Brazil (*T. catappa*) and the other reported for the first time in South America (*C. papaya*). The first record of *D. areolatus* and *U. anastrephae* parasitizing *B. carambolae* larvae in South America and the first record of *A. pelleranoi* parasitizing larvae in Brazil was observed. Furthermore, in the fourth chapter, *Chrysophyllum cainito* L. is recorded for the first time as a host of *B. carambolae* in Brazil, from material collected in the District of Fazendinha, Macapá/AP. Furthermore, in the fifth chapter, based on a survey carried out in Lethem/Guyana, *B. carambolae* was recorded for the first time in that country in *Averrhoa bilimbi* L., *Malpighia emarginata* DC. and *Psidium guajava* L. Finally, in the sixth chapter it was observed that the list of natural hosts for *B. carambolae* increased from 26 to 32 in Brazil, while for Guyana this number increased from 4 to 7. French Guiana and Suriname remained with 20 and 19 registered hosts of *B. carambolae*, respectively.

Keywords: *Bactrocera carambolae*; *Ceratitis capitata*; *Anastrepha* spp.; Host plants, Parasitoids; Parasitism.

LISTA DE FIGURAS, FOTOGRAFIAS, QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1 – Espécies vegetais hospedeiras com maiores números de espécies de <i>Anastrepha</i> no Brasil (2023).....	26
Fotografia 1 – Espécimes de <i>Anastrepha</i> spp.: fêmea (A) e macho (B)	26
Fotografia 2 – Registros de espécimes de <i>B. carambolae</i> macho (A e B) e fêmea (C)	29
Fotografia 3 – Espécime fêmea de <i>Ceratitis capitata</i>	31
Fotografia 4 – Comparação entre as espécies de gêneros diferentes: <i>Ceratitis capitata</i> (a), <i>Bactrocera carambolae</i> (b) e <i>Anastrepha</i> sp. (fêmea) (c) e <i>Anastrepha</i> sp. (macho) (d).....	32
Fotografia 5 – Danos diretos de moscas-das-frutas em carambola.	34

CAPÍTULO I

Figura 1 – Locais de captura de espécimes de <i>Ceratitis capitata</i> , pontos de amostragem de frutos e de instalação de armadilhas Jackson e McPhail.	61
---	----

CAPÍTULO II

Figure 1 – Location of fruit sample collection points in the municipality of Oiapoque, state of Amapá, Brazil.	114
Figure 2 – New hosts of <i>Bactrocera carambolae</i> : A) <i>Artocarpus heterophyllus</i> (Moraceae); B) <i>Passiflora quadrangularis</i> (Passifloraceae); C) <i>Ziziphus mauritiana</i> (Rhamnaceae).	115

CAPÍTULO III

Figura 1 – Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras dos frutos hospedeiros no Vale Jari (Laranjal do Jari, Amapá e Distrito de Monte Dourado, Almeirim, Pará).	123
Figura 2 – A) Vista lateral de Pupários de <i>Anastrepha</i> e <i>Bactrocera</i> (da esquerda para a direita). B) Detalhes da região posterior de <i>Bactrocera carambolae</i> evidenciando os espiráculos enegrecidos.	129
Figura 3 – A) Esqueleto cefalofaríngeo de <i>Bactrocera carambolae</i> inserido no opérculo. B) Esqueleto cefalofaríngeo de <i>Bactrocera carambolae</i> , vista dorsal.	130
Figura 4 – Diagrama do esqueleto cefalofaríngeo de <i>Bactrocera carambolae</i> identificando a morfologia das estruturas, vista lateral.....	131
Figura 5 – Diagrama de Venn da associação entre os espécimes obtidos dos 333 frutos de <i>Terminalia catappa</i> em que houve emergência.	133
Figura 6 – A) <i>Doryctobracon areolatus</i> semi-emergido em pupário de <i>Bactrocera</i>	

<i>carambolae</i> obtido de fruto de <i>Terminalia catappa</i> . B) mandíbula característica de <i>B. carambolae</i> , retirada do pupário.	134
Figura 7 – Comparação entre mandíbulas de <i>Anastrepha</i> e <i>Bactrocera</i> : A) Mandíbula de <i>Anastrepha fraterculus</i> (Canal et al., 2015); B) Mandíbula de <i>Bactrocera carambolae</i> (autores). No detalhe (seta em vermelho), apódema ventral da mandíbula projetando-se posteriormente.	138
CAPÍTULO IV	
Figura 1 – <i>Chrysophyllum cainito</i> . A) Planta adulta, B) Frutos amostrados.	163
CAPÍTULO V	
Figure 1 – Location map of fruit sample collection points in Lethem, Republic of Guyana (purple area). August and September 2022.	170
Figure 2 – <i>Bactrocera carambolae</i> females on carambola (A) and cayenne lemon (B), in Lethem, Republic of Guyana. August and September 2022.	171
CAPÍTULO VI	
Gráfico 1 – Número de trabalhos publicados por ano sobre hospedeiros da mosca-da-carambola na América do Sul.	178
Gráfico 2 – Número de trabalhos sobre hospedeiros da mosca-da-carambola publicados na América do Sul, de 1991 a agosto/2023.	178
Gráfico 3 – Classificação dos trabalhos publicados sobre hospedeiros da mosca-da-carambola na América do Sul.	179
Gráfico 4 – Número de trabalhos publicados sobre hospedeiros da mosca-da-carambola na América do Sul por autor, de 1991 a 2023.	180
Gráfico 5 – Frequência de plantas hospedeiras da mosca-da-carambola em trabalhos publicados na América do Sul, de 1991 a 2023.	183
Figura 1 – Diagrama de Venn das espécies de plantas hospedeiras da mosca-da-carambola em cada país na América do Sul.	184
Figura 2 – Diagrama de Venn indicando as espécies de plantas hospedeiras da mosca-da-carambola em cada país em que ela ocorre na América do Sul.	185

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1 – Espécies de moscas-das-frutas (Tephritidae) e parasitoides (Braconidae) obtidas de frutos coletados em três municípios do Amapá, Brasil (agosto de 2021 a março de 2022). 58
- Tabela 2 – Amostras de frutos para monitoramento de moscas-das-frutas (Tephritidae) adquiridas em pontos de comercialização em Macapá, Amapá, Brasil (abril e maio de 2022). 60
- Tabela 3 – Espécies vegetais hospedeiras de *Ceratitis capitata* na Amazônia brasileira. 63
- Tabela 4 – Espécies vegetais potencialmente hospedeiras de *Ceratitis capitata* amostradas no estado do Amapá no âmbito da Rede Amazônica de Pesquisa sobre Moscas-das-frutas entre os anos de 2005 e 2020. 64

CAPÍTULO II

- Table 1 – Infestation by fruit flies in different plant species in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil (Mar to Sep 2022). 106
- Table 2 – List of fruit flies (Tephritidae) and their host plants in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil. 110
- Table 3 – List of parasitoids and their hosts in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil. 112

CAPÍTULO III

- Tabela 1 – Espécies de moscas-das-frutas e parasitoides obtidos de amostras de frutos agrupados de *Terminalia catappa*, no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil (fevereiro e março de 2022). 128
- Tabela 2 – Espécies de moscas-das-frutas e parasitoides obtidos de amostras de frutos individualizadas de *Terminalia catappa*, por localidade, no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil (fevereiro de 2023). 132
- Tabela 3 – Quantidade de parasitoides emergidos e dissecados dos pupários de *Bactrocera carambolae* e *Anastrepha* e parasitismo real e aparente, experimento com frutos individualizados de *T. catappa* no Vale do Jari, Amapá / Pará, Brasil (fevereiro 2023). 135
- Tabela 4 – Espécies de moscas-das-frutas obtidas de amostras de frutos agrupados de *Carica papaya*, no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil (fevereiro e março de 2022) 136
- S1 Tabela – Número da amostra, data e localização geográfica de *Terminalia catappa* L. coletadas no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil..... 152

S2 Tabela – Número da amostra, data e localização geográfica de *Carica papaya* L. coletadas no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil..... 153

S3 Tabela – Ocorrência de moscas-das-frutas e parasitoides associados aos frutos individualizados (subamostras) de cada planta hospedeira (amostra) de *T. catappa* no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil (fevereiro 2023). 154

CAPÍTULO IV

Tabela 1 – Espécies de moscas-das-frutas obtidas de frutos de *Chrysophyllum cainito* L. no Distrito de Fazendinha, Macapá, Amapá, Brasil (agosto de 2022). 162

CAPÍTULO V

Table 1 – Fruit fly infestation in four plant species in Lethem, Republic of Guyana. August and September 2022. 169

CAPÍTULO VI

Tabela 1 – Plantas hospedeiras de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023. 181

Tabela 2 – Lista de hospedeiros de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023. 189

Tabela 3 – Amostras de plantas hospedeiras infestadas naturalmente por *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023. 196

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	OBJETIVOS	22
2.1	GERAL	22
2.2	ESPECÍFICOS	22
3	HIPÓTESES	23
4	ESTRUTURAÇÃO DA TESE	24
5	REFERENCIAL TEÓRICO	25
5.1	<i>Anastrepha</i> spp.	25
5.2	<i>Bactrocera carambolae</i> (MOSCA-DA-CARAMBOLA)	28
5.3	<i>Ceratitis capitata</i> (MOSCA-DO-MEDITERRÂNEO)	30
5.4	CONCEITOS DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS	32
5.5	IMPACTOS ECONÔMICOS DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS	33
5.6	PLANTAS HOSPEDEIRAS DA MOSCA-DA-CARAMBOLA NA AMÉRICA DO SUL	36
5.7	PARASITOIDES DE MOSCAS-DAS-FRUTAS	37
	REFERÊNCIAS	41
	CAPÍTULO I - <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil: registro de entrada e pressupostos para o seu não estabelecimento .	52
1	INTRODUÇÃO	54
2	METODOLOGIA	55
2.1	AMOSTRAGEM DE FRUTOS	55
2.2	AQUISIÇÃO DE FRUTOS EM PONTOS COMERCIAIS	56
2.3	MONITORAMENTO COM ARMADILHAS TIPO MCPHAIL	56
2.4	MONITORAMENTO COM ARMADILHAS JACKSON	56
2.5	IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA DOS INSETOS	57
3	RESULTADOS	57
3.1	AMOSTRAGEM DE FRUTOS	57
3.2	AQUISIÇÃO DE FRUTOS EM PONTOS COMERCIAIS	57
3.3	MONITORAMENTO COM ARMADILHAS TIPO MCPHAIL	57
3.4	MONITORAMENTO COM ARMADILHAS JACKSON	61
4	DISCUSSÃO	62
4.1	REGISTRO DE ENTRADA	62

4.2	ASSOCIAÇÃO COM HOSPEDEIROS	62
4.3	FORMA DE ENTRADA	66
4.4	PRESSUPOSTOS PARA O NÃO ESTABELECIMENTO.....	67
	REFERÊNCIAS	69
CAPÍTULO II - New findings on carambola fruit fly hosts in South America		74
1	INTRODUCTION.....	77
2	MATERIALS AND METHODS	80
2.1	STUDY AREA.....	80
2.2	SAMPLING PROCEDURES	81
2.3	OBTAINING PUPAE AND ADULT INSECTS	81
2.4	IDENTIFICATION OF COLLECTED INSECTS.....	82
2.5	IDENTIFICATION OF BOTANICAL MATERIAL	83
2.6	DATA ANALYSIS	83
3	RESULTS.....	84
4	DISCUSSION	85
5	REFERENCES CITED	93
CAPÍTULO III - Mosca-da-carambola no Brasil: novos hospedeiros e os primeiros registros de parasitoides associados		116
1	INTRODUÇÃO	118
2	MATERIAL & MÉTODOS	121
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	121
2.2	PROCEDIMENTOS AMOSTRAIS PARA FRUTOS AGRUPADOS.....	124
2.3	PROCEDIMENTOS AMOSTRAIS PARA FRUTOS INDIVIDUALIZADOS.....	124
2.4	IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA DOS INSETOS E ANÁLISE MORFOLÓGICA DOS PUPÁRIOS	125
2.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	126
3	RESULTADOS.....	126
3.1	<i>Terminalia catappa</i> COMO PLANTA HOSPEDEIRA DE <i>B. carambolae</i>	126
3.2	PARASITOIDES OBTIDOS NAS MOSTRAS AGRUPADAS DE <i>T. catappa</i>	129
3.3	ASPECTOS MORFOLÓGICOS DOS PUPÁRIOS E DAS ESTRUTURAS DO ESQUELETO CEFALOFARÍNGEO	129
3.4	AMOSTRAS INDIVIDUALIZADAS DE <i>Terminalia catappa</i> E ASSOCIAÇÕES TRITRÓFICA	131

3.5	<i>Carica papaya</i> COMO PLANTA HOSPEDEIRA DE <i>B. carambolae</i>	136
4	DISCUSSÃO	136
4.1	<i>Terminalia catappa</i> COMO PLANTA HOSPEDEIRA DE <i>Bactrocera carambolae</i> ..	136
4.2	Parasitoides OBTIDOS NAS AMOSTRAS AGRUPADAS DE <i>Terminalia catappa</i> ..	137
4.3	ASPECTOS RELACIONADOS À OCORRÊNCIA DE PARASITISMO EM <i>B. carambolae</i> EM <i>T. catappa</i>	138
4.4	<i>Carica papaya</i> COMO PLANTA HOSPEDEIRA DE <i>B. carambolae</i>	142
5	CONCLUSÕES	144
6	REFERÊNCIAS	144
	ANEXO	152
	CAPÍTULO IV - <i>Chrysophyllum cainito</i> L. (Sapotaceae): novo hospedeiro da mosca-da-carambola no Brasil	157
	CAPÍTULO V - New records of host plants of <i>Bactrocera carambolae</i> Drew and Hancock (Diptera: Tephritidae) in Cooperative Republic of Guyana	164
	CAPÍTULO VI - Plantas hospedeiras de <i>Bactrocera carambolae</i> Drew and Hancock (Diptera: Tephritidae) na América do Sul	172
1	INTRODUÇÃO	175
2	MATERIAL E MÉTODOS	177
3	RESULTADOS	177
3.1	HOSPEDEIROS DA MOSCA-DA-CARAMBOLA NA AMÉRICA DO SUL	181
3.2	CONHECIMENTO ATUAL SOBRE A MOSCA-DA-CARAMBOLA NO BRASIL.....	186
3.3	CONHECIMENTO ATUAL SOBRE A MOSCA-DA-CARAMBOLA NO SURINAME.....	186
3.4	CONHECIMENTO ATUAL SOBRE A MOSCA-DA-CARAMBOLA NA GUIANA FRANCESA	187
3.5	CONHECIMENTO ATUAL SOBRE A MOSCA-DA-CARAMBOLA NA REPÚBLICA DA GUIANA	187
4	CONCLUSÕES	202
	REFERÊNCIAS	204
6	DISCUSSÃO INTEGRADORA	210
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	212

1 INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são conhecidas mundialmente como pragas da fruticultura, devido aos danos diretos e indiretos que causam à produção (Aluja, 1994; Aluja; Mangan, 2008). Na Amazônia brasileira já foram reportadas 78 espécies de *Anastrepha*, metade delas endêmicas (Adaime; Sousa; Pereira, 2023). Além dessas espécies de *Anastrepha*, ocorrem duas espécies exóticas introduzidas na região: *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock (mosca-da-carambola) e *Ceratitis capitata* Wiedemann (mosca-do-mediterrâneo) (Costa *et al.* 2022).

A mosca-da-carambola (*B. carambolae*) é originária da Indonésia, Malásia e Tailândia (Vijaysegaran; Oman, 1991), sendo uma espécie invasora na América do Sul, com registros no Suriname, Guiana Francesa, República da Guiana e no Brasil (Malavasi, 2001, 2015). Em decorrência das restrições quarentenárias impostas por países importadores, a praga é considerada a principal barreira fitossanitária para exportação de frutas produzidas no Brasil (Silva *et al.*, 2004; Godoy; Pacheco; Malavasi, 2011; Ferreira; Rangel, 2015; Miranda; Adami, 2015). Trata-se de uma praga quarentenária presente no Brasil, com ocorrência restrita aos estados do Amapá, Pará e Roraima, sob controle oficial do Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2018a). No Brasil, *B. carambolae* está atualmente associada a 26 espécies vegetais hospedeiras, pertencentes a nove famílias botânicas (Adaime *et al.*, 2023).

A mosca-do-mediterrâneo (*C. capitata*), é originária do continente Africano (White; Elson-Harris, 1992), mas um processo de colonização vem ocorrendo nos últimos 200 anos para áreas tropicais, subtropicais e temperadas quentes em todo o mundo (Silva; Uramoto; Malavasi, 1998; Malacrida *et al.*, 2007). É considerada a espécie mais nociva entre as moscas-das-frutas, por causar mais prejuízos à fruticultura do que qualquer outra, especialmente por ser cosmopolita, altamente invasora e polífaga, além de possuir notável capacidade de adaptação (Liquido; Cunningham; Nakagawa, 1990; Malavasi, 2009; Hernández-Ortiz; Guillén; López, 2010; Zucchi, 2015). No Brasil, *C. capitata* já foi registrada em 116 espécies vegetais hospedeiras de 31 famílias (Zucchi; Moraes, 2023a), em todos os estados da federação, com exceção do Amazonas e do Amapá (Castilho *et al.*, 2019). Silva, Lemos e Zucchi (2011) consideram que a ocorrência da espécie na região amazônica ainda não está bem esclarecida, especialmente quanto a sua distribuição geográfica e colonização de espécies hospedeiras.

Considerando que as moscas frugívoras podem se utilizar de diversas espécies frutíferas para completar seu ciclo e como alimento das larvas e, assim, maximizar o risco de sua multiplicação e proliferação, é de suma importância conhecer estas plantas hospedeiras e avaliar sua infestação (Almeida, 2016). Ainda, é fundamental a realização de pesquisas científicas sobre moscas-das-frutas para melhor compreender a bioecologia das espécies de importância econômica e quarentenária e de potenciais espécies-praga nas condições do Brasil (Lemos, 2014).

Tendo em vista as constantes descobertas de hospedeiros de *B. carambolae* no Brasil, é premente a intensificação do levantamento amostral em campo, com o intuito de identificar novas espécies hospedeiras de interesse econômico ou amplamente relatadas em outros países. De acordo com Lemos *et al.* (2014), é necessário o incremento das informações que estão disponíveis sobre a população de *B. carambolae*, incluindo a sua dinâmica, os dados demográficos, gama de hospedeiros e hospedeiros preferências, dados essenciais para uma orientação mais eficiente de medidas de controle.

Ademais, considerando que o município de Oiapoque é o ponto de ingresso originário de *B. carambolae* no Brasil e, por se tratar de uma região fronteiriça, é necessário um esforço de coleta mais intensivo de amostras de frutos para se entender a dinâmica de ocorrência desta praga e de outras espécies de moscas-das-frutas.

No outro extremo, o Vale do Jari é uma região de extrema importância em razão de ser divisa entre os estados do Amapá e Pará, áreas sensíveis para dispersão de *B. carambolae* e *Anastrepha* spp. Poucos estudos científicos foram realizados na região, isto posto, para diminuir essa lacuna de conhecimento é imprescindível a realização de coletas de frutos, para identificar as espécies de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides associados.

A importância dos estudos sobre moscas-das-frutas na Amazônia brasileira tem sido reconhecida nas últimas duas décadas, especialmente aqueles com enfoque na diversidade, distribuição geográfica e identificação de plantas hospedeiras utilizadas por esses dípteros (Deus *et al.*, 2013; Almeida *et al.*, 2016). Desta forma, estudos focados no esclarecimento das hipóteses de ingresso de determinadas espécies devem ser intensificados e explicar as razões para o não estabelecimento de algumas espécies pode ser decisivo para o entendimento do efeito do clima nesse processo.

Apesar dos avanços envolvendo a descoberta de diversas plantas hospedeiras de *B. carambolae* na América do Sul, os relatos encontram-se dispersos na literatura, sendo

necessário compilar informações em um documento único, propiciando a pronta consulta para subsidiar estudos futuros.

Diante do exposto, questionou-se: *Ceratitis capitata* ocorre no estado do Amapá e quais as razões para que ela não se estabeleça? Existem novas espécies frutíferas hospedeiras de *Anastrepha* spp. e *Bactrocera carambolae* e parasitoides associados no estado do Amapá? Existem parasitoides atuando na regulação populacional de *B. carambolae* no Brasil? Quantas espécies vegetais hospedeiras de *B. carambolae* existem na América do Sul e em que país há maior número de registros?

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Contribuir para o conhecimento das moscas-das-frutas de importância econômica e quarentenária na Amazônia Brasileira e na América do Sul.

2.2 ESPECÍFICOS

a) fazer o registro de entrada de *C. capitata* no estado do Amapá e discutir os possíveis motivos para o seu não estabelecimento;

b) identificar as espécies de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides associados no município de Oiapoque, extremo norte do estado do Amapá, Brasil;

c) reportar novas plantas hospedeiras de *B. carambolae*;

d) verificar a ocorrência de parasitismo em *B. carambolae* no Brasil.

e) realizar um levantamento rápido de frutas potencialmente hospedeiras de *B. carambolae* em Lethem, República Cooperativa da Guiana;

f) elaborar uma revisão sobre plantas hospedeiras de *B. carambolae* na América do Sul.

3 HIPÓTESES

- H0. *Ceratitis capitata* não ocorre no Amapá.
- H1. *Ceratitis capitata* ocorre Amapá.
- H0. Não existem novas associações de espécies de moscas-das-frutas (*Anastrepha* spp. e *Bactrocera carambolae*), suas plantas hospedeiras e parasitoides no município de Oiapoque, extremo norte do estado do Amapá, Brasil.
- H1. Existem novas associações de espécies de moscas-das-frutas (*Anastrepha* spp. e *Bactrocera carambolae*), suas plantas hospedeiras e parasitoides no município de Oiapoque, extremo norte do estado do Amapá, Brasil.
- H0. Não existem novas plantas hospedeiras de *B. carambolae* no Brasil.
- H1. Existem novas plantas hospedeiras de *B. carambolae* no Brasil.
- H0. Não existem parasitoides associados à *B. carambolae* no Brasil.
- H1. Existem parasitoides associados à *B. carambolae* no Brasil.
- H0. Não existem novas plantas hospedeiras de *B. carambolae* em Lethem, República Cooperativa da Guiana.
- H1. Existem novas plantas hospedeiras de *B. carambolae* em Lethem, República Cooperativa da Guiana.

4 ESTRUTURAÇÃO DA TESE

Considerando as principais partes estruturantes, a Tese está organizada da seguinte forma: a primeira parte trata da introdução geral, hipóteses, objetivos, referencial teórico e referências; a segunda parte aborda os capítulos, ajustados às normas das revistas nos quais foram ou serão publicados. São seis capítulos, como se lê:

- a) Capítulo I - *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil: registro de entrada e pressupostos para o seu não estabelecimento;
- b) Capítulo II - New findings on carambola fruit fly hosts in South America;
- c) Capítulo III - Mosca-da-carambola no Brasil: novos hospedeiros e os primeiros registros de parasitoides associados;
- d) Capítulo IV - *Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae): novo hospedeiro da mosca-da-carambola no Brasil;
- e) Capítulo V - New records of host plants of *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock (Diptera: Tephritidae) in Cooperative Republic of Guyana
- f) Capítulo VI – Plantas hospedeiras de *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock (Diptera: Tephritidae) na América do Sul.

A primeira parte da Tese e o capítulo VI estão formatados consoante o regramento do programa BIONORTE, seguindo o modelo fornecido e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os demais capítulos seguiram o modelo e estrutura requeridos pelas revistas aos quais foram ou serão submetidos.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

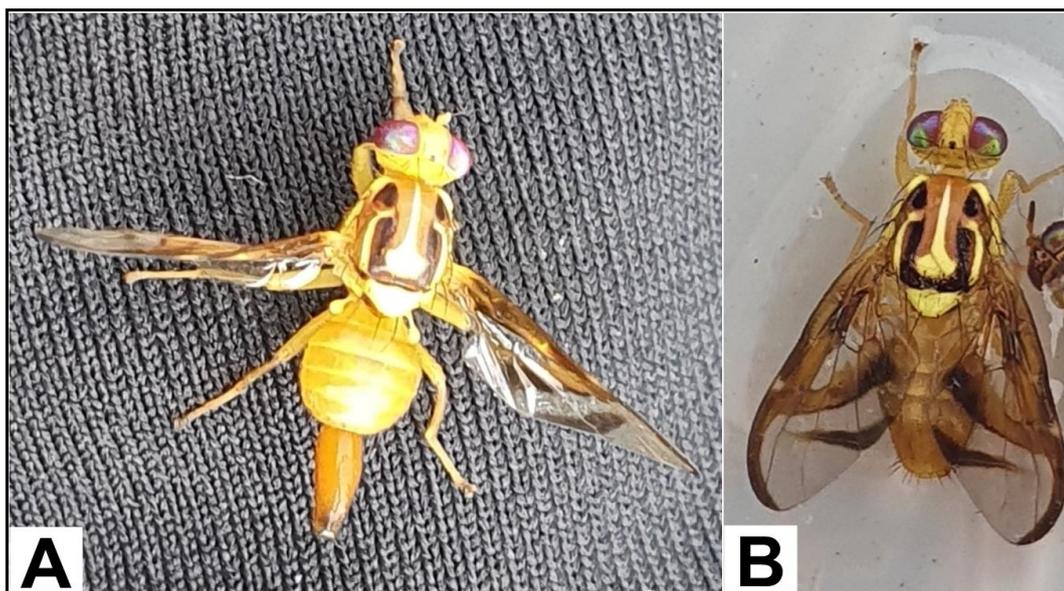
As espécies de moscas frugívoras reportadas como as principais causadoras de dano pertencem à família Tephritidae, sendo estas distribuídas em quatro gêneros economicamente mais importantes - *Anastrepha* Schiner, 1868; *Bactrocera* Macquart, 1835; *Ceratitis* McLeay, 1829 e *Rhagoletis* Loew, 1862 (Norrbon; Carrol; Fredberg, 1998). A família Tephritidae, cujos indivíduos são comumente chamados de tefritídeos, é caracterizada por apresentar nervura subcostal dobrada em ângulo reto (Uramoto; Zucchi, 2009).

Nesta seção são apresentadas informações sobre as moscas-das-frutas de ocorrência na Amazônia brasileira: *Anastrepha* spp., *Bactrocera carambolae* e *Ceratitis capitata*. Na sequência são abordados os conceitos de plantas hospedeiras (hospedeiros naturais, potenciais ou não hospedeiros), os impactos econômicos das moscas-das-frutas, as plantas hospedeiras da mosca-da-carambola na América do Sul e os parasitoides associados às moscas-das-frutas.

5.1 *Anastrepha* spp.

A pluralidade das espécies do gênero *Anastrepha* ocorre na região neotropical, que abrange toda a América do Sul e Central, Caribe e parte do México até as montanhas do Norte (Malavasi; Zucchi; Sugayama, 2000). Este é considerado o gênero de maior importância econômica para as Américas (Deus; Adaime, 2013; Norrbom; Zucchi; Hernández-Ortiz, 1999; Norrbom *et al.* 2021; Zucchi *et al.* 2023).

O gênero é composto por indivíduos que medem cerca de 8 mm de comprimento, são vistosos, possuem em sua maioria coloração amarelada ou marrom e apresentam como característica específica do gênero, ápice da nervura M recurvada anteriormente, alcançando a faixa C geralmente sem ângulo distinto. Ainda, características adicionais devem ser levadas em consideração, tais como: faixa costal usualmente interrompida na altura do pterostigma, faixa em forma de S, que vai da base à extremidade da asa, e outra em forma de V invertido, no bordo posterior. As faixas nas asas podem apresentar variação, podendo ser completas ou incompletas e estarem conectadas ou não. Abaixo hábito de adulto fêmea e macho de *Anastrepha striata* (Fotografia 1) (Norrbon *et al.*, 2012) (FOTOGRAFIA 1).

Fotografia 1 – Espécimes de *Anastrepha striata* Schiner: fêmea (A) e macho (B)

Fonte: Acervo do autor (2022) – Elaborado pelo autor (2023).

O gênero *Anastrepha* é endêmico das Américas, já foram descritas 328 espécies do gênero (Norrbon *et al.*, 2021). Deste total, 128 espécies já foram confirmadas para o Brasil (Zucchi; Moraes, 2023b; Uramoto; Zucchi, 2010; Norrbom; Uchôa, 2011; Canal; Uramoto; Zucchi, 2013; Zucchi *et al.* 2023). Atualmente, na Amazônia brasileira estão reportadas 78 espécies de *Anastrepha*, sendo metade delas consideradas endêmicas (Adaime; Sousa; Pereira, 2023). O estado que conta com o maior número de registros é o Amazonas (41), seguido do Amapá (37) e do Pará (36) (Zucchi; Moraes, 2023b).

As famílias botânicas com maior número de hospedeiros associados a espécies de *Anastrepha* no Brasil são Myrtaceae (66 espécies), Sapotaceae (25) e Fabaceae (18) (Zucchi; Moraes, 2023b) (QUADRO 1).

Quadro 1 – Espécies vegetais hospedeiras com maior números de espécies de *Anastrepha* no Brasil (2023).

Nomes científicos	Nomes vernaculares	Famílias botânicas	Total de espécies de <i>Anastrepha</i>
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Myrtaceae	16
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Goiaba-araçá	Myrtaceae	8
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá	Myrtaceae	7
<i>Spondias purpurea</i> L.	Seriguela	Anacardiaceae	12
<i>Spondias mombin</i> L.	Taperebá	Anacardiaceae	8
<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Cajá-manga	Anacardiaceae	7
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	Anacardiaceae	8

<i>Pouteria caimito</i> Radlk	Abiu	Sapotaceae	8
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	Malpighiaceae	7
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	Oxalidaceae	7

Fonte: Zucchi e Moraes (2023b) – Elaborado pelo autor (2023).

No aspecto econômico, sete espécies são particularmente importantes para o País: *Anastrepha striata* Schiner, *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (*sensu lato*), *Anastrepha grandis* (Macquart), *Anastrepha pseudoparallela* (Loew), *Anastrepha sororcula* Zucchi e *Anastrepha zenildae* Zucchi (Zucchi, 2007; Uramoto; Zucchi, 2010).

A espécie *A. obliqua* está presente em todos os estados da Amazônia e adapta-se em praticamente todo o território brasileiro. *Anastrepha striata*, também está presente em todos os estados da região, sendo considerada mais bem adaptada às condições da Amazônia, visto que não ocorre em vários outros estados brasileiros. Destaca-se, ainda, outras espécies com ampla distribuição na Região Norte: *Anastrepha coronilli* Carrejo & González, *Anastrepha distincta* (Greene), *Anastrepha leptozona* Hendel e *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (em sete estados); *Anastrepha turpinae* Stone (em cinco estados) e *A. sororcula* e *A. zenildae* (em quatro estados) (Zucchi; Silva; Deus, 2011; Zucchi; Moraes, 2023b).

Anastrepha fraterculus foi detectada pela primeira vez na Amazônia brasileira no Estado do Tocantins, em 2004 (Uchôa-Fernandes; Nicácio; Bonfim, 2004). Posteriormente, foi encontrada no Amapá (Silva *et al.*, 2006), no Pará (Lemos *et al.*, 2008), Roraima (Marsaro Júnior *et al.*, 2013) e Amazonas (Costa-Silva *et al.*, 2020), apesar do avanço na Região Norte esta espécie parece não se desenvolver de forma ideal, como nas outras regiões brasileiras (Zucchi; Silva; Deus, 2011). Há, ainda, três espécies do gênero *Anastrepha* que não ocorrem no Brasil, mas que merecem atenção dos órgãos de defesa vegetal, em razão de sua enorme importância dentro do continente americano (Malavasi; Zucchi; Sugayama, 2000). São elas: *Anastrepha ludens* (Loew) (mosca-das-frutas-mexicana), *Anastrepha suspensa* (Loew) (mosca-do-caribe) e *Anastrepha curvicauda* Gerstaecker (mosca-das-frutas-do-mamão).

Anastrepha ludens (Loew) (mosca-das-frutas-mexicana) e *Anastrepha suspensa* (Loew) (mosca-do-caribe), infestam inúmeros hospedeiros, possuindo preferência à família Myrtaceae (Malavasi; Zucchi; Sugayama, 2000). *Anastrepha curvicauda* Gerstaecker (mosca-das-frutas-do-mamão) é umas das principais pragas do cultivo do mamão no exterior (Norrbom *et al.*, 2018), sendo um dos raros exemplos de moscas-das-frutas que atacam sementes (Godoy; Pacheco; Malavasi, 2011).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) define

como praga quarentenária uma espécie de importância econômica potencial para a área em perigo, onde ainda não está presente, ou, quando presente, não se encontre amplamente distribuída e está sob controle oficial (FAO, 2009). Nesse contexto, *A. curvicauda* e *A. suspensa* são enquadradas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) do Brasil como Praga Quarentenária Ausente (PQA) (Brasil, 2018b). Ainda, essas espécies estão listadas entre as 20 PQAs priorizadas que apresentam maior potencial nocivo para o Brasil e que merecem atenção dos órgãos de defesa e pesquisa (Fidelis *et al.*, 2018).

Para o Amapá, entre 2003 a 2013, foram feitos 32 novos registros de *Anastrepha*, aumentando de três para 35 a lista de espécies de moscas-das-frutas no estado (Norrbom; Uchôa, 2011; Silva *et al.*, 2011b; Deus; Adaime, 2013). Atualmente no estado do Amapá são relatadas 37 espécies do gênero, associadas a 36 espécies de plantas hospedeiras (Zucchi; Moraes, 2023b). *Anastrepha striata* é a espécie mais abundante, amplamente distribuída e a mais polífaga que ocorre no estado do Amapá, onde está associada a 46 espécies vegetais hospedeiras, de 16 famílias botânicas, possuindo acentuada preferência por espécies da família Myrtaceae, sendo a goiaba seu principal hospedeiro (Silva *et al.*, 2011b; Jesus-Barros *et al.*, 2012; Almeida, 2016; Zucchi; Moraes, 2023b).

Anastrepha fraterculus é considerada a segunda espécie mais polífaga, com nove hospedeiros conhecidos no Amapá. No entanto, ao contrário do que ocorre em vários outros estados brasileiros, não se apresenta abundante nos levantamentos realizados no Amapá. A maior densidade populacional foi registrada em frutos de *Mouriri acutiflora* Naudin (camutim) (Melastomataceae) (Silva *et al.*, 2011a; Almeida, 2016; Zucchi; Moraes, 2023b).

Anastrepha obliqua e *Anastrepha distincta* Greene infestam frutos de Anacardiaceae e Fabaceae, tendo preferência por *S. mombin* (taperebá) e *Inga edulis* Mart. (ingá-cipó), respectivamente. Juntamente com *A. striata*, são consideradas as três espécies de maior expressão econômica para o Amapá (Silva *et al.*, 2011b; Almeida, 2016; Zucchi; Moraes; 2023b).

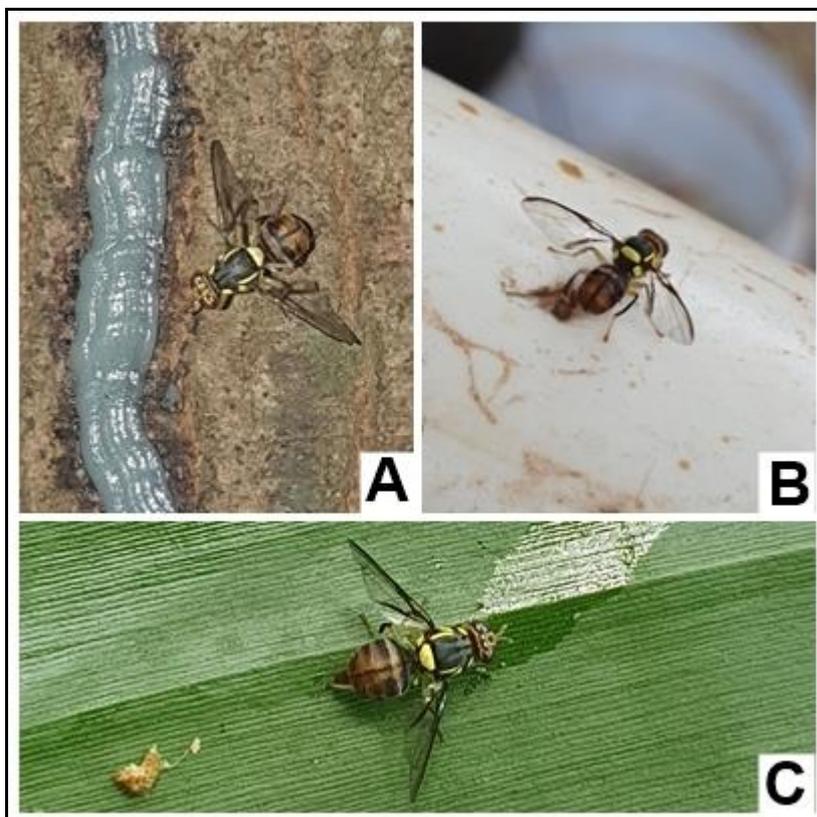
5.2 *Bactrocera carambolae* (MOSCA-DA-CARAMBOLA)

A mosca-da-carambola é uma praga de grande expressão econômica para a fruticultura nacional. A sua importância é decorrente, em princípio, dos danos diretos que podem causar aos frutos hospedeiros e, principalmente, em razão das restrições quarentenárias impostas pelos mercados importadores (Barreto *et al.*, 2011).

Os adultos medem de 7 a 8 mm de comprimento e apresentam a região dorsal do tórax

de coloração negra e mesonoto com duas faixas longitudinais amarelas e o escutelo é inteiramente amarelo. A asa é hialina exceto por uma estreita faixa anterior de coloração marrom. O abdome é amarelado e marcado por listras negras que se encontram formando um “T” (Brasil, 2005) (FOTOGRAFIA 2). A fêmea apresenta, na extremidade do abdômen, um ovipositor, que a difere morfologicamente dos machos.

Fotografia 2 – Registros de espécimes de *B. carambolae*: macho (A e B) e fêmea (C).



Fonte: Acervo do autor (2022 - 2023) – Elaborado pelo autor (2023).

Os adultos têm longevidade de 30 a 60 dias e atingem a maturidade sexual por volta de 8 a 10 dias após a emergência. As fêmeas fazem puncturas nos frutos verdes ou próximos da maturação e depositam de 3 a 5 ovos abaixo do pericarpo. Ao longo da vida as fêmeas podem produzir mais de 1.000 ovos (van Sauers-Muller, 2020). Já no Amapá, em condições de laboratório, o número médio de ovos por fêmea de *B. carambolae* foi $1.088,26 \pm 167,82$ e os adultos atingiram uma longevidade média de $90,70 \pm 9,97$ dias (Jesus-Barros *et al.*, 2017).

Este inseto é considerado polífago (Adaime *et al.*, 2016; Pasinato *et al.*, 2019). Nos países de ocorrência, como o Suriname, Malásia, Indonésia, Índia, Cingapura, Guiana Francesa e Brasil, são relatadas mais de 100 espécies hospedeiras (Chua; Khoo, 1995; Ranganath; Veenakumari, 1995; Baimai; Phinchongsakuldit; Trinachartvanit, 1999; Clarke *et al.*, 2001; Iwaizumi, 2004; Silva *et al.*, 2004; van Sauers-Muller, 2005; Vayssières *et al.*,

2007; Adaime *et al.* 2016; Belo *et al.* 2020). É a única espécie do gênero presente no continente Americano (Zucchi, 2000; Costa *et al.* 2023).

De acordo com Vijaysegaran e Oman (1991) e Almeida (2016), *B. carambolae* predomina em áreas urbanas e são ocasionalmente encontradas em florestas tropicais não influenciadas pela atividade antrópica. Entretanto, Lemos *et al.* (2014) registraram a ocorrência dessa espécie em frutos nativos da região Amazônica, estado do Amapá, por exemplo, em *Eugenia stipitata* (McVaugh) (Myrtaceae) e *Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma (Sapotaceae), coletado em propriedade rural. Há ainda o registro como planta hospedeira de *Calycolpus goetheanus* (Mart. ex DC.) O. Berg (Myrtaceae), outra espécie nativa (Belo *et al.*, 2020).

Do ponto de vista quarentenário, esta praga é considerada presente, sob controle oficial desde 1997, sendo o MAPA órgão responsável pela coordenação da condução do Subprograma de *Bactrocera carambolae* (Brasil, 1997, 2015, 2017, 2018a). Desta forma, estudos sobre os hospedeiros naturais da mosca-da-carambola, devem ser realizados de forma sistemática para acompanhar a dinâmica dessa praga.

5.3 *Ceratitis capitata* (MOSCA-DO-MEDITERRÂNEO)

Ceratitis capitata é originária do continente Africano e seu primeiro relato no Brasil ocorreu em frutos de citros no estado de São Paulo, em 1901 (Ihering, 1901). A introdução desta espécie na Amazônia brasileira foi possivelmente decorrente da aquisição de frutos infestados oriundos de outros estados (Silva; Lemos; Zucchi, 2011). A partir de 1996, essa espécie avançou na Amazônia, sendo detectada inicialmente em Rondônia (Ronchi-Teles; Silva, 1996), posteriormente no Pará (Silva; Uramoto; Malavasi, 1998), Maranhão (Oliveira *et al.*, 1998), Tocantins (Bomfim; Uchôa; Bragança, 2004), Mato Grosso (Pontes, 2006), Roraima (Trassato *et al.*, 2017) e Acre (Adaime *et al.*, 2017). Até o momento, a praga não foi reportada apenas nos estados do Amazonas e Amapá (Castilho *et al.*, 2019).

No âmbito do Amapá, foi realizado um esforço amostral intensivo de coleta de frutos, sem haver a detecção do inseto (Adaime *et al.*, 2023). Ainda, foi realizado um monitoramento nos períodos entre 2004 a 2006 (municípios de Macapá, Santana, Porto Grande e Mazagão) e 2008 a 2010 (municípios de Laranjal do Jari, Macapá e Santana) para possível detecção da praga, com a utilização de armadilhas Jackson com o atrativo sexual trimedlure (paraferomônio sexual sintético que atrai exclusivamente machos de *C. capitata*), sem haver ocorrência da praga (Adaime *et al.*, 2012).

Trata-se da única espécie do gênero que ocorre no Brasil e, entre os tefritídeos, é a mais polífaga, com ampla ocorrência a nível mundial (Nava; Botton, 2010).

O indivíduo adulto de *C. capitata* mede de 4 a 5 mm de comprimento e 10 mm a 12 mm de envergadura. Apresenta coloração predominantemente amarela, com olhos castanho-violáceos. O tórax é preto na face superior, com desenhos brancos simétricos, o abdome é amarelo, com duas listras transversais acinzentadas, e as asas são transparentes, com listras amarelas, sombreadas (Nava; Botton, 2010) (FOTOGRAFIA 3).

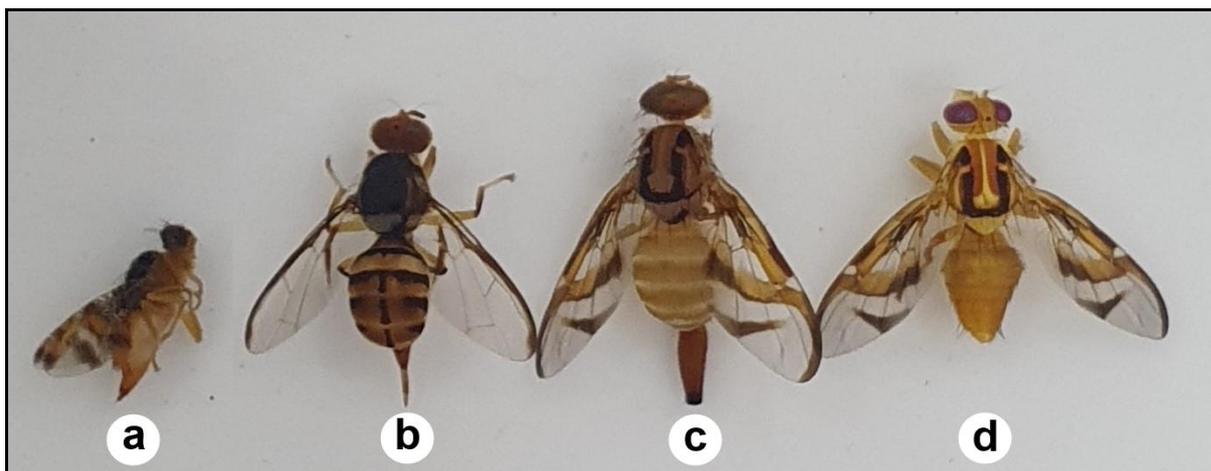
Fotografia 3 – Espécime fêmea de *Ceratitis capitata*



Fonte: Acervo do autor (2022) – Elaborado pelo autor (2023).

Na Fotografia 4 está evidenciada a comparação de *Ceratitis capitata* e outras espécies de moscas-das-frutas dos gêneros *Bactrocera* e *Anastrepha* que possuem espécies de importância econômica nas Américas.

Fotografia 4 – Comparação entres espécies de gêneros diferentes: *Ceratitis capitata* (fêmea) (a), *Bactrocera carambolae* (b), *Anastrepha striata* Schiner (fêmea) (c) e *Anastrepha striata* Schiner (macho) (d)



Fonte: Acervo do autor (2022) – Elaborado pelo autor (2023).

5.4 CONCEITOS DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS

As plantas hospedeiras são aquelas em que o inseto completa o seu ciclo de vida na natureza (Almeida, 2016). A escolha da planta hospedeira não é só resultado de um comportamento simples, trata-se de uma hierarquia dinâmica de vários componentes (Aluja; Mangan, 2008). As moscas-das-frutas tendem a estabelecer íntima associação com frutos hospedeiros de determinada família botânica e suas populações tendem a aumentar ou decrescer em função do ciclo fenológico e da disponibilidade dos seus hospedeiros em campo (Jirón; Hedstrom, 1991). Segundo Aguiar-Menezes e Menezes (1996), nos períodos em que a oferta de hospedeiros preferenciais é menor, os hospedeiros alternativos assumem uma função importante na sobrevivência e na manutenção da população de moscas frugívoras.

A designação/determinação da relação de uma espécie de mosca-das-frutas com sua planta hospedeira representa um fenômeno muito complexo. Tentando estabelecer um consenso, Aluja e Mangan (2008), revisando os aspectos evolutivos, biológicos, ecológicos, fisiológicos e comportamentais mais importantes, buscaram definir os parâmetros para determinar se uma espécie é um hospedeiro natural, um hospedeiro condicional (potencial ou artificial) ou um não hospedeiro. Este trabalho clássico foi um dos mais relevantes na concepção da Norma Internacional para Medida Fitossanitária (NIMF) n.º 37, que trata da determinação do *status* de frutos hospedeiros de moscas-da-frutas (Tephritidae).

A definição do *status* de uma planta como hospedeiro para moscas-das-frutas nada mais é que a classificação de uma espécie de planta ou cultivar entre hospedeiro natural, hospedeiro condicional ou não hospedeiro para uma determinada espécie (FAO, 2018).

Aluja e Mangan (2008) consideram como hospedeiro natural a fruta ou espécie vegetal inequivocamente encontrada infestado em condições de campo totalmente naturais (ou seja, nada é manipulado). A NIMF n.º 37 estabelece que hospedeiro natural é uma espécie de planta ou cultivar em que foi demonstrado cientificamente que em condições naturais se encontrou infestada pela espécie alvo de moscas-das-frutas, sendo capaz de sustentar o seu desenvolvimento até se tornarem adultos viáveis (FAO, 2018).

O hospedeiro condicional é uma espécie de planta ou cultivar que não é um hospedeiro natural, mas foi cientificamente demonstrada a possibilidade de ser infestado pela espécie alvo de mosca-da-fruta e é capaz de sustentar seu desenvolvimento até se tornarem adultos viáveis, conforme concluído a partir das condições de campo seminaturais com requisitos pré-estabelecidos (FAO, 2018). De acordo com Aluja e Mangan (2008), trata-se de uma planta hospedeira inequivocamente não encontrada infestada no campo, mas que pode ser infestada sob condições manipuladas (também chamado de hospedeiro potencial ou artificial).

Um não-hospedeiro é uma espécie de planta ou cultivar que não foi encontrada infestada pela espécie alvo da mosca-da-fruta ou que não é capaz de sustentar seu desenvolvimento até se tornarem adultos viáveis em condições de campo naturais ou seminaturais estabelecidas na NIMF n.º 37 (FAO, 2018).

Para que se proceda o relato na natureza de infestações de frutos hospedeiros de moscas-das-frutas, algumas diretrizes devem ser cumpridas, como exemplo a existência de infestação em campo em condições totalmente naturais, informações quantitativas sobre os níveis de infestação (larva por quilograma de frutos, taxa de frutos infestados, mortalidade de larvas e pupas, proporção de emergência de adultos), análise de amostras isoladas, informações sobre a parte da planta atacada, fenologia, sanidade do hospedeiro e identificação dos hospedeiros e espécimes de moscas-das-frutas por especialistas (Aluja; Mangan, 2008).

5.5 IMPACTOS ECONÔMICOS DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS

A família Tephritidae está entre os principais grupos de insetos fitófagos de importância econômica mundial (Aluja, 1994). Suas larvas se desenvolvem em frutos de várias espécies de árvores frutíferas, se alimentando da polpa, tornando-os impróprios para

venda, consumo *in natura* ou industrialização (Paranhos *et al.*, 2004; Aluja; Mangan, 2008) (FOTOGRAFIA 5).

Fotografia 5 – Danos diretos de moscas-das-frutas em carambola.



Fonte: Acervo do autor (2022) – Elaborado pelo autor (2023).

Além disso, algumas das espécies podem tornar a exportação inviável, devido às restrições de barreiras econômicas impostas pelos países importadores de frutos frescos onde não há presença de praga específica, causando, assim, danos indiretos (Malavasi, 2000; Paranhos *et al.*, 2004).

De acordo com Uramoto e Zucchi (2010) *A. striata*, *A. obliqua*, *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. pseudoparallela*, *A. sororcula* e *A. zenildae* são as espécies do gênero *Anastrepha* de maior relevância nas condições brasileiras. Dos organismos exóticos ocorrem, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), a mosca-do-mediterrâneo, e *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock, a mosca-da-carambola (Zucchi, 2000; Ferreira, 2019).

Das 328 espécies do gênero *Anastrepha* (Norrbom *et al.*, 2021) ocorrem 128 (39,02%) no Brasil (Zucchi; Moraes, 2023b). Na Amazônia brasileira ocorrem 60,94% (78 espécies) das registradas para o Brasil e, destas, 19 espécies ocorrem exclusivamente na região (Ronchi-Teles, 2000; Silva; Ronchi-Teles, 2000; Zucchi; Moraes, 2023b).

Em nível mundial, *C. capitata* é a responsável pela maior parte dos danos, por se encontrar distribuída em praticamente todo o globo (Nascimento; Carvalho, 2000), pelo fato das larvas se alimentarem de ampla gama de frutíferas de importância econômica, sendo conhecidas mais de 300 espécies de hospedeiros, pertencentes a pelo menos 69 famílias.

No Brasil, a mosca-do-mediterrâneo já foi registrada em 116 espécies vegetais hospedeiras (Zucchi; Moraes, 2023a), sendo que se destaca economicamente nas culturas de citros, mamão e manga, principalmente por dificultar a exportação de frutas frescas em face

das restrições quarentenárias impostas pelos países importadores (Martins *et al.*, 2011; Morelli; Paranhos; Costa, 2012; Raga; Souza-Filho, 2021). De todas as espécies hospedeiras, 40% pertencem a apenas cinco famílias de plantas hospedeiras: Myrtaceae (5%), Rosaceae (11%), Rutaceae (9%), Sapotaceae (6%) e Solanaceae (9%) (Liquido; Shinoda; Cunningham, 1991).

Importante ressaltar que no Submédio Vale do São Francisco, localizado na região sertaneja no oeste do estado de Pernambuco e norte do estado da Bahia, principal região produtora de frutas tropicais frescas do Brasil, as espécies do gênero *Anastrepha* e *C. capitata* ocorrem com maior frequência nos pomares de uva e manga (Paranhos *et al.*, 2008; Ferreira, 2019).

Outra espécie que pode impactar o Submédio Vale do São Francisco é *Bactrocera carambolae* que é uma espécie polífaga, com 26 espécies vegetais hospedeiras registradas no Brasil (Adaime *et al.*, 2023), afetando frutos de alta relevância econômica para o país, como citros e manga.

Algumas espécies de moscas-das-frutas são consideradas quarentenárias, sendo as principais pragas de frutíferas cultivadas em todo o mundo, podendo provocar perdas de aproximadamente US\$ 120 milhões por ano à fruticultura brasileira, e mais de US\$ 2 bilhões em escala mundial (MOSCAMED, 2019). Esses impactos negativos acarretaram prejuízos na Califórnia na safra de 1991 que variaram entre US\$ 44 a 176 milhões, incluindo a perda de safra, uso adicional de pesticidas e exigências quarentenárias (White; Elson-Harris, 1992).

Drew (1997) afirma que o surto de *Bactrocera papayae* Drew & Hancock, em Queensland, Austrália, foi um desastre social e econômico para o país, que só foi superado após a erradicação da praga, ao custo de US\$ 32,5 milhões, e o restabelecimento das exportações comerciais (De Meyer *et al.*, 2010; Silva, 2010).

De acordo com Miranda, Nascimento e Ximenes (2015), nas condições brasileiras para o ano de 2015, a perda estimada com o impacto da dispersão de *B. carambolae*, somente na cultura da manga, será de R\$ 366 milhões, levando em conta a perda direta para as áreas de produção no primeiro triênio (R\$ 176 milhões) e em relação às exportações (R\$ 190 milhões), em razão do embargo fitossanitário dos países importadores.

As perdas anuais advindas do estabelecimento da mosca-da-carambola na região Nordeste e no estado de São Paulo seriam de R\$ 43,1 milhões e R\$ 51,9 milhões, respectivamente, no que tange à redução de postos de emprego, estimada com base na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego. Esses valores se tornam ainda mais expressivos se considerar que foram calculados levando-se em

consideração unicamente a cultura da manga, para a região Nordeste, e a cultura da laranja, para o estado de São Paulo (Miranda; Nascimento; Ximenes, 2015).

Desta forma, considerando apenas as exportações de frutas frescas de *Mangifera indica* L. (manga), *Citrus sinensis* L. (laranja) (Rutaceae), (*Psidium guajava* L.) (goiaba) e *Citrus reticulata* L. (tangerina) (Rutaceae), hospedeiras da praga, a dispersão da mosca-da-carambola teria o potencial de abalar um mercado de US\$ 207.707.099,00 em 2022 (AGROSTAT, 2023).

A relação benefício-custo da erradicação de *B. carambolae* no território brasileiro varia de 26,4 a 35,7, dependendo do cenário de estabelecimento da praga, o que significa dizer que para cada R\$ 1,00 investido pelo Governo Federal no Subprograma de *Bactrocera carambolae* (programa oficial de controle criado com o objetivo de suprimir e erradicar a população de *B. carambolae* no Amapá), o retorno é de R\$ 26,40 a R\$ 35,70 (Miranda; Adami, 2015).

Analisando um empreendimento instalado no polo frutícola do Vale do Rio Brumado, na Bahia, Aguiar e Nascimento (2011) obtiveram que os custos referentes às atividades de controle das moscas-das-frutas representaram em média, nas safras de 2006 a 2008, 7,8% do valor total do custo de produção e, quando somados os custos de execução do monitoramento, esse valor correspondeu em média a 9,2% do custo total de produção de manga.

Assim sendo, medidas de prevenção e controle para moscas-das-frutas são importantes para manutenção de mercados e incremento da produção.

5.6 PLANTAS HOSPEDEIRAS DA MOSCA-DA-CARAMBOLA NA AMÉRICA DO SUL

No mundo, existem 100 espécies de plantas frutíferas pertencentes a 38 famílias e 58 gêneros com infestações validadas por *B. carambolae* em condições naturais de campo, constituindo a lista provisória de plantas hospedeiras regulamentadas no âmbito dos EUA (Liquido *et al.*, 2016). Este trabalho considerou os relatos de hospedeiros da praga, tanto na região de origem quanto na América do Sul.

No Brasil, a lista de hospedeiros potenciais oficialmente publicada pelo MAPA, via Instrução Normativa n.º 38, de 1º de outubro de 2018, indica 37 espécies, pertencentes a 14 famílias e 23 gêneros (Brasil, 2018a). Os relatos de ocorrência reportados nas listas regulamentadas devem ser analisados seguindo critérios científicos definidos. Assim, é importante distinguir os hospedeiros definidos no aspecto regulamentar e os que são efetivamente reportados com diretrizes científicas mínimas.

Como se vê, Liquido *et al.* (2016) destacam ainda que 40 espécies de plantas possuem “*status* de hospedeiro indeterminado” para *B. carambolae*. Esta categoria é conferida a uma espécie de planta que não possui registro validado de infestação por *B. carambolae* em condições naturais de campo e sua associação é baseada em infestação laboratorial registrada ou mera listagem como hospedeiro sem quaisquer dados verificáveis de acompanhamento, ou ambos.

Importante ressaltar que para o Amapá os dados sobre as moscas-das-frutas, em especial da mosca-da-carambola, já foram muito incipientes no passado. Nos últimos 20 anos avanços ocorrem no estado, em razão principalmente da implementação da rede amazônica de pesquisa em moscas-das-frutas (Fase I: 2007-2010 e Fase II: 2011-2014) (Adaime *et al.*, 2023). Uma expressiva quantidade de frutos foi amostrada nesse período e diversas publicações foram originadas dessa iniciativa. Assim, em razão desse esforço amostral, estão registrados atualmente no Brasil um total de 26 espécies vegetais hospedeiras de *B. carambolae* (Adaime *et al.*, 2023).

No Suriname, é importante destacar os trabalhos de van Sauers-Muller (1991, 2005), onde foram coletadas cerca de 11.000 amostras de frutos, durante 12 anos de trabalho. Neste período foram registradas 20 espécies vegetais hospedeiras da praga, classificados como infestação entre forte ou ocasional.

Na Guiana Francesa, Vayssières *et al.* (2013) registraram, no período de 2001 a 2003, 14 espécies hospedeiras de *B. carambolae* em amostras coletadas em campo, com esforço amostral de 880 kg de 45 espécies frutíferas em 22 famílias.

Na República Cooperativa da Guiana, o trabalho produzido por Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013) é a principal referência de descoberta de novos hospedeiros de *B. carambolae*, para essa compilação foram considerados apenas os hospedeiros naturais obtidos em coletas de campo.

Ressalta-se que os dados dos diversos países da América do Sul estão dispersos na literatura, sendo premente a necessidade de selecionar, compilar e agrupar os referidos dados. Ainda, as informações sobre as plantas hospedeiras de *B. carambolae* requerem atualização e revisão cabíveis à medida que novos dados científicos se tornam disponíveis.

5.7 PARASITOIDES DE MOSCAS-DAS-FRUTAS

No Brasil, estão associados a moscas-das-frutas de importância econômica 12 espécies de braconídeos das subfamílias Alysiinae (duas espécies) e Opiinae (10 espécies)

(Hymenoptera: Braconidae), sendo duas dessas espécies introduzidas [*Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) e *Fopius arisanus* (Sonan)]. Mais da metade das espécies pertencem ao gênero *Doryctobracon*, sendo *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) a espécie mais amplamente distribuída no Brasil (Marinho; Costa; Zucchi, 2018).

Na Amazônia brasileira, 11 espécies de parasitoides de moscas-das-frutas foram registradas, sendo que a maioria das espécies pertence a Braconidae (8 espécies). Na região, *D. areolatus* e *Opius bellus* (Gahan) (Hym.: Braconidae) são as espécies mais difundidas, tendo sido encontrada em todos os estados (Sousa *et al.*, 2021; Barreto, *et al.*, 2022).

Destaca-se que alguns desses braconídeos, como *D. longicaudata*, *F. arisanus* (exóticos), *D. areolatus* e *Doryctobracon brasiliensis* (Szépligeti) (Hym.: Braconidae) (nativos) têm sido utilizados para o controle biológico de moscas-das-frutas (Marinho; Costa; Zucchi, 2018).

Os levantamentos faunísticos de parasitoides são de grande importância para se conhecer a diversidade das espécies e a estrutura de suas comunidades (Sá, 2006). Segundo Garcia *et al.* (2020), a maioria das espécies de parasitoides de moscas-das-frutas (53%) está associada ao gênero *Anastrepha*, enquanto 35,3%, 31,4% e 7,8% de todas as espécies de parasitoides estão associadas a *Rhagoletis*, *Ceratitis* e *Bactrocera*, respectivamente.

Os gêneros, *Bactrocera* e *Ceratitis*, não possuem um gênero de parasitoide atuando de forma específica. O gênero *Doryctobracon* Enderlein, com maior riqueza de espécies, está associado tanto a *Anastrepha* quanto a *Ceratitis*. *Coptera* Say e *Opius* (Wesmael) são os únicos gêneros de parasitoides associados aos quatro gêneros de moscas-das-frutas de importância econômica (Garcia *et al.*, 2020).

Para o gênero *Bactrocera* foram obtidas associações com os gêneros de parasitoides *Opius*, *Coptera*, *Pteromalus* e *Spalangia* nos países de origem (Garcia *et al.*, 2020). No Brasil, em que pese os esforços de pesquisa, não há relatos de parasitoides nativos associados a *B. carambolae* (Adaime *et al.*, 2023). López, Aluja e Sivinski (1999) pontuaram, em estudos com parasitoides em diversos países, que o mais abundante e disseminado parasitoide nativo de *Anastrepha* é *D. areolatus*. Os autores observaram que a maioria das espécies de parasitoides é generalista. Além disso, muitas espécies nativas de parasitoides são encontradas preferencialmente parasitando larvas de *Anastrepha* em frutíferas nativas silvestres.

Uma espécie de parasitoide com potencial para controle biológico para os gêneros *Ceratitis* e *Bactrocera* é *F. arisanus*. Trata-se de um endoparasitoide solitário de moscas-das-frutas, pertencente à família Braconidae, nativo da região indo-australiana. Este parasitoide foi relatado atacando ovos e larvas do primeiro estágio de moscas-das-frutas do gênero

Bactrocera e *Ceratitis*, dos quais emergem do pupário 18-20 dias após a oviposição. *Fopius arisanus* tem demonstrado ampla dominância sobre outros parasitoides presentes em cafezais e pomares de goiabeira infestados por *C. capitata* e *Bactrocera dorsalis* (Hendel) no Havaí. (Montoya; Cancino, 2004). Ademais, segundo Montoya e Cancino (2004), a espécie *D. longicaudata* foi encontrado parasitando pelo menos 14 espécies do gênero *Bactrocera*.

A partir do ano 2000, algumas liberações do parasitoide exótico *D. longicaudata* foram realizadas, como uma tentativa de controle biológico de *B. carambolae* na fronteira do Brasil (estado do Amapá) com a Guiana Francesa (Vayssières *et al.*, 2013). Alguns anos depois, foi realizado um levantamento de parasitoides de moscas-das-frutas em que apenas *D. longicaudata* emergiu de pupas da mosca-da-carambola. Os autores atribuem essa ocorrência às liberações massivas do ano 2000, em colaboração com a Embrapa, ao longo do rio Oiapoque. Este ponto é importante em relação a futuros programas de atividades de controle biológico. O percentual de parasitismo também foi variável, chegando ao máximo de 14,3%.

O mesmo fato não foi observado por Adaime (2016), que ao longo de 10 anos de trabalho e mais de 3.000 kg de frutos coletados no estado do Amapá, não observou nenhuma espécie de parasitoide nativo ou exótico associada a *B. carambolae*.

Salienta-se, ainda, que segundo Vayssières *et al.* (2013), nenhuma espécie de parasitoide nativa emergiu de amostras de *B. carambolae* na Guiana Francesa durante o período de 2001 a 2003. Discorrem os autores que não há evidências de que os parasitoides locais não tenham desenvolvido a capacidade de detectar e atacar estágios imaturos dessa nova espécie invasora. É possível que eles possam atacar, mas que não conseguem se desenvolver devido à baixa adequação ao fruto hospedeiro ou a uma forte resposta do sistema imunológico da mosca-da-carambola. Apesar desse relato, os autores indicaram nos dados coletados a presença de *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) (Hym.: Figitidae), que é um endoparasitoide coinobionte de larvas de moscas-das-frutas, nativo da região neotropical (Gonçalves, 2012).

Chinajariyawong *et al.* (2000) pesquisaram parasitoides braconídeos da subfamília Opiinae em *B. carambolae* na Tailândia e Malásia, encontrando relação entre esta espécie com *D. longicaudata*, *F. arisanus*, *Fopius vandenboschi* (Fullaway), *Psytalia incisi* (Silvestri), *Psytalia makii* (Sonan), *Psytalia* sp. nr. *fletcheri* e *Psytalia* sp. nr. *makii*.

No estado do Amapá, atualmente, nove espécies de parasitoides de moscas-das-frutas estão assinaladas: *Asobara anastrephae* (Muesebeck); *D. areolatus*, *Doryctobracon crawfordi* (Viereck), *Doryctobracon adaimi* Marinho & Pentead-Dias, *Doryctobracon whartoni* Marinho & Pentead-Dias, *O. bellus*, *Utetes anastrephae* (Viereck) (Hymenoptera:

Braconidae), *A. pelleranoi* e *Odontosema albinerve* Kieffer (Hymenoptera: Figitidae) (Sousa *et al.*, 2021).

D. areolatus e *O. bellus* são as espécies com maior potencial para atuar na regulação populacional de moscas-das-frutas nas condições do Amapá, devido sua abundância. Contudo, ressaltam Deus e Adaime (2013) que *D. areolatus* é a espécie predominante, representando mais de 50% dos indivíduos em diferentes estudos conduzidos no estado, sendo associado a seis espécies de moscas-das-frutas em hospedeiros silvestres e cultivados. As demais espécies de parasitoides são consideradas frequentes, mas geralmente, ocorrem poucos indivíduos (Deus; Adaime, 2013).

Levantamentos mais aprofundados buscando verificar a possível existência de novas associações de parasitoides, em especial, objetivando o controle biológico de *B. carambolae*, devem ser realizados no âmbito do Amapá.

REFERÊNCIAS

- ADAIME, R. Parasitoides no controle biológico de Tefritídeos na amazônia brasileira. *In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, IX CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENTOMOLOGIA, 21.*, 2016, Alagoas. **Anais [...]**. Alagoas: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2016. p. 21.
- ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R.; BARIANI, A.; LIMA, A. L.; CRUZ, K. R.; CARVALHO, J. P. **Novos Registros de Hospedeiros da Mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no Estado do Amapá/Brasil**. Macapá: Embrapa Amapá, 2016. 5 p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 146).
- ADAIME, R.; PEREIRA, J. D. B.; PEREIRA, J. F.; MARSARO JÚNIOR, A. L. **Monitoramento para detecção de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2012. 4 p. (Embrapa Amapá: Comunicado Técnico, 126).
- ADAIME, R.; PEREIRA, J. D.B.; SOUZA, M. S. M.; JESUS, C. R.; SOUZA, F. M. F.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides no estado do Amapá. Amapá. *In: ZUCCHI, R. A.; MALAVASI, A.; ADAIME, R. NAVA D. E. (ed.). Moscas-das-frutas no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Piracicaba: FEALQ, 2023. v. 2, p. 51-68.
- ADAIME, R.; SANTOS, R. S.; AZEVEDO, T. S.; VASCONCELOS, A. S.; SOUSA, M. S. M.; SOUZA-FILHO, M. F. First record of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in the state of Acre, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 10, p. 259-260, 2017.
- ADAIME, R.; SOUSA M. S. M.; PEREIRA, J. F. **Anastrepha species and their host in the Brazilian Amazon**, 2023. Disponível em: <http://anastrepha.cpaefap.embrapa.br>. Acesso em: 06 set. 2023.
- AGROSTAT, Indicadores Gerais **AGROSTAT**. 2023. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível: <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index>. Acesso em: 09 ago. 2023.
- AGUIAR, W. M. M.; NASCIMENTO, A. S. do. **Análise dos custos do programa de controle das moscas-das-frutas na cultura da manga no polo frutícola do Vale do Rio Brumado, BA**. [2011]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/59117/1/Analise-dos-custos-doprograma-de-controladas-moscas-das-frutasna-cultura-da-manga-nopolo-fruticola-do-Vale-doRio-Brumado-BA.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- AGUIAR-MENEZES, E.L.; MENEZES, E.B. **Flutuação populacional das moscas-das-frutas e sua relação com a disponibilidade hospedeira em Itaguaí**. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15.*, 1996, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Sociedade Entomológica do Brasil, 1996. vol. 25, n. 2, p. 223-232.
- ALMEIDA, R. R. do. **Dípteros (Tephritidae e Lonchaeidae) associados à produção de frutas na Ilha de Santana, Amazônia Brasileira**. Macapá. 2016. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical - Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2016.
- ALMEIDA, R. R.; CRUZ, K. R.; SOUSA, M. S. M.; COSTA, N. S. V.; JESUS, B C. R.;

LIMA, A. L.; ADAIME, R. Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associated with fruit production on Ilha de Santana, Brazilian Amazon. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 3, p. 426-436, 2016.

ALUJA, M.; Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p.155-178, 1994.

ALUJA, M.; MANGAN, R. L. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host Status Determination: Critical Conceptual, Methodological, and Regulatory Considerations. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 473-502, 2008.

BAIMAI, V.; PHINCHONGSAKULDIT, J.; TRINACHARTVANIT, W. Metaphase karyotypes of fruit flies of Thailand (III): six members of the *Bactrocera dorsalis* complex. **Zoological Studies**, v. 38, n. 1, p. 110-118, 1999.

BARRETO, M. C.; SILVA, P. C. G.; CARVALHO, A. C. A.; ALMEIDA, C. O.; WANDER, A. E. Impactos socioeconômicos da dispersão da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) à fruticultura nacional. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. de P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia Brasileira: : diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011, p. 185-195.

BARRETO, M. R.; SOUSA, M. S. M.; ADAIME, R.; ZUCCHI, R. A. Fruit flies in the Mato Grosso state, Brazil: Increasing knowledge about diversity, host plants and parasitoids. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 2, e1500, 2022.

BELO, A. P. D.; ROCHA, L. M. S.; CORRÊA, J. M. G.; FERREIRA, R. M. A.; COSTA, NE, S. V.; SOUSA, M. S. M.; ADAIME, R.; LEMOS, L. N. New host plants records of *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock, 1994 and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Entomological Communicatons**, n. 2, p. ec02036, 2020.

BOMFIM, D. A.; UCHÔA, F, M. A.; BRAGANÇA, M. A. L. Espécies de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) no Estado do Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos [...]**. Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004. p. 655.

BRASIL. Decreto n.º 2226, de 19 de maio de 1997. Considera de emergência fitossanitária a região compreendida pelo Município do Oiapoque e circunvizinhanças no Estado do Amapá, para implementação do plano de suspensão e erradicação de *Bactrocera carambolae*, detectada naquela localidade. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, DF. 20 mai. 1997. Seção 1, p. 10.333.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Atenção praga perigosa: programa de erradicação da mosca da carambola (*Bactrocera carambolae*)**. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 24, de 8 de setembro de 2015. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Seção 1, Brasília, DF, 9 set. 2015. p. 3-4 Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=09/09/2015&totalArquivos=84>. Acesso em: 17 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 28, de 20 de julho de 2017. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Seção 1, Brasília, DF, 26 jul. 2017, p.8. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19198212/do1-2017-07-26-instrucao-normativa-n-28-de-20-de-julho-de-2017-19198003. Acesso em: 13 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 1 de outubro de 2018. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Seção 1, Brasília, DF, 2 out. 2018a, p. 14. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43461167/do1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-38-de-1-de-outubro-de-2018-43461024. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 39, de 1 de outubro de 2018. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Seção 1 Brasília, DF, 2 out. 2018b. p. 11-14. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43461167/do1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-39-de-1-de-outubro-de-2018-43461024. Acesso em: 09 set. 2023.

CANAL, N. A.; URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. Two new species of *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae) closely related to *Anastrepha pickeli* Lima. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 52-57, 2013.

CASTILHO, A. P.; BRANDÃO, C. A. C.; AYRES, A. R.; PEREIRA, J. F.; ADAIME, R. Distribuição geográfica e plantas hospedeiras de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia brasileira. In: JASPER, M. (org.). **Coletânea Nacional sobre Entomologia**. Ponta Grossa, Paraná: Atena Editora, 2019. p. 90-102.

CHINAJARIYAWONG, A.; CLARKE, A. R.; JIRASURAT, M.; KRISTSANEEPAIBOON, S.; LAHEY, H. A.; VIJAYSEGARAN, S.; WALTER, G. H. Survey of Opiine parasitoids of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Thailand and Malaysia. **The Raffle Bulletin of Zoology**, v. 48, p.1-38, 2000.

CHUA, T. H.; KHOO, S. G. Variations in carambola infestation rates by *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock (Diptera: Tephritidae) with fruit availability in a carambola orchard. **Res. Popul. Ecol.**, v. 37, n. 2, p. 151-157, 1995.

CLARKE, A. R.; ALLWOOD, A.; CHINAJARIYAWONG, A.; DREW, R. A. I.; HENGSAWAD, C.; JIRASURAT, M.; KONG KRONG, C.; KRITSANCEPAIBOON, S.; VIJAYSEGARAN, S. Seasonal abundance and host use patterns of seven *Bactrocera* Macquart species (Diptera: Tephritidae) in Thailand and Peninsular Malaysia. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 49, n. 2, p. 207-220, 2001.

COSTA, J. V. T. A.; SOUSA, M. S. M.; SOUZA-FILHO, M. F.; MATOS, A. K. B. T.; BRITO, C. F.; COSTA, M. D.; ADAIME, R. *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil: registro de entrada e pressupostos para o seu não estabelecimento. *Research, Society and Development*, 11: e291111032879, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i10.32879.

COSTA, J. V. T. A.; SOUSA, M. S. M.; JESUS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F.; COSTA, V. A.; SILVA, B. M. S., OLIVEIRA, J. P. M.; ADAIME, R. New findings on carambola fruit fly hosts in South America. **Florida Entomologist**, v. 106, n. 3, p. 161-174. 2023.

COSTA-SILVA F. C.; ACIOLI A. N. S.; SILVA, N. M.; URAMOTO, K.; SAVARIS, M.; ZUCCHI, R. A. New records of *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) in an urban forest fragment in Manaus, Amazonas, Brazil. **Check List**, v. 16, n. 4, p. 853–857, 2020.

DE MEYER, M.; ROBERTSON, M. P.; MANSELL, M. W.; EKESI, S.; TSURUTA, K.; MWAIKO, W.; VAYSSIÈRES, J. F.; PETERSON, A. T. Ecological niche and potential geographic distribution of the invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera, Tephritidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 100, n. 1, p. 35-48, 2010. DOI:10.1017/S0007485309006713.

DEUS E. G.; ADAIME R. Dez anos de pesquisas sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá: avanços obtidos e desafios futuros. **Biota Amazônia**, v. 3, p. 157-168, 2013.

DEUS, E. G., PINHEIRO, L. S., LIMA, C. R., SOUSA, M. S. M., GUIMARÃES, J. A., STRIKIS, P. C.; ADAIME, R. Wild hosts of frugivorous dipterans (Tephritidae and Lonchaeidae) and associated parasitoids in the Brazilian Amazon. **Florida Entomologist**, v. 96, p. 1621-1625, 2013.

DREW, R. A. I. The economic and social impact of the *Bactrocera papayae* Drew and Hancock (Asian papaya fruit fly) outbreak in Australia. In: ALLWOOD, A. J.; DREW, R. A. I. (ed.). Symposium on **Management of fruit flies in the Pacific**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research Proceedings, n. 76, 1997. p. 205-207.

FAO. **Determination of host status of fruit to fruit flies (Tephritidae)**. Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome: ISPM Publ., n. 37, 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb2618en/cb2618en.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.

FAO. **Glossário de termos fitossanitários**. Secretaria da Convenção Internacional Para a Proteção dos Vegetais da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, Rome: ISPM Publ., n.5, 2009. Disponível em: https://www.ippc.int/largefiles/NIMF_05_2009_PT_FINAL_0.pdf. Acesso em: 15 jul. 2023.

FERREIRA, J. M. S. da.; **Efeito do microclima na população de *Ceratitis capitata* em pomares de videira e mangueira**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Bahia, 2019.

FERREIRA, M. E.; RANGEL, P. H. N. Melhoramento genético preventivo: obtenção de estoques genéticos resistentes a pragas quarentenárias de alto risco para a agricultura brasileira. In: SUGAYAMA, R. L.; SILVA, M. L.; SILVA, S. X. B.; RIBEIRO, L. C.; RANGEL, L. E. P. (Org.). **Defesa Vegetal: Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. p. 275-292.

FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; BARBOSA, F. F. L. **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 510 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108710/priorizacao-de-pragasquarentenarias-ausentes-no-brasil>. Acesso em: 05 mai 2023.

GARCIA, F. R. M.; OCRRUSKIM, S. M.; SUÁREZ, L.; CANCINO, J.; LIBRUD, O. E.; Biological Control of Tephritid Fruit Flies in the Americas and Hawaii: A Review of the Use of Parasitoids and Predators. **Insects**, v 11, p. 662, 2020. DOI: 10.3390/insects11100662.

GODOY, M. J. S.; PACHECO, W. S. P.; MALAVASI, A. Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. *In*: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.), **Moscas-das-frutas na amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011, p. 111-132.

GONÇALVES, R. S. da. **Técnica de criação e bioecologia do parasitoide larval *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes, 1924) (Hymenoptera: Figitidae) em duas espécies de moscas-das-frutas**. 2012. 122f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, O.V.; GUILLÉN, A. J.; LÓPEZ, L. Taxonomia e identificación de moscas de la fruta de importância económica em América. *In*: MONTOYA, P.; TOLEDO, J.; HERNÁNDEZ, E. (ed.). **Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo**. México: SyG Editores, 2010, p. 49-80.

IHERING, H.V, Laranjas bichadas. **Revista Agrícola**, v. 6, p. 179-181, 1901.

IWAIZUMI, R. Species and host record of the *Bactrocera dorsalis* complex (Diptera: Tephritidae) detected by the plant quarantine of Japan. **Appl. Entomol. Zool.**, v. 39, n. 2, p. 327-333, 2004.

JESUS-BARROS, C. R., MOTA JÚNIOR, L. O., COSTA, A. S., PASINATO, J. & ADAIME, R. Fecundidade e longevidade de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). **Biotemas**, v. 30, n. 4, p. 7-13, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2017v30n4p7>.

JESUS-BARROS, C. R.; ADAIME, R.; OLIVEIRA, M. N.; SILVA, W. R.; COSTA-NETO, S. V.; SOUZA, F. M. F. *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) species, their hosts and parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in five municipalities of the state of Amapá, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 95, p. 694-705, 2012.

JIRÓN, L.F; HEDSTROM, I. Population Fluctuations of Economic Species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) Related to Mango Fruiting Phenology in Costa Rica. **The Florida Entomologist**, v. 74, n. 1, p. 98-105. 1991.

LEMOS, L. N. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) em sistemas de cultivo e entorno no Estado do Amapá, Brasil**. Orientador: Ricardo Adaime. 2014. 78 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014.

LEMOS, L. N., ADAIME, R., JESUS, B. C. R.; DEUS, E. G. New hosts of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 841-847, 2014.

LEMOS, L. N.; SILVA, R. A.; JESUS, C. R.; SILVA, W.R.; DEUS, E.G.; NASCIMENTO, D. B.; SOUZA-FILHO, M. F. Índice de infestação de taperebá (*Spondias mombin*) por *Anastrepha* spp. (Dip., Tephritidae) em quatro municípios do Estado do Amapá. *In*:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Anais [...]**. Viçosa: Ciência, tecnologia e inovação, 2008.

LIQUIDO, N. J.; CUNNINGHAM, R. T.; NAKAGAWA, S. Host plants of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of Hawaii (1949-1985 survey). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, p. 1863-1878, 1990.

LIQUIDO, N. J.; MCQUATE, G. T.; NAKAMICHI, K. A.; KURASHIMA, R. S.; BIRNBAUM, A. L.; HANLIN, M.A. **Provisional list of suitable host plants of carambola fruit fly, *Bactrocera (Bactrocera) carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). Washington, DC: USDA/CoFFHI, 2016. 34 p. Disponível em: https://coffhi.cphst.org/public/downloadPDFs.cfm?file=Bactrocera_carambolae\Bactrocera%5Fcarambolae.pdf. Acesso em: 1 mai. 2022.**

LIQUIDO, N. J.; SHINODA, L. A.; CUNNINGHAM, R. T. **Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): na annotated world review**. Lanham: Entomological Society of America, Miscellaneous Publications, v.77, 1991. 52 p.

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

MALACRIDA, A.R.; GOMULSKI, L.M.; BONIZZONI, M.; BERTIN, S.; GASPERI, G.; GUGLIELMINO, C. R. Globalization and fruit fly invasion and expansion: the medfly paradigm. **Genética**, v. 131, n. 1, p. 1-9, 2007. DOI: 10.1007/s10709-006-9117-2. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17111234/>. Acesso em: 1 set. 2023.

MALAVASI, A. Biologia, ciclo de vida, relação com o hospedeiro, espécies importantes e biogeografia de tefritídeos. *In*: MALAVASI, A e VIRGÍNIO, J. (ed.). **Biologia, Monitoramento e Controle de Moscas-das-frutas - V Curso Internacional de Capacitação em Moscas-das-frutas**. Juazeiro do Norte, BA: Biofábrica Moscamed, 2009, p. 1-15.

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

MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock. *In*: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015, p. 173-184.

MALAVASI, A.; MIDGARDEN, D.; van SAUERS-MULLER, A. **Manual for the control of the carambola Fruit fly in South América**. CFF operation manual. 2 ed., set. 2013. 31 p.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI R. A. (ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 93–98.

MARINHO, C. F.; COSTA, V. A.; ZUCCHI, R. A. Annotated checklist and illustrated key to braconid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae) of economically important fruit flies (Diptera, Tephritidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4527, n. 1, p. 21-36, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4527.1.2>.

MARSARO JÚNIOR A.L.; ADAIME, R.; SOUZA, F. M. F.; LIMA, C. R.; TRASSATO, L. C. Moscas-das-frutas *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) de dois municípios do estado de Roraima, Brasil, com três novos registros. **Revista de Agricultura**, v. 88, n. 1, p. 41-42, 2013.

MARTINS, D. S.; FORNAZIER, M. J.; VENTURA, J. A.; MALAVASI, A.; FERREIRA, P. S. F. Caracterização da cultura de mamão na região norte do Espírito Santo como área de baixa prevalência de moscas-das-frutas. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 5., 2011, Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: **Anais** [...]. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. p. 12.

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.; RIBEIRO, L. C e RANGEL, L. E. P. (org.). **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.

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

MORELLI, R.; PARANHOS, B. J.; COSTA, M. L. Z. Eficiência de etofenproxi e acetamiprido no controle de mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar de manga. **BioAssay**, v. 7, n. 10, p. 1-6, 2012.

MOSCAMED. **Linhas de ação**. [2019]. Disponível em: <http://moscamed.org.br/linhas-de-acao/>. Acesso em 15 jul. 2022.

NASCIMENTO, A. L.; CARVALHO, R. 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, São Paulo, Holos, 2000. p. 169-173.

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

NORRBOM, A. L.; CARROLL, L. E.; FREIDBERG, A. Status of knowledge, p.9-47. 1998 In: THOMPSON, F. C. (ed.), **Fruit fly expert identification system and systematic information database**. North American Dipterists Society, Backhuys Publishers: Leiden, 1998. 524p.

NORRBOM, A.L.; ZUCCHI, R.A.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotripanini) based on morphology. In: NORRBOM, A.L.; ALUJA, M. (ed.) **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of**

behavior. Boca Raton: CRC Press, 1999. cap. 12, p.299-342.

NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A.; ZUCCHI, R.A.; URAMOTO, K.; VENABLE, G.L.; McCORMICK, J.; DALLWITZ, M.J. Onwards. **Anastrepha and Toxotrypana: descriptions, illustrations, and interactive keys**. Version: 9th April 2019. 2012. Disponível em: https://www.delta-intkey.com/anatox/gen_diag.htm. Acesso em: 1 nov. 2023.

NORRBOM, A. L.; BARR, N. B.; KERR, P.; MENGUAL, X.; NOLAZCO, N.; RODRIGUEZ, E. J.; STECK, G. J.; SUTTON, B. D.; URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. Synonymy of *Toxotrypana* Gerstaecker with *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 120, n. 4, p. 834-841, 2018.

NORRBOM, A. L.; van SAUERS-MULLER, A.; GANGADIN, A.; SUTTON, B. D.; RODRIGUEZ, E. J.; SAVARIS, M.; LAMPERT, S.; CLAVIJO, P. A. R.; STECK, G. J.; MOORE, M. R.; NOLAZCO, N.; TROYA, H.; KEIL, C. B.; PADILLA, A.; WIEGMANN, B. M.; CASSEL, B.; BRANHAM, M.; RUIZ-ARCE, R. New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Suriname and Pará, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 5044, n. 1, p. 1-74, set. 2021. DOI: 10.11646/zootaxa.5044.1.1. Disponível em: <https://mapress.com/zt/article/view/zootaxa.5044.1.1>. Acesso em: 12 set. 2023.

NORRBOM, A. L.; UCHÔA, M. A. New species and records of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from Brazil. **Zootaxa**, v. 2835, p. 61–67, abr. 2011. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2835.1.5>. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.2835.1.5>. Acesso em: 12 set. 2023.

OLIVEIRA, F. L.; SILVA, A. S. G.; CHAGAS, E.; ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Registros de espécies e de hospedeiros de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Estado do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos** [...]. Rio de Janeiro: Sociedade Entomológica do Brasil, 1998. p. 504.

PARANHOS, B. A. J.; BARBOSA, F. R.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. de; MOREIRA, A. N. Monitoramento de moscas-das-frutas e o seu manejo na fruticultura irrigada do Submédio São Francisco. In: FEIRA NACIONAL DA AGRICULTURA IRRIGADA (FENAGRI), 2004, Petrolina. **Mínicursos: Apostilas**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004.

PARANHOS, B. A. J.; NASCIMENTO, A. S.; BARBOSA, F. R.; VIANA, R.; SAMPAIO, R.; MALAVASI, A.; WALDER, J. M. M. **Técnica do inseto estéril: nova tecnologia para combater a mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata*, no Submédio do Vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 6 p. (Embrapa Semiárido. Comunicado Técnico, 137).

PASINATO, J.; REDAELLI, L. R.; BOTTON, M.; JESUS, C. R. Biology and fertility life table of *Bactrocera carambolae* on grape and acerola. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 63, p. 217-223, 2019.

PONTES, A.V. **Biodiversidade de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) amostrados com armadilhas McPhail no Sudeste de Mato Grosso**. 2006. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso, 2006.

RAGA, A.; SOUZA-FILHO, M. **Manual de moscas-das-frutas - medidas para o controle**

sustentável. Araraquara: Fundecitrus. 2021. 32 p.

RANGANATH, H. R.; VEENAKUMARI, K. Notes on the Dacine fruit flies (Diptera: Tephritidae) of Andaman and Nicobar Islands. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 43, n. 1, p. 235-238, 1995.

RONCHI-TELES, B. **Ocorrência e flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas e parasitoides com ênfase para o gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) na Amazônia brasileira**. 2000. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Programa Integrado de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Amazonas, 2000.

RONCHI-TELES, B.; SILVA, N. M. Primeiro registro de ocorrência da mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia Brasileira. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 3, p. 569-570, 1996.

SÁ, R. F. de. **Bioecologia de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e dispersão de machos estéreis de *Ceratitis capitata* (Wied.) em pomares comerciais de manga (*Mangifera indica* L.) na Região Sudoeste da Bahia**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

SILVA, J. G.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. First Record of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the eastern Amazon, Pará, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 81, n. 4, p. 574-577, 1998.

SILVA, N. M.; RONCHI, T. B. Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto, São Paulo: Holos, 2000. p. 203-209.

SILVA, R. A.; DEUS, E. G.; PEREIRA, J. D. B.; JESUS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F.; ZUCCHI, R. A. Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Amapá. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Moscas-das-frutas na amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011b. p. 223-236.

SILVA, R. A.; JORDÃO, A. L.; SÁ, L. A. N.; OLIVEIRA, M. R. V. **Mosca-da-carambola: uma ameaça à fruticultura brasileira**. Macapá: Embrapa Amapá, 2004. 15 p. (Embrapa Amapá. Circular técnica, 31).

SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. Ocorrência e hospedeiros de *Ceratitis capitata* na Amazônia brasileira. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Moscas-das-frutas na amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 197-204.

SILVA, R. A.; LIMA, A. L.; XAVIER, S. L. O.; SILVA, W. R.; MARINHO, C. F.; ZUCCHI, R. A. *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae), their hosts and parasitoids in southern Amapá State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 3, p. 431-436, 2011a.

SILVA, R. A.; NASCIMENTO, D. B.; DEUS, E. G.; XAVIER, S. L. O.; SOUZA, F. M. F. Moscas-das-frutas (Dip., Tephritidae) e parasitoides (Hym., Braconidae) obtidos de frutos

comercializados na Feira do Produtor do Buritizal, em Macapá, Estado do Amapá. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., 2006, Recife. **Resumos [...]**. Recife: Sociedade Entomológica do Brasil: UFRPE, 2006, v. 1.

SILVA, S. F. **Abordagem biogeográfica: potencial de distribuição e extensão geográfica da mosca-da-carambola *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock, 1994) no Brasil.** 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Territorial) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

SOUSA, M. S. M.; SANTOS, J. E. V.; NAVA, D. E.; ZUCCHI, R. A.; ADAIME, R. Overview and Checklist of Parasitoids (Hymenoptera, Braconidae and Figitidae) of *Anastrepha* Fruit Flies (Diptera, Tephritidae) in the Brazilian Amazon. **Annual Research & Review in Biology**, v. 36, n. 9, p. 60-74, 2021.

TRASSATO, L. B.; MONTEIRO, N. J. L. L.; LIMA, A. C. S.; SILVA, E. S.; RONCHI, T. B.; CARMO, I. L. G. S. Primeira ocorrência de *Ceratitis capitata* (Wied.) no Estado de Roraima, Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 11, n. 1, p. 88-91, 2017.

UCHÔA-FERNANDES, M. A.; NICÁCIO, J. N.; BOMFIM, D.A. Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Brasil Central. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004.

URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. Taxonomia. *In*: MALAVASI, A; VIRGÍNIO, J. (Ed.). *Biologia, monitoramento e controle*. Juazeiro, 2009. p. 7-12. Curso Internacional de Capacitação em Moscas-das-Frutas, 5.

URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. New species of *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae) from remnant area of the Atlantic Rain Forest and surroundings in the state of Espírito Santo, Brazil. **Zootaxa**, v. 2535, p.49-60, 2010.

van SAUERS-MULLER A. An overview of the Carambola fruit fly *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae), found recently in Suriname. **Florida Entomologist**, v 74, n. 3 p. 432–440, 1991. DOI:10.2307/3494837.

van, SAUERS-MULLER, A. *Bactrocera carambolae*. [2020]. Disponível em: http://www.cripepestnetwork.org/vtt/docs/datasheets/diptera/bactrocera_carambolae.pdf. Acesso em: 2 fev. 2023.

van, SAUERS-MULLER, A. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 2, p. 203-214, 2005. DOI: 10.1590/S1519-566X2005000200008.

VAYSSIÈRES, J. F.; CAYOL, J. P.; CAPLONG, P.; SÉGURET, J.; MIDGARDEN, D.; SAUERS-MULLER, A van.; ZUCCHI, R.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A.; Diversity of fruit fly (Diptera: Tephritidae) species in French Guiana: their main host plants and associated parasitoids during the period 1994-2003 and prospects for management. **Fruits**. v. 68. n. 3. DOI: 10.1051/fruits/2013070. 2013. p. 219-243.

VAYSSIÈRES, J. F.; CAYOL, J. P.; PERRIER, X.; MIDGARDEN, D. Impact of methyl eugenol and malathion bait stations on non-target insect populations in French Guiana during

an eradication program for *Bactrocera carambolae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, n. 125, p. 55-62, 2007.

VIJAYSEGARAN, S.; OMAN, M. S. Fruit flies in Malaysian peninsular: their economic importance and control strategies. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE BIOLOGY AND CONTROL OF FRUIT FLIES, 1991, Okinawa. **Proceedings [...]**. Okinawa: The Okinawa Prefectural Government, 1991. p. 105-115.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. **Fruit flies of economic significance: Their Identification and Bionomics**. Wallingford, UK: CAB International/ACIAR, 1992. 601 p.

ZUCCHI, R. A. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* en Brasil. *In*: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (ed.). **Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, biología y manejo**. Distrito Federal, México: S y G editores, 2007. p. 77-100.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann). *In*: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015. p. 153-172.

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, São Paulo: Holos, 2000. p. 13-24.

ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. **Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly**. 2023a. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitis>. Acesso em: 13 ago. 2023.

ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. **Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**. 2023b. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>. Acesso em: 6 set. 2023.

ZUCCHI, R. A.; SILVA, R. A.; DEUS, E. G. Espécies de *Anastrepha* e seus hospedeiros na Amazônia Brasileira. *In*: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (eds.), **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011, p. 51-70.

ZUCCHI, R.A.; MALAVASI, A.; ADAIME, R.; NAVA, D. E. **Moscas-das-frutas no Brasil: conhecimento básico e aplicado - Volume I**. 1. ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 2023. 549p.

CAPÍTULO I***Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá,
Brasil: registro de entrada e pressupostos para o seu não estabelecimento¹**

¹ Este capítulo está formatado como artigo e foi publicado na revista “Research, Society and Development” (ISSN 2525-3409) em 1 de agosto de 2022.

***Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil: registro de entrada e pressupostos para o seu não estabelecimento**

Ceratitis capitata (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in the state of Amapá, Brazil: entry registration and presuppositions for its non-establishment

Ceratitis capitata (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en el estado de Amapá, Brasil: registro de entrada y presupuestos para su no establecimiento

Recebido: 12/07/2022 | Revisado: 22/07/2022 | Aceito: 24/07/2022 | Publicado: 01/08/2022

José Victor Torres Alves Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7887-2384>
Universidade Federal do Amapá, Brasil
E-mail: victorjoseac@gmail.com

Maria do Socorro Miranda de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0227-7340>
Universidade Federal do Amapá, Brasil
E-mail: socorro-ap@hotmail.com

Miguel Francisco de Souza-Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7838-1489>
Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Agropecuária, Brasil
E-mail: miguel.souza@sp.gov.br

Alain Khristian Borges Teixeira Matos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9499-8024>
Universidade do Estado do Amapá, Brasil
E-mail: khristian.borges3@gmail.com

Charles Ferreira Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1261-8476>
Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária do Estado do Amapá, Brasil
E-mail: charlesagro@hotmail.com

Marcelo Diniz Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0691-4906>
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
E-mail: marcelodiniza@gmail.com

Ricardo Adaime

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8044-3976>
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amapá, Brasil
E-mail: ricardo.adaime@embrapa.br

Resumo

Este trabalho teve o objetivo de registrar a entrada de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil, e discutir os possíveis motivos para o seu não estabelecimento. Foram realizadas amostragens de frutos em três municípios (Macapá, Porto Grande e Santana) e em pontos de comercialização de Macapá foram adquiridos frutos oriundos de outras unidades da federação. Também foi realizado levantamento com armadilhas McPhail e Jackson em quatro municípios (Macapá, Mazagão, Porto Grande e Santana). Espécimes de *C. capitata* foram capturados em armadilhas tipo McPhail e Jackson nos municípios de Macapá e Santana. Também foram obtidos espécimes a partir de goiabas procedentes do estado de São Paulo, adquiridas em estabelecimento comercial de Macapá. Argumenta-se que a baixa incidência de *C. capitata* e o seu não estabelecimento na região, podem ser decorrentes das condições climáticas desfavoráveis à espécie.

Palavras-chave: Mosca-do-mediterrâneo; Distribuição geográfica; Amazônia; *Bactrocera carambolae*; Mosca-da-carambola.

Abstract

This study aimed to record the entry of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in the state of Amapá, Brazil, and discuss the possible reasons for its non-establishment. Fruit sampling was carried out in three municipalities (Macapá, Porto Grande and Santana) and fruits from other units of the federation were purchased at marketing points in Macapá. A survey was also carried out with McPhail and Jackson traps in four municipalities (Macapá, Mazagão, Porto Grande and Santana). Specimens of *C. capitata* were captured in McPhail and Jackson traps

in the municipalities of Macapá and Santana. Specimens were also obtained from guavas from the state of São Paulo, acquired in a commercial establishment in Macapá. We argued that the low incidence of *C. capitata* and its non-establishment in the region may be due to unfavorable climatic conditions for the species.

Keywords: Medfly; Geographical distribution; Amazon; *Bactrocera carambolae*; Carambola fruit fly.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo registrar el ingreso de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en el Estado de Amapá y discutir las posibles razones de su no establecimiento. Fueron realizados muestreos de frutas en tres municipios (Macapá, Porto Grande y Santana) y se compraron frutas de otras unidades de la federación en puntos de comercialización en Macapá. También fue realizado un muestreo con trampas McPhail y Jackson en cuatro municipios (Macapá, Mazagão, Porto Grande y Santana). Especímenes de *C. capitata* fueron capturados en trampas McPhail y Jackson en los municipios de Macapá y Santana. También fueron obtenidos especímenes a partir de guayabas procedentes del estado de São Paulo, adquiridos en establecimientos comerciales de Macapá. Se argumenta que la baja incidencia de *C. capitata* y su no establecimiento en la región puede relacionarse a las condiciones climáticas desfavorables para la especie.

Palabras clave: Mosca del mediterráneo; Distribución geográfica; Amazonia; *Bactrocera carambolae*; Mosca de la carambola.

1. Introdução

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são conhecidas mundialmente como pragas da fruticultura, devido aos danos diretos e indiretos que causam à produção (Aluja, 1994; Aluja & Mangan, 2008). Na Amazônia brasileira já foram reportadas 78 espécies de *Anastrepha*, metade delas endêmicas (Adaime, et al., 2022; Sousa, et al., 2022). Além das espécies de *Anastrepha*, ocorrem duas espécies exóticas que foram introduzidas na região: *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (mosca-da-carambola) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (mosca-do-mediterrâneo).

A mosca-da-carambola é originária da Indonésia, Malásia e Tailândia (Vijaysegaran & Oman, 1991), sendo uma espécie invasora na América do Sul, reportada no Suriname, Guiana Francesa, República da Guiana e no Brasil (Malavasi, 2001; Malavasi, 2015). No Brasil, foi inicialmente detectada no município de Oiapoque, estado do Amapá, em 1996, e atualmente está distribuída em áreas restritas dos estados do Amapá, Pará e Roraima (Brasil, 2018). É uma espécie polífaga, com 26 espécies vegetais hospedeiras registradas no Brasil (Silva, et al., 2004; Adaime, et al., 2016; Belo, et al., 2020). Em decorrência das restrições quarentenárias impostas por países importadores, a praga é considerada a principal barreira fitossanitária para exportação de frutas produzidas no Brasil (Silva, et al., 2004; Godoy, et al., 2011a; Ferreira & Rangel, 2015; Miranda & Adami, 2015).

Ceratitis capitata, a mosca-do-mediterrâneo, é originária do continente Africano (White & Elson-Harris, 1992), mas um processo de colonização vem ocorrendo nos últimos 200 anos para áreas tropicais, subtropicais e temperadas quentes em todo o mundo (Silva, et al., 1998; Malacrida, et al., 2007). É considerada a espécie mais nociva entre as moscas-das-frutas, por causar mais prejuízos à fruticultura do que qualquer outra, especialmente por ser cosmopolita, altamente invasora e polífaga, além de possuir notável capacidade de adaptação (Liquido, et al., 1990; Malavasi, 2009; Hernández-Ortiz, et al., 2010; Zucchi, 2015).

As larvas de *C. capitata* se alimentam de ampla gama de frutíferas de importância econômica, sendo conhecidas mais de 300 espécies de hospedeiros em nível mundial, compreendendo pelo menos 69 famílias. De todas as espécies, 40% pertencem a apenas cinco famílias de plantas hospedeiras: Myrtaceae (5%), Rosaceae (11%), Rutaceae (9%), Sapotaceae (6%) e Solanaceae (9%) (Liquido, et al., 1991). No Brasil, a praga já foi registrada em 115 espécies vegetais hospedeiras (Zucchi & Moraes, 2022), sendo que se destaca economicamente nas culturas de citros, mamão e manga, principalmente por dificultar a exportação de frutas frescas em face das restrições quarentenárias impostas pelos países importadores (Martins, et al., 2011; Morelli, et al., 2012; Raga & Souza-Filho, 2021).

Historicamente, *C. capitata* foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1901, infestando frutos de citros no interior do

estado de São Paulo (Ihering, 1901). Na Amazônia brasileira, a introdução desta espécie foi provavelmente decorrente da aquisição de frutos infestados oriundos de outros estados (Silva, et al., 2011a). Inicialmente, foi detectada em Rondônia (Ronchi-Teles & Silva, 1996), posteriormente no Pará (Silva, et al., 1998), Maranhão (Oliveira, et al., 1998), Tocantins (Bomfim, et al., 2004), Mato Grosso (Pontes, 2006), Roraima (Trassato, et al., 2017) e Acre (Adaime, et al., 2017a). Portanto, a praga está ausente apenas nos estados do Amazonas e Amapá (Castilho, et al., 2019a). Silva et al. (2011a) consideram que a ocorrência da espécie na região ainda não está bem esclarecida, especialmente quanto a sua distribuição geográfica e colonização de hospedeiros.

Especificamente no estado do Amapá, significativa quantidade de frutos de algumas espécies vegetais potencialmente hospedeiras de *C. capitata* já foi amostrada durante atividades da ‘Rede Amazônica de Pesquisa sobre Moscas-das-frutas’, sem haver ocorrência da praga (Adaime, et al., 2022). Adicionalmente, Adaime et al. (2012) realizaram monitoramento para possível detecção da praga, com armadilhas Jackson e trimedlure (paraferomônio sexual sintético que atrai exclusivamente machos de *C. capitata*), nos períodos de março de 2004 a setembro de 2006 (municípios de Macapá, Santana, Porto Grande e Mazagão) e novembro de 2008 a janeiro de 2010 (municípios de Laranjal do Jari, Macapá e Santana), sem haver captura.

Por outro lado, Castilho et al. (2019a) relataram que durante a realização de estudos biológicos com moscas-das-frutas no Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, em Macapá, entre os meses de setembro e outubro de 2018, foram obtidos quatro espécimes de *C. capitata* (2♀+2♂) a partir de goiabas (embaladas a vácuo) adquiridas em um supermercado local. A procedência das frutas, de acordo com informações obtidas no estabelecimento comercial, era o Nordeste brasileiro. Os autores consideraram iminente o risco de introdução da praga no Amapá por meio da aquisição de frutos infestados oriundos de outras unidades da federação.

De forma similar, Brandão et al. (2019a) avaliaram a ocorrência de larvas de moscas-das-frutas presentes em frutos comercializados no tradicional mercado Ver-o-Peso, em Belém, Pará, Brasil. Os autores registraram infestação de goiabas por *C. capitata* e, ao analisar as Permissões de Trânsito Vegetal na Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará, verificaram que os frutos eram oriundos do Vale do São Francisco, Nordeste do Brasil.

Este trabalho tem o objetivo de fazer o registro de entrada de *C. capitata* no estado do Amapá e discutir os possíveis motivos para o seu não estabelecimento.

2. Metodologia

A partir de dados coletados pela equipe do ‘Subprograma de supressão com vistas à erradicação da Mosca-da-carambola’, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, houve suspeita de captura de espécimes de *C. capitata* em armadilhas do tipo McPhail (contendo atrativo torula), no segundo semestre de 2021. Os espécimes suspeitos foram enviados ao Instituto Biológico, em Campinas, São Paulo, para confirmação taxonômica.

Para verificar a possível presença de *C. capitata* no estado do Amapá, foram empregados quatro métodos de coleta: 1) amostragem de frutos (em áreas urbanas e rurais de três municípios); 2) aquisição de frutos em pontos comerciais (frutos oriundos de outras unidades da federação); 3) monitoramento com armadilhas tipo McPhail; e 4) monitoramento com armadilhas Jackson.

2.1 Amostragem de frutos

Coletas de frutos foram realizadas de agosto de 2021 a março de 2022, em plantas que compõem a arborização urbana, além de quintais residenciais e pequenos pomares, nos municípios de Macapá, Porto Grande e Santana, estado do Amapá, Brasil. A amostragem foi realizada ao acaso, coletando-se frutos íntegros recém-caídos ao solo e/ou diretamente

retirado das plantas. Todos os pontos de coleta tiveram suas coordenadas geográficas registrados utilizando-se o sistema de referência Datum SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, ano 2000). As amostras, compostas por vários frutos agrupados, foram acondicionadas em recipientes de plástico envoltos com saco de organza, devidamente identificadas, posteriormente transportadas para o Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, em Macapá.

No laboratório, foram seguidos os procedimentos preconizados por Silva et al. (2011b), para amostras de frutos agrupados. Os frutos foram contados, pesados e dispostos em bandejas de plástico sobre uma fina camada de areia umedecida. As bandejas foram cobertas com organza presa por liga elástica. O material foi examinado a cada cinco dias durante 20 a 30 dias, e os pupários encontrados foram removidos e transferidos para frascos de plástico transparente, contendo uma fina camada de vermiculita umedecida. Os frascos foram cobertos com organza e tampa vazada, sendo inspecionados diariamente. A umidade nas bandejas e nos frascos era mantida pela reposição de água, com auxílio de uma pisseta. As moscas-das-frutas e os parasitoides que emergiram foram armazenados em frascos de vidro contendo etanol 70%, para posterior identificação taxonômica.

2.2 Aquisição de frutos em pontos comerciais

Considerando que na região metropolitana de Macapá, não existem centrais de abastecimentos oficiais, foram identificadas as principais distribuidoras que fornecem frutas aos grandes supermercados, por meio de pesquisa no mercado local de produtos hortícolas. Posteriormente, a seleção dos locais foi expandida para comércios varejistas menores que atuam eventualmente como distribuidores.

Foram levantadas as seguintes informações, quando disponíveis: data da aquisição da amostra, espécie vegetal, variedade ou tipo, endereço do estabelecimento, coordenadas geográficas e origem da carga. Para uma melhor representatividade da amostragem, adotou-se a precaução de adquirir frutos de carregamentos distintos.

Para o melhor entendimento da dinâmica da origem e chegada das espécies vegetais, foram levantadas outras informações relevantes, como modal de transporte, existência de tratamento sanitário, tipo de caminhão e outras.

As amostras de frutos adquiridas foram levadas ao Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, onde foram seguidos todos os procedimentos referidos no item 2.1.

2.3 Monitoramento com armadilhas tipo McPhail

Foram utilizados os dados de captura em armadilhas McPhail do ‘Subprograma de supressão com vistas à erradicação da Mosca-da-carambola’ referentes aos municípios de Macapá (697 armadilhas), Mazagão (81), Porto Grande (71) e Santana (162), no período de 18/09/2021 a 30/04/2022, para verificar a população de *B. carambolae* e a possível presença de *C. capitata* nas amostragens. Os espécimes de *Anastrepha* não foram quantificados nem identificados.

2.4 Monitoramento com armadilhas Jackson

Foram instaladas 25 armadilhas Jackson contendo o atrativo trimedlure, para possível detecção de *C. capitata*, nos municípios de Macapá (5 armadilhas na área urbana), Santana (5 armadilhas na área urbana e 5 na Ilha de Santana), Porto Grande (1 armadilha na área urbana e 4 na área rural) e Mazagão (5 armadilhas na comunidade de Mazagão Velho). As armadilhas foram instaladas no terço médio de diferentes espécies frutíferas, tanto em pomares localizados em áreas rurais quanto em pequenas aglomerações urbanas. A instalação das armadilhas foi realizada no dia 18/09/2021 e a cada 15 dias foram vistoriadas para verificar se houve captura, por um período de 120 dias. A substituição do atrativo trimedlure foi realizada no dia 17/11/2021. Posteriormente, na região de maior possibilidade de captura de *C. capitata*, no município de Santana, com a finalidade de reforço da vigilância e para fins de delimitação de eventual ocorrência, foram instaladas adicionalmente 5

armadilhas, no dia 09/03/2022, sendo vistoriadas a cada 15 dias por um período de 60 dias.

2.5 Identificação taxonômica dos insetos

Os espécimes de *Anastrepha* obtidos de frutos foram identificados usando a chave dicotômica ilustrada de Zucchi et al. (2011). A identificação foi baseada no exame da terminália das fêmeas, por meio do exame do ápice do acúleo extrovertido, com auxílio de estereomicroscópio e microscópio óptico (40x). Outros caracteres (padrão alar, mesonoto, mediotergito e subescutelo) também foram examinados. A identificação de *C. capitata* foi baseada em Zucchi (2015) e de *B. carambolae* foi baseada em Drew & Hancock (1994).

3. Resultados

3.1 Amostragem de frutos

A amostragem de frutos resultou em 74 amostras (56,5 kg) de 16 espécies vegetais pertencentes a 11 famílias (Tabela 1).

Ocorreu infestação por Tephritidae em 44 amostras (10 espécies vegetais pertencentes a oito famílias) (Tabela 1). Foram obtidos 1.980 pupários, de onde emergiram espécimes de sete espécies de *Anastrepha* [*A. antunesi* Lima (3♀), *A. distincta* Greene (72♀), *A. fraterculus* (Wiedemann) (10♀), *A. leptozona* Hendel (76♀), *A. obliqua* (Macquart) (38♀), *A. serpentina* (Wiedemann) (2♀+1♂) e *A. striata* Schiner (382♀+389♂)], além de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (112♀+116♂). Não foram obtidos espécimes de *C. capitata*. Também foram obtidos espécimes de duas espécies de parasitoides [*Opius bellus* Gahan (20♀+15♂) e *Doryctobracon areolatus* (Szepliget) (64♀+42♂)] (Tabela 1).

Anastrepha striata foi obtida de frutos de seis espécies vegetais, pertencentes a seis famílias, enquanto que *B. carambolae* foi associada a frutos de quatro espécies, pertencentes a três famílias (Tabela 1). As demais espécies de *Anastrepha* foram associadas a apenas uma espécie vegetal hospedeira cada. *Spondias mombin* L. foi a espécie vegetal com maior número de espécies de moscas-das-frutas associadas (4). As espécies de parasitoides foram obtidas de larvas de moscas-das-frutas que infestaram frutos de *S. mombin*, *Psidium guajava* L. e *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.

3.2 Aquisição de frutos em pontos comerciais

As aquisições de frutos em pontos comerciais resultaram em 23 amostras (94,8 kg) de cinco espécies vegetais pertencentes a cinco famílias, oriundas de cinco estabelecimentos. Nenhuma das amostras adquiridas era proveniente do estado do Amapá (Tabela 2). Foram adquiridos frutos provenientes dos estados da Bahia, Ceará, Pernambuco e São Paulo. Do material coletado no estabelecimento comercial D, ocorreu a emergência de dois espécimes (1♂+1♀) de *C. capitata* de amostra de goiaba (3 frutos, 0,433 kg) adquirida no dia 19/04/2022 e quatro espécimes (3♂+1♀) de *C. capitata* na amostra de goiaba (12 frutos, 1,51 kg) adquirida no dia 16/05/2022, ambas oriundas do estado de São Paulo.

3.3 Monitoramento com armadilhas tipo McPhail

No período de 01/09/2021 a 30/04/2022, foram capturados 10.561 espécimes de *B. carambolae* (7.417♀+3.144♂), distribuídos da seguinte maneira: Macapá (3.799♀+1.544♂), Santana (2.129♀+899♂), Porto Grande (1.386♀+626♂) e Mazagão (103♀+75♂).

Tabela 1. Espécies de moscas-das-frutas (Tephritidae) e parasitoides (Braconidae) obtidas de frutos coletados em três municípios do Amapá, Brasil (agosto de 2021 a março de 2022).

FAMÍLIAS Nomes científicos	Municípios	AC* (n)	AI* (n)	Frutos (n)	Massa (kg)	Pupários (n)	I _{Média} * (PP/kg)	I _{Máxima} * (PP/kg)	Espécies**
ANACARDIACEAE									
<i>Spondias mombin</i> L.	Santana	1	1	72	0,99	124	125,2	125,2	<i>Anastrepha obliqua</i> (22♀) <i>Anastrepha fraterculus</i> (10♀) <i>Anastrepha striata</i> (2♀) <i>Anastrepha</i> sp. (30♂) <i>Doryctobracon areolatus</i> (21♀+15♂) <i>Opius bellus</i> (1♀+3♂)
	Macapá	7	6	103	1,11	149	134,2	312,5	<i>Anastrepha obliqua</i> (16♀) <i>Anastrepha antunesi</i> (3♀) <i>Anastrepha</i> sp. (25♂) <i>Doryctobracon areolatus</i> (27♀+20♂) <i>Opius bellus</i> (19♀+12♂)
CARICACEAE									
<i>Carica papaya</i> L.	Santana	4	1	9	2,78	2	0,7	3,4	<i>Anastrepha striata</i> (2♀)
COMBRETACEAE									
<i>Terminalia catappa</i> L.	Santana	3	0	444	4,37	0	0	0	-
	Macapá	4	1	56	0,76	1	1,3	1,3	-
FABACEAE									
<i>Inga edulis</i> Mart.	Macapá	1	1	14	2,86	145	50,7	50,7	<i>Anastrepha distincta</i> (72♀) <i>Anastrepha striata</i> (1♀) <i>Anastrepha</i> sp. (59♂)
LAURACEAE									
<i>Persea americana</i> Mill.	Porto Grande	3	0	55	12,94	0	0	0	-
	Macapá	1	0	1	0,42	0	0	0	-
MALPIGHIACEAE									
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Santana	3	3	618	1,82	52	28,6	64,3	<i>Bactrocera carambolae</i> (20♀+26♂)
	Macapá	4	0	89	0,36	0	0	0	-

MYRTACEAE									
<i>Psidium guajava</i> L.	Santana	12	12	121	5,96	590	99,0	494,4	<i>Anastrepha striata</i> (179♀+209♂) <i>Bactrocera carambolae</i> (21♀+15♂)
	Macapá	4	4	55	2,29	540	235,8	488,6	<i>Anastrepha striata</i> (183♀+171♂) <i>Bactrocera carambolae</i> (1♀) <i>Doryctobracon areolatus</i> (2♀+1♂)
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Macapá	2	2	11	0,44	24	54,6	68,2	<i>Anastrepha striata</i> (15♀+8♂)
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Macapá	1	0	20	0,14	0	0	0	-
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Santana	1	1	5	0,37	15	40,5	40,5	<i>Bactrocera carambolae</i> (2♀+10♂)
<i>Syzygium samarangense</i> (Blume) Merr. & L.M.Perry	Macapá	1	0	12	0,46	0	0	0	-
OXALIDACEAE									
<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	Santana	1	0	25	0,57	0	0	0	-
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Santana	3	3	36	2,99	69	23,1	46,8	<i>Bactrocera carambolae</i> (23♀+28♂) <i>Anastrepha striata</i> (1♂)
	Macapá	11	6	137	4,77	137	28,7	150,0	<i>Bactrocera carambolae</i> (45♀+37♂)
RUBIACEAE									
<i>Morinda citrifolia</i> L.	Porto Grande	1	0	12	2,63	0	0	0	-
RUTACEAE									
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Santana	1	0	5	0,65	0	0	0	-
SAPOTACEAE									
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Santana	2	0	52	4,38	0	0	0	-
	Macapá	3	3	28	2,40	243	101,3	278,7	<i>Anastrepha leptozona</i> (76♀) <i>Anastrepha serpentina</i> (2♀+1♂) <i>Anastrepha</i> sp. (85♂) <i>Doryctobracon areolatus</i> (14♀+6♂)

*AC = amostras coletadas; AI = amostras infestadas; I_{Média} (PP/kg) = infestação média, que corresponde ao número de pupários obtidos por quilo de frutos; I_{Máxima} (PP/kg) = infestação máxima observada, que corresponde ao maior número de pupários obtidos por quilo de frutos. **Para a maioria das espécies de *Anastrepha* a identificação em nível específico somente é possível para as fêmeas. Fonte: Autores.

Tabela 2. Amostras de frutos para monitoramento de moscas-das-frutas (Tephritidae) adquiridas em pontos de comercialização em Macapá, Amapá, Brasil (abril e maio de 2022).

Nome do estabelecimento	Classe	Data da aquisição	Espécie vegetal	variedade/tipo	Origem (estado/região)	Frutos (n)	Massa (kg)
Estabelecimento comercial A ¹	comércio atacadista	18/04/2022	<i>Mangifera indica</i> L.	Tommy Atkins	BA	5	2,48
	comércio varejista	18/04/2022	<i>Psidium guajava</i> L.	Vermelha	SP	12	2,05
		18/04/2022	<i>Psidium guajava</i> L.	Branca	SP	9	2,01
	distribuidora	19/04/2022	<i>Mangifera indica</i> L.	Tommy Atkins	PE	18	8,00
		20/04/2022	<i>Mangifera indica</i> L.	Tommy Atkins	BA	21	9,56
		20/04/2022	<i>Averrhoa carambola</i> L.	NI*	PE	8	0,72
		20/04/2022	<i>Mangifera indica</i> L.	Tommy Atkins	BA	22	10,76
		29/04/2022	<i>Mangifera indica</i> L.	Tommy Atkins	SP	11	4,62
		29/04/2022	<i>Psidium guajava</i> L.	Branca	SP	9	1,35
Estabelecimento comercial B ²	comércio varejista	25/04/2022	<i>Mangifera indica</i> L.	Tommy Atkins	CE	8	5,24
		25/04/2022	<i>Psidium guajava</i> L.	Branca	CE	77	9,74
Estabelecimento comercial C ³	comércio varejista	21/04/2022	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsh	NI	SP	29	2,99
		21/04/2022	<i>Mangifera indica</i> L.	Tommy Atkins	BA	7	4,94
		21/04/2022	<i>Vitis vinifera</i> L.	BRS Vitória	PE	367	2,11
		23/04/2022	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsh	NI	SP	106	11,37
Estabelecimento comercial D ⁴	comércio atacadista	19/04/2022	<i>Mangifera indica</i> L.	Tommy Atkins	BA	6	3,10
	comércio varejista	19/04/2022	<i>Psidium guajava</i> L.	Branca	SP	3**	0,43
		19/04/2022	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsh	NI	SP	10	1,27
	distribuidora	23/04/2022	<i>Psidium guajava</i> L.	Vermelha	SP	19	3,80
		23/04/2022	<i>Averrhoa carambola</i> L.	NI	SP	21	2,01
		16/05/2022	<i>Psidium guajava</i> L.	Branca	SP	12***	1,51
		16/05/2022	<i>Psidium guajava</i> L.	Branca	SP	8	1,53
Estabelecimento comercial E ⁵	comércio varejista	21/04/2022	<i>Mangifera indica</i> L.	NI	Nordeste	7	3,21

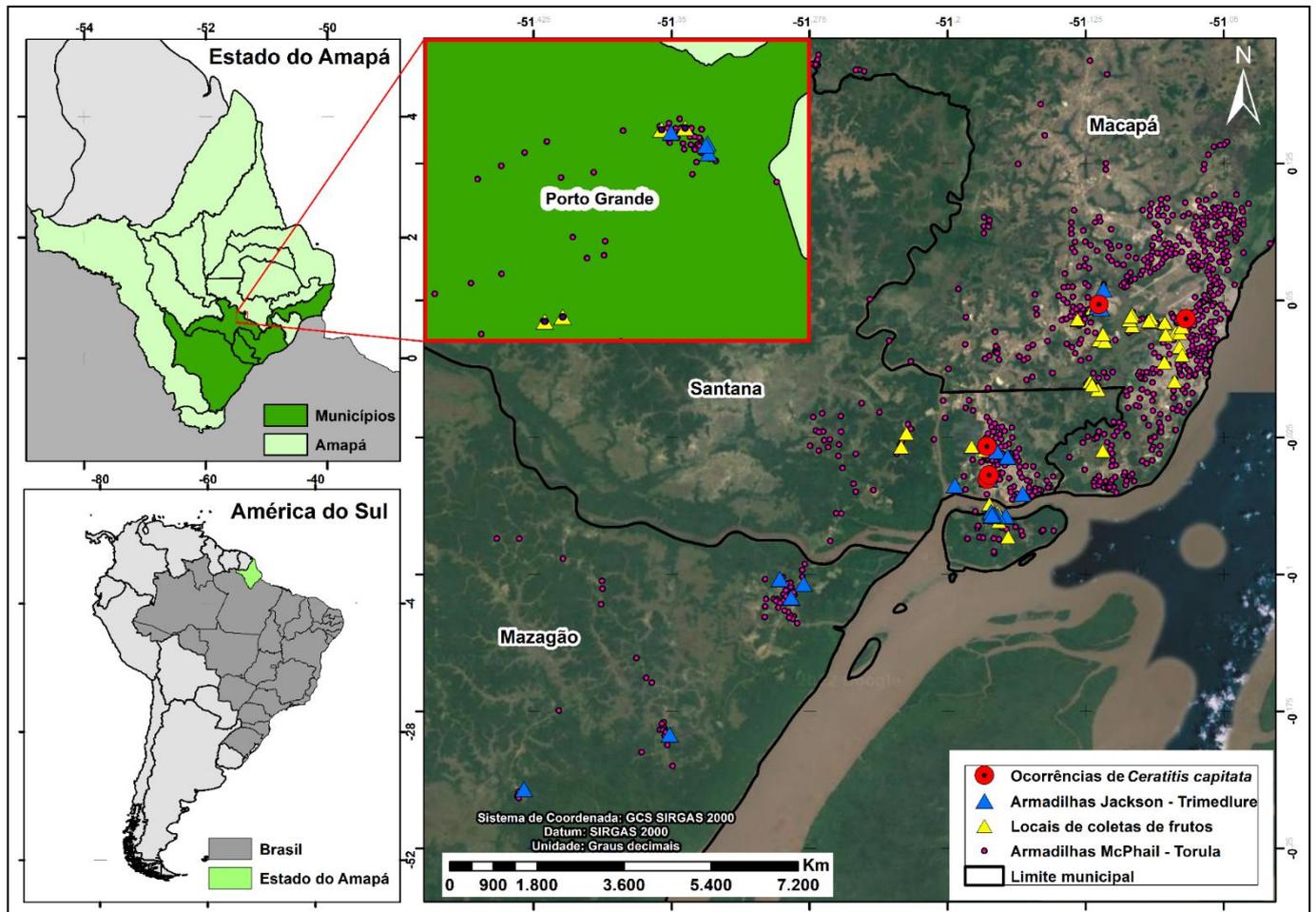
¹Bairro Julião Ramos (0.05072 N, 51.05234 W); ²Bairro Perpétuo Socorro (0.04106 N, 51.04660 W); ³Bairro Buritizal (0.01834 N, 51.00718 W); ⁴Bairro Pacoval (0.05150 N, 51.05311 W); ⁵Bairro Novo Buritizal (0.02920 N, 51.07184 W). *NI = Não Identificado. **obtidos exemplares de *C. capitata* (1♀+1♂). *** obtidos exemplares de *C. capitata* (1♀+3♂). Fonte: Autores.

Durante o período de amostragem, foi confirmada a captura de três espécimes de *C. capitata* nas armadilhas McPhail instaladas em áreas urbanas, na região metropolitana de Macapá (Figura 1). O primeiro espécime (♀) foi capturado no município de Santana (0.02984 S, 51.17863 W), em 24 de agosto de 2021, em armadilha instalada em uma mangueira (*Mangifera indica* L.). O segundo (♀) foi registrado no município de Macapá (0.02870 N, 51.11557 W), em 17 de setembro de 2021, em armadilha instalada em uma caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). O terceiro (♀) foi capturado no município de Santana (0.04760 S, 51.17820 W), em 9 de março de 2022, em armadilha instalada em uma mangueira (*M. indica*).

3.4 Monitoramento com armadilhas Jackson

Nas armadilhas Jackson instaladas no município de Santana houve a captura de 1♂ no dia 22 de março de 2022, em armadilha instalada em uma mangueira (*M. indica*) (0.04770 S, 51.17830 W). Em 28 de abril de 2022, também no município de Santana, foi capturado mais 1♂ em armadilha instalada em *S. mombin* (0.04557 S, 51.17746 W) (Figura 1).

Figura 1. Locais de captura de espécimes de *Ceratitidis capitata*, pontos de amostragem de frutos e de instalação de armadilhas Jackson e McPhail.



Fonte: Autores.

4. Discussão

4.1 Registro de entrada

A ocorrência de três espécimes capturados em armadilhas tipo McPhail e dois espécimes em armadilha do tipo Jackson neste trabalho, constitui o primeiro registro formal da entrada de *C. capitata* no estado do Amapá. Ressalta-se que no ano de 2012, pesquisadores da Embrapa Amapá foram consultados por fiscais da Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária do Estado do Amapá - Diagro, informando que haviam capturado um espécime suspeito de ser *C. capitata*. A captura ocorreu em uma armadilha McPhail contendo torula como atrativo instalada em uma caramboleira (*A. carambola*), em Macapá (0.04004 N, 51.07043 W). Tratava-se de uma fêmea, cuja identidade foi confirmada por profissionais do Instituto Biológico, em Campinas, São Paulo. Na época, a equipe da Diagro fez levantamento nas proximidades do local de detecção, com cinco armadilhas Jackson contendo trimedlure, por 90 dias, não ocorrendo captura. Considerando a obtenção de apenas um espécime, a equipe de pesquisadores optou por não publicar a informação naquele momento.

A detecção de seis espécimes de *C. capitata* na região metropolitana de Macapá (um no ano de 2012, dois em 2021 e três em 2022) indica que a introdução da espécie no estado pode ser recorrente, fato que havia sido mencionado por Castilho et al. (2019a). Apesar da probabilidade de introdução frequente, o estabelecimento da praga parece não estar sendo possível, havendo um nível populacional difícil de detectar. Isso pode ser comprovado pelo fato de apenas três espécimes de *C. capitata* terem sido capturados pela ampla rede de armadilhas McPhail (com atrativo à base de levedura de torula) (Figura 1) e pela ausência da praga nas amostras de frutos (Tabela 1). Nas armadilhas Jackson com trimedlure, específicas para machos da espécie, não houve captura de setembro de 2021 a janeiro de 2022. Quando ocorreu a captura do terceiro espécime de *C. capitata* em armadilha tipo McPhail, em Santana, em 9 de março de 2022, as armadilhas Jackson já não estavam mais instaladas em campo, pois foram removidas em meados de janeiro de 2022. Com a instalação de novas armadilhas Jackson, a partir de 09/03/2022 foi assegurada a captura de mais dois espécimes da praga.

4.2 Associação com hospedeiros

No presente trabalho não foi possível associar *C. capitata* a alguma planta hospedeira, pois não foram obtidos exemplares da espécie nas coletas em condição de campo (Tabela 1). No entanto, na Amazônia brasileira, até o momento foram registradas 17 espécies vegetais hospedeiras de *C. capitata*, pertencentes a sete famílias (Tabela 3). As principais espécies vegetais hospedeiras da praga na região são notadamente *P. guajava* e *A. carambola*, infestadas em vários estados.

É muito importante considerar que em quase duas décadas de amostragem de frutos no estado do Amapá, significativa quantidade de amostras de frutos de plantas potencialmente hospedeiras de *C. capitata* foi coletada, sem ocorrência da praga (Tabela 4). Por exemplo, foram coletados 1.293,0 kg de *P. guajava* e 798,2 kg de *A. carambola*, com ocorrência apenas de *Anastrepha* spp. e *B. carambolae*. Outras espécies vegetais comumente infestadas por *C. capitata* em outras regiões do Brasil (Zucchi & Moraes, 2022), tais como *Anacardium occidentale* L., *Malpighia emarginata* DC. e *P. caimito* também foram bem representadas nas amostragens, com 111,9 kg, 89,1 kg e 87,3 kg, respectivamente (Tabela 4).

Especificamente referente a *Mangifera indica* L., no Amapá foram coletadas 90 amostras (1.166 frutos, 205,45 kg), sendo obtidos apenas exemplares de *B. carambolae* (Tabela 4). Almeida et al. (2016) chamaram a atenção para o fato de que apenas os frutos coletados por Lemos et al. (2014) eram da cultivar Tommy Atkins, os demais tratava-se de material genético de origem desconhecida. Os autores ressaltaram a importância de estudos mais aprofundados para compreender as causas dos baixos índices de infestação por *B. carambolae* nessa espécie vegetal. Outro fato curioso a ser investigado é a ausência de *Anastrepha obliqua* (Macquart) no material amostrado (Tabela 4).

Tabela 3. Espécies vegetais hospedeiras de *Ceratitis capitata* na Amazônia brasileira.

Famílias*	Estados	Referências
Nomes científicos (nomes vernaculares)		
Anacardiaceae		
<i>Anacardium occidentale</i> L. (caju)	Mato Grosso	Silva et al. (2019)
<i>Spondias purpurea</i> L. (seriguela)	Mato Grosso	Silva et al. (2019)
Clusiaceae		
<i>Garcinia acuminata</i> Planch. & Triana (bacuri-rugoso)	Pará	Araujo et al. (2016)
<i>Garcinia brasiliensis</i> Mart. (bacuri-liso)	Pará	Araujo et al. (2016)
Malpighiaceae		
<i>Malpighia emarginata</i> DC. (acerola)	Mato Grosso Pará	Silva et al. (2019), Barreto et al. (2022) Brandão et al. (2019a)
<i>Malpighia glabra</i> L. (acerola)	Pará	Silva et al. (1998)
Myrtaceae		
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess. (uvaia)	Mato Grosso	Barreto et al. (2022)
<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh (araçá-boi)	Mato Grosso	Silva et al. (2019)
<i>Eugenia uniflora</i> L. (pitanga)	Mato Grosso Pará	Silva et al. (2019) Castilho et al. (2019b)
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel (jabuticaba)	Mato Grosso	Silva et al. (2019)
<i>Psidium guajava</i> L. (goiaba)	Rondônia Maranhão Pará Roraima Acre Mato Grosso	Ronchi-Teles e Silva (1996) Oliveira et al. (1998) Ayres et al. (2016), Brandão et al. (2019a), Ayres et al. (2020) Trassato et al. (2017) Adaime et al. (2017a) Silva et al. (2019), Barreto et al. (2022)
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pará	Brandão et al. (2019a)
Oxalidaceae		
<i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola)	Maranhão Pará Tocantins Acre Mato Grosso	Oliveira et al. (1998) Silva et al. (1998), Araújo et al. (2010), Brandão et al. (2019b) Bomfim et al. (2007), Souza & Bomfim (2009) Adaime et al. (2017a) Silva et al. (2019), Barreto et al. (2022)
Rutaceae		
<i>Citrus reticulata</i> Blanco (tangerina)	Pará	Ayres et al. (2018)
Sapotaceae		
<i>Chrysophyllum cainito</i> L. (caimito)	Mato Grosso	Barreto et al. (2022)
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen (sapotilha)	Pará	Brandão et al. (2019a)
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk. (abiu)	Acre Mato Grosso	Azevedo et al. (2018) Barreto et al. (2022)

*Ordem alfabética por família e gênero. Fonte: Autores.

Tabela 4. Espécies vegetais potencialmente hospedeiras de *Ceratitis capitata* amostradas no estado do Amapá no âmbito da Rede Amazônica de Pesquisa sobre Moscas-das-frutas entre os anos de 2005 e 2020.

Famílias Nomes científicos	MA ^a	AC ^b	FC ^c	MFC ^d (kg)	Espécies de moscas registradas	Referências
Anacardiaceae						
<i>Anacardium occidentale</i> L.	10	134	1.861	111,9	<i>Anastrepha fraterculus</i> <i>Anastrepha striata</i> <i>Bactrocera carambolae</i>	Deus et al. (2009); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Jesus-Barros et al. (2012); Adaime et al. (2014); Adaime et al. (2016); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)
<i>Mangifera indica</i> L.	9	89	1.166	205,5	<i>Bactrocera carambolae</i>	Silva et al. (2007a); Silva et al. (2007b); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Adaime et al. (2014); Lemos et al. (2014); Almeida et al. (2016); Adaime et al. (2017); Lemos et al. (2017); Adaime et al. (n. publ.)
<i>Spondias mombin</i> L.	14	467	59.244	669,1	<i>Anastrepha antunesi</i> <i>Anastrepha fraterculus</i> <i>Anastrepha obliqua</i> <i>Anastrepha sororcula</i> <i>Anastrepha striata</i> <i>Bactrocera carambolae</i>	Silva et al. (2005); Silva et al. (2006); Silva & Silva (2007); Silva et al. (2007a); Silva et al. (2007b); Lemos et al. (2008); Deus et al. (2009); Cunha et al. (2011); Silva et al. (2011c); Deus et al. (2013); Jesus-Barros et al. (2012); Adaime et al. (2014); Sousa et al. (2014); Nascimento et al. (2015); Almeida et al. (2016); Sousa et al. (2016); Adaime et al. (2017b); Lemos et al. (2017); Adaime et al. (n. publ.); Deus et al. (n. publ.)
<i>Spondias purpurea</i> L.	5	10	309	3,5	<i>Anastrepha bahiensis</i> <i>Anastrepha fraterculus</i> <i>Anastrepha obliqua</i> <i>Bactrocera carambolae</i>	Silva et al. (2010); Jesus-Barros et al. (2012); Almeida et al. (2016); Belo et al. (2020); Adaime et al. (n. publ.)
Combretaceae						
<i>Terminalia catappa</i> L.	4	9	778	4,9	-	Silva & Silva (2007); Silva et al. (2007b); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)
Malpighiaceae						
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	9	138	19.892	89,1	<i>Anastrepha obliqua</i> <i>Anastrepha striata</i> <i>Bactrocera carambolae</i>	Silva et al. (2007a); Silva et al. (2007b); Lemos et al. (2010); Lemos et al. (2014); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Adaime et al. (2014); Almeida et al. (2016); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)
Myrtaceae						
<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	2	126	173	22,9	<i>Anastrepha fraterculus</i> <i>Anastrepha obliqua</i> <i>Anastrepha striata</i> <i>Bactrocera carambolae</i>	Silva et al. (2009); Deus et al. (2013); Adaime et al. (2014); Lemos et al. (2014); Souza-Adaime et al. (2017)
<i>Psidium guajava</i> L.	16	990	28.930	1.293,0	<i>Anastrepha coronilli</i>	Silva & Silva (2007); Silva et al. (2007a); Silva et al.

					<i>Anastrepha distincta</i>	(2007b); Barros-Neto (2008); Deus et al. (2009); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Jesus-Barros et al. (2012); Adaime et al. (2014); Lemos et al. (2014); Almeida et al. (2016); Jesus-Barros et al. (2016); Adaime et al. (2017b); Sousa et al. (2019); Adaime et al. (n. publ.)
					<i>Anastrepha fraterculus</i>	
					<i>Anastrepha leptozona</i>	
					<i>Anastrepha obliqua</i>	
					<i>Anastrepha parishi</i>	
					<i>Anastrepha sororcula</i>	
					<i>Anastrepha striata</i>	
					<i>Anastrepha turpiniae</i>	
					<i>Anastrepha zenildae</i>	
					<i>Bactrocera carambolae</i>	
Oxalidaceae						
<i>Averrhoa carambola</i> L.	12	512	10.397	798,2	<i>Anastrepha distincta</i>	Silva & Silva (2007); Silva et al. (2007a); Silva et al. (2007b); Deus et al. (2009); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Jesus-Barros et al. (2012); Adaime et al. (2014); Lemos et al. (2014); Almeida et al. (2016); Adaime et al. (2017b)
					<i>Anastrepha obliqua</i>	
					<i>Anastrepha striata</i>	
					<i>Bactrocera carambolae</i>	
Rutaceae						
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	5	18	307	20,9	<i>Bactrocera carambolae</i>	Silva et al. (2010); Adaime et al. (2016); Adaime et al. (2017b)
<i>Citrus sinensis</i> L.	9	56	603	69,2	<i>Anastrepha striata</i>	Deus et al. (2009); Silva et al. (2009); Silva et al. (2011c); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)
Sapotaceae						
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	6	69	1.095	87,3	<i>Anastrepha antunesi</i>	Silva et al. (2007b); Silva et al. (2009); Lemos et al. (2010); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Jesus-Barros et al. (2012); Deus et al. (2013); Adaime et al. (2014); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)
					<i>Anastrepha leptozona</i>	
					<i>Anastrepha serpentina</i>	
					<i>Anastrepha striata</i>	
					<i>Bactrocera carambolae</i>	

^aMA = número de municípios amostrados, ^bAC = número de amostras coletadas, ^cFC = número de frutos coletados, ^dMFC = massa dos frutos coletados. Fonte: Autores

Adicionalmente, foram coletados 669,1 kg de *S. mombin* (Tabela 4), planta hospedeira de várias espécies de moscas-das-frutas na região amazônica (Adaime, et al., 2022). Outra espécie amostrada foi *Eugenia stipitata* McVaugh (22,9 kg), considerada hospedeira de espécies de moscas-das-frutas no Amapá (Souza-Adaime, et al., 2017). No entanto, essas duas espécies vegetais ainda não foram reportadas como hospedeiras de *C. capitata* (Tabela 3).

A associação de *B. carambolae* com frutos de *A. carambola*, *M. emarginata*, *P. guajava* e *Syzygium malaccense* (Tabela 1) já havia sido reportada no Amapá (Adaime, et al., 2016). A ocorrência de *A. striata* em frutos de *A. carambola* já foi reportada no Amapá e o registro em *P. guajava* (Tabela 1) é bastante frequente, tanto no Amapá quanto na Amazônia brasileira (Adaime, et al., 2021). No entanto, a ocorrência de *A. striata* em *C. papaya* (Tabela 1) representa uma informação inédita para o Brasil. Até então, as únicas espécies de moscas-das-frutas reportadas em *C. papaya* no País foram *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *C. capitata* (Martins & Alves, 1988; Martins, et al., 1993; Alvarenga, et al., 2007; Leite, et al., 2017).

4.3 Forma de entrada

Das amostras adquiridas no comércio local, a predominância da origem de *M. indica* são os estados de Pernambuco e Bahia (Região do Vale do São Francisco), área reconhecidamente produtora de frutas no Brasil. Apesar do consolidado reconhecimento da qualidade do produto para os padrões internacionais, não há para o mercado local a realização do tratamento hidrotérmico e, portanto, há o risco de veiculação de pragas, em especial de moscas-das-frutas.

O mencionado tratamento hidrotérmico da manga consiste na imersão dos frutos em água aquecida (46,1 ° C) por um período entre 75 a 90 minutos, para frutos com peso até 425 g e entre 426g a 650g, respectivamente. Esse tratamento quarentenário é capaz de provocar a morte dos estágios imaturos de moscas-das-frutas (Nascimento, et al., 1992).

Para *P. guajava*, *P. persica* e *A. carambola* foi relatado que as amostras eram originárias do estado de São Paulo, enquanto que *V. vinifera* era procedente de Pernambuco. Apenas o estabelecimento comercial B comercializa produtos oriundos do estado do Ceará (Tabela 2).

Destaca-se que frutos relatados como oriundos de São Paulo podem não ter uma precisão tão grande na sua informação de origem, levando a uma incerteza quanto ao local de produção. Segundo relatos dos gerentes e proprietários dos estabelecimentos, a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP funciona como uma central de recepção de mercadorias de todo o Brasil, inclusive do Nordeste, inferindo-se que essa carga pode eventualmente ser composta de produtos de origens distintas.

No presente trabalho fica evidente que a ocorrência de *C. capitata* no Amapá, até então, decorre da comercialização de frutos infestados pela praga, oriundos do estado de São Paulo. Salienta-se, ainda, que nas proximidades dos locais de última ocorrência em armadilhas Jackson (0.04557 S, 51.17746 W), na área comercial do município de Santana, existe um pequeno comércio de bairro que destina o descarte de seus frutos à coleta de lixo comum, ficando expostos na lixeira instalada em frente ao ponto comercial. O proprietário do estabelecimento confirmou que adquire seus produtos da distribuidora (estabelecimento comercial D), sendo estabelecida a relação entre o local da ocorrência e a chegada dos frutos no Amapá. Neste particular, apesar das cargas virem ao Amapá em caminhões refrigerados, partindo dos locais de origem, a obtenção de exemplares de *C. capitata* em uma das amostras adquiridas demonstra que somente o processo de refrigeração não é capaz de garantir a mortalidade das larvas.

Assim sendo, resta demonstrado que há o ingresso de *C. capitata* procedente do estado de São Paulo. Tal relação indica que há um risco iminente de introdução de novas pragas e doenças que não ocorrem no Amapá pelo transporte de frutos. Fato semelhante foi relatado por Brandão et al. (2019a), que observaram que os frutos de *P. guajava* provenientes do Vale do São Francisco e comercializados nas feiras livres de Belém foram os que apresentaram maior quantidade de infestação por *C. capitata*. Portanto, é necessário que sejam adotadas medidas de defesa agropecuária, principalmente quanto à exigência de

Permissão de Trânsito Vegetal - PTV e sobre o descarte de frutos em locais adequados.

Também corroborando as informações obtidas, outro estudo semelhante no Brasil verificou que moscas frugívoras (Tephritidae e Lonchaeidae) foram obtidas de frutas comercializadas na central de abastecimento de alimentos (CEASA) do município de Campinas, estado de São Paulo, que eram produzidas em outros municípios e estados, totalizando seis espécies de moscas identificadas, das quais se verificou a dispersão de *A. fraterculus* e *C. capitata* oriundas de frutas infestadas produzidas nas regiões Sul e Nordeste, respectivamente. Esse fato demonstrou que as larvas de moscas frugívoras podem se dispersar por vários quilômetros através do transporte de frutas frescas, representando uma ameaça à produção e à comercialização de frutas em todo o mundo (Louzeiro, et al., 2021).

4.4 Pressupostos para o não estabelecimento

O não estabelecimento de *C. capitata* no estado do Amapá até então pode ser parcialmente explicado principalmente pela falta de adaptação climática da espécie a regiões úmidas. Utilizando modelagem estatística pelo algoritmo de máxima entropia (MaxEnt), Sznyszewska & Tatem (2014) analisaram o potencial sazonal de distribuição de *C. capitata* no mundo, indicando que apenas a região leste, que compreende o Nordeste do Brasil, é prevista para ser altamente adequada para a espécie. Pelos três mapas de previsão sazonais gerados pelos autores, de janeiro a abril, de maio a agosto e de setembro a dezembro, o estado do Amapá tende a apresentar uma relativa superioridade de adequação ambiental para a mosca-do-mediterrâneo entre setembro e dezembro, época próxima ao período de maior estiagem no estado (Cunha, et al., 2010), entretanto, tal fato não significa que a espécie possa se estabelecer. Deve-se notar que, embora o inseto possa sobreviver nas regiões que se mostrem adequadas para uma ou duas das três estações mapeadas, provavelmente ele não será capaz de se estabelecer devido a condições inadequadas no restante do ano.

Abordando o Zoneamento Ecológico anual de *C. capitata* com base no índice de desenvolvimento (0 a 100) para o clima recente (1961 - 1990) e para o clima futuro (2080), Santos (2008) indicou que o Amapá está inserido na faixa territorial do Brasil que apresenta índices com restrição ao desenvolvimento desta espécie (20 a 40). Já para um cenário de clima futuro, o Amapá apresentaria um índice desfavorável a este desenvolvimento (0 a 20), explicado pelo aumento da temperatura média. Situação similar seria encontrada para o Amazonas, onde a praga ainda não foi registrada.

Em levantamento de moscas-das-frutas realizado no estado do Amazonas há quase 30 anos, Silva (1993) fez a suposição para *C. capitata* da condição de praga transiente, quando esta ocorre, mas não se espera ocorrer o estabelecimento (FAO, 1998; Brasil, 2010). Segundo o autor, a região amazônica adquire uma grande quantidade de frutas, sem restrições quarentenárias, do estado de São Paulo, onde a praga está há muito tempo estabelecida. O autor sugere que *C. capitata* poderia ter sido introduzida na região, mas não se estabeleceu devido às condições climáticas locais desfavoráveis, como altas temperaturas e umidade locais.

Deve-se ressaltar que as regiões estabelecidas como de alta adaptabilidade para *C. capitata* correspondem a locais que possuem estações secas definidas. Para De Meyer, et al. (2008), as regiões mais secas da África (regiões central e ocidental da África Austral e zona do Sahel) foram identificadas como sendo mais adequadas para *C. capitata* quando comparada a *Ceratitis rosa* Karsch. No Brasil, Pavan (1978) constatou que o período seco influenciou positivamente na densidade populacional de *C. capitata* em São Paulo, enquanto que o período chuvoso favoreceu a população de *Anastrepha* spp. Fato similar ocorreu quando as temperaturas atingiram valores próximos a 15° C, predominando *C. capitata*, mas com o aumento da temperatura acontece o inverso.

Segundo Parra, et al. (1982) a temperatura no aspecto do macroclima é o fator que mais influenciou na dinâmica populacional da mosca-do-mediterrâneo. No que tange ao microclima, a população da praga correlaciona-se negativamente com a umidade relativa e positivamente com a temperatura.

A baixa possibilidade do estabelecimento da mosca-da-mediterrâneo no Amapá é corroborada por Cunha & Benito (2015). Na predição da probabilidade de estabelecimento para esta espécie executada com o modelo MaxEnt nas condições brasileiras, as regiões Sul, Sudeste e Nordeste apresentam áreas com alta probabilidade de estabelecimento, diferentemente do que ocorre para a região Norte.

Para o Amapá outros fatores podem ser decisivos para dificultar o estabelecimento da mosca-do-mediterrâneo, tais como as ações de controle preconizadas no ‘Subprograma de supressão com vistas à erradicação da Mosca-da-carambola’ (Brasil, 2017), que envolvem a coleta e destruição de frutos potencialmente hospedeiros na época de safra e a pulverização de isca atrativa com o inseticida Sucess[®] semanalmente, produto que foi incorporado às ações em 2009 em alternativa ao Malation (Godoy, et al., 2011b). Deve-se considerar ainda que algumas espécies frutíferas são hospedeiras tanto de *B. carambolae* quanto de *C. capitata*.

O comportamento de desfavorável adaptabilidade climática não ocorre para a mosca-da-carambola, praga que se disseminou por todo o estado do Amapá e que necessita de um intenso controle para evitar sua dispersão para outros estados do Brasil. Marchioro (2016), abordando o modelo de nicho ecológico (MNE) desenvolvido com um algoritmo de máxima entropia implementado no software MaxEnt, identificou para a ocorrência de *B. carambolae* áreas adequadas na costa leste e áreas isoladas no Centro-Oeste e Sul do Brasil e como áreas ótimas a região amazônica e a parte da costa leste do Brasil, concluindo que a área atualmente ocupada pela praga em sua faixa introduzida é climaticamente semelhante à faixa nativa. Salienta-se que durante o processo de invasão da praga na América do Sul, nenhuma mudança significativa de nicho climático ocorreu quando se comparou as áreas nativas e invadidas. Silva (2010) chegou a resultados semelhantes com o algoritmo GARP (algoritmo genético para produção de regras), identificando que a distribuição potencial de *B. carambolae* no Brasil revelou que a ocorrência preditiva inclui a distribuição atual no estado do Amapá e que a região Norte se mostra altamente favorável em quase toda a sua totalidade.

Bactrocera carambolae é uma espécie que predomina em áreas urbanas e raramente é encontrada em florestas tropicais não perturbadas, tanto na sua região de origem como no Suriname (Vijaysegaran & Oman, 1991). Embora *B. carambolae* infeste frutos de algumas plantas nativas da Amazônia brasileira, há que se considerar que isso ainda não foi registrado em ambientes totalmente inalterados pela atividade humana (Lemos, et al., 2014; Almeida, et al., 2016). Assim como *B. carambolae*, *C. capitata* também é predominante em áreas urbanas (Malavasi, et al., 1980; Haji, et al., 1991). No presente trabalho nossas amostragens cobriram áreas urbanas e rurais dos municípios de Macapá, Porto Grande e Santana.

Apesar de *B. carambolae* ter ingressado no Brasil há 26 anos e de sua significativa importância econômica, dados sobre dinâmica populacional, demografia, preferência por hospedeiro e seu impacto na comunidade de moscas-das-frutas nativas são escassos (Deus, et al., 2016).

Sabe-se que a invasão de habitat por espécies exóticas é um problema global, e que uma vez estabelecidas, estas espécies podem impactar a biodiversidade nativa ao ponto de alterar habitats, espalhar doenças, hibridizar ou competir com espécies nativas (Davis, 2009). A competição interespecífica é uma das interações mais importantes resultantes de invasões biológicas e também um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso no estabelecimento de espécies invasoras (Holway & Suarez, 1999; Parker, et al., 2006; Romero, et al., 2014; Devescovi, et al., 2015; Park & Potter, 2015). A competição interespecífica pode resultar no deslocamento completo de uma das espécies ou na evolução de uma coexistência estável entre as duas espécies (Duyck, et al., 2006; Davis, 2009; Ekesi, et al., 2009; Devescovi, et al., 2015). Considerando as diversas lacunas no conhecimento das interações desta espécie exótica com espécies nativas, sugerimos que estudos adicionais sejam realizados para elucidar essa questão.

Agradecimentos

Aos colegas Clermeson Gomes Pinto e José Luís Prazeris da Costa, pelo apoio durante o trabalho de campo. À Adriana Bariani e Jacivaldo Barbosa pelo apoio nas atividades de laboratório. Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pela autorização concedida para o uso dos dados de monitoramento do Subprograma de *Bactrocera carambola* com fundamento na Instrução Normativa n.º 28 de 20 de julho de 2017.

Referências

- Adaime, R., Jesus-Barros, C. R., Bariani, A., Lima, A. L., Cruz, K. R. & Carvalho, J. P. (2016). *Novos Registros de Hospedeiros da Mosca-da-carambola (Bactrocera carambolae) no Estado do Amapá, Brasil*. Macapá: Embrapa Amapá (Comunicado Técnico, 146), 5p.
- Adaime, R., Jesus-Barros, C. R. & Souza Filho, M. F. (2014). *Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) obtidas de frutos comercializados em Feiras Públicas de Macapá, Amapá*. Macapá: Embrapa Amapá (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 85).
- Adaime, R., Pereira, J. D. B., Pereira, J. F. & Marsaro Junior, A. L. (2012). *Monitoramento para detecção de Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá*. Macapá: Embrapa Amapá (Comunicado Técnico, 126), 4 p.
- Adaime, R., Santos, R. S., Azevedo, T. S., Vasconcelos, A. S., Sousa, M. S. M. & Souza-Filho, M. F. (2017a). First record of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in the state of Acre, Brazil. *EntomoBrasilis*, 10, 259-260.
- Adaime, R., Sousa, M. S. M., Jesus-Barros, C. R., Deus, E. G., Pereira, J. F., Strikis, P. C. & Souza-Filho, M. F. (2017b). Frugivorous Flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae), Their Host Plants, and Associated Parasitoids in the Extreme North of Amapá State, Brazil. *Florida Entomologist*, 100, 316-324.
- Adaime, R., Sousa, M. S. M. & Pereira, J. F. (2022). *Anastrepha species and their host in the Brazilian Amazon*. Disponível em: <http://anastrepha.cpa.fap.embrapa.br>. (Acesso em: 10 de junho de 2022)
- Almeida, R. R., Cruz, K. R., Sousa, M. S. M., Costa-Neto, S. V., Jesus-Barros, C. R., Lima, A. L. & Adaime, R. (2016). Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associated with fruit production on Ilha de Santana, Brazilian Amazon. *Florida Entomologist*, 99 (3), 426-436.
- Aluja, M. (1994). Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, 39: 155–178.
- Aluja, M. & Mangan, R. L. (2008). Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host Status Determination: Critical Conceptual, Methodological, and Regulatory Considerations. *Annual Review of Entomology*, 53, 473-502.
- Alvarenga, C. D., Silva, M. A., Lopes, G. L. N., Lopes, E. M., Brito, E. S., Querino, R. B. & Matrangolo, C. A. R. (2007). Ocorrência de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) em Frutos de Mamoeiro em Minas Gerais. *Neotropical Entomology*, 36(5):807-808.
- Araújo, M. R., Lemos, W. P., Silva, L. C., França, L. P. N. & Adaime, R. (2016). New host records for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the State of Pará, Brazil. *Florida Entomologist*, 99 (2), 327-328.
- Araújo, S. C. A., Lemos, W. P., Silva, R. A. & Silva, W. R. (2010). Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a frutos de goiaba *Psidium guajava* L. e carambola *Averrhoa carambola* no município de Araguatins, Tocantins. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 23., 2010, Natal. Anais... Natal: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2010.
- Ayres, A. R., Queiroz, L. G. N. & Rodrigues, M. G. (2018). Moscas-das-frutas e seus hospedeiros em pomares diversificados de três municípios do estado do Pará, Brasil. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 27., *Congresso Latino-Americano de Entomologia*, 10., 2018, Gramado. Anais... Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2018. p. 697.
- Ayres, A. R., Santos, P. R. F., Cavalcante, I. P., Santos, F. R. & Araújo, F. L. S. (2016). Ocorrência de moscas-das-frutas e seus parasitoides obtidos de frutos comercializados em feiras livres no Município de Castanhal-Pará. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 26., Congresso Latino-Americano de Entomologia, 9., 2016, Maceió. Anais... Brasília: Embrapa, 2016. p. 490.
- Azevedo, T. S., Vasconcelos, A. S., Santos, R. S., Sousa, M. S. M. & Adaime, R. (2018). Levantamento de moscas frugívoras em dois municípios do estado do Acre, Brasil. *Biotemas*, 31, 25-31.
- Barreto, M. R., Sousa, M. S. M., Adaime, R. & Zucchi, R. A. (2022). Fruit flies in the Mato Grosso state, Brazil: Increasing knowledge about diversity, host plants and parasitoids. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 17 (2), e1500.
- Barros-Neto, E. L. (2008). *Ecologia de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (Psidium guajava L., Myrtaceae) cultivada em Sistema agroflorestal, em Santana, Amapá*. 84f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amapá.
- Belo, A. P. D., Rocha, L. M. S., Corrêa, J. M. G., Ferreira, R. M. A., Costa-Neto, S. V., Sousa, M. S. M., Adaime, R. & Lemos, L. N. (2020). New host plants records of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Brazil. *Entomological Communicatons*, 2, ec02036.
- Bomfim, D. A., Uchôa-Fernandes, M. A. & Bragança, M. A. L. (2004). Espécies de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) no Estado do Tocantins. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 20., 2004, Gramado. Programa e resumos... Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004. p. 655.
- Bomfim, D. A., Uchôa-Fernandes, M. A. & Bragança, M. A. L. (2007). Hosts and Parasitoids of Fruit Flies (Diptera: Tephritoidea) in the State of Tocantins, Brazil. *Neotropical Entomology*, 36 (6), 984-986.
- Brandão, C. A. C., Lopes, L. S., Lima, J. C., Bastos, D. G., Sousa, M. S. M. & Adaime, R. (2019b). Ocorrência de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera:

Tephritidae) em três municípios do estado do Pará. In *Jornada Científica da Embrapa Amapá*, 4., 2018, Macapá. Resumos... Brasília: Embrapa.

Brandão, C. A. C., Sousa, M. S. M., Azevedo, C. J. T., Ayres, Á. R., Sugayama, R. L. & Adaime, R. (2019a). Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) obtidas de frutos comercializados no mercado Ver-o-Peso, em Belém, Pará, Brasil. In Pacheco, J. T. R.; Kawanishi, J. Y. & Nascimento, R. (Org.). *Meio ambiente e desenvolvimento sustentável* (p. 207-217). Ponta Grossa, Editora Atena.

Brasil (2017). Instrução Normativa nº 28, de 20 de julho de 2017. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 28 jul. 2017. Ed. 142. Seção 1, p. 08.

Brasil (2018). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 1 de outubro de 2018. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 out. 2018. Seção 1. Available at: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43461167/doi1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-38-de-1-de-outubro-de2018-43461024 (Acesso em: 11 Julho de 2019).

Brasil (2010). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Normas Internacionais para medidas fitossanitárias. Determinação do status de uma praga em uma área (1998). Brasília, DF, 2010. 12 p. (NIMF, N. 8). Disponível em: <https://www.ipcc.int/largefiles/NIMF_08_1998_PT_FINAL_0.pdf>. (Acesso em: 14 fev. 2022).

Castilho, A. P., Brandão, C. A. C., Ayres, A. R., Pereira, J. F. & Adaime, R. (2019a). Distribuição geográfica e plantas hospedeiras de *Ceratitits capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia brasileira. In Mônica Jasper. (Org.). *Coletânea Nacional sobre Entomologia* (p. 90-102). Ponta Grossa - PR: Atena Editora.

Castilho, A. P., Silva, L. C., Sousa, M. S. M., Santos, J. E. V., Lemos, W. P. & Adaime, R. (2019b). Novas associações de Tephritidae e Lonchaeidae (Diptera) e suas plantas hospedeiras na Amazônia Oriental. *Biotemas*, 32 (3), 65-72.

Cunha, A. C., Silva, R. A., Pereira, J. D. B. & Santos, R. S. (2011). Efeito da espessura da polpa, tamanho e peso de frutos de taperebá (*Spondias mombin* L.) sobre o parasitismo natural (Hymenoptera: Braconidae) em moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). *Revista de Agricultura*, 86 (2), 125-133.

Cunha, A. C., Souza, E. B. & Cunha, H. F. A. (2010). *Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no Estado do Amapá*. Macapá: IEPA.

Cunha, M. L. A. & Benito, N. P. (2015). Predição da distribuição geográfica de pragas. In Sugayama, R. L., Silva, M. L., Silva, S. X. B., Ribeiro, L. C & Rangel, L. E. P. (Org.). *Defesa Vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas* (p. 205-226). Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária.

Davis, M. A. (2009). *Invasion Biology*. Oxford University Press Inc., New York.

De Meyer, M., Robertson, M. P., Peterson, A. T. & Mansell, M. W. (2008). Ecological niches and potential geographical distributions of Mediterranean fruit fly (*Ceratitits capitata*) and Natal fruit fly (*Ceratitits rosa*). *Journal of Biogeography*, 35, p. 270-281. doi:10.1111/j.1365-2699.2007.01769.x

Deus, E. G., Pinheiro, L. S., Lima, C. R., Sousa, M. S. M., Guimarães, J. A., Strikis, P. C. & Adaime, R. (2013). Wild hosts of frugivorous dipterans (Tephritidae and Lonchaeidae) and associated parasitoids in the Brazilian Amazon. *Florida Entomologist*, 96 (4), 1621-1625.

Deus, E. G., Godoy, W. A. C., Sousa, M. S. M., Lopes, G. N., Jesus-Barros, C. R., Silva, J. G. & Adaime, R. (2016). Co-infestation and spatial distribution of *Bactrocera carambolae* and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in common guava in the eastern Amazon. *Journal of Insect Science*, 16, 1-7.

Deus, E. G., Silva, R. A., Nascimento, D. B., Marinho, C. F. & Zucchi, R. A. (2009). Hospedeiros e parasitoides de espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) em dois municípios do Estado do Amapá. *Revista de Agricultura*, 84 (3), 194-203.

Devescovi, F., Liendo, M. C., Bachmann, G. E., Bouvet, J. P., Milla, F. H., Vera, M. T., Cladera, J. L. & Segura, D. F. (2015). Fruit infestation patterns by *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitits capitata* reveal that cross-recognition does not lead to complete avoidance of interspecific competition in nature. *Agricultural and Forest Entomology*, 17: 325–335.

Drew, R. A. I. & Hancock, D. L. (1994). The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. *Bulletin of Entomological Research*, Suppl. 2, 68p.

Duyck, P. F., David, P., Junpd, G., Brunel, C., Dupont, R. L. & Quilici, S. (2006). Importance of competition mechanisms in successive invasions by polyphagous tephritids in La Réunion. *Ecology*. 87: 1770–1780.

Ekesi, S., Billah, M. K., Nderitu, P. W., Lux, S. A. & Rwomushana, I. (2009). Evidence for competitive displacement of *Ceratitits cosyra* by the invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) on mango and mechanisms contributing to the displacement. *Journal of Economic Entomology*, 102: 981-91.

FAO (1998). *Determinação do status de uma praga numa área. Secretaria da Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação* (FAO). Roma: ISPM Publ. n. 8.

Ferreira, M. E. & Rangel, P. H. N. (2015). Melhoramento genético preventivo: obtenção de estoques genéticos resistentes a pragas quarentenárias de alto risco para a agricultura brasileira. In Sugayama, R. L., Silva, M. L., Silva, S. X. B., Ribeiro, L. C. & Rangel, L. E. P. (Eds.), *Defesa Vegetal: Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas* (pp. 275-292). Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, Belo Horizonte.

Godoy, M. J. S., Pacheco, W. S. P. & Malavasi, A. (2011a). Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. In Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (Eds.), *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (pp. 111-132). Embrapa Amapá, Macapá.

Godoy, M. J. S., Pacheco, W. S. P., Portal, R. R., Pires Filho, J. M. & Moraes, L. M. M. (2011b). Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-Carambola. In Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (Eds.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (p.134-158). Macapá: Embrapa Amapá.

Haji, F. N. P., Nascimento, A. S., Carvalho, R. S. & Coutinho, C. C. (1991). Ocorrência e índice de moscas-das-frutas (Tephritidae) na região do submédio

São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 13 (4), 205-209.

Hernández-Ortiz, V., Guillén-Aguilar, J. & López, L. (2010). Taxonomia e identificação de moscas de la fruta de importância econômica em América. In Montoya, P., Toledo, J. & Hernández, E. (Eds.). *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo* (pp. 49-80). México, S y G Editores.

Holway, D. A. & Suarez, A. V. (1999). Animal behavior: an essential component of invasion biology. *Trends in Ecology & Evolution*. 14: 328-330. <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n3/en/abstract?short-communication+bn03511032011>

Ihering, H. von (1901). Laranjas bichadas. *Revista Agrícola*, 6: 179-181.

Jesus-Barros, C. R., Adaime, R., Oliveira, M. N., Silva, W. R., Costa-Neto, S. V. & Souza-Filho, M. F. (2012). *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) species, their hosts and parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in five municipalities of the state of Amapá, Brazil. *Florida Entomologist*, 95 (3), 694-705.

Jesus-Barros, C. R., Adaime, R. & Barros Neto, E. L. (2016). *Ocorrência estacional e estratificação vertical de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras (Psidium guajava L.) cultivadas em sistema agroflorestal no Amapá, Brasil*. Macapá: Embrapa Amapá (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 93).

Leite, S. A., Castellani, M. A., Ribeiro, A. E. L., Costa, D. R., Bittencourt, M. A. L. & Moreira, A. A. (2017). Fruit flies and their parasitoids in the fruit growing region of Livramento de Nossa Senhora, Bahia, with records of unprecedented interactions. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39 (4), e-592.

Lemos, L. N., Deus, E. G., Nascimento, D. B., Jesus-Barros, C. R., Costa Neto, S. V. & Adaime, R. (2017). Species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), their host plants, and parasitoids in small fruit production areas in the state of Amapá, Brazil. *Florida Entomologist*, 100:403-410.

Lemos, L. N., Adaime, R., Jesus-Barros, C. R. & Deus, E. G. (2014). New Hosts of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. *Florida Entomologist*, 97 (2), 841-847.

Lemos, L. N., Lima, C. R., Deus, E. G., Silva, R. A. & Godoy, M. J. S. (2010). Novos registros de hospedeiros para *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 23. Natal, Rio Grande do Norte, 2010.

Lemos, L. N., Silva, R. A., Jesus, C. R. Silva, W. R., Deus, E. G., Nascimento, D. B. & Souza Filho, M. F. (2008). Índice de infestação de taperebá (*Spondias mombin*) por *Anastrepha* spp. (Dip., Tephritidae) em quatro municípios do Estado do Amapá. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 22., 2008, Uberlândia. Ciência, tecnologia e inovação: anais. Viçosa, MG: UFV, 1 CD-ROM.

Liquido, N. J., Cunningham, R. T. & Nakagawa, S. (1990). Host plants of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of Hawaii (1949-1985 survey). *Journal of Economic Entomology*, 83, 1863-1878.

Liquido, N. J., Shinoda, L. A. & Cunningham, R. T. (1991). Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): na annotated world review. Lanham: *Entomological Society of America* (Miscellaneous Publications, 77). 52 p.

Louzeiro, L. R. F., Souza-Filho, M. F., Raga, A. & Gisloti, L. J. (2021). Incidence of frugivorous flies (Tephritidae and Lonchaeidae), fruit losses and the dispersal of flies through the transportation of fresh fruit. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24 (1), 50-60.

Marchioro, C. A. (2016) Global potential distribution of *Bactrocera carambolae* and the risks for fruit production in Brazil. *Plos One*, 10: 1-16. DOI:10.1371/journal.pone.0166142

Malacrida, A. R., Gomulski, L. M., Bonizzoni, M., Bertin, S., Gasperi, G. & Guglielmino, C. R. (2007). Globalization and fruitfly invasion and expansion: the medfly paradigm. *Genetica*, 131 (1), 1.

Malavasi, A., Morgante, J. S. & Zucchi, R. A. (1980). Biologia de "moscas-das-frutas" (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência. *Revista Brasileira de Biologia*, 40 (1), 9-16.

Malavasi, A. (2001). Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In Vilela, E. F., Zucchi, R. A. & Cantor, F. (Ed.). *Histórico e impacto de pragas introduzidas no Brasil* (pp.39-41). Ribeirão Preto: Holos.

Malavasi, A. (2009). Biologia, ciclo de vida, relação com o hospedeiro, espécies importantes e biogeografia de tefritídeos. In Malavasi, A. & Virgínio, J. (Ed.), *Biologia, Monitoramento e Controle de Moscas-das-frutas - V Curso Internacional de Capacitação em Moscas-das-frutas*, 21 a 29 de outubro de 2009. Biofábrica Moscamed Brasil, Juazeiro, Bahia, Brasil.

Malavasi, A. (2015). Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock. In Vilela, E. F. & Zucchi, R. A. (Ed.), *Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros* (pp. 173-184). Piracicaba: FEALQ.

Martins, D. S. & Alves, F. L. (1988). Ocorrência da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no norte do Estado do Espírito Santo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 17:227-229.

Martins, D. S., Alves, F. L. & Zucchi, R. A. (1993). Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 22 (2), 373-379.

Martins, D. S., Fornazier, M. J., Ventura, J. A., Malavasi, A. & Ferreira, P. S. F. (2011). Caracterização da cultura de mamão na região norte do Espírito Santo como área de baixa prevalência de moscas-das-frutas. In *Simpósio do Papaya Brasileiro*, 5., 2011, Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 1 CD-ROM. 12p.

Miranda, S. H. G. & Adami, A. C. O. (2015). 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* (pp. 183-203). Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária.

Morelli, R., Paranhos, B. J. & Costa, M. L. Z. (2012). Eficiência de etofenproxi e acetamiprido no controle de mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata*

(Diptera: Tephritidae) em pomar de manga. *BioAssay*, 7 (10), 1-6.

Nascimento, A. S., Malavasi, A., Morgante, J. S. & Duarte, A. L. A. (1992). Hot-water immersion treatment for mangoes infested with *Anastrepha fraterculus*, *A. obliqua* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, 85: 456-460.

Nascimento, D. B., Adaime, R., Cunha, A. C. & Silva, J. G. (2015). Influência dos parâmetros biométricos de frutos de *Spondias mombin* L. sobre os índices de infestação por *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) e parasitismo. *Biota Amazônia*, 5 (3), 83-87.

Oliveira, F. L., Silva, A. S. G., Chagas, E., Araujo, E. L. & Zucchi, R. A. (1998). Registros de espécies e de hospedeiros de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Estado do Maranhão. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 17., 1998, Rio de Janeiro. Resumos... Rio de Janeiro: Sociedade Entomológica do Brasil, p. 504.

Park, D. S. & Potter, D. A. (2015). A reciprocal test of Darwin's naturalization hypothesis in two mediterranean-climate regions. *Global Ecology and Biogeography*, 24: 1049-1058.

Parker, J. D., Burkpile, D. E. & Hay, M. E. (2006). Opposing effects of native and exotic herbivores on plant invasions. *Science*, 311: 1459-1461.

Parra, J. R. P., Zucchi, R. A. & Silveira Neto, S. (1982). Flutuação populacional e atividade diária de vôo da mosca-do-mediterrâneo em cafeeiros "Mundo Novo". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17(7): 985-992.

Pavan, O. H. O. (1978). *Estudos populacionais de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae)*. 99p. Tese. Instituto de Biociências/USP, São Paulo.

Pontes, A. V. (2006). *Biodiversidade de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) amostrados com armadilhas McPhail no Sudeste de Mato Grosso, Brasil*. 37p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso.

Raga, A. & Souza-Filho, M. F. (2021). *Manual de moscas-das-frutas - medidas para o controle sustentável*. Araraquara: Fundecitrus.

Romero, D., Báez, J. C., Ferri-Yáñez, F., Bellido, J. J. & Real, E. (2014). Modelling favourability for invasive species encroachment to identify areas of native species vulnerability. *The Scientific World Journal*, 1-9.

Ronchi-Teles, B. & Silva, N. M. (1996). Primeiro registro de ocorrência da mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitidis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia Brasileira. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 3 (25), 569-570.

Santos, W. S. (2008). *Zoneamento ecológico de Anastrepha fraterculus e Ceratitidis capitata (Diptera: Tephritidae) em dois cenários climáticos no Brasil*. 96p., Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP.

Silva, N. M. (1993). *Levantamento e análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em quatro locais do Estado do Amazonas*. 152 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Silva, J. G., Uramoto, K. & Malavasi, A. (1998). First Record of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the eastern Amazon, Pará, Brazil. *Florida Entomologist*, 4 (81), 574-577.

Silva, R. A., Jordão, A. L., Sá, A. L. N. & Oliveira, M. R. V. (2004). *Mosca-da-carambola: uma ameaça à fruticultura brasileira*. Embrapa Amapá (Circular Técnica 31).

Silva, R. A., Nascimento, D. B., Deus, E. G., Souza, G. D. & Oliveira, L. S. P. (2007a). Hospedeiros e parasitoides de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em Itauba do Pírrim, Estado do Amapá. *Ciência Rural* 37:557-560.

Silva, R. A., Xavier, S. L. O., Souza Filho, M. F., Silva, W. R., Nascimento, D. B. & Deus, E. G. (2007b). Frutíferas hospedeiras e parasitoides (Hym., Braconidae) de *Anastrepha* spp. (Dip., Tephritidae) na Ilha de Santana, Estado do Amapá, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico* 74:153-156.

Silva, R. A., Pereira, J. D. B., Lemos, L. N. & Silva, W. R. (2010). Espécies de *Anastrepha* associadas a frutíferas de expressão socioeconômica no Estado do Amapá, Brasil. *Revista de Agricultura*, 85:207-217.

Silva, M. E. S., Wochner, M. A., Sousa, M. S. M., Barreto, M. R. & Adaime, R. (2019). Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), suas plantas hospedeiras e parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) no norte do estado de Mato Grosso, Brasil. *Nativa*, 7, 513-519.

Silva, R. A., Deus, E. G., Raga, A., Pereira, J. D. B., Souza-Filho, M. F. & Costa Neto, S. V. (2011b). Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In Silva, R. A., Lemos, W. P., Zucchi, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (pp. 33-50), Macapá: Embrapa Amapá.

Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (2011a). Ocorrência e hospedeiros de *Ceratitidis capitata* na Amazônia brasileira. In Silva, R. A., Lemos, W. P., Zucchi, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (pp. 197-204). Macapá: Embrapa Amapá.

Silva, R. A., Pereira, J. D. B., Lemos, L. N., Jesus, C. R., Lima, A. L. & Lima, C. R. (2009). Novos registros de hospedeiros de *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) no Estado do Amapá, Brasil. Edição dos Resumos da 22ª Reunião Anual do Instituto Biológico - RAIB, São Paulo, p. 137.

Silva, R. A., Silva, W. R., Nascimento, D. B. & Silva, C. A. (2005). *Levantamento de moscas-das-frutas e seus parasitoides em frutos de taperebazeiro na Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú, Macapá, Estado do Amapá*. Macapá: Embrapa Amapá (Comunicado técnico, 116).

Silva, R. A., Deus, E. G., Raga, A., Pereira, J. D. B., Souza-Filho, M. F. & Costa Neto, S. V. (2011b). Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (pp. 33-50). Amapá, Embrapa Amapá.

Silva, R. A., Lima, A. L., Xavier, S. L. O., Silva, W. R., Marinho, C. F. & Zucchi, R. A. (2011c). *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae), their hosts and parasitoids in southern Amapá State, Brazil. *Biota Neotropica*, 11 (3): 431-436.

- Silva, S. F. (2010). *Abordagem biogeográfica: potencial de distribuição e extensão geográfica da mosca-da-carambola Bactrocera carambolae (Drew & Hancock, 1994) no Brasil*. 71p. Dissertação de mestrado (Gestão Ambiental e Territorial). Brasília: UnB/IH/GEA.
- Silva, W. R., Jesus, C. R. & Silva, R. A. (2006). Infestação natural de taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) por *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) na Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú, Macapá-AP.. Resumo 098. Edição dos Resumos da 19ª Reunião Anual do Instituto Biológico - RAIB, São Paulo.
- Silva, W. R. & Silva, R. A. (2007). Levantamento de moscas-das-frutas e de seus parasitóides no Município de Ferreira Gomes, Estado do Amapá. *Ciência Rural*, 37 (1), 265-268.
- Sousa, M. S. M., Jesus-Barros, C. R., Yokomizo, G. K., Lima, A. L. & Adaime, R. (2016). Ocorrência de moscas-das-frutas e parasitoides em *Spondias mombin* L. em três municípios do estado do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*, 6 (2), 50-55.
- Sousa, M. S. M., Lima, C. R., Jesus, C. R. & Adaime, R. (2014). Infestação de taperebá (*Spondias mombin* L.) por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) no estado do Amapá. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 25, Goiânia-GO: SEB/Embrapa Arroz e Feijão/UFV.
- Sousa, M. S. M., Santos, J. C. R., Jesus, C. R., Yokomizo, G. K. I., Deus, E. G., Pereira, J. F. & Adaime, R. (2019). Goiabeiras comuns contribuem para expansão da área de distribuição de *Bactrocera carambolae* na Amazônia brasileira. In Pacheco, J. T. R., Kawanishi, J. Y. & Nascimento, R. (Orgs.). *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável* (pp. 196-206), Atena: Paraná.
- Sousa, M. S. M., Adaime, R. & Pereira, J. F. (2022). *Fruit flies parasitoids in the Brazilian Amazon*. Available in: <http://parasitoid.cpfap.embrapa.br>, 2022. (Acesso em: 18 de Maio de 2022).
- Souza, L. R. R. & Bomfim, D. A. (2009). Infestação de moscas-das-frutas em *Averrhoa carambola* no município de Porto Nacional, TO. In *Congresso de Ecologia do Brasil*, 9., 2009. São Lourenço. Resumos... São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil. Resumo 1076.
- Souza-Adaime, M. S. M., Jesus Barros, C. R., Sousa, M. S. M., Deus, E. G., Strikis, P. C. & Adaime, R. (2017). *Eugenia stipitata* McVaugh (Myrtaceae): food resource for frugivorous flies in the state of Amapá, Brazil. *Biotemas*, 30, 129-133.
- Szyniszewska, M. A. & Tatem, A. J. (2014). Global Assessment of Seasonal Potential Distribution of Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *PLoS ONE*, 9 (11):e111582. Doi:10.1371/journal.pone.0111582.
- Trassato, L. B., Monteiro Neto, J. L. L., Lima, A. C. S., Silva, E. S., Ronchi-Teles, B. & Carmo, I. L. G. S. (2017). Primeira ocorrência de *Ceratitis capitata* (Wied.) no Estado de Roraima, Brasil. *Revista Agro@ambiente On-line*, 11 (1), 88-91.
- Vijayasegaran, S. & Oman, M. S. (1991). Fruit flies in peninsular Malaysia: their economic importance and control strategies. In *International Symposium on the Biology and Control of Fruit flies*, Okinawa. Proceedings... Okinawa: The Okinawa Prefectural Government, p. 105-115.
- White, I. M. & Elson-Harris, M. M. (1992). *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. CAB International, Wallingford, UK.
- Zucchi, R. A. & Moraes, R. C. B. (2022) *Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly*. <<http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitiss>>
- Zucchi, R. A., Uramoto, K. & Souza-Filho, M. F. (2011). Chave ilustrada para as espécies de *Anastrepha* da região Amazônica. In Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (pp. 71-90). Amapá: Embrapa Amapá.
- Zucchi, R. A. (2015). Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann). In Vilela, E. F. & Zucchi, R. A. (Ed.). *Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros*. Piracicaba (pp. 153-172), FEALQ.

CAPÍTULO II

New findings on carambola fruit fly hosts in South America²

² Este capítulo está formatado na forma de artigo e foi publicado em 09 de outubro de 2023 na edição de setembro da revista “Florida Entomologist” (ISSN 0015-4040).

1 **New findings on carambola fruit fly hosts in South America**

2
3 José Victor Torres Alves **Costa**¹, Maria do Socorro Miranda de **Sousa**², Cristiane Ramos de
4 **Jesus**³, Miguel Francisco de **Souza-Filho**⁴, Valmir Antonio **Costa**⁴, Breno Marques da Silva e
5 **Silva**⁵, Jessica Paula Monteiro **Oliveira**⁵, and Ricardo **Adaime**^{3*}

6
7 ¹Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e
8 Biotecnologia, Macapá, Amapá, Brazil; E-mail: jose.torres@agro.gov.br (J.V.T.A.C.)

9
10 ²Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical,
11 Macapá, Amapá, Brazil; E-mail: socorro-ap@hotmail.com (M.S.M.S.)

12
13 ³Embrapa Amapá, Proteção de Plantas, Macapá, Amapá, Brazil; E-mail:
14 cristiane.jesus@embrapa.br (C.R.J.), ricardo.adaime@embrapa.br (R.A.)

15
16 ⁴Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade
17 Agropecuária, Campinas, São Paulo, Brazil; E-mail: miguel.souza@sp.gov.br (M.F.S-F.),
18 valmir.costa@sp.gov.br (V.A.C.)

19
20 ⁵Universidade do Estado do Amapá, Macapá, Amapá, Brazil; E-mail: breno.silva@ueap.edu.br
21 (B.M.S.S.), jessicamonteiro.ap@gmail.com (J.P.M.O.)

22
23 *Corresponding author
24 E-mail: ricardo.adaime@embrapa.br (R.A.)

25
26 **Abstract**

27
28 *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), the carambola fruit fly, is a
29 quarantine pest present in Brazil, restricted to the states of Amapá, Pará and Roraima. Its
30 dispersion to other regions of the country could cause serious socioeconomic damage. Fruits
31 were collected from urban trees, residential backyards, and small orchards in rural and urban
32 areas of the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil. A total of 240 samples (11,126 fruits;
33 288.8 kg) of 33 plant species (16 native and 17 introduced species) from 19 families were
34 collected. *Bactrocera carambolae* was isolated from the fruits of 13 plant species. In addition,
35 specimens of 8 *Anastrepha* species were collected in this study. Moreover, 5 parasitoid species
36 Hymenoptera (3 Braconidae and 2 Figitidae species) associated with *Anastrepha* spp. were

37 identified. Overall, this study adds 3 new records to the list of host plants for *B. carambolae* in
38 Brazil (*Artocarpus heterophyllus* Lam.; Moraceae, *Passiflora quadrangularis* L.; Passifloraceae,
39 and *Ziziphus mauritiana* Lam.; Rhamnaceae), two of them (*A. heterophyllus* and *P.*
40 *quadrangularis*) new records for South America and demonstrates new interactions between
41 *Anastrepha* species and host plants in the extreme north of the state of Amapá. Notably, this is
42 the first report of the figitid species, *Aganaspis nordlanderi* Wharton, in the state of Amapá.

43
44 Key Words: *Bactrocera carambolae*; Ecology; Pest; Amapá; Amazon

45 46 **Resumo**

47
48 *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), a mosca-da-carambola, é uma
49 praga quarentenária presente no Brasil, restrita aos estados do Amapá, Pará e Roraima. Sua
50 dispersão para outras regiões do país poderia causar sérios prejuízos socioeconômicos. Os frutos
51 foram coletados em árvores urbanas, quintais residenciais e pequenos pomares nas áreas rurais e
52 urbanas do município de Oiapoque, Amapá, Brasil. Um total de 240 amostras (11.126 frutos;
53 288,8 kg) de 33 espécies vegetais (16 nativas e 17 introduzidas) de 19 famílias foram coletadas.
54 *Bactrocera carambolae* foi isolada dos frutos de 13 espécies vegetais. Além de *B. carambolae*,
55 foram coletados neste estudo espécimes de 8 espécies de *Anastrepha*. Além disso, 5 espécies de
56 parasitoides Hymenoptera (3 espécies de Braconidae e 2 de Figitidae) associadas a *Anastrepha*
57 spp. foram identificadas. No geral, este estudo acrescenta 3 novos registros à lista de plantas
58 hospedeiras de *B. carambolae* no Brasil (*Artocarpus heterophyllus* Lam.; Moraceae, *Passiflora*
59 *quadrangularis* L.; Passifloraceae e *Ziziphus mauritiana* Lam.; Rhamnaceae), dois deles novos
60 registros na América do Sul (*A. heterophyllus* e *P. quadrangularis*) e demonstra novas interações

61 entre espécies de *Anastrepha* e plantas hospedeiras no extremo norte do estado do Amapá.
62 Notavelmente, este é o primeiro relato da espécie de figítideo *Aganaspis nordlanderi* Wharton no
63 estado do Amapá.

64

65 Palavras-Chave: *Bactrocera carambolae*; Ecologia; Praga; Amapá; Amazônia

66

67 **Introduction**

68

69 Fruit flies (Diptera: Tephritidae) are well-known phytophagous insect species that have
70 been extensively studied in tropical regions because of the damage they cause to several
71 economically important fruits (Aluja 1994; Araujo et al. 2018). Their larvae develop by feeding
72 on the fruit pulp of various species, making the fruits unsuitable for sale, fresh consumption, and
73 industrialization (Paranhos et al. 2004; Aluja & Mangan 2008). Furthermore, some flies may
74 violate the phytosanitary barriers imposed by fresh fruit-importing countries that necessitate the
75 absence of pests, thereby causing indirect damage and impacting fruit export (Malavasi 2000;
76 Paranhos et al. 2004). Oliveira et al. (2013) revealed that the annual economic losses in
77 agriculture caused by insects are estimated to be approximately US\$12 billion, including
78 US\$1.14 billion associated with fruit production and \$1.6 billion associated with the introduction
79 of exotic species. Production losses, control costs, and marketing analyses estimate that fruit flies
80 cause annual losses of approximately US\$36 million (R\$180 million) in Brazil (MAPA 2015;
81 Nava et al. 2019).

82 In Brazil, *Anastrepha* is the most diverse fruit fly genus, with 128 recorded species
83 (Zucchi & Moraes 2023) distributed across all Brazilian states, harming different host families
84 (Malavasi et al. 2000). Seventy-eight species have been reported in the Brazilian Amazon, with

85 the Amazonas and Amapá states having the highest numbers of species, 41 and 37, respectively
86 (Adaime et al. 2023). In addition to *Anastrepha* species, two exotic species, *Bactrocera*
87 *carambolae* Drew & Hancock, the carambola fruit fly, and *Ceratitis capitata* (Wiedemann), the
88 Mediterranean fruit fly occur in the region (Costa et al. 2022).

89 *Bactrocera carambolae* is native to Southeast Asia and was first recorded in the
90 municipality of Oiapoque (Amapá, Brazil) in 1996. It occurs in specific areas of Amapá, Pará,
91 and Roraima states (MAPA 2018). It is a polyphagous species, with 26 host plant species
92 registered in Brazil, affecting fruits of high economic relevance, such as citrus and mangoes
93 (Adaime et al. 2016a; Belo et al. 2020). This pest is considered as the main phytosanitary barrier
94 to the export of fruits produced in Brazil (Silva et al. 2004; Ferreira & Rangel 2015; Miranda &
95 Adami 2015). *Ceratitis capitata*, is native to the African continent (White & Elson-Harris 1992)
96 but currently is observed in various tropical, subtropical, and warm temperate areas around the
97 world, causing significant damage to host plants (Silva et al. 1998; Malacrida et al. 2007;
98 Malavasi 2009).

99 Recently, fruit fly studies have gained attention in the Brazilian Amazon, especially those
100 scientists focusing on the diversity, geographic distribution, and identification of host plants
101 (Deus et al. 2013; Almeida et al. 2016; Adaime et al. 2017). Moreover, the risk of multiplication
102 and proliferation of these flies is high due to their ability to use different host fruit species.
103 Therefore, it is crucial to identify and investigate the host plants of these insects and assess their
104 infestations from fruit sampling (Almeida 2016). Frequent reports of *B. carambolae* hosts in
105 Brazil reinforces the need to intensify field sampling to confirm new host species of economic
106 interest as well as those widely reported in other countries. Additionally, it is crucial to carry out

107 studies based on fruit sampling, to obtain information about the parasitoid species
108 (Hymenoptera) that act in the natural biological control of fruit flies (Silva et al. 2011a).

109 Although various studies have investigated frugivorous flies in the Brazilian Amazon,
110 some areas, such as the extreme north of the state of Amapá (Brazil) that includes the
111 municipality of Oiapoque at the border with French Guiana, have not yet been studied (Adaime
112 et al. 2017). It is necessary to investigate the fruit flies in Brazil as the transport of infested fruits
113 is the main method of fruit fly dispersion in this region (Duarte & Malavasi 2000), with the
114 Brazilian Amazon acting as the gateway for several agricultural and forestry pests, some of
115 which are quarantined (Morais et al. 2016). Transportation through the Oiapoque River basin
116 consists of formal land traffic and informal river traffic, and the goods are carried in small boats
117 to the riverbank communities (Silva et al. 2019).

118 Adaime et al. (2017, 2018a) reported the significant risk of introducing *Anastrepha*
119 *suspensa* (Loew), which has quarantine potential, in Brazil via the state of Amapá, especially due
120 to the vehicle traffic over the bridge connecting the French and Brazilian territories. Insect
121 dispersion can occur via the transport of fruits containing live larvae in international trade or
122 passenger traffic. Natural movement is also an important means of dispersal for some
123 *Anastrepha* species that can fly up to 135 km (Fletcher 1989).

124 Oiapoque is the original entry point for *B. carambolae* in Brazil (Silva et al. 1997; Silva
125 et al. 2004; Godoy et al. 2011; Malavasi 2015), which supports the risk of introducing *A.*
126 *suspensa*. As it is a border region, a more intensive fruit sampling effort is necessary to
127 understand the dynamics among *B. carambolae*, other fruit fly species, and their associated
128 parasitoids in Oiapoque. Therefore, in this study, we aimed to identify the fruit fly species, their

129 host plants, and associated parasitoids in the municipality of Oiapoque in the extreme north of
130 the state of Amapá, Brazil.

131

132 **Materials and Methods**

133

134 **STUDY AREA**

135

136 The study area covered the municipality of Oiapoque (Fig. 1) in the extreme north of the
137 state of Amapá, Brazil. It is limited to the north by French Guiana and to the south by the
138 municipalities of Calçoene, Serra do Navio, and Pedra Branca do Amapari. It is bordered by the
139 Atlantic Ocean in the east and the municipality of Laranjal do Jari in the west (Neto & Lira
140 2022). It is 577.9 km away from the capital of Macapá via highway BR-156.

141 Oiapoque occupies a territorial area of 23,034.392 km², accounting for 16.17% of the
142 total area of Amapá (142, 470.80 km²; IBGE 2021). According to the Köppen-Geiger
143 classification (Peel et al. 2007), the climate of the region was classified as Af (tropical group and
144 humid forest subgroup), hot and humid, with heavy rainfall from Jan to Jul (Amazonian winter)
145 and low rainfall from Aug to Dec, and an average temperature of 25 °C and average annual
146 rainfall of 2,284 mm (Sá 1986; Neto & Lira 2022). The municipality of Oiapoque is partially
147 composed of hydrographic basins of the Oiapoque, Cassiporé, and Uaçá Rivers, with 2 natural
148 domains: floodplain and dense terra firme forest (Ferreira & Narciso 2018).

149

150

151

152 SAMPLING PROCEDURES

153

154 Fruits were collected from urban trees, residential backyards, and small orchards in the
155 rural and urban areas of the municipality of Oiapoque (Amapá, Brazil). Sampling was performed
156 randomly by collecting intact fruits that had recently fallen to the ground and were directly
157 removed from the plants.

158 Fruits were collected from several plant species on Mar 15 and 16, Apr 25 to 29, Jul 4 to
159 7, Aug 29 to 31, and Sep 19 to 22 in 2022. Additionally, 1 fruit sample of *Ziziphus mauritiana*
160 Lam. (Rhamnaceae) was collected on Jan 30, 2023.

161 Geographic coordinates of all collection points were recorded using the Datum SIRGAS
162 2000 (Geocentric Reference System for the Americas 2000) reference system. All samples,
163 composed of several grouped fruits of the same plant species, were stored in plastic containers,
164 wrapped in an organza bag, labeled, and transported to the Embrapa Amapá Plant Protection
165 Laboratory in Macapá.

166

167 OBTAINING PUPAE AND ADULT INSECTS

168

169 We analyzed the fruits as described by Silva et al. (2011a). Fruits were counted, weighed,
170 and arranged on plastic trays (30.3 × 22.1 × 7.5 cm) on a 2-cm layer of moistened vermiculite.
171 Trays were covered with organza, which was secured using an elastic band.

172 Fruits were examined every 5 d, for 20 to 30 d for the presence of fruit fly pupae. After
173 this period, the fruits (in general already almost completely consumed by fruit fly larvae) were
174 placed in an oven at a temperature of 120 °C, to eliminate any immature forms, as recommended
175 by Silva et al. (2011a) prior to disposal. The pupae obtained from the fruits of each sample were

176 removed and transferred to transparent plastic bottles (8 cm in diameter) containing a thin layer
177 of moistened vermiculite. Flasks were covered with organza and a vented lid before being placed
178 in a room under controlled temperature (26 ± 0.5 °C), relative humidity ($70 \pm 10\%$), and
179 photophase (12 h). Humidity in the trays and flasks was maintained by replacing the water with a
180 pipette.

181 Flasks containing pupae were inspected daily for 30 d, a period sufficient for the
182 emergence of all viable insects (Silva et al. 2011a). Fruit flies and emerging parasitoids were
183 stored in glass vials containing 70% ethanol until taxonomic identification.

184

185

186 IDENTIFICATION OF COLLECTED INSECTS

187

188 *Anastrepha* specimens were identified using the dichotomous key described by Zucchi et
189 al. (2011). Identification was based on observation of the terminalia of the females, apex of the
190 extruded aculeus, using a stereomicroscope and an optical microscope (40×). Other
191 characteristics, such as the patterns of wing bands, mesonotum, midterm, and subscutellum, also
192 were examined. Specimens of *B. carambolae* were identified as described by Drew and Hancock
193 (1994) and Schutze et al. (2014). Considering that since 1966, *B. carambolae* is a pest of
194 quarantine importance in Brazil and given the similarity between *Bactrocera dorsalis* species
195 complex (Wee & Tan, 2005), the Ministry of Agriculture and Livestock often performs molecular
196 analyzes specimens from the states where it is present (see Supplementary Material). Braconidae
197 parasitoids were identified as described by Canal and Zucchi (2000) and Marinho et al. (2011).
198 The identification procedure for figitids followed Guimarães et al. (2003), Buffington and
199 Ronquist (2006), and Ovruski et al. (2007). Figitidae specimens were deposited in the “Oscar

200 Monte” Entomophagous Insect Collection at the Biological Institute (Campinas, São Paulo,
201 Brazil Biological Control Laboratory), under reference number IB-CBE-S-854 (curator: Valmir
202 A. Costa). *Bactrocera carambolae*, *Anastrepha* spp., and Braconidae specimens were deposited
203 at the Embrapa Amapá Plant Protection Laboratory.

204

205 IDENTIFICATION OF BOTANICAL MATERIAL

206

207 The collected fruits were used to evaluate the infestation by fruit fly larvae and to verify
208 if the larvae were parasitized. To confirm the identification of plant species unknown by our
209 team, we removed the branches containing their reproductive structures (flowers and fruits) and
210 processed them into herbarium specimens using the mounting and preservation techniques
211 described by Fidalgo and Bononi (1984). Plant species were identified by our research group
212 using identification keys based on specialized literature (Rios & Pastore Jr. 2011; Lorenzi et al.
213 2015; Souza & Lorenzi 2019) and by comparing them with specimens available at the Herbário
214 Amapaense (HAMAB), herbarium at the Amapá Institute for Scientific and Technological
215 Research (Macapá, Amapá, Brazil), where some vouchers were deposited (listing number
216 020055, 020056, and 020057). We used World Flora Online (WFO 2023) to provide scientific
217 names and author names of each plant species.

218

219 DATA ANALYSIS

220

221 We calculated the following parameters: (I) infestation index (number of puparia in the
222 sample divided by sample mass in kilograms; expressed as number of puparia per kg of fruit),
223 (II) percentage of emergence ([number of adults emerged divided by number of puparia in the

224 sample] \times 100), and (III) percentage of parasitism ([number of parasitoids emerged divided by
225 number of pupae] \times 100).

226

227 **Results**

228

229 In this study, we collected 240 samples (11,126 fruits; 288.8 kg) from 33 plant species
230 (16 native and 17 introduced species) belonging to 19 families (Table 1). Fruit fly infestations
231 were observed in 136 samples (56.7%) of 18 plant species among 12 families (Table 1). Of the
232 total 12,196 puparia, we observed the emergence of 1,678 females and 1,824 males of 8
233 *Anastrepha* species, 2,257 females and 2,282 males of *B. carambolae*, and 5 species of
234 parasitoids (3 Braconidae and 2 Figitidae species).

235 We reared 8 *Anastrepha* species from larvae to adults from several host plant species.
236 *Anastrepha antunesi* Lima (11 females) was reared from *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae);
237 *A. coronilli* Carrejo and González (17 females) was reared from *Bellucia grossularioides* (L.)
238 Triana (Melastomataceae); *A. distincta* Greene (80 females) was reared from *Inga edulis* Mart.
239 (Fabaceae), *Inga laurina* (Sw.) Willd (Fabaceae), and *Psidium guajava* L. (Myrtaceae); *A.*
240 *fraterculus* (Wiedemann) complex (68 females) was reared from *S. mombin*, *Spondias purpurea*
241 L. (Anacardiaceae), and *P. guajava*; *A. obliqua* (Macquart) (257 females) was reared from
242 *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae), *S. purpurea*, *S. mombin*, and *P. guajava*; *A. turpiniae*
243 Stone (1 female) was reared from *P. guajava*; *A. striata* Schiner (1,241 females and 1,386 males)
244 was reared from *P. guajava* and *Psidium guineense* Sw. (Myrtaceae); and *A. sororcula* Zucchi (3
245 females) was reared from *S. mombin*.

246 *Bactrocera carambolae* was obtained from the fruits of 13 plant species: *Annona mucosa*
247 Jacq. (Annonaceae), *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae), *Averrhoa bilimbi* L.

248 (Oxalidaceae), *A. carambola*, *Citrus x aurantium* L. (Rutaceae), *Citrus reticulata* Blanco
249 (Rutaceae), *Malpighia emarginata* DC. (Malpighiaceae), *Passiflora quadrangularis* L.
250 (Passifloraceae), *Pouteria caimito* Radlk. (Sapotaceae), *P. guajava*, *S. mombin*, *Syzygium*
251 *malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry (Myrtaceae), and *Z. mauritiana* (Table 1).

252 We also obtained 3 species of Braconidae parasitoids: *Doryctobracon areolatus*
253 (Szepligeti); 7 females and 3 males, *Opius bellus* Gahan; 14 females and 5 males, and *Utetes*
254 *anastrephae* (Viereck); 8 females and 3 males and 2 species of Figitidae: *Aganaspis pelleranoi*
255 (Brèthes); 13 females and 27 males and *Aganaspis nordlanderi* Wharton; 1 female and 1 male
256 (Table 1). Specimens of the parasitoid *D. areolatus* were obtained from the tephritid-infested
257 fruits of *B. grossularioides* and *P. guajava*. *Opius bellus* was obtained from *S. mombin*, and *U.*
258 *anastrephae* was obtained from both *I. edulis* and *S. mombin*. The highest percentage of
259 parasitism was observed in *B. grossularioides* (11.6%) (Table 1).

260

261 **Discussion**

262

263 This study is the most comprehensive survey conducted in the extreme north region of
264 Brazil. Previously, there were only spot collections, except for the work carried out by Adaime et
265 al. (2017), who collected 126 samples from 29 plant species of 18 families.

266 *Bactrocera carambolae* accounted for the majority (56.4%; 4,539) of all collected
267 tephritids, followed by *Anastrepha* spp. (43.6%; 3,502). Highest abundance of tephritids was
268 observed in *P. guajava*, with *A. striata* (1,236 females and 1,369 males) being the predominant
269 species, followed by *B. carambolae* (416 females and 456 males). In contrast to the report of
270 Adaime et al. (2017), *B. carambolae* was predominant over *Anastrepha* spp. in this study,
271 possibly due to the collection of various fruits with high pest infestation, such as *P. guajava*

272 (52.28 kg), *M. emarginata* (19.43 kg), *A. carambola* (21.71 kg), and *S. malaccense* (9.85 kg).

273 Notably, *B. carambolae* was obtained from 13 host plant species. We observed that the
274 larvae were feeding exclusively on the fruit pulp. The species had never been obtained from so
275 many host plants in surveys in Amapá. Prior to this work, *B. carambolae* had the following hosts
276 in Oiapoque: *A. carambola*, *C. aurantium*, *M. emarginata*, *P. guajava* and *S. malaccense* (Creão
277 2003; Adaime et al. 2016a; Deus et al. 2016a; Adaime et al. 2017; Sousa et al. 2019). *Bactrocera*
278 *carambolae* also infests *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae), *A. bilimbi*, *Byrsonima*
279 *crassifolia* (L.) Kunth (Malpighiaceae), *Calycolpus goetheanus* (Mart. Ex DC.) (Myrtaceae),
280 *Capsicum chinense* Jacq. (Solanaceae), *C. reticulata*, *Chrysobalanus icaco* L.
281 (Chrysobalanaceae), *Eugenia stipitata* McVaugh (Myrtaceae), *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae),
282 *Licania* sp. (Chrysobalanaceae), *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), *Manilkara zapota* (L.) P.
283 Royen (Sapotaceae), *P. caimito*, *Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma (Sapotaceae), *P. guineense*,
284 *S. mombin*, *S. purpurea*, *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae), *Syzygium jambos* (L.) Alston
285 (Myrtaceae), and *Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & L.M. Perry (Myrtaceae) in other
286 municipalities of Amapá (Adaime et al. 2016a; Belo et al. 2020).

287 To the best of our knowledge, our study adds 3 new records to the list of host plants for
288 *B. carambolae* in Brazil (*A. heterophyllus*, *P. quadrangularis* and *Z. mauritiana*), 2 of them (*A.*
289 *heterophyllus* and *P. quadrangularis*) new records for South America (Fig. 2). Also, the
290 occurrence of *B. carambolae* in *P. quadrangularis* is probably the first record worldwide.

291 The sample of *A. heterophyllus* infested by *B. carambolae* was collected in the backyard
292 of a residence (3.881590 °N, 51.794800 °W), in an urban area of Vila Vitória, close to the border
293 with French Guiana. Less than 100 m from this plant, there were fruits of *A. carambola* and *P.*
294 *guajava* infested by the pest. *Artocarpus heterophyllus*, known as jackfruit in Brazil, belongs to

295 the Moraceae family and is native to Southeast Asia (Prakash et al. 2009). In Brazil, *A.*
296 *heterophyllus* is an invasive species with a high density of individuals, high regeneration
297 efficiency, and allelopathy (Boni et al. 2009; Abreu & Rodrigues 2010). It is economically
298 important, and its fruits, wood, leaves, and latex are used for various purposes (Corrêa 1984). In
299 Northeast Brazil, jackfruit is popular for its sweet taste and widely used in sweets, jellies, juices,
300 and compotes (Jagtap et al. 2010). *Artocarpus heterophyllus* is also a host of *B. carambolae* at
301 the center of origin (Southeast Asia) of the pest (Allwood et al. 1999; Chinajariyawong et al.
302 2000). In South America, specifically in Suriname (van Sauers-Muller 2005) and French Guiana
303 (Vayssières et al. 2013), no fruit infestation by *B. carambolae* has been reported in this species.
304 In Brazil, only *A. striata* infestations have been reported in fruits of *A. heterophyllus* (Silva et al.
305 2009).

306 Fruits of infested *P. quadrangularis* were obtained in the urban area of the municipality,
307 in the backyard of a residence (3.827620 °N, 51.829450 °W). Less than 50 m away there were
308 fruits of *P. guajava* infested by the pest. *Passiflora quadrangularis*, native to the Neotropics, is
309 known as passion fruit melon or giant passion fruit in Brazil because of its size and shape. It is
310 widely distributed in the tropical regions of the world and produced on a small scale, as it is
311 usually cultivated close to its place of consumption due to the challenges of post-harvest
312 conservation. It is cultivated throughout tropical America; however, some authors consider it to
313 be native to the Amazon region and South America (Montero et al. 2013). In Southeast Asia,
314 there is only 1 report of the infestation of *P. quadrangularis* by *Bactrocera papayae* Drew &
315 Hancock (Allwood et al. 1999). In South America, no infestation of *P. quadrangularis* by *B.*
316 *carambolae* has been reported in French Guiana and Suriname (van Sauers-Muller 1991, 2005;
317 Vayssières et al. 2013).

318 In the case of *Z. mauritiana*, fruits were collected in the urban area of the municipality, in
319 the locality called Patauá, in a backyard of a residence (3.838500 °N, 51.814640 °W). Nearby,
320 there were plants of *P. guajava*, but the fruits were not infested by the pest. *Ziziphus mauritiana*
321 is native to the tropical and subtropical areas of India and Southeast Asia (Lorenzi et al. 2015). In
322 Brazil, it is known as “dão” and used for urban afforestation in gardens in the state of Roraima
323 (Ronchi-Teles et al. 2008). Moreover, its fruits, when light green, yellow, or red, are widely
324 consumed in Brazil (Lorenzi et al. 2015). Until this study, the only species of fruit fly obtained
325 from *Z. mauritiana* in Brazil was *Anastrepha zenildae* Zucchi, in Boa Vista, Roraima (Ronchi-
326 Teles et al. 2008; Marsaro Júnior et al. 2011; Dutra et al. 2013).

327 Among the species of *Anastrepha*, *A. striata* was the predominant species in Oiapoque
328 because of its association with *P. guajava*, the most abundantly sampled plant species in this
329 study (Table 1). A strong association between *A. striata* and *P. guajava* is commonly reported in
330 the Brazilian Amazon (Adaime et al. 2023).

331 Highest infestation by fruit flies were observed in *S. mombin* (98.3 puparia/kg), *A.*
332 *carambola* (97.1 puparia/kg), *P. guajava* (95.4 puparia/kg), and *M. emarginata* (90.8 puparia/kg).
333 *Anastrepha obliqua* was the main species found in *S. mombin*, consistent with the findings of
334 Deus et al. (2016b). In *P. guajava*, the highest infestation was of *A. striata*, followed by *B.*
335 *carambolae*, similar to the results of Sousa et al. (2019). *Bactrocera carambolae* infests common
336 guava fruits as do *Anastrepha* species; however, its presence does not affect the autochthonous
337 populations. Deus et al. (2016a) reported that the spatial distribution of *A. striata* and *B.*
338 *carambolae* may enable their co-occurrence in fruits and that the high degree of aggregation of
339 these species in the fruits indicates the coexistence potential of these tephritids in guava in
340 northern Brazil.

341 Coexistence of *B. carambolae* with other species of the genus *Anastrepha* was less
342 evident in *A. carambola* and *M. emarginata*, which were predominantly infested by *B.*
343 *carambolae*. A high infestation was observed in *A. carambola* as the fruit is the preferred host of
344 the pests, having co-evolved in the native habitat of the pest. *Psidium guajava* and *A. carambola*
345 are the primary hosts of *B. carambolae* in Southeast Asia and Suriname (Allwood et al. 1999;
346 van Sauers-Muller 2005). Although *M. emarginata* is originally from tropical America, *B.*
347 *carambolae* has adapted well to infest this plant. Van Sauers-Muller (2005) reported *M.*
348 *emarginata* as an important host plant in Suriname. In French Guiana, Vayssières et al. (2013)
349 reported greater infestation in *M. emarginata* than in *P. guajava* and demonstrated *A. carambola*
350 and *M. emarginata* as the species widely infested by the carambola fruit fly.

351 In the State of Amapá, Lemos et al. (2014) reported high infestation in *M. emarginata*,
352 reaching 620.7 puparia/kg. We suspect that *M. emarginata* has a significant impact on the
353 persistence of *B. carambolae* in the municipality of Oiapoque as we could observe females
354 laying eggs on green fruits even during the fruit collection process in this study (personal
355 observation).

356 Vayssières et al. (2013) reported that *B. carambolae* became dominant over time on 4
357 hosts [*A. carambola*, *M. emarginata*, *Spondias dulcis* G. Forst. (Anacardiaceae), and *S.*
358 *samarangense*] that were previously predominantly infested by species of the genus *Anastrepha*
359 in French Guiana, which may be related to competitive shifts in species. Between 1994 and
360 2003, no native fruit trees were reported to be infested with the carambola fruit fly in French
361 Guiana (Vayssières et al. 2003). However, since 2005, some specimens of *B. carambolae* have
362 been obtained from the native fruit plants of this region (Vayssières et al. 2013).

363 Despite the existence of an official control program in Brazil, *B. carambolae* has been

364 dominant in Oiapoque since 1996, possibly due to the adaptation of the species to new hosts. All
365 studies on host plants of this pest were carried out in the state of Amapá, where *B. carambolae*
366 has several host plant species, including *P. guajava*, *A. carambola*, *S. malaccense*, and *M.*
367 *emarginata*, which are the most frequently infested species, unlike 2 decades ago, when this pest
368 almost exclusively infested *A. carambola* (R. Adaime, personal communication). *Bactrocera*
369 *carambolae* is capable of infesting fruits of plant species native to the Amazon region, such as *E.*
370 *stipitata* and *P. macrophylla*, using them as alternative hosts. However, so far this has only been
371 recorded in areas already altered by human activity (Lemos et al. 2014). Belo et al. (2020)
372 reported the species *C. goethanus* as a host plant for *B. carambolae*, native to the Neotropical
373 region and naturally occurring in peri-urban forests, revealing the adaptive capacity of this
374 species. Iwahashi (1999, 2000) observed that *B. carambolae* evolved an aculeus-length
375 adaptation capable of ovipositing on host plants native to Asian tropical forests. Therefore,
376 complementary studies on the length of the aculeus must be conducted to confirm whether this
377 adaptation also is observed in *B. carambolae* in the tropical forests of the Amazon region and in
378 urban and peri-urban areas.

379 Considering the results obtained in this work and others already carried out, it is known
380 that in addition to *B. carambolae*, 23 species of *Anastrepha* were reported in Oiapoque, and the
381 host plants are unknown for 13 of them because they were captured in McPhail-type traps
382 (Ronchi-Teles 2000; Carvalho 2003; Norrbom & Uchôa 2011; Trindade & Uchôa 2011). In this
383 study, there were no new records of species of the genus *Anastrepha* in this municipality.
384 However, we identified 8 new associations between species of *Anastrepha* and host plants.
385 Additionally, 8 new associations of *B. carambolae* with host species were identified (Table 2).

386 Braconidae species identified in this study had previously been reported in the Brazilian

387 Amazon (Sousa et al. 2021, 2023). Between the 2 species of Figitidae identified in this study, *A.*
388 *pelleranoi*, which has previously been reported in the Brazilian Amazon (states of Amapá,
389 Amazonas, Pará and Roraima) and other Brazilian states (Sousa et al. 2021; Zucchi & Moraes
390 2023), was the most abundant. The other Figitidae species, *A. nordlanderi*, previously was
391 reported only in the states of Amazonas and Santa Catarina in Brazil (Zucchi & Moraes 2023).
392 However, our study presents the first record of *A. nordlanderi* in the state of Amapá. Considering
393 all the studies carried out in Oiapoque, 7 species of parasitoids are currently reported (Table 3).

394 Notably, except *A. turpiniae*, all Tephritidae species identified in this study have
395 previously been reported in French Guiana border via the municipality of Oiapoque (Brazil)
396 (Vayssières et al. 2013). Interestingly, we did not detect the quarantine pest, *A. suspensa*, in the
397 study area. Adaime et al. (2018a) reported a significant risk of introducing this species in Brazil.
398 Therefore, it is important to conduct further studies, focusing on fruit sampling, in this region to
399 validate these findings.

400 Due to the great socioeconomic importance of *B. carambolae* for national fruit growing
401 (Silva et al. 2004; Godoy et al. 2011; Lemos et al. 2014; Ferreira and Rangel 2015; Miranda and
402 Adami 2015), it is imperative that studies be carried out to identify new host plants. This
403 knowledge then can be used in official pest control programs, with the adoption of more targeted
404 and effective control measures. Moreover, future studies should focus on plant species native to
405 South America to verify the possible adaptation of pests to fruits in this region.

406

407 **Acknowledgments**

408

409 We would like to thank Josenilson Alves de Sousa Amaral, Cleofaz de Paula Abreu,
410 Juarez Muniz Chagas de Castro, Marco Antônio do Vale Pereira, Denilson Camilo, and Alfredo

411 da Conceição Magalhães for their assistance in sample collection. We are also grateful to Adriana
412 Bariani, Jacivaldo Barbosa, and Alain Khristian Borges Teixeira Matos for their support with
413 laboratory activities. VAC would like to thank the Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos
414 Hymenoptera Parasitoides (INCT-Hympar; CNPq Process 465562/2014-0) for financial support.
415 The authors thank the Department of Plant Health and Agricultural Inputs of the Ministry of
416 Agriculture and Livestock, for the authorization granted to carry out this research (Process
417 21008.000524/2022-14). We would like to thank Editage (www.editage.com) for English
418 language editing.

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434 **References Cited**

435

436 Abreu RCR, Rodrigues PJFP. 2010. Exotic tree *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) invades
437 the Brazilian Atlantic Rainforest. *Rodriguésia* 61: 677–688.

438 Adaime R, Jesus CR, Lima AL, Fidelis EG. 2018a. *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera:
439 Tephritidae), pp. 123–136 *In* Fidelis EG, Lohmann TR, Silva ML, Parizzi P, Barbosa FFL
440 [eds.], Priorização de Pragas Quarentenárias Ausentes no Brasil. Embrapa, Brasília,
441 Brazil.

442 Adaime R, Jesus-Barros CR, Bariani A, Lima AL, Cruz KR, Carvalho JP. 2016a. Novos registros
443 de hospedeiros da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no estado do Amapá,
444 Brasil. Embrapa Amapá (Comunicado Técnico 146), Macapá, Brazil.

445 Adaime R, Jesus-Barros CR, Uramoto K, Norrbom AL, Zucchi RA. 2016b. First record of
446 *Anastrepha zacharyi* Norrbom (Diptera, Tephritidae) in Brazil, and notes on its host plant
447 and parasitoid. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 118: 636–640.

448 Adaime R, Sousa MSM, Jesus-Barros CR, Deus EG, Pereira JF, Strikis PC, Souza-Filho MF.
449 2017. Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae), their host plants, and
450 associated parasitoids in the extreme north of Amapá State, Brazil. *Florida Entomologist*
451 100: 316–324.

452 Adaime R, Sousa MSM, Pereira JF. 2023. *Anastrepha* species and their hosts in the Brazilian
453 Amazon. <http://anastrepha.cpfap.embrapa.br> (last accessed 23 Jun 2023).

454 Adaime R, Sousa MSM, Santos JCR, Deus EG. 2018b. Pioneer tree species as fruit flies
455 parasitoids reservoir in the Brazilian Amazon. *Biota Neotropica* 18: e20170428. DOI:
456 <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0428>.

457 Allwood AJ, Chinajariyawong A, Kritsaneepaiboon S, Drew RAI, Hamacek EL, Hancock DL,

458 Hengsawad C, Jinapin JC, Jirasurat M, Krong CK, Leong CTS, Vijaysegaran S. 1999.
459 Host plant records for fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Southeast Asia. *Raffles Bulletin*
460 *of Zoology* 47: 1–92.

461 Almeida RR. 2016. Dípteros (Tephritidae e Lonchaeidae) associados à produção de frutas na Ilha
462 de Santana, Amazônia Brasileira. Dissertation, Universidade Federal do Amapá,
463 Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Brazil.

464 Almeida RR, Cruz KR, Sousa MSM, Costa-Neto SV, Jesus-Barros CR, Lima AL, Adaime R.
465 2016. Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associated with fruit
466 production on Ilha de Santana, Brazilian Amazon. *Florida Entomologist* 99: 426–436.

467 Aluja M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology* 39:
468 155–178.

469 Aluja M, Mangan RL. 2008. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical
470 conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annual Review of*
471 *Entomology* 53: 473–502.

472 Araujo MR, Uramoto K, Ferreira ENL, Mesquita Filho W, Walder JMM, Savaris M, Zucchi RA.
473 2018. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) diversity and host relationships in diverse
474 environments estimated with two sampling methods. *Environmental Entomology* 48:
475 227–233.

476 Belo APD, Rocha LMS, Corrêa JMG, Ferreira RMA, Costa-Neto SV, Sousa MSM, Adaime R,
477 Lemos LN. 2020. New host plants records of *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock,
478 1994 and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Brazil. *Entomological*
479 *Communications* 2: ec02036. DOI: 10.37486/2675-1305.ec02036

480 Boni R, Novelli FZ, Silva AG. 2009. Um alerta para os riscos de bioinvasão de jaqueiras,

481 *Artocarpus heterophyllus* Lam., na Reserva Biológica Paulo Fraga Rodrigues, antiga
482 Reserva Biológica Duas Bocas, no Espírito Santo, Sudeste do Brasil. *Natureza on line*, 7:
483 51–55.

484 Buffington M, Ronquist F. 2006. Família Figitidae, pp. 829–838 *In* Fernández F, Sharkey MJ
485 [eds.], *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana
486 de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

487 Canal NA, Zucchi RA. 2000. Parasitóide – Braconidae, pp. 119–126 *In* Malvasi A, Zucchi RA
488 [eds.], *Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: Conhecimento Básico e*
489 *Aplicado*. Holos, São Paulo, Brazil.

490 Carvalho RS. 2003. Estudos de laboratório e de campo com o parasitoide exótico
491 *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) no Brasil. Ph.D.
492 Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.

493 Chinajariyawong A, Clarke AR, Jirasurat M, Kristsaneepaiboon S, Lahey HA, Vijaysegaran S,
494 Walter GH. 2000. Survey of Opiine parasitoids of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in
495 Thailand and Malaysia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 48: 1–38.

496 Corrêa MP. 1984. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. *Imprensa*
497 *Nacional* 6: 170–171.

498 Costa JVTA, Sousa MSM, Souza-Filho MF, Matos AKBT, Brito CF, Costa MD, Adaime R.
499 2022. *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil:
500 registro de entrada e pressupostos para o seu não estabelecimento. *Research, Society and*
501 *Development* 11: e291111032879. DOI: 10.33448/rsd-v11i10.32879

502 Creão MIP. 2003. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae): espécies, distribuição, medidas da
503 fauna e seus parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) no Estado do Amapá. M. S.

504 Dissertation, Universidade do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia,
505 Manaus, Brazil.

506 Deus EG, Godoy WAC, Sousa MSM, Lopes GN, Jesus-Barros CR, Silva JG, Adaime R. 2016a.
507 Co-infestation and spatial distribution of *Bactrocera carambolae* and *Anastrepha* spp.
508 (Diptera: Tephritidae) in common guava in the eastern Amazon. *Journal of Insect Science*
509 16: 1–7.

510 Deus EG, Pinheiro LS, Lima CR, Sousa MSM, Guimarães JA, Strikis PC, Adaime R. 2013. Wild
511 hosts of frugivorous dipterans (Tephritidae and Lonchaeidae) and associated parasitoids
512 in the Brazilian Amazon. *Florida Entomologist* 96: 1621–1625.

513 Deus EG, Sousa MSM, Adaime R. 2016b. Taperebá, pp. 260–265 *In* Silva NM, Adaime R,
514 Zucchi RA [eds.], *Pragas Agrícolas e Florestais na Amazônia*. Embrapa, Brasília, Brazil.

515 Drew RAI, Hancock DL. 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera:
516 Tephritidae: Dacinae) in Asia. *Bulletin of Entomological Research Supplement Series 2*:
517 1–68.

518 Duarte AL, Malavasi A. 2000. Tratamento quarentenário, pp. 187–192 *In* Malavasi A, Zucchi RA
519 [eds.], *Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: Conhecimento Básico e*
520 *Aplicado*. Holos, São Paulo, Brazil.

521 Dutra VS, Ronchi-Teles B, Garcia MVB, Adaime R, Silva JG. 2013. Native hosts and parasitoids
522 associated with *Anastrepha fractura* and other *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae)
523 in the Brazilian Amazon. *Florida Entomologist* 96: 270–273.

524 Ferreira ME, Rangel PHN. 2015. Melhoramento genético preventivo: obtenção de estoques
525 genéticos resistentes a pragas quarentenárias de alto risco para a agricultura Brasileira,
526 pp. 275–292 *In* Sugayama RL, Silva ML, Silva SXB, Ribeiro LC, Rangel LEP [eds.],

527 Defesa Vegetal: Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas. Sociedade Brasileira
528 de Defesa Agropecuária, Belo Horizonte, Brazil.

529 Ferreira RJ, Narciso CS. 2018. Notas preliminares sobre políticas públicas e espaços turísticos
530 em Oiapoque/AP - Brasil. *Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais* 7: 158–
531 173.

532 Fidalgo O, Bononi VLR. 1984. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material
533 botânico. Instituto de Botânica, São Paulo, Brasil.

534 Fletcher BS. 1989. Ecology: movements of tephritid fruit flies, pp. 209–219 *In* Robinson AS,
535 Hooper G [eds.], *Fruit Flies: their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier,
536 Amsterdam, Netherlands.

537 Godoy MJS, Pacheco WSP, Malavasi A. 2011. Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil,
538 pp. 111–132 *In* Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA [eds.], *Moscas-das-frutas na Amazônia*
539 *Brasileira: Diversidade, Hospedeiros e Inimigos Naturais*. Embrapa Amapá, Macapá,
540 Brazil.

541 Guimarães JA, Gallardo FE, Diaz NB, Zucchi RA. 2003. Eucoilinae species (Hymenoptera:
542 Cynipoidea: Figitidae) parasitoids of fruit-infesting dipterous in Brazil: Identity,
543 geographical distribution and host associations. *Zootaxa* 278: 1–23.

544 IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2020. Área territorial Brasil, Grandes
545 Regiões, Unidades de Federação e Municípios.
546 [https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-](https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=acesso-ao-produto)
547 [areas-dos-municipios.html?=&t=acesso-ao-produto](https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=acesso-ao-produto) (last accessed 23 Jun 2023).

548 Iwahashi O. 1999. Distinguishing between the two sympatric species *Bactrocera carambolae*
549 and *B. papayae* (Diptera: Tephritidae) based on aedeagal length. *Annals of the*

550 Entomological Society of America 92: 1–5.

551 Iwahashi O. 2000. Speciation of *Bactrocera dorsalis* complex based on aedeagal length, pp.
552 591–594 *In* Tan KH [ed.], Area-wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests,
553 Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia.

554 Jagtap UB, Panaskar SN, Bapat VA. 2010. Evaluation of antioxidant capacity and phenol content
555 in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) fruit pulp. *Plant Foods for Human Nutrition*
556 65: 99–104.

557 Lemos LN, Adaime R, Jesus-Barros CR, Deus EG. 2014. New hosts of *Bactrocera carambolae*
558 (Diptera: Tephritidae) in Brazil. *Florida Entomologist* 97: 841–847.

559 Lorenzi H, Lacerda MTC, Bacher LB [eds.]. 2015. Frutas no Brasil: Nativas e Exóticas (de
560 consumo in natura). Plantarum, Nova Odessa, Brazil.

561 Malacrida AR, Gomulski LM, Bonizzoni M, Bertin S, Gasperi G, Guglielmino CR. 2007.
562 Globalization and fruit fly invasion and expansion: the medfly paradigm. *Genética* 131:
563 1–9.

564 Malavasi A. 2000. Áreas-livres ou de baixa prevalência, pp.175-181 *In* Malavasi A, Zucchi RA
565 [eds.], *Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: Conhecimento Básico e*
566 *Aplicado*. Holos, São Paulo, Brazil.

567 Malavasi A. 2009. Biologia, ciclo de vida, relação com o hospedeiro, espécies importantes e
568 biogeografia de tefritídeos, pp. 1-15 *In* V Curso Internacional de Capacitação em
569 *Moscas-das-frutas*, Juazeiro, Bahia, Brazil. 21–29 Oct 2009.

570 Malavasi A. 2015. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, pp. 173–184
571 *In* Vilela EF, Zucchi RA [eds.], *Pragas Introduzidas no Brasil: Insetos e Ácaros*. FEALQ,
572 Piracicaba, Brazil.

573 Malavasi A, Zucchi RA, Sugayama RL. 2000. Biogeografia, pp. 93–98 *In* Malavasi A, Zucchi
574 RA [eds.], *Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: Conhecimento Básico*
575 *e Aplicado*. Holos, São Paulo, Brazil.

576 MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). 2015. Nota técnica para
577 divulgação de investimento no controle de moscas-das-frutas de 2015. Programa
578 Nacional de Combate às Moscas-das-Frutas, Ministério da Agricultura, Pecuária e
579 Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Distrito Federal, Brazil,
580 <http://www.agricultura.gov.br/combate-as-moscas-das-frutas> (last accessed 22 Jan 2023).

581 MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). 2018. Instrução Normativa nº 57,
582 de 1 de outubro de 2018. Estabelece, na forma do Anexo desta Instrução Normativa, a
583 lista de Pragas Quarentenárias Presentes (PQP) para o Brasil. Ministério da Agricultura,
584 Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Distrito Federal, Brazil,
585 [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos-prevencao/copy2_of_portaria382018.pdf)
586 [vegetal/arquivos-prevencao/copy2_of_portaria382018.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos-prevencao/copy2_of_portaria382018.pdf) (last accessed 26 Jun 2023).

587 Marinho CF, Silva RA, Zucchi RA. 2011. Chave de identificação de Braconidae (Alysiinae e
588 Opiinae) parasitoides de larvas frugívoras na região amazônica, pp. 91–102 *In* Silva RA,
589 Lemos WP, Zucchi RA [eds.], *Moscas-das-frutas na Amazônia Brasileira: Diversidade,*
590 *Hospedeiros e Inimigos Naturais*. Embrapa Amapá, Macapá, Brazil.

591 Marsaro Júnior AL, Adaime R, Ronchi-Teles B, Lima CR, Pereira PRVS. 2011. *Anastrepha*
592 *species* (Diptera: Tephritidae), their hosts and parasitoids in the extreme north of Brazil.
593 *Biota Neotropica* 11: 117–123.

594 Miranda SHG, Adami ACO. 2015. Métodos quantitativos na avaliação de risco de pragas, pp.
595 183–203 *In* Sugayama RL, Silva ML, Silva SXB, Ribeiro LC, Rangel LEP [eds.], *Defesa*

596 Vegetal: Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas. Sociedade Brasileira de
597 Defesa Agropecuária, Belo Horizonte, Brazil.

598 Montero DAV, Meletti LMM, Marques MOM. 2013. Fenologia do florescimento e características
599 do perfume das flores de *Passiflora quadrangularis* L. (maracujá-melão). Revista
600 Brasileira de Horticultura Ornamental 19: 99–106.

601 Morais EGF, Jesus-Barros CR, Adaime R, Lima AL, Navia D. 2016. Pragas de expressão
602 quarentenária na Amazônia, pp. 520–559 In Silva NM, Adaime R, Zucchi RA [eds.],
603 Pragas Agrícolas e Florestais na Amazônia. Embrapa, Brasília, Brazil.

604 Nava DE, Gonçalves RS, Nornberg SD, Scheunemann T, Grutzmacher AD. 2019. Avaliação
605 preliminar da seletividade de inseticidas e do parasitismo de *Doryctobracon areolatus*
606 (Hymenoptera: Braconidae) em moscas-das-frutas. Boletim de Pesquisa e
607 Desenvolvimento, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil.

608 Neto FOL, Lira NF. 2022. Aspectos geográficos da orla fluvial da cidade de Oiapoque, Amapá -
609 Brasil: diagnóstico dos impactos ambientais. Geo Universidad do Estado do Rio de
610 Janeiro 40: e64993. DOI: 10.12957/geouerj.2022.64993

611 Norrbom AL, Uchôa MA. 2011. New species and records of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae)
612 from Brazil. Zootaxa 2835: 61–67.

613 Oliveira CM, Auad AM, Mendes SM, Frizzas MR. 2013. Economic impact of exotic insect pest
614 in Brazilian agriculture. Journal of Applied Entomology 137: 1–15.

615 Ovruski SM, Wharton RA, Rull J, Guillént L. 2007. *Aganaspis alujai* (Hymenoptera: Figitidae:
616 Eucoilinae), a new species attacking *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) in the Neotropical
617 Region. Florida Entomologist 90: 626–634.

618 Paranhos BAJ, Barbosa FR, Haji FNP, Alencar JA, Moreira AN. 2004. Monitoramento de
619 moscas-das-frutas e o seu manejo na fruticultura irrigada do Submédio São Francisco.
620 Feira Nacional da Agricultura Irrigada (FENAGRI), Embrapa Semi-Árido (CPATSA),
621 Petrolina, Brazil.

622 Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate
623 classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1633–1644.

624 Prakash O, Kumar R, Mishra A, Gupta R. 2009. *Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit): an
625 overview. *Pharmacognosy Reviews* 3: 353–358.

626 Rios MNS, Pastore Jr. F. (Org.). 2011. *Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral*.
627 Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brazil,
628 <https://repositorio.unb.br/handle/10482/35458> (last accessed 19 May 2023).

629 Ronchi-Teles B. 2000. Ocorrência e flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas e
630 parasitoides com ênfase para o gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) na Amazônia
631 Brasileira. Ph.D. Thesis, Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de
632 Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil.

633 Ronchi-Teles B, Marsaro Júnior AL, Lovato L, Silva RA. 2008. Ocorrência de *Anastrepha*
634 *zenildae* Zuchi (Diptera: Tephritidae) e seu parasitoide em frutos de *Ziziphus mauritiana*
635 (Rhamnaceae) em Roraima, resumo 1626-1 *In* 22nd Congresso Brasileiro de
636 Entomologia, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. 24–29 Aug 2008.

637 Ronchi-Teles B, Silva NM, Norrbom A. 1996. New records of *Anastrepha* spp. (Diptera:
638 Tephritidae) and their hosts in Rondônia and Amapá States – Brazilian Amazônia, pp 32–
639 33 *In* 2nd Meeting of the Working and Group of Fruit Flies of the Western Hemisphere,
640 Viña Del Mar, Chile. 3–8 Nov 1996.

641 Sá TDA. 1986. Caracterização climática da Amazônia oriental, pp. 3–13 *In* Burger DM. [ed.],
642 Pesquisas Sobre Utilização e Conservação do Solo na Amazônia Oriental. Embrapa,
643 Belém, Brazil.

644 van Sauers-Muller A. 1991. An overview of the Carambola fruit fly *Bactrocera* species (Diptera:
645 Tephritidae), found recently in Suriname. *Florida Entomologist* 74: 432–440.

646 van Sauers-Muller A. 2005. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew
647 & Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. *Neotropical Entomology*
648 34: 203–214.

649 Schutze MK, Aketarawong N, Amornsak W, Armstrong KF, Augustinos AA, Barr N, Bo W,
650 Bourtzis K, Boykin LM, Cáceres C, Cameron SL, Chapman TA, Chinvinijkul S, Chomič
651 A, De Meyer M, Drosopoulou E, Englezou A, Ekesi S, Gariou-Papalexiou A, Geib SM,
652 Hailstones D, Hasanuzzaman M, Haymer D, Hee AKW, Hendrichs J, Jessup A, Ji Q,
653 Khamis FM, Krosch MN, Leblanc L, Mahmood K, Malacrida AR, Mavragani-Tsipidou P,
654 Mwatawala M, Nishida R, Ono H, Reyes J, Rubinoff D, San Jose M, Shelly TE,
655 Srikachar S, Tan, KH, Thanaphum S, Haq I, Vijaysegaran S, Wee SL, Yesmin F,
656 Zacharopoulou A, Clarke AR. 2014. Synonymization of key pest species within the
657 *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae): taxonomic changes based on
658 a review of 20 years of integrative morphological, molecular, cytogenetic, behavioural
659 and chemoecological data. *Systematic Entomology* 40: 456–471.

660 Silva GV, Granger S, Tourneau FML. 2019. Desafios à circulação na fronteira entre Brasil e
661 Guiana Francesa (França). SciELO Journals, dataset. DOI:
662 10.6084/m9.figshare.10296374.v1.

663 Silva JG, Uramoto K, Malavasi A. 1998. First Record of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)

664 in the eastern Amazon, Pará, Brazil. *Florida Entomologist* 81: 574–577.

665 Silva OLR, Suman R, Silva JR. 1997. Mosca da carambola (*Bactrocera carambolae* Drew &
666 Hancock). Alerta Quarentenário 1, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento,
667 Brasília, Brazil.

668 Silva RA, Deus EG, Raga A, Pereira JDB, Souza-Filho MF, Costa Neto SV. 2011a.
669 Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de
670 armadilhas, pp. 33-50 *In* Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA [eds.], Moscas-das-frutas na
671 Amazônia Brasileira: Diversidade, Hospedeiros e Inimigos Naturais. Embrapa Amapá,
672 Macapá, Brazil.

673 Silva RA, Jordão AL, Sá LAN, Oliveira MRV. 2004. Mosca-da-carambola: uma ameaça à
674 fruticultura brasileira. Circular Técnica 31, Embrapa Amapá, Macapá, Brazil.

675 Silva RA, Pereira JDB, Lemos LN, Jesus CR, Lima AL, Lima CR. 2009. Novos registros de
676 hospedeiros de *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) no Estado do Amapá,
677 Brasil. *O Biológico* 7: 137.

678 Sousa MSM, Adaime R, Pereira JF. 2023. Fruit fly parasitoids in the Brazilian Amazon,
679 <http://parasitoid.cpfap.embrapa.br> (last accessed 23 Jun 2023).

680 Sousa MSM, Jesus-Barros CR, Yokomizo GK, Lima AL, Adaime R. 2016. Ocorrência de
681 moscas-das-frutas e parasitoides em *Spondias mombin* L. em três municípios do estado
682 do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia* 6: 50–55.

683 Sousa MSM, Santos JCR, Jesus CR, Yokomizo GKI, Deus EG, Pereira JF, Adaime R. 2019.
684 Goiabeiras comuns contribuem para expansão da área de distribuição de *Bactrocera*
685 *carambolae* na Amazônia Brasileira, pp. 196–206 *In* Pacheco JTR, Kawanishi JY,
686 Nascimento R [orgs.], Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Atena, Paraná,

687 Brazil.

688 Sousa MSM, Santos JEV, Nava DE, Zucchi RA, Adaime R. 2021. Overview and checklist of
689 parasitoids (Hymenoptera, Braconidae and Figitidae) of *Anastrepha* fruit flies (Diptera,
690 Tephritidae) in the Brazilian Amazon. *Annual Research & Review in Biology* 36: 60–74.

691 Souza VC, Lorenzi H. 2019. *Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para Identificação das*
692 *Famílias de Fanerógamas Nativas e Exóticas no Brasil, Baseado em APG IV, 4 edition.*
693 *Jardim Botânico Plantarum, São Paulo, Brazil.*

694 Trindade RBR, Uchoa MA. 2011. Species of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in a transect of the
695 Amazonian Rainforest in Oiapoque, Amapá, Brazil. *Revista Zoologia* 28: 653–657.

696 Vayssières JF, Cayol JP, Chambaud M, Blanc M. 2003. Degré d’infestation de différentes
697 espèces fruitières par les Tephritidae en Guyane française et pourcentage de parasitisme
698 des espèces de Tephritidae d’intérêt économique, pp. 11–18 *In XIV Colloque de*
699 *Physiologie de l’Insecte, University of Picardie Jules Verne, France. 14-16 Apr 2003.*

700 Vayssières JF, Cayol JP, Caplong P, Séguret J, Midgarden D, van Sauers-Muller A, Zucchi R,
701 Uramoto K, Malavasi A. 2013. Diversity of fruit fly (Diptera: Tephritidae) species in
702 French Guiana: their main host plants and associated parasitoids during the period 1994-
703 2003 and prospects for management. *Fruits* 68: 219–243.

704 Wee S-L, Tan K-H. 2005. Evidence of natural hybridization between two sympatric sibling
705 species of *Bactrocera dorsalis* complex based on pheromone analysis. *Journal of*
706 *Chemical Ecology* 31: 845–858.

707 WFO (World Flora Online). 2023. The World Flora Online, <http://www.worldfloraonline.org>
708 (last accessed 23 Jun 2023).

709 White IM, Elson-Harris M [eds.]. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their*

710 Identification and Bionomics. CAB International/ACIAR, Wallingford, United Kingdom.
711 Zucchi RA, Moraes RCB. 2023. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Brazil - *Anastrepha* species
712 their host plants and parasitoids, <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha> (last accessed 21
713 Jan 2023).
714 Zucchi RA, Uramoto K, Souza-Filho MF. 2011. Chave ilustrada para as espécies de *Anastrepha*
715 da região Amazônica, pp. 71–90 *In* Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA [eds.], Moscas-das-
716 frutas na Amazônia Brasileira: Diversidade, Hospedeiros e Inimigos Naturais. Embrapa
717 Amapá, Macapá, Brazil.

718 **Table 1.** Infestation by fruit flies in different plant species in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil (Mar to Sep 2022).

Families <i>Scientific names*</i> Vernacular names in Brazil	Origin N/I	CS/IS (n)	Fruits (n)	Mass (kg)	P (n)	I (PP/kg)	E (%)	Fruit flies** A. = <i>Anastrepha</i> B. = <i>Bactrocera</i>	PP (%)	Parasitoids A. = <i>Aganaspis</i> D. = <i>Doryctobracon</i> O. = <i>Opius</i> U. = <i>Utetes</i>
Anacardiaceae										
<i>Anacardium occidentale</i> L. Caju	N	14/0	175	13.12						
<i>Mangifera indica</i> L. Manga	I	1/0	1	0.22						
<i>Spondias mombin</i> L. Taperebá	N	8/8	740	9.18	902	98.3	74.8	<i>A. antunesi</i> (11) <i>A. fraterculus</i> (46) <i>A. obliqua</i> (244) <i>A. sororcula</i> (3) <i>Anastrepha</i> ♂ (343) <i>B. carambolae</i> (1♀) <i>A. fraterculus</i> (4) <i>A. obliqua</i> (1)	3.0	<i>O. bellus</i> (14♀+5♂) <i>U. anastrephae</i> (5♀+3♂)
<i>Spondias purpurea</i> L. Siriguela	I	2/2	89	0.53	13	24.5	38.5	<i>A. fraterculus</i> (4) <i>A. obliqua</i> (1)		
Annonaceae										
<i>Annona mucosa</i> Jacq. Biribá	N	3/1	17	5.27	1	0.2	100	<i>B. carambolae</i> (1♂)		
Arecaceae										
<i>Adonidia merrillii</i> (Becc.) Becc. Palmeira-de-manila	I	1/0	387	2.02						
Caricaceae										
<i>Carica papaya</i> L. Mamão	I	5/0	12	5.69						
Chrysobalanaceae										
<i>Chrysobalanus icaco</i> L. Ajuru	N	1/0	12	0.18						
Clusiaceae										
<i>Clusia grandiflora</i> Splitg. Cebola-da-mata	N	1/0	10	0.54						

*According to World Flora Online – WFO (2023). ***Anastrepha* males were only quantified, not identified at the species level, except for *A. striata*.

N: Native; I: Introduced; CS: collected samples; IS: infested samples; P: puparia; I: infestation; E: emergence; ♀: female; ♂: male; PP: percentage of parasitism.

720 **Table 1.** (Cont...) Infestation by fruit flies in different plant species in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil (Mar to Sep
721 2022).

Families <i>Scientific names*</i> Vernacular names in Brazil	Origin N/I	CS/IS (n)	Fruits (n)	Mass (kg)	P (n)	I (PP/kg)	E (%)	Fruit flies** A. = <i>Anastrepha</i> B. = <i>Bactrocera</i>	PP (%)	Parasitoids A. = <i>Aganaspis</i> D. = <i>Doryctobracon</i> O. = <i>Opius</i> U. = <i>Uietes</i>
Fabaceae										
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke Melanciaeira	N	1/0	5	0.55						
<i>Inga edulis</i> Mart. Ingá	N	8/6	60	13.89	388	27.9	9.3	<i>A. distincta</i> (17) <i>Anastrepha</i> ♂ (16)	0.8	<i>U. anastrephae</i> (3♀)
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. Ingá-branco	N	3/3	537	4.59	297	64.7	30.3	<i>A. distincta</i> (62) <i>Anastrepha</i> ♂ (26)		<i>A. nordlanderi</i> (1♀+1♂)
Malpighiaceae										
<i>Bunchosia glandulifera</i> (Jacq.) Kunth Marmeleiro, café-falso	I	3/0	252	2.01						
<i>Malpighia emarginata</i> DC. Acerola	I	36/20	5,092	19.43	1,765	90.8	45.0	<i>Anastrepha</i> ♂ (1) <i>B. carambolae</i> (410♀+383♂)		
Melastomataceae										
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana Goiaba-de-anta	N	4/3	208	1.66	43	18.1	81.4	<i>A. coronilli</i> (17) <i>Anastrepha</i> ♂ (13)	11.6	<i>D. areolatus</i> (4♀+1♂) <i>A. pelleranoi</i> (1♂)
Moraceae										
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg Fruta-pão	I	3/0	19	15.58						
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam. Jaca	I	9/1	14	51.35	5	0.1	40.0	<i>B. carambolae</i> (2♀)		

*According to World Flora Online – WFO (2023). ***Anastrepha* males were only quantified, not identified at the species level, except for *A. striata*.
N: Native; I: Introduced; CS: collected samples; IS: infested samples; P: puparia; I: infestation; E: emergence; ♀: female; ♂: male; PP: percentage of parasitism.

722

723

724

725

726 **Table 1.** (Cont...) Infestation by fruit flies in different plant species in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil (Mar to Sep 2022).

Families <i>Scientific names*</i> Vernacular names in Brazil	Origin N/I	CS/IS (n)	Fruits (n)	Mass (kg)	P (n)	I (PP/kg)	E (%)	Fruit flies** A. = <i>Anastrepha</i> B. = <i>Bactrocera</i>	PP (%)	Parasitoids A. = <i>Aganaspis</i> D. = <i>Doryctobracon</i> O. = <i>Opius</i> U. = <i>Utetes</i>
Myrtaceae										
<i>Calycolpus goetheanus</i> (Mart. ex DC.) O.Berg	N	1/0	10	0.08						
<i>Psidium guajava</i> L. Goiaba	N	61/57	1,137	52.28	4,987	95.4	71.5	<i>A. distincta</i> (1) <i>A. fraterculus</i> (18) <i>A. obliqua</i> (1) <i>A. striata</i> (1236♀+1369♂) <i>A. turpiniae</i> (1) <i>Anastrepha</i> ♂ (24) <i>B. carambolae</i> (416♀+456♂)	0.8	<i>D. areolatus</i> (3♀+2♂) <i>A. pelleranoi</i> (13♀+26♂)
<i>Psidium guineense</i> Sw. Araçá-do-campo	N	1/1	36	0.59	25	42.5	92.0	<i>A. striata</i> (5♀+17♂) <i>Anastrepha</i> ♂ (1)		
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry Jambo-vermelho	I	8/7	227	9.85	404	41.0	80.2	<i>B. carambolae</i> (153♀+171♂)		
Oxalidaceae										
<i>Averrhoa bilimbi</i> L. Limão-de-caiena	I	14/3	1,008	14.15	5	0.4	80.0	<i>B. carambolae</i> (4♂)		
<i>Averrhoa carambola</i> L. Carambola	I	20/18	285	21.71	2,107	97.1	73.7	<i>A. obliqua</i> (11) <i>Anastrepha</i> ♂ (13) <i>B. carambolae</i> (745♀+784♂)		
Passifloraceae										
<i>Passiflora quadrangularis</i> L. Maracujá-açu	N	4/2	14	21.72	75	3.5	22.7	<i>B. carambolae</i> (10♀+7♂)		

*According to World Flora Online – WFO (2023). ***Anastrepha* males were only quantified, not identified at the species level, except for *A. striata*.

N: Native; I: Introduced; CS: collected samples; IS: infested samples; P: puparia; I: infestation; E: emergence; ♀: female; ♂: male; PP: percentage of parasitism.

727

728

729 **Table 1.** (Cont...) Infestation by fruit flies in different plant species in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil (Mar to Sep 2022).

Families <i>Scientific names*</i> Vernacular names in Brazil	Origin N/I	CS/IS (n)	Fruits (n)	Mass (kg)	P (n)	I (PP/kg)	E (%)	Fruit flies** A. = <i>Anastrepha</i> B. = <i>Bactrocera</i>	PP (%)	Parasitoids A. = <i>Aganaspis</i> D. = <i>Doryctobracon</i> O. = <i>Opius</i> U. = <i>Utetes</i>
Rhamnaceae										
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.*** Dão	I	1/1	196	1.62	1,146	707.4	86.2	<i>B. carambolae</i> (517♀+471♂)		
Rubiaceae										
<i>Genipa americana</i> L. Jenipapo	N	3/0	9	2.10						
Rutaceae										
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle Limão-galego	I	5/0	13	3.65						
<i>Citrus japonica</i> Thunb. Kumquat	I	2/0	63	0.99						
<i>Citrus reticulata</i> Blanco Tangerina	I	4/1	106	6.99	20	2.9	15.0	<i>Anastrepha</i> ♂ (1) <i>B. carambolae</i> (1♀+1♂)		
<i>Citrus x aurantium</i> L. Laranja-da-terra	I	10/1	30	5.73	4	0.7	100.0	<i>B. carambolae</i> (2♀+2♂)		
Sapindaceae										
<i>Nephelium lappaceum</i> L. Rambotão	I	1/0	15	0.44						
Sapotaceae										
<i>Pouteria caimito</i> Radlk. Abiu	N	1/1	42	0.58	9	15.4	22.2	<i>B. carambolae</i> (2♂)		
Siparunaceae										
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl. Capitiú	N	1/0	305	0.51						
TOTAL		240/136	11,126	288.8	12,196					

*According to World Flora Online – WFO (2023). ***Anastrepha* males were only quantified, not identified at the species level, except for *A. striata*. ***Sample collected on January 30, 2023. N: Native; I: Introduced; CS: collected samples; IS: infested samples; P: puparia; I: infestation; E: emergence; ♀: female; ♂: male; PP: percentage of parasitism.

731 **Table 2.** List of fruit flies (Tephritidae) and their host plants in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil.

Species	Sampling methods	Host plants	References
<i>Anastrepha amita</i> Zucchi	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha antunesi</i> Lima	Fruit	<i>Spondias mombin</i> L.	2, TP
<i>Anastrepha binodosa</i> Stone	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha coronilli</i> Carrejo & González	McPhail trap	NA	1, 3
	Fruit	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	4, 5, TP
<i>Anastrepha dissimilis</i> Stone	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha distincta</i> Greene	McPhail trap	NA	1
	Fruit	<i>Inga edulis</i> Mart.	4, TP
	Fruit	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd [#]	TP
	Fruit	<i>Psidium guajava</i> L. [#]	TP
<i>Anastrepha duckei</i> Lima	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha flavipennis</i> Greene	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann)	McPhail trap	NA	1
	Fruit	<i>Psidium guajava</i> L.	4, 6, 7, TP
	Fruit	<i>Spondias mombin</i> L. [#]	TP
	Fruit	<i>Spondias purpurea</i> L. [#]	TP
<i>Anastrepha furcata</i> Lima	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha leptozona</i> Hendel	Fruit	<i>Pouteria caimito</i> Radlk.	4
<i>Anastrepha minensis</i> Lima	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha mixta</i> Zucchi	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart)	McPhail trap	NA	1
	Fruit	<i>Averrhoa carambola</i> L.	4, TP
	Fruit	<i>Psidium guajava</i> L. [#]	TP
	Fruit	<i>Spondias mombin</i> L.	2, 4, TP
	Fruit	<i>Spondias purpurea</i> L. [#]	TP
<i>Anastrepha oiapoquensis</i> Norrbom & Uchôa	McPhail trap	NA	1, 8
<i>Anastrepha pseudoparallela</i> (Loew)	McPhail trap	NA	1

[#]New associations of fruit flies and hosts for the municipality of Oiapoque;

[▲]First record in South America;

¹Trindade & Uchôa (2011); ²Sousa et al. (2016); ³Ronchi-Teles (2000); ⁴Adaime et al. (2017); ⁵Adaime et al. (2018b); ⁶Deus et al. (2016a);

⁷Sousa et al. (2019); ⁸Norrbom & Uchôa (2011); ⁹Carvalho (2003); ¹⁰Ronchi-Teles et al. (1996); ¹¹Creão (2003); ¹²Adaime et al. (2016a);

¹³Adaime et al. (2016b); NA: not available; TP: this paper.

732

733

734 **Table 2.** (Cont...) List of fruit flies (Tephritidae) and their host plants in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil.

Species	Sampling methods	Host plants	References
<i>Anastrepha rafaeli</i> Norrbom & Korytkowski	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha siculigera</i> Norrbom & Uchôa	McPhail trap	NA	1, 8
<i>Anastrepha sororcula</i> Zucchi	McPhail trap	NA	1
	Fruit	<i>Spondias mombin</i> L. [#]	TP
<i>Anastrepha striata</i> Schiner	McPhail trap	NA	3, 9
	Fruit	<i>Psidium guajava</i> L.	4, 6, 7, 10, TP
	Fruit	<i>Psidium guineense</i> Sw. [#]	TP
	Fruit	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	4
<i>Anastrepha submunda</i> Lima	McPhail trap	NA	1
<i>Anastrepha turpiniae</i> Stone	Fruit	<i>Spondias mombin</i> L.	11
	Fruit	<i>Psidium guajava</i> L.	11, TP
<i>Anastrepha zacharyi</i> Norrbom	Fruit	<i>Bellucia egensis</i> (DC.) Penneys, Michelangeli, Judd and Almeda	13
<i>Bactrocera carambolae</i> Drew & Hancock	McPhail trap	NA	1, 3, 9
	Fruit	<i>Annona mucosa</i> Jacq. [#]	TP
	Fruit	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam [▲]	TP
	Fruit	<i>Averrhoa bilimbi</i> L. [#]	TP
	Fruit	<i>Averrhoa carambola</i> L.	4, 11, TP
	Fruit	<i>Citrus x aurantium</i> L.	12, TP
	Fruit	<i>Citrus reticulata</i> Blanco [#]	TP
	Fruit	<i>Malpighia emarginata</i> Sessé & Moc. ex. DC.	4, TP
	Fruit	<i>Passiflora quadrangularis</i> L. [▲]	TP
	Fruit	<i>Pouteria caimito</i> Radlk. [#]	TP
	Fruit	<i>Psidium guajava</i> L.	4, 6, 7, TP
	Fruit	<i>Spondias mombin</i> L. [#]	TP
	Fruit	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	4, TP
	Fruit	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	TP

[#]New associations of fruit flies and hosts for the municipality of Oiapoque;

[▲]First record in South America;

¹Trindade & Uchôa (2011); ²Sousa et al. (2016); ³Ronchi-Teles (2000); ⁴Adaime et al. (2017); ⁵Adaime et al. (2018b); ⁶Deus et al. (2016a); ⁷Sousa et al. (2019); ⁸Norrbom & Uchôa (2011); ⁹Carvalho (2003); ¹⁰Ronchi-Teles et al. (1996); ¹¹Creão (2003); ¹²Adaime et al. (2016a); ¹³Adaime et al. (2016b); NA: not available; TP: this paper.

735

736

737 **Table 3.** List of parasitoids and their hosts in the municipality of Oiapoque, Amapá, Brazil.

Species	Host plants	References
<i>Aganaspis pelleranoi</i> (Brèthes)	<i>Psidium guajava</i> L.	1, TP
	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	TP
	<i>Spondias mombin</i> L.	1
<i>Aganaspis nordlanderi</i> Wharton	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd	TP
<i>Asobara anastrephae</i> (Muesebeck)	<i>Psidium guajava</i> L.	1
	<i>Spondias mombin</i> L.	1, 2
<i>Doryctobracon adaimei</i> Marinho & Pentead-Dias	<i>Psidium guajava</i> L.	3
<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szépligeti)	-	4
	<i>Bellucia egensis</i> (DC.) Penneys, Michelangeli, Judd, and Almeda	5
	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	6, 7, TP
	<i>Pouteria caimito</i> Radlk.	1
	<i>Psidium guajava</i> L.	1, 3, 6, 8, TP
	<i>Spondias mombin</i> L.	1, 8
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	6
<i>Opius bellus</i> Gahan	<i>Spondias mombin</i> L.	2, 8, TP
	<i>Psidium guajava</i> L.	1
	<i>Spondias mombin</i> L.	1
<i>Utetes anastrephae</i> (Viereck)	<i>Psidium guajava</i> L.	1
	<i>Inga edulis</i> Mart.	TP
	<i>Spondias mombin</i> L.	1, 2, 8, TP

¹Carvalho (2003); ²Sousa *et al.* (2016); ³Sousa *et al.* (2019); ⁴Ronchi-Teles (2000); ⁵Adaime *et al.* (2016b); ⁶Adaime *et al.* (2017); ⁷Adaime *et al.* (2018b); ⁸Creão (2003); TP: this paper.

738

739

740

741

742

743 **Figure Captions**

744

745 **Fig. 1.** Location of fruit sample collection points in the municipality of Oiapoque, state of Amapá, Brazil.

746 **Fig. 2.** New hosts of *Bactrocera carambolae*: A) *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae), B) *Passiflora quadrangularis*
747 (Passifloraceae), C) *Ziziphus mauritiana* (Rhamnaceae). Photos: José Victor T. A. Costa

748

749

750

751

752

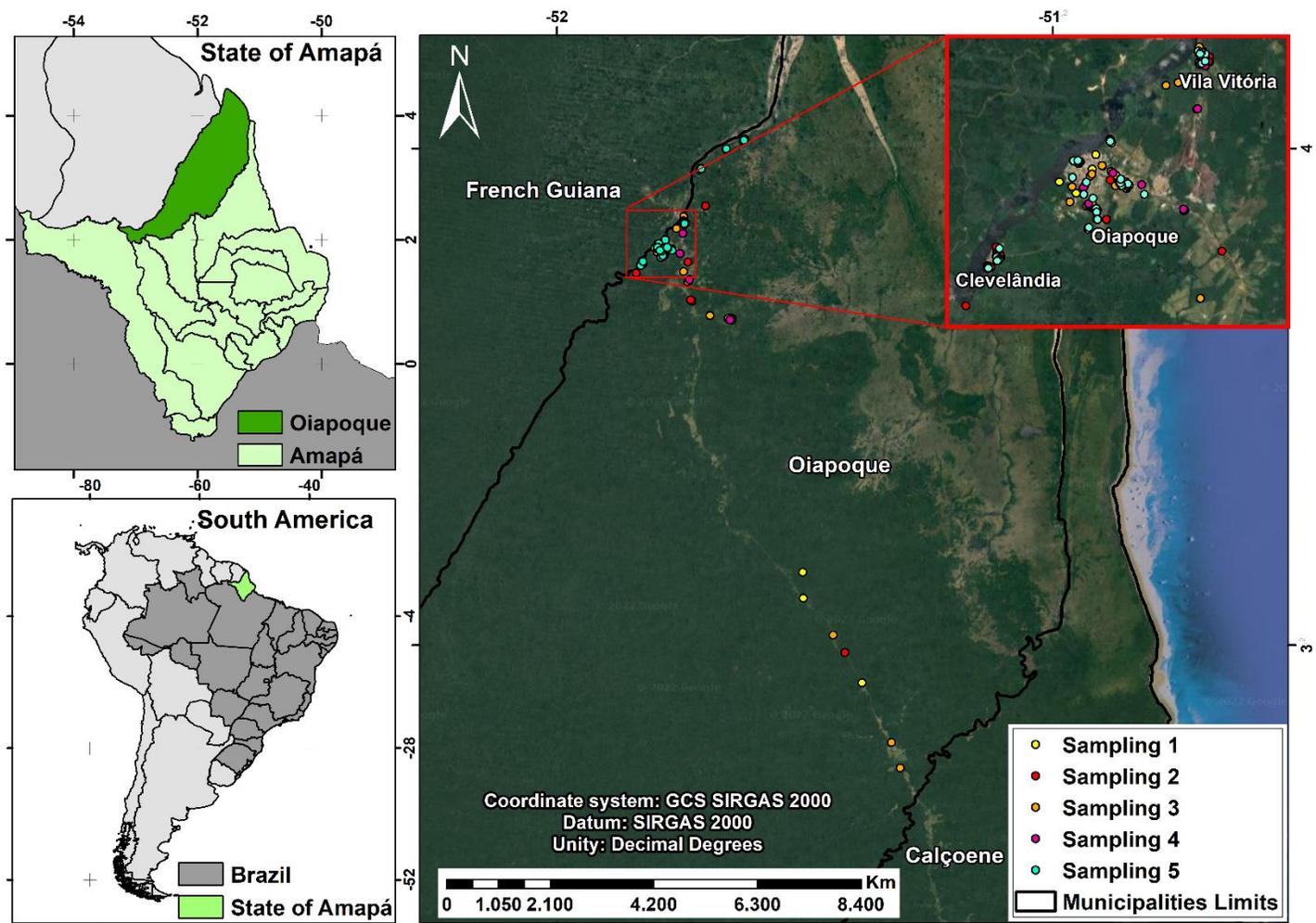
753

754

755

756

757



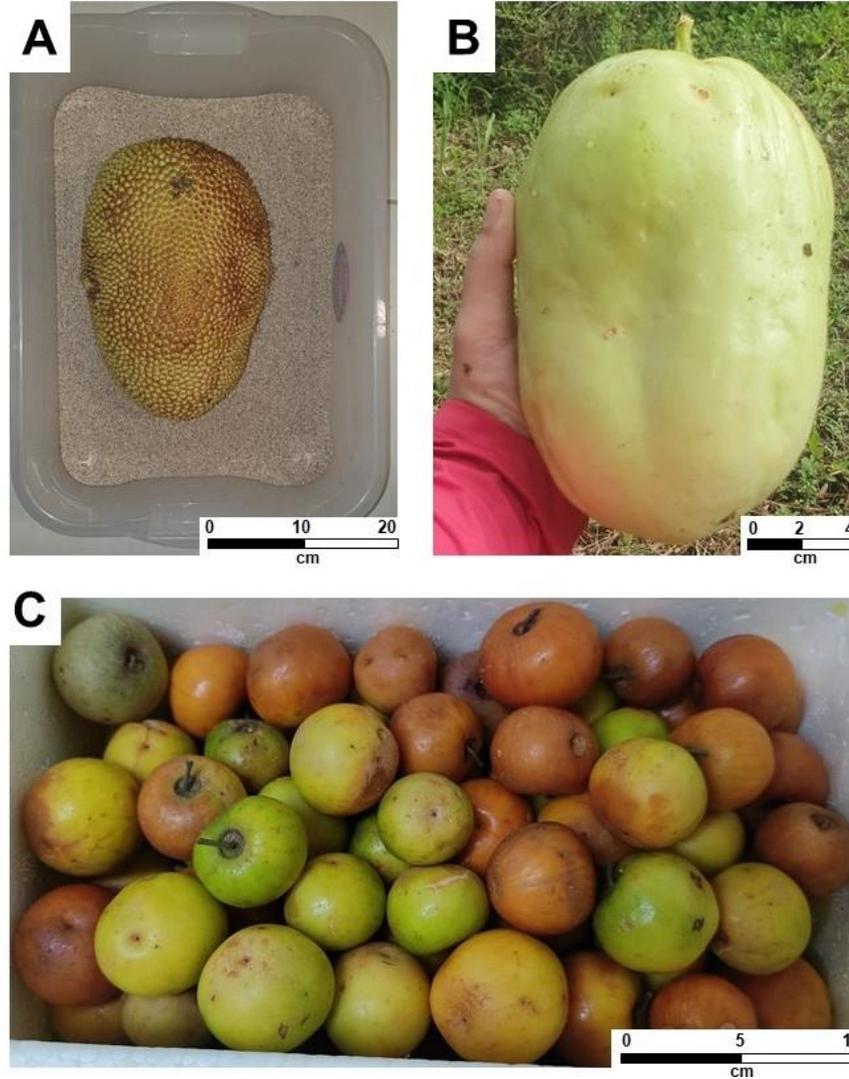
758

759 **Fig. 1.** Location of fruit sample collection points in the municipality of Oiapoque, state of Amapá, Brazil.

760

761

762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776



777 **Fig. 2.** New hosts of *Bactrocera carambolae*: A) *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae); B) *Passiflora quadrangularis*
778 (*Passifloraceae*); C) *Ziziphus mauritiana* (*Rhamnaceae*). Photos: José Victor T. A. Costa

CAPÍTULO III**Mosca-da-carambola no Brasil: novos hospedeiros e os primeiros registros de parasitoides associados ³**

³ Este capítulo está formatado como artigo científico e será submetido para publicação na revista "PeerJ" (ISSN: 2167-8359).

Carambola fruit fly in Brazil: new hosts and first record of parasitoids associated

José Victor Torres Alves Costa¹, Maria do Socorro Miranda de Sousa², Miguel Francisco de Souza-Filho³, Caio Gianfrancesco Murbach⁴, Jéssica Paula Monteiro Oliveira⁵, Tatiana Pereira dos Santos⁵, Alain Khristian Borges Teixeira Matos⁵, Dori Edson Nava⁶, Ricardo Adaime⁷

¹ Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, jose.torres@agro.gov.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7887-2384>

² Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, socorro-ap@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0227-7340>

³ Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Agropecuária, Instituto Biológico, Campinas, São Paulo, Brasil, miguel.souza@sp.gov.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7838-1489>

⁴ Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio, Instituto Biológico, Campinas, São Paulo, Brasil, cgmurbach@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9995-9187>

⁵ Universidade do Estado do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, jessicamonteiro.ap@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4718-0817>; khristian.borges3@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9499-8024>; tatianasantos336735@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1815-0977>

⁶ Laboratório de Entomologia, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, dori.edson-nava@embrapa.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4956-526X>

⁷ Proteção de Plantas, Embrapa Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, ricardo.adaime@embrapa.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8044-3976>

Corresponding Author:

Jose Costa ¹

Ministry of Agriculture and Livestock

Esplanada dos Ministérios, Bloco D, Anexo B, 3º andar, Sala 337

Email address: jose.torres@agro.gov.br

Abstract

Bactrocera carambolae Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), is originally from Southeast Asia, being reported as an invasive species in Suriname, French Guiana, Cooperative Republic of Guyana and Brazil. It was initially registered in the municipality of Oiapoque, state of Amapá, in

41 1996. It is currently distributed in restricted areas of Amapá, Pará and Roraima. More in-depth
42 surveys seeking new hosts and evidence of *B. carambolae* parasitism should be carried out in
43 Brazil, in the areas of occurrences. This work aims to report two new host plants of *B.*
44 *carambolae* and report for the first time its parasitism in Brazil. Fruit collections of two fruit
45 species were carried out in Amapá and Pará: *Terminalia catappa* L. (Combretaceae) (February
46 and March 2022 and February 2023) and *Carica papaya* L. (Caricaceae) (February and March
47 2022). Two experiments were carried out, one with grouped fruits (*T. catappa* and *C. papaya*) to
48 confirm the host and one with individualized fruits (*T. catappa*), to investigate parasitism. From
49 the experiment with clustered fruits of *T. catappa* samples, 2,841 fruit fly pupae were obtained,
50 from which 480 specimens of *B. carambolae* and 1,228 specimens of *Anastrepha* spp. emerged
51 [323 of *Anastrepha turpiniae* Stone; 137 of *Anastrepha zenildae* Zucchi; 131 of *Anastrepha*
52 *fraterculus* (Wiedemann), in addition to 637 males] and from the samples of *C. papaya*, 95
53 pupae of fruit flies were obtained, from which 57 specimens of *B. carambolae* emerged (26
54 females and 31 males). In the experiment with individualized fruits, a real parasitism index of
55 21.2% was obtained for *Anastrepha* spp. and 1.8% for *B. carambolae* in *T. catappa*, confirming
56 the parasitoids *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *Utetes anastrephae* (Viereck) (Hym.:
57 Braconidae) and *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) (Hym.: Figitidae). Two new host plants of *B.*
58 *carambolae* were identified, one as the first report for Brazil (*T. catappa*) and the other reported
59 for the first time in South America (*C. papaya*). The first record of *D. areolatus* and *U.*
60 *anastrephae* parasitizing larvae of *B. carambolae* was observed in South America and the first
61 record of *A. pelleranoi* parasitizing larvae in Brazil.

62

63 **Keywords:** Amazon; fruit flies, carambola fruit fly, parasitism

64

65 **Introdução**

66 *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), comumente conhecida como
67 mosca-da-carambola, é originária do sudeste asiático, especificamente na região abrangida pela
68 Indonésia, Malásia e Tailândia (Vijaysegaran & Oman, 1991). Na América do Sul é uma espécie
69 invasora reportada no Suriname, Guiana Francesa, República Cooperativa da Guiana e Brasil
70 (Malavasi, 2015).

71 No Brasil, *B. carambolae* foi inicialmente registrada no município de Oiapoque, estado
72 do Amapá, em 1996. Atualmente, está distribuída em áreas restritas do Amapá, Pará
73 (especificamente na região de Monte Dourado, município da Almeirim) e Roraima, sendo
74 classificada como uma praga quarentenária presente (MAPA, 2018; Castilho et al., 2019). Em
75 decorrência das restrições quarentenárias impostas por países importadores, é considerada
76 principal barreira fitossanitária para exportação de frutas produzidas no Brasil (Silva et al. 2004a;
77 Godoy et al., 2011a; Ferreira & Rangel, 2015; Miranda & Adami, 2015).

78 De acordo com Liquido et al. (2016), existem 100 espécies de plantas frutíferas,
79 pertencentes a 38 famílias e 58 gêneros, com infestações validadas por *B. carambolae* em
80 condições naturais de campo, constituindo a lista provisória de plantas hospedeiras

81 regulamentadas no âmbito dos EUA. No Brasil, a lista de hospedeiros potenciais oficialmente
82 publicada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, na Instrução Normativa n.º 38, de 1º de
83 outubro de 2018, indica 37 espécies, pertencentes a 14 famílias e 23 gêneros (MAPA, 2018).

84 Normalmente, as espécies hospedeiras reportadas pelas Organizações Nacionais de
85 Proteção Fitossanitária (ONPF), nas listas regulamentadas, são baseadas no conhecimento
86 registrado no local de origem da praga. Assim, estas informações devem ser analisadas seguindo
87 critérios científicos robustos para fins de sua confirmação no novo ambiente ao qual ingressem.
88 Desta forma, é importante fazer a distinção entre os hospedeiros definidos no aspecto
89 regulamentar e os que são efetivamente reportados com diretrizes científicas mínimas.

90 A seleção da planta hospedeira por uma praga, não é advinda de um comportamento
91 simples, trata-se de uma hierarquia dinâmica de vários componentes que envolve aspectos
92 evolutivos, biológicos, ecológicos, fisiológicos e comportamentais (Aluja & Mangan, 2008). São
93 consideradas plantas hospedeiras aquelas em que o inseto completa o seu ciclo de vida na
94 natureza (Almeida, 2016). Segundo Aluja & Mangan (2008), o hospedeiro natural é a fruta ou
95 espécie vegetal inequivocamente encontrada infestada em condições de campo totalmente
96 naturais, ou seja, onde nada é manipulado. Já o hospedeiro potencial ou artificial é uma planta
97 hospedeira não encontrada infestada de forma inequívoca em condições de campo, mas que pode
98 ser infestada sob condições manipuladas.

99 A identificação de hospedeiros naturais, por meio da amostragem de frutos, possibilita
100 conhecer vários aspectos ecológicos da praga, fundamentais no estabelecimento de estratégias de
101 manejo. Ademais, esse conhecimento sobre hospedeiros pode auxiliar no desenvolvimento de
102 estratégias de vigilância no trânsito para coibir o transporte (com o estabelecimento de medidas
103 de controle legislativo) e de seleção das espécies para realização de controle cultural.

104 Ainda, para Malavasi et al. (2013), dentre as razões para a realização de amostragem de
105 frutos, há também a possibilidade de determinar a presença de inimigos naturais de espécies de
106 moscas-das-frutas. Assim sendo, os levantamentos de novos hospedeiros, a determinação de
107 interações tritróficas e o registro oficial dessas espécies é fundamental para a detecção da praga
108 em novos locais e atualização da lista de pragas regulamentadas em território nacional.

109 No Brasil, intensa coleta de frutos em condições naturais já foi realizada no âmbito dos
110 trabalhos desenvolvidos pela Rede Amazônica de Pesquisa sobre Moscas-das-frutas, entre os
111 anos de 2004 e 2022, já tendo sido identificadas e confirmadas 26 espécies vegetais hospedeiras
112 de *B. carambolae* em condições de campo, pertencentes a nove famílias botânicas, com
113 preferência por Myrtaceae (9 espécies) (Adaime et al., 2023). Assim sendo, a lista oficial de
114 plantas hospedeiras de *B. carambolae* requer atualização e revisão à medida que novos dados
115 científicos se tornam disponíveis.

116 Segundo Wharton (1989) e Ovruski (1994), os mais importantes inimigos naturais de
117 moscas-das-frutas são os himenópteros Braconidae (subfamília Opiinae). Ainda, para Dias et al.
118 (2022) os parasitoides são os agentes de controle biológico de moscas-das-frutas mais estudados,
119 oferecendo a vantagem de ser uma melhor escolha com alta especificidade de hospedeiros,
120 reduzindo o risco de atacar espécies não-alvo. Na Amazônia brasileira, destacam-se duas

121 famílias de parasitoides de moscas-das-frutas: Braconidae, representados pelas subfamílias
122 Alysiinae (*Asobara*) e Opiinae (*Doryctobracon*, *Opius* e *Utetes*), e Figitidae cujo destaque é a
123 subfamília Eucoilinae (*Aganaspis* e *Odontosema*) (Silva et al., 2011b).

124 Na Amazônia brasileira, 11 espécies de parasitoides de moscas-das-frutas foram
125 registradas, oito delas pertencem à família Braconidae. *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) e
126 *Opius bellus* Gahan são as espécies mais amplamente distribuídas, reportadas em todos os
127 estados da região (Sousa et al., 2021b). Especificamente no estado do Amapá, além dessas, sete
128 outras espécies de parasitoides de moscas-das-frutas estão assinaladas (ver detalhes em Sousa et
129 al., 2021b). No entanto, apenas *D. areolatus* e *O. bellus* apresentam maior potencial para atuar na
130 regulação populacional de moscas-das-frutas nas condições do Amapá, devido sua abundância.
131 Inegavelmente, *D. areolatus* é a espécie predominante, representando mais de 50% dos
132 indivíduos em diferentes estudos conduzidos no estado, estando associado a várias espécies de
133 moscas-das-frutas em hospedeiros silvestres e cultivados. As demais espécies de parasitoides são
134 consideradas frequentes, mas, geralmente, ocorrem poucos indivíduos (Deus & Adaime, 2013).

135 A partir do ano 2000, algumas liberações do parasitoide exótico *Diachasmimorpha*
136 *longicaudata* (Ashmead) foram realizadas na tentativa de controlar *B. carambolae*, na fronteira
137 entre o Amapá e a Guiana Francesa (Vayssières et al., 2013). Alguns meses depois, foi realizado
138 um levantamento de parasitoides de moscas-das-frutas em que apenas *D. longicaudata* emergiu
139 de pupas da mosca-da-carambola. Os autores atribuem essa ocorrência às liberações massivas de
140 vários milhões de adultos em 2000, ao longo do rio Oiapoque, que atingiram tanto *Anastrepha*
141 spp. quanto *B. carambolae*. Este ponto é importante em relação a futuros programas de
142 atividades de controle biológico. O percentual de parasitismo também foi variável, chegando ao
143 máximo de 14,3%. No entanto, durante todo o período de atuação da Rede Amazônica de
144 Pesquisa sobre Moscas-das-frutas (Fase I: 2007-2010 e Fase II: 2011-2014), até os dias atuais,
145 não ocorreu captura de nenhum exemplar de *D. longicaudata*.

146 Em 2013, a Embrapa, em cooperação com o Ministério da Agricultura, Pecuária e
147 Abastecimento (MAPA), importou o parasitoide *Fopius arisanus* (Sonan) (Hymenoptera:
148 Braconidae), proveniente do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), como
149 uma alternativa para o controle biológico de *B. carambolae* (Lima et al., 2017). Resultados
150 promissores foram obtidos em condições de laboratório (26±1 °C e 60±10% UR; fotofase 12h),
151 em que o percentual de parasitismo em goiabas infestadas com ovos da espécie-praga variou de
152 24,4% a 64,4%, ficando acima de 30% na maioria das gerações (Jesus et al., 2022). O uso do
153 parasitoide em ensaios de campo aguarda edição de ato normativo pelos órgãos competentes, em
154 especial do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
155 (IBAMA).

156 No Brasil, não há registro de parasitoide associado à *B. carambolae* (Adaime et al.,
157 2023). Ao longo de quase duas décadas de trabalho da Rede Amazônica de Pesquisa sobre
158 Moscas-das-frutas e mais de 3.000 kg de frutos amostrados no estado do Amapá, não se
159 observou nenhuma espécie de parasitoide nativo associada a *B. carambolae*. Foram coletados
160 entre 2005 a 2020, no âmbito da referida iniciativa de pesquisa, 1.293,0 kg de *Psidium guajava*

161 L. (Myrtaceae); 798,2 kg de *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae); 669,1 kg de *S. mombin* L.;
162 205,45 kg de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae); 111,9 kg de *Anacardium occidentale* L.
163 (Anacardiaceae); 89,1 kg de *Malpighia emarginata* DC. (Malpighiaceae); 87,3 kg de *Pouteria*
164 *caimito* Radlk (Sapotaceae) dentre outras espécies de frutas (Costa et al., 2022).

165 Igualmente na Guiana Francesa, nenhuma espécie de parasitoide nativo emergiu de
166 amostras de *B. carambolae* durante o período de 2001 a 2003 (Vayssières et al., 2013).
167 Discorrem os autores que não há evidências de que os parasitoides locais não tenham
168 desenvolvido a capacidade de detectar e atacar estágios imaturos de *B. carambolae*. É possível
169 que eles possam atacar, mas que não consigam se desenvolver devido à baixa adequação ao fruto
170 hospedeiro ou a uma forte resposta do sistema imunológico da mosca-da-carambola. No
171 Suriname, van Sauers-Muller (2005) realizou coletas de frutos de diversas espécies vegetais,
172 incluindo espécies nativas, durante 12 anos (agosto de 1986 a julho de 2002), e também não
173 observou parasitismo em *B. carambolae*. Desta forma, não há relatos de parasitoides nativos nos
174 locais de ocorrência de *B. carambolae* no continente americano.

175 Trabalho realizado nos locais de ocorrência de *B. carambolae*, Tailândia e Malásia, relata
176 parasitoides da subfamília Opiinae, destacando-se *D. longicaudata*, *F. arisanus*, *Fopius*
177 *vandenboschi* (Fullaway), *Psytalia incisi* (Silvestri), *Psytalia makii* (Sonan), *Psytalia* sp. nr.
178 *fletcheri* e *Psytalia* sp. nr. *makii* (Chinajariyawong et al., 2000). Ademais, identificou-se, na
179 Malásia, *D. longicaudata* como um endoparasitoide solitário de larva-pupa de *B. carambolae*
180 (Ibrahim et al., 1994; Stibick, 2004). Ainda na Malásia, Yaakop & Aman (2013) demonstraram
181 uma associação tritrófica entre *F. arisanus*, *B. carambolae* e *Syzygium samarangense* (Blume)
182 Merr. & L. M. Perry (Jambo-rosa) (Myrtaceae), fato que não parece ocorrer na Tailândia (Yu et
183 al., 2005).

184 Levantamentos mais aprofundados buscando verificar a possível existência de novas
185 associações de parasitoides, em especial objetivando o controle biológico de *B. carambolae*,
186 devem ser realizados no Brasil, especialmente no Amapá. Este trabalho tem o objetivo de
187 reportar novas plantas hospedeiras de *B. carambolae* e relatar pela primeira vez o seu
188 parasitismo no Brasil.

189

190 **Material & Métodos**

191 A partir de suspeitas de ocorrência da mosca-da-carambola em espécies vegetais ainda não
192 consideradas hospedeiras no Brasil e a possível ocorrência de parasitismo, foram realizadas
193 amostragem de frutos segundo as metodologias propostas por Silva et al. (2011a).

194

195 **Área de estudo**

196 O estudo foi realizado na região do Vale do Jari, situada entre o sul do estado do Amapá e o
197 norte do estado do Pará, sendo as amostragens dos frutos realizadas no município de Laranjal do
198 Jari (Amapá) e no distrito de Monte Dourado, em Almeirim (Pará) (Figura 1). Laranjal do Jari

199 situa-se a 275 km da capital Macapá, via BR-156. O distrito de Monte Dourado, em Almeirim,
200 dista cerca de 450 km da capital Belém (Godoy et al., 2011b).

201 O clima na região é caracterizado como equatorial quente úmido (Am – classificação de
202 Köppen-Geiger) (Peel et al. 2007), com um regime pluviométrico marcado por duas estações
203 bem definidas: período chuvoso (janeiro a julho) e período seco (agosto a dezembro). A
204 temperatura média anual é de aproximadamente 26 °C (mínima de 22 °C e máxima de 34 °C). A
205 vegetação inclui diversos tipos de formações florestais e não florestais, sendo a mais
206 representativa a floresta densa (Souza, 2009; Godoy et al., 2011b).

207 Há que se ressaltar que a região amostrada está abrangida pelas ações de controle do
208 Subprograma de Supressão com vistas à Erradicação de *Bactrocera carambolae* (SSEBC).
209 Desde a detecção de *B. carambolae* no Oiapoque, em 1996, ações de controle e monitoramento
210 foram iniciadas e, assim, foi criado um programa de controle oficial, coordenado pelo Ministério
211 da Agricultura e Pecuária, ainda em operação, cujo objetivo é realizar a supressão da praga e
212 evitar sua dispersão pelo território nacional. Além do monitoramento com o uso de armadilhas
213 Jackson e McPhail, as ações de controle contemplam a pulverização de hospedeiros com iscas
214 tóxicas a base de espinosade, coleta e destruição de frutos hospedeiros e a técnica do
215 aniquilamento de machos (TAM), que utiliza o paraferomônio eugenol-metílico associado a um
216 inseticida, na proporção de 6:1, respectivamente.

217

218

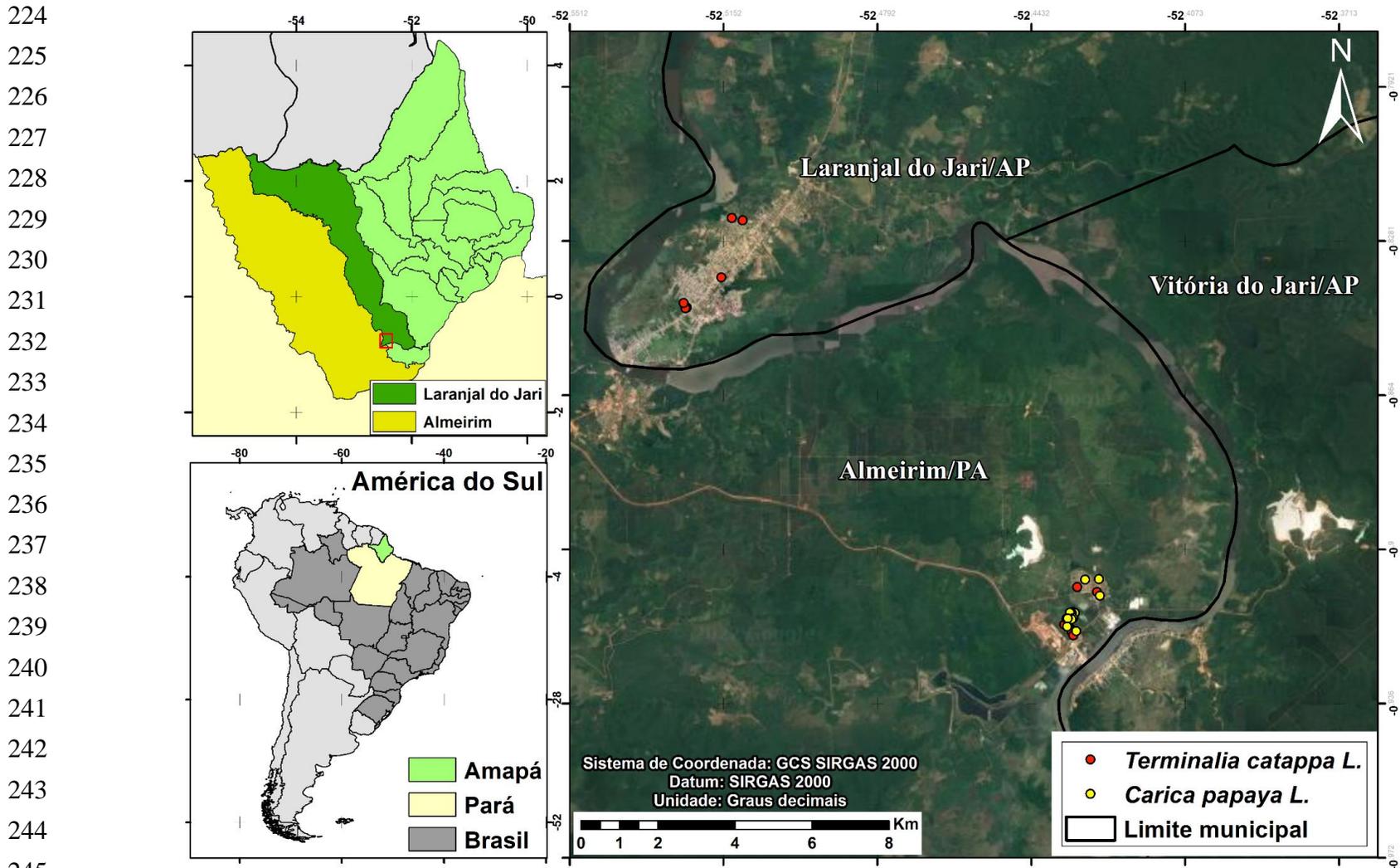
219

220

221

222

223



246 Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras dos frutos hospedeiros no Vale Jari (Laranjal do Jari, Amapá e Distrito de Monte
 247 Dourado, Almeirim, Pará).

248 **Procedimentos amostrais para frutos agrupados**

249 Nos meses de fevereiro e março de 2022 foram realizadas coletas de frutos de duas espécies
250 frutíferas: *Terminalia catappa* L. (Combretaceae), conhecida como castanhola, chapéu-de-sol ou
251 amêndoa tropical, e *Carica papaya* L. (Caricaceae), o mamoeiro. As coletas foram realizadas no
252 município de Laranjal do Jari, estado do Amapá, e no distrito de Monte Dourado, município de
253 Almeirim, estado do Pará. Em Laranjal do Jari as coletas se concentraram na área urbana (Local
254 A). Em Monte Dourado foram realizadas coletas na Vila Munguba (Local B) e na área particular
255 da empresa Jari Celulose S. A. (Local C), onde se desenvolveu de forma espontânea uma
256 pequena floresta de *T. catappa* associada a *C. papaya*.

257 As amostragens foram realizadas ao acaso, coletando-se frutos maduros ou em
258 maturação, diretamente das plantas, ou recém-caídos ao solo. Os frutos foram avaliados de forma
259 agrupada, seguindo a metodologia sugerida por Silva et al. (2011a). Após serem pesados em
260 balança digital, foram dispostos em bandejas plásticas (30,3 × 22,1 × 7,5 cm), sob uma camada
261 de 2 cm de vermiculita umedecida, coberta com organza que foi presa com elástico.

262 O material amostrado foi transportado para o Laboratório de Proteção de Plantas da
263 Embrapa Amapá, em Macapá, onde as bandejas com os frutos foram mantidas por 28 dias, sendo
264 examinadas a cada sete dias, para obtenção de pupários. A umidade nas bandejas e nos frascos
265 foi mantida pela reposição de água, com auxílio de uma pisseta. Os pupários obtidos de cada
266 amostra foram armazenados em frascos de plástico (8 cm de diâmetro) contendo uma fina
267 camada de vermiculita umedecida.

268

269 **Procedimentos amostrais para frutos individualizados**

270 Para confirmar a possível ocorrência de parasitismo em larvas de *B. carambolae* oriundas de
271 frutos de *T. catappa*, foi realizada uma nova coleta de frutos em fevereiro de 2023, quando foram
272 selecionadas aleatoriamente 12 plantas (amostras) (ver Tabela S3 do material suplementar). De
273 cada uma delas foram coletados 40 frutos (subamostras), que foram avaliados individualmente,
274 de acordo com Silva et al. (2011a). Adotou-se uma distância mínima entre as plantas de 100 m,
275 para diminuir a possibilidade de seleção de indivíduos aparentados (Capelanes & Biella, 1986).

276 Os frutos foram coletados diretamente do solo (frutos íntegros, recém-caídos),
277 acondicionados individualmente em potes de plástico (8 cm de diâmetro) com água e tampa
278 vazada, coberto com tecido organza e conduzidos ao Laboratório de Proteção de Plantas da
279 Embrapa Amapá. No laboratório, os frutos foram pesados, com auxílio de balança eletrônica de
280 precisão, posteriormente acondicionados em frascos de plástico, sob fina camada de vermiculita
281 umedecida. Os frutos foram inspecionados a cada sete dias, durante 28 dias, e os pupários
282 retirados e acondicionados individualmente em cápsulas de gelatina incolor (n.º 00, 1000 mg),
283 devidamente identificadas com o número da amostra (planta) e subamostra (fruto) e o número do
284 pupário. As cápsulas contendo os pupários, obtidos de um mesmo fruto foram armazenadas em
285 recipientes de plástico devidamente identificados com as informações da amostra e data de coleta
286 do pupário.

287 Os frascos contendo pupários oriundos dos frutos agrupados e os frascos contendo as
288 cápsulas com pupários oriundos dos frutos individualizados foram mantidos em sala com
289 condições controladas de temperatura ($26 \pm 0,5$ °C), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotofase (12
290 h), sendo observados diariamente, por 30 dias, período suficiente para a emergência de todos os
291 insetos viáveis (Silva et al., 2011a; Souza-Adaime et al., 2017). As moscas-das-frutas e os
292 parasitoides emergidos foram sacrificados e preservados em etanol 70%, para posterior
293 identificação.

294

295 **Identificação taxonômica dos insetos e análise morfológica dos pupários**

296 Os exemplares adultos de *Anastrepha* foram identificados com o auxílio da chave dicotômica
297 ilustrada de Zucchi et al. (2011). A identificação foi baseada no exame da terminália das fêmeas,
298 por meio do exame do ápice do acúleo extrovertido, com auxílio de estereomicroscópio e
299 microscópio óptico (40x). Outros caracteres como padrão alar, mesonoto, mediotergito e
300 subescutelo também foram examinados. A identificação de *B. carambolae* foi baseada em
301 Zucchi (2000) e Plant Health Australia (2018). Para a identificação dos parasitoides (Braconidae)
302 foram utilizados os trabalhos de Canal & Zucchi (2000) e Marinho et al. (2011). Espécimes
303 vouchers foram depositados no Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá.

304 Para confirmação do parasitismo foi realizada a análise morfológica, com base,
305 principalmente, no esqueleto cefalofaríngeo incrustado nos opérculos dos pupários de onde
306 emergiram parasitoides e dos pupários sem nenhuma emergência de insetos e que passaram por
307 dissecação.

308 Neste estudo, a relação tritrófica (fruto hospedeiro/moscas-das-frutas/parasitoides) foi
309 considerada quando dos pupários identificados como do gênero *Anastrepha* ou *Bactrocera*
310 emergiu a espécie de parasitoide naturalmente (parasitismo aparente).

311 A partir da dissecação, os pupários foram identificados de acordo com o gênero
312 (*Anastrepha* e *Bactrocera*), sendo retirados os parasitoides que foram posteriormente
313 identificados, para fins de determinação do parasitismo real.

314 Para a obtenção dos esqueletos cefalofaríngeos, os pupários foram imersos em uma
315 solução de etanol a 70%, por no mínimo 72h. Posteriormente, o esqueleto cefalofaríngeo foi
316 cuidadosamente separado do pupário, retirando-se o máximo possível de tecido aderido. Essa
317 estrutura foi posicionada em perfil sobre uma lâmina de vidro para fins verificação. Após, a
318 mandíbula foi removida e disposta lateralmente para fins de visualização das estruturas.

319 Para confirmação da identificação dos pupários ao nível de gênero foi utilizada a chave
320 para larvas de terceiro ínstar de gêneros economicamente importantes de tefritídeos frugívoros
321 americanos, de Frías et al. (2006), exclusivamente nos aspectos relacionados ao esqueleto
322 cefalofaríngeo e à mandíbula. O esqueleto cefalofaríngeo foi estudado por meio de um
323 microscópio óptico (40x), e as seguintes estruturas foram observadas: mandíbulas, apódemas
324 ventrais e dorsais da mandíbula, colo da mandíbula, esclerito dentário, esclerito labial,
325 hipofaríngeo, esclerito, barra paraestomal, ponte hipofaríngea, cornos dorsal e ventral, esclerito
326 anterior, pontes ventrais e dorsais dos cornos ventral e dorsal, dentes orais e pré-orais.

327 No Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Agropecuária, do
 328 Instituto Biológico, localizado em Campinas, São Paulo, foram obtidas imagens de referência
 329 dos pupários e do esqueleto cefalofaríngeo e da mandíbula das larvas que ficam incrustadas no
 330 opérculo. As mandíbulas das larvas dos pupários de onde emergiram parasitoides foram então
 331 comparadas com as imagens de referência. Ademais, foram geradas imagens de referência dos
 332 parasitoides advindos de pupários de *B. carambolae* não emergidos.

333

334 **Análise dos dados**

335 Para as amostras de frutos agrupados, os seguintes cálculos foram realizados para avaliar o
 336 índice de infestação por moscas-das-frutas e a parasitismo aparente nas amostras: (I) índice de
 337 infestação = (número de pupários obtidos na amostra ÷ massa da amostra em quilogramas),
 338 expressa em número de pupários por kg; (II) percentagem de emergência [(número de adultos
 339 emergidos ÷ número de pupários obtidos na amostra) × 100]; (III) percentagem de parasitismo
 340 aparente [(número de parasitoides emergidos ÷ número de pupários obtidos) × 100] (Carvalho,
 341 2005).

342 Para as amostras de frutos individualizados, as percentagens de parasitismo foram
 343 apresentadas de duas formas. A percentagem de parasitismo aparente (PPA), quando foram
 344 considerados apenas os parasitoides que efetivamente emergiram a partir dos pupários coletados,
 345 dado pela fórmula: (I) percentagem de parasitismo aparente [(número de parasitoides emergidos
 346 ÷ número de pupários obtidos) × 100] (Carvalho, 2005). A percentagem de parasitismo real
 347 (PPR), quando, além dos parasitoides emergidos, foram contabilizados aqueles já formados, mas
 348 não emergidos, observados a partir da dissecação dos pupários, dado pela fórmula: (II)
 349 percentagem de parasitismo real = [(número de parasitoide emergidos + número de parasitoides
 350 formados, mas não emergidos ÷ número de pupários obtidos) × 100] (Gattelli 2006).

351 Ainda, para verificação do quantitativo de espécimes emergidas no experimento de
 352 amostras individualizadas, foram geradas tabelas por gênero de mosca-das-frutas, identificadas e
 353 agrupadas pelo número de amostra (planta) e da subamostra (fruto). Outra tabela foi elaborada
 354 para identificação da emergência do total de indivíduos e se ocorreram gêneros distintos numa
 355 mesma subamostra. Com base nessa tabela, foi gerado um diagrama de Venn.

356 Todos os dados foram analisados usando o software estatístico R versão 4.1.0 (R Core
 357 Development Team 2021). Para a criação do diagrama de Venn foi utilizado o pacote ggvenn
 358 (Linlin, 2021).

359

360 **Resultados**

361 ***Terminalia catappa* como planta hospedeira de *B. carambolae***

362 Foram coletadas 24 amostras de *T. catappa* sendo 19 em Almeirim/PA, e 5 em Laranjal do
 363 Jari/Amapá (ver Tabela S1 do material suplementar) (Figura 1), compostas por 1.139 frutos,
 364 perfazendo um total de 20,16 kg (Tabela 1). Foram obtidos 2.841 pupários de moscas-das-frutas,
 365 de 21 das 24 amostras coletadas. Dos pupários, emergiram 480 espécimes de *B. carambolae* e

366 1.228 espécimes de *Anastrepha* spp. [323 de *Anastrepha turpiniae* Stone; 137 de *Anastrepha*
367 *zenildae* Zucchi; 131 de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), além de 637 machos]. A
368 infestação das amostras variou de 2,8 a 415,9 pupários/kg de fruto, sendo os maiores índices
369 registrados nas localidades em que havia grande adensamento de plantas hospedeiras (Tabela 1).

370
371

Tabela 1. Espécies de moscas-das-frutas e parasitoides obtidos de amostras de frutos agrupados de *Terminalia catappa*, no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil (fevereiro e março de 2022).

Nº da amostra	Nº de frutos	Massa kg	Nº de pupários	<i>Anastrepha</i>		<i>Anastrepha fraterculus</i>	<i>Anastrepha turpiniae</i>	<i>Anastrepha zenillae</i>	<i>Bactrocera carambolae</i>		Infestação PP/kg	<i>Doryctobracon areolatus</i>		<i>Opius bellus</i>		<i>Asobara anastrephae</i>		Total de parasitoides	Parasitismo (%)	Emergência (%)
				♂	♀				♀	♂		♀	♂	♀	♂	♀	♂			
1	31	0,57	57	2	2	1	0	3	5	100,5	19	6	0	0	0	0	25	43,9	66,7	
2	30	0,55	76	13	0	5	3	7	9	137,2	10	10	0	1	0	0	21	27,6	76,3	
3	42	0,76	88	13	0	14	0	2	4	115,3	22	9	0	0	0	0	31	35,2	72,7	
4	48	0,90	33	12	0	7	0	3	0	36,5	0	8	0	0	0	0	8	24,2	90,9	
5	40	0,83	346	39	0	20	5	33	24	415,9	41	51	0	2	0	1	95	27,5	62,4	
6	31	0,55	188	35	6	21	4	31	32	343,7	13	13	0	0	0	0	26	13,8	82,4	
7	32	0,46	106	16	0	12	0	4	4	228,9	17	23	0	0	0	0	40	37,7	71,7	
8	152	2,68	543	62	17	38	19	100	132	202,6	30	18	0	0	0	0	48	8,8	76,6	
9	11	0,27	75	9	3	3	2	5	5	280,9	10	23	1	2	0	3	39	52,0	88,0	
10	56	0,98	180	21	6	11	6	32	31	184,2	27	15	0	0	0	0	42	23,3	82,8	
11	47	0,86	224	87	20	49	22	0	0	261,1	13	6	0	0	0	0	19	8,5	87,9	
12	21	0,37	79	30	11	17	7	2	1	212,9	0	0	0	0	0	0	0	-	86,1	
13	56	0,76	208	73	13	45	16	0	0	272,3	17	20	2	2	0	0	41	19,7	90,4	
14	68	1,33	385	139	35	53	35	0	0	289,9	21	45	0	2	1	0	69	17,9	86,0	
15	86	1,24	62	19	7	11	7	2	2	50,0	0	0	0	0	0	0	0	-	77,4	
16	68	1,41	132	52	11	14	9	0	1	93,4	11	9	0	0	0	0	20	15,2	81,1	
17	16	0,29	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	
18	12	0,29	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	
19	17	0,36	1	0	0	0	0	1	0	2,8	0	0	0	0	0	0	0	-	100,0	
20	22	0,46	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	
21	12	0,34	3	0	0	0	0	1	2	8,8	0	0	0	0	0	0	0	-	100,0	
22	81	1,19	23	9	0	0	2	0	0	19,4	1	0	0	0	0	0	1	4,3	52,2	
23	66	1,30	19	3	0	2	0	2	0	14,6	0	0	0	0	0	0	0	0,00	36,8	
24	94	1,40	13	3	0	0	0	0	0	9,3	0	0	0	0	0	0	0	0,00	23,1	
Total	1139	20,16	2.841	637	131	323	137	228	252		252	256	3	9	1	4	525			

372 Parasitoides obtidos nas mostras agrupadas de *Terminalia catappa*

373 Foram obtidos 525 espécimes de parasitoides, pertencentes a três espécies: *D. areolatus* (96,7%
374 dos espécimes), *O. bellus* (2,3%) e *A. anastrephae* (1,0%). Não foram recuperados parasitoides
375 de apenas oito amostras (Tabela 1). O percentual de parasitismo variou de 4,3% a 52,0%.

376

377 Aspectos morfológicos dos pupários e das estruturas do esqueleto 378 cefalofaríngeo

379 Os pupários de moscas-das-frutas apresentam diferenças morfológicas (coloração e tamanho)
380 conforme o gênero (*Anastrepha* e *Bactrocera*) (Figura 2A).

381 A confirmação definitiva dos caracteres morfométricos dos pupários (Figura 2B), foi
382 realizada com base em imagens comparativas de pupários de *B. carambolae* obtidas por meio de
383 microscópio eletrônico, comparando-os com pupários de outros gêneros.

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

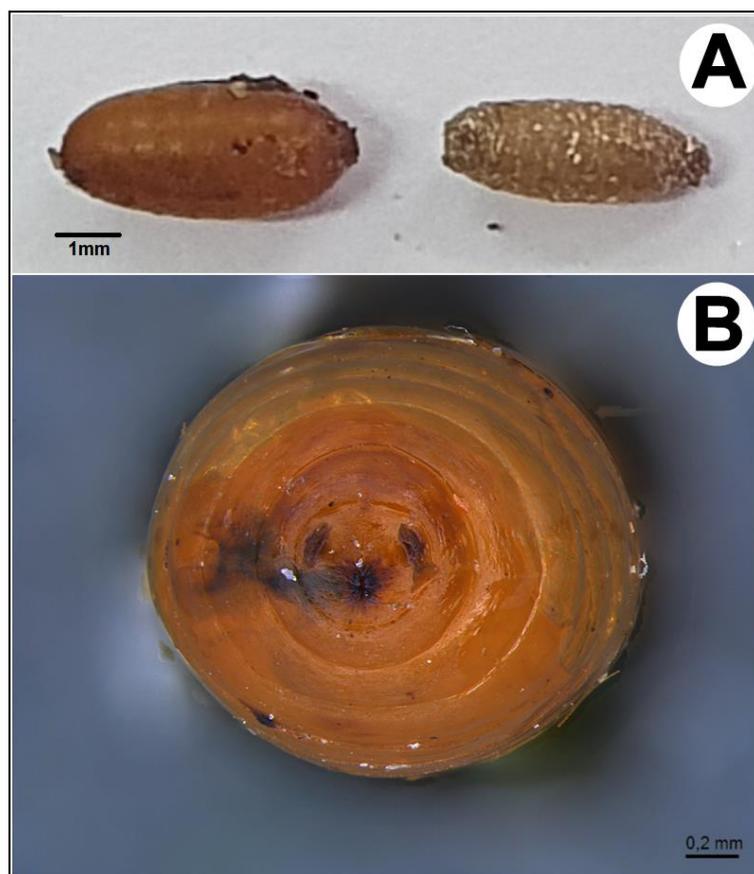
405

406

407

408

409



410 Figura 2. A) Vista lateral de Pupários de *Anastrepha* e *Bactrocera* (da esquerda para a direita). B)

411 Detalhes da região posterior de *Bactrocera carambolae* evidenciando os espiráculos enegrecidos.

412 (Possibilidade de característica distintiva).

413

414 Foram elaboradas pranchas com as estruturas anatômicas removidas do pupários (Figuras

415 3 e 4) que compõem o esqueleto cefalofaríngeo.

416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444

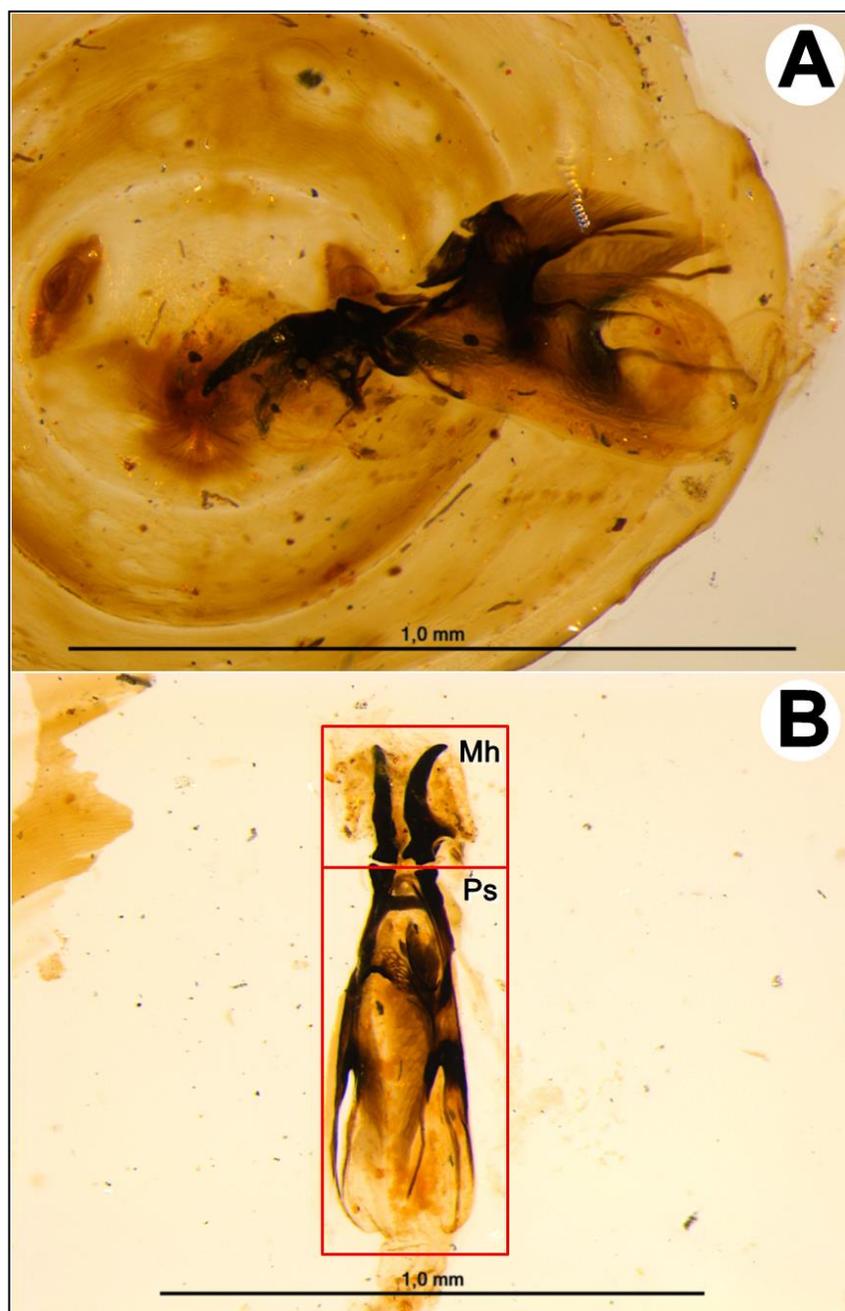
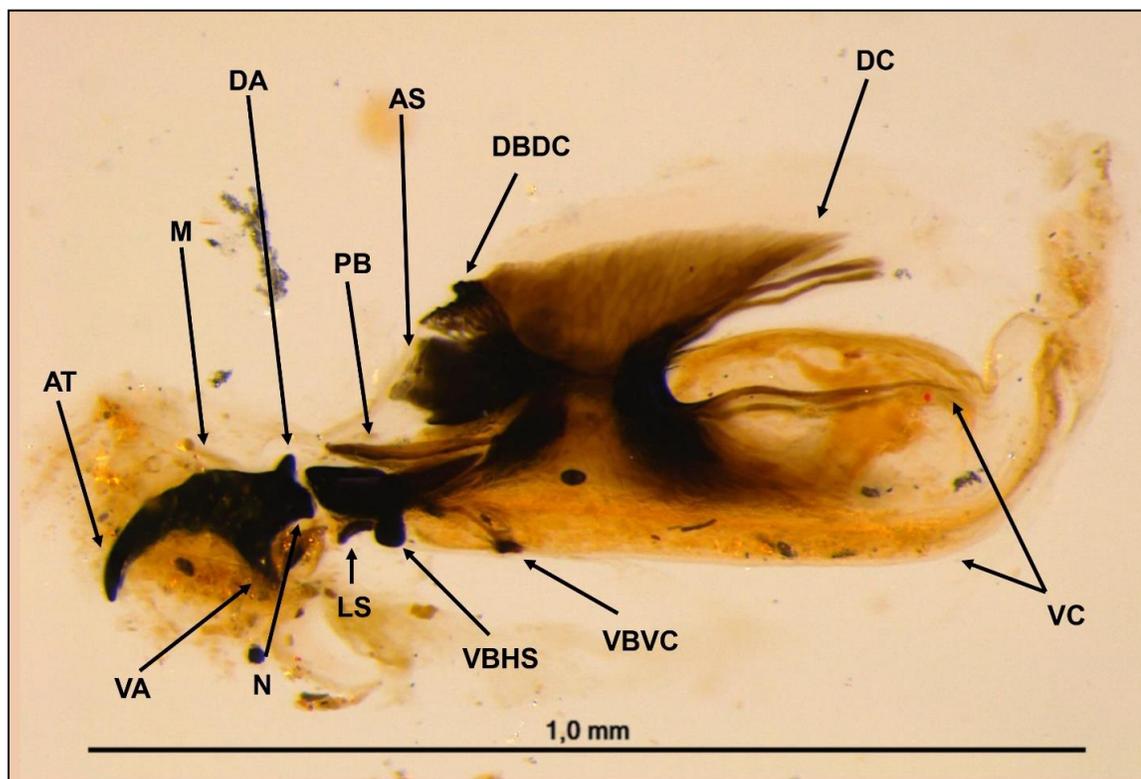


Figura 3. A) Esqueleto cefalofaríngeo de *Bactrocera carambolae* inserido no opérculo. B) Esqueleto cefalofaríngeo de *Bactrocera carambolae*, vista dorsal. Mh: ganchos bucais; Ps: esclerito faríngeo.

A distinção entre as espécies *A. fraterculus* e *B. carambolae* foi realizada principalmente pela comparação das mandíbulas.

445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458



459
460
461
462
463
464
465

Figura 4. Diagrama do esqueleto cefalofaríngeo de *Bactrocera carambolae* identificando a morfologia das estruturas, vista lateral. AS: Esclerito anterior; AT: Dente apical; DA: Apódema dorsal; DBDC: Ponte dorsal do corno dorsal; DC: Corno dorsal; LS: Esclerito labial; M: Mandíbula; N: Pescoço; PB: Barra parastomal; VA: Apódema ventral; VBHS: Ponte ventral do esclerito hipofaríngeo; VBVC: Ponte ventral do corno ventral e VC: Corno ventral.

466 **Amostras individualizadas de *Terminalia catappa* e associações tritrófica**

467 Foram avaliadas as emergências nas 12 amostras (ver Tabela S3 do material suplementar) de *T.*
468 *catappa*, com 40 repetições cada, totalizando 480 subamostras. Ocorreu a emergência de pelo
469 menos um exemplar de *B. carambolae* e de espécies de *Anastrepha* em todas as amostras
470 coletadas. Ademais, também foi observado o parasitismo em todas as amostras coletadas (Tabela
471 2).

472 Das 480 subamostras (frutos), ocorreu emergência de pelo menos um indivíduo em 333
473 delas (69,38%). O percentual de emergência variou de 37,5% a 92,5% (Tabela 2).

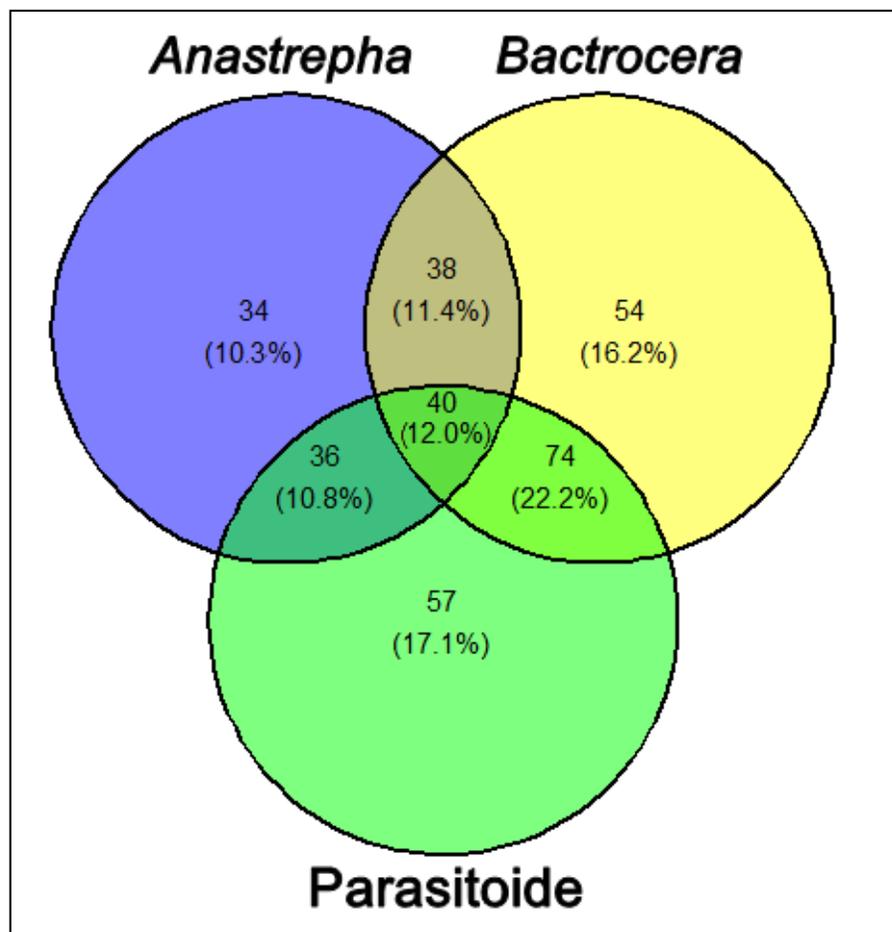
474 Das amostras individualizadas foram obtidos um total de 6.461 pupários, dos quais
475 emergiram 1.698 indivíduos, sendo 808 espécimes de *B. carambolae* e 389 espécimes de
476 *Anastrepha* spp. [112 de *A. turpiniae*; 19 de *A. fraterculus*; 30 de *A. zenildae*, além de 228
477 machos] (Tabela 2).

478 Ainda, foram obtidos 501 espécimes de parasitoides, pertencentes a três espécies: *D.*
479 *areolatus* (91,4% dos espécimes), *A. anastrephae* (4,0%), *Utetes anastrephae* (Viereck) (3,8%) e
480 *O. bellus* (0,8%). Foram recuperados parasitoides de todas as amostras (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de moscas-das-frutas e parasitoides obtidos de amostras de frutos individualizadas de *Terminalia catappa*, por localidade, no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil (fevereiro de 2023).

Amostra (Fi)	Localidade	Frutos com insetos emergidos		Nº de pupários	<i>Anastrepha</i>		<i>Anastrepha fraterculus</i>	<i>Anastrepha turpiniae</i>	<i>Anastrepha zenildae</i>	<i>Bactrocera carambolae</i>		<i>Doryctobracon areolatus</i>		<i>Opius bellus</i>		<i>Asobara anastrephae</i>		<i>Utetes anastrephae</i>		
		nº (N=40)	%		♂	♀	♀	♀	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
25	Jari Celulose S. A.	27	70,0	552	9	0	3	1	36	45	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Jari Celulose S. A.	37	92,5	621	49	4	20	10	49	67	17	21	0	0	1	1	0	0	1	1
27	Jari Celulose S. A.	30	75,0	583	18	6	7	6	22	30	13	22	0	0	1	0	0	0	0	0
28	Jari Celulose S. A.	25	62,5	359	12	0	6	3	5	4	14	18	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Jari Celulose S. A.	22	55,0	560	4	0	6	0	9	25	5	8	0	0	1	0	3	2	2	2
30	Jari Celulose S. A.	34	85,0	581	13	0	8	2	62	63	36	21	0	0	4	1	0	0	0	0
31	Jari Celulose S. A.	29	72,5	759	10	0	3	1	24	27	29	41	0	0	0	0	2	0	0	0
32	Jari Celulose S. A.	15	37,5	157	6	1	3	3	7	4	5	9	0	0	0	1	0	0	0	0
33	Jari Celulose S. A.	27	67,5	668	20	6	9	1	53	53	17	22	0	0	0	0	0	0	0	0
34	Jari Celulose S. A.	30	75,0	445	37	0	20	3	52	39	44	23	1	0	0	1	0	0	0	0
35	Jari Celulose S. A.	22	55,0	315	38	1	20	0	5	4	7	16	2	0	0	0	0	0	0	0
36	Jari Celulose S. A.	35	87,5	861	12	1	7	0	64	59	29	19	0	1	6	3	5	6	6	6
		333		6.461	228	19	112	30	388	420	230	228	3	1	13	7	10	9	9	9

491 Salienta-se que dos 333 frutos em que houve emergência, em 10,3% deles emergiram
 492 apenas espécimes do gênero *Anastrepha*; 16,2% emergiram *B. carambolae* e 17,1% emergiram
 493 apenas parasitoides (*D. areolatus*, *A. anastrephae*, *U. anastrephae* e *O. bellus*). Houve
 494 associação de *Anastrepha* e *B. carambolae* em 11,4% dos frutos. Ainda, ocorreu em 22,2% dos
 495 frutos coexistência de parasitoides e espécimes de *B. carambolae*. Em 10,8% houve a
 496 coexistência de espécimes de *Anastrepha* com parasitoides. Em 12,0% dos frutos ocorreu
 497 emergência de parasitoides e das duas espécies de moscas-das-frutas (Figura 5).



523 Figura 5. Diagrama de Venn da associação entre os espécimes obtidos dos 333 frutos de *Terminalia*
 524 *catappa* em que houve emergência.

526 Pela análise das mandíbulas retiradas dos pupários em que ocorreu emergência, observou-se
 527 se que 441 espécimes de *D. areolatus* (96,3%) foram obtidos de pupários de *Anastrepha*,
 528 enquanto 3,7% foram obtidos de pupários de *B. carambolae*. Para *A. anastrephae* e *O. bellus*,
 529 100% dos espécimes foram obtidos de *Anastrepha*. Para *U. anastrephae*, 11 espécimes foram
 530 obtidos de *Anastrepha* (57,9%) e oito de *B. carambolae* (42,1%) (Tabela 3).

531 Considerando apenas os parasitoides emergidos, foi obtido uma percentagem de

532 parasitismo aparente de 11,9% para *Anastrepha* spp. e de 1,0% para *B. carambolae* (Tabela 3).
 533 Dos pupários dissecados, de onde a partir da mandíbula incrustada no esqueleto cefalofaríngeo
 534 retirado do opérculo, pôde-se identificar como do gênero *Anastrepha*, foram obtidos 372
 535 parasitoides, destes foram 77 de *D. areolatus*, três de *O. bellus*, 11 de *A. anastrephae*, três de *U.*
 536 *anastrephae*, 11 de Figitidae e 267 que não puderam ser identificados, pois não estavam
 537 completamente desenvolvidos (Tabela 3).

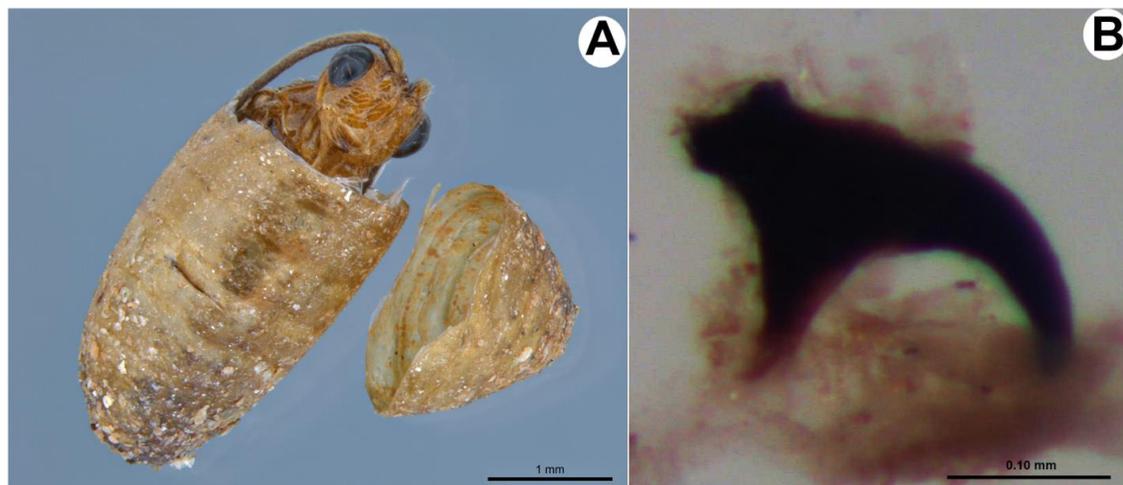
538 Assim, somando o quantitativo de parasitoides emergidos naturalmente e os retirados
 539 após a dissecação, foi obtido um índice de parasitismo real de 21,2% para *Anastrepha* spp. e de
 540 1,8% para *B. carambolae* (Tabela 3).

541 De 20 dos frutos emergiram parasitoides dos pupários de *B. carambolae*, sendo 17 destes
 542 de *D. areolatus* e três de *U. anastrephae*. Dos pupários de *B. carambolae*, foi observado que em
 543 um dos frutos emergiu exclusivamente o parasitoide *U. anastrephae* e em cinco frutos
 544 emergiram exclusivamente parasitoide *D. areolatus*. Em 14 frutos emergiram parasitoides de *B.*
 545 *carambolae* e *Anastrepha* spp., simultaneamente, e em 186 frutos emergiram parasitoides
 546 exclusivamente de *Anastrepha* (ver Tabela S3 do material suplementar). A ocorrência de
 547 moscas-das-frutas e parasitoides associados a cada fruto hospedeiro está indicada no material
 548 suplementar.

549 A Figura 6, ilustra um exemplar de *D. areolatus* formado em um pupário de *B.*
 550 *carambolae*, confirmado pela análise do formato da mandíbula.

551
 552

553
 554
 555
 556
 557
 558
 559
 560
 561



562 Figura 6. A) *Doryctobracon areolatus* semi-emergido em pupário de *Bactrocera carambolae* obtido de
 563 fruto de *Terminalia catappa*. B) mandíbula característica de *B. carambolae*, retirada do pupário.

564
 565
 566
 567

568 **Tabela 3.** Quantidade de parasitoides emergidos e dissecados dos pupários de *Bactrocera carambolae* e *Anastrepha* e parasitismo real
 569 e aparente, experimento com frutos individualizados de *T. catappa* no Vale do Jari, Amapá / Pará, Brasil (fevereiro 2023).

Resultados das emergências naturais dos pupários													
Gêneros	<i>Doryctobracon areolatus</i>		<i>Asobara anastrephae</i>		<i>Utetes anastrephae</i>		<i>Opius bellus</i>		Figitidae	Não identificado	Total de pupários de onde emergiram insetos	Total parasitoides emergidos (1)	Parasitismo aparente (%)
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂					
<i>Anastrepha</i>	219	222	13	7	8	3	3	1	2	-	867	478	11,9
<i>Bactrocera</i>	11	6	0	0	2	6	0	0	0	-	833	25	1,0
Subtotal	230	228	13	7	10	9	3	1	2	-	1700	503	-
Resultados da dissecação dos pupários													
Gêneros	<i>Doryctobracon areolatus</i>		<i>Asobara anastrephae</i>		<i>Utetes anastrephae</i>		<i>Opius bellus</i>		Figitidae	Não identificado	Total de pupários dissecados	Total de parasitoides obtidos pela dissecação (2)	-
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂					
<i>Anastrepha</i>	48	29	6	5	3	0	2	1	11	267	3.142	372	-
<i>Bactrocera</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	6	11	1.619	19	-
Subtotal	49	30	6	5	3	0	2	1	17	278	4.761	391	-
Resultados das emergências e dos pupários dissecados													
Gêneros	<i>Doryctobracon areolatus</i>		<i>Asobara anastrephae</i>		<i>Utetes anastrephae</i>		<i>Opius bellus</i>		Figitidae	Não identificado	Total geral de pupários obtidos	Total geral de parasitoides (3=1+2)	Parasitismo real (%)
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂					
<i>Anastrepha</i>	267	251	19	12	11	3	5	2	13	267	4.009	850	21,2
<i>Bactrocera</i>	12	7	0	0	2	6	0	0	6	11	2.452	44	1,8
Total	279	258	19	12	13	9	5	2	19	278	6.461	894	-

571 ***Carica papaya* como planta hospedeira de *B. carambolae***

572 Foram coletadas 15 amostras de *C. papaya*, compostas por 109 frutos, totalizando 39,02 kg (Tabela 4). Foram
 573 obtidos 95 pupários de moscas-das-frutas, oriundos de seis amostras. Emergiram 57 espécimes de *B.*
 574 *carambolae* (26 fêmeas e 31 machos). As amostras infestadas apresentaram, em média, de 0,6 pupário/kg a 9,4
 575 pupários/kg.

576
 577 **Tabela 4.** Espécies de moscas-das-frutas obtidas de amostras de frutos agrupados de *Carica papaya*, no Vale do Jari,
 578 Amapá/Pará, Brasil (fevereiro e março de 2022).

Nº da amostra	Nº de frutos	Massa kg	Nº de pupários	<i>Bactrocera carambolae</i>		Infestação PP/kg	Emergência (%)
				♀	♂		
1	2	0,88	0	0	0	0,0	-
2	3	1,19	0	0	0	0,0	-
3	8	3,50	18	6	8	5,1	77,8
4	7	3,85	5	0	0	1,3	0,0
5	11	2,92	1	1	0	0,3	100,0
6	19	4,84	3	0	0	0,6	0,0
7	15	5,70	0	0	0	0,0	-
8	6	2,05	0	0	0	0,0	-
9	17	6,29	59	15	18	9,4	55,9
10	6	1,98	0	0	0	0,0	-
11	7	3,39	9	4	5	2,7	100,0
12	2	0,63	0	0	0	0,0	-
13	2	0,48	0	0	0	0,0	-
14	2	0,61	0	0	0	0,0	-
15	2	0,71	0	0	0	0,0	-
Total	109	39,02	95	26	31		

579

580 **Discussão**

581 ***Terminalia catappa* como planta hospedeira de *Bactrocera carambolae***

582 A amêndoa tropical (*T. catappa*) é originária de áreas litorâneas do leste da Ásia (Thomson & Evans, 2006;
 583 Sanches et al., 2007). É uma planta invasora em regiões costeiras, comum na orla marítima brasileira desde a
 584 chegada dos europeus e sua dispersão de sementes ocorre através de correntes aquáticas e morcegos (Plucênio
 585 et al., 2013).

586 No Brasil, apesar de não existirem plantios comerciais, a espécie está presente em todo o território
 587 nacional, especialmente na arborização urbana, representando em alguns casos muitos indivíduos (Iwata, 2007;
 588 Souza & Cintra, 2007; Neto & Souza, 2009; Costa, 2010; Malentachi, 2013; Silva, 2013; Miranda et al., 2017;
 589 Pinto-Coelho, 2021; Soares et al., 2021; Ribeiro et al., 2022).

590 Destaca-se que *T. catappa* possui um potencial de risco de dispersão relevante no contexto do Brasil,
 591 para Nascimento e Carvalho (2000), a presença de espécie vegetal foi decisiva para a predominância da espécie
 592 de moscas-das-frutas exótica, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) em detrimento de *Anastrepha* spp., em área
 593 urbana na Bahia. Este fato, também pode ser um risco para dispersão de *B. carambolae*.

594 Em nível internacional, existem alguns relatos de ocorrência de *B. carambolae* em *T. catappa*, por
 595 exemplo, no Suriname (van Sauers-Muller, 1991; van Sauers-Muller, 2005), na Guiana Francesa (Vayssières et

596 al., 2013), na Tailândia e na Malásia (Sudeste Asiático) (Allwood et al., 1999; Chinajariyawong et al., 2000).
 597 No Brasil, *T. catappa* é infestada por seis espécies de moscas-das-frutas: *A. fraterculus*, *A. obliqua* (Macquart),
 598 *A. sororcula* Zucchi, *A. turpiniae*, *A. zenildae* e *C. capitata* (Zucchi & Moraes, 2022). Portanto, trata-se da
 599 primeira ocorrência de *B. carambolae* em *T. catappa* no Brasil. Ainda, os resultados indicam o primeiro
 600 registro de infestação de frutos dessa espécie vegetal por *A. fraterculus*, *A. turpiniae* e *A. zenildae* no Amapá.
 601 Estas três espécies já foram identificadas neste hospedeiro em outros estados, sendo *A. turpiniae* no Amazonas
 602 (Silva, 1993), *A. zenildae* no Mato Grosso do Sul (Uchôa-Fernandes et al., 1997) e *A. fraterculus* em São Paulo
 603 (Souza-Filho et al., 1997).

604 Os dados obtidos neste ensaio são condizentes com os de van Sauers-Muller (2005), no Suriname, que
 605 obteve 132 espécimes de *B. carambolae*, em 10,7% das amostras, totalizando 19,71 kg de *T. catappa*, entre
 606 agosto de 1986 e julho de 2002. Na Guiana Francesa, Vayssières et al. (2013) obtiveram uma média de 8
 607 adultos de *B. carambolae* por kg de frutos hospedeiros de *T. catappa*, entre 2001 a 2003. Allwood et al. (1999)
 608 e Chinajariyawong et al. (2000) também indicaram *T. catappa* como planta hospedeira de *B. carambolae*, em
 609 estudos de campo conduzidos entre 1986 e 1994, na Tailândia e na Malásia (Sudeste Asiático).

610 Considerando que *B. carambolae* predomina em áreas urbanas, sendo eventualmente identificada em
 611 florestas tropicais não perturbadas por atividade humana (Vijaysegaran & Oman, 1991; Almeida, 2016, Costa
 612 et al., 2022), e que há a presença de *T. catappa* em ambiente urbano no Amapá (Soares et al., 2021), esta
 613 espécie deve ser considerada um eventual repositório da praga.

614 A maior incidência de moscas-das-frutas nas amostras obtidas da localidade Jari Celulose se deve
 615 principalmente ao fato da área ser de difícil acesso e ser composta por um adensamento grande de hospedeiros,
 616 em especial de *T. catappa* e *C. papaya*. Ainda, como se trata de uma área privada, as ações de controle do
 617 SSEBC, neste local, foram iniciadas apenas recentemente, após a suspeita de um foco da praga nas
 618 proximidades. Por outro lado, as amostras menos infestadas por moscas-das-frutas foram obtidas de zonas
 619 urbanas da cidade de Laranjal do Jari e da vila Munguba, áreas onde as ações de controle são mais intensivas e
 620 onde existe um menor adensamento de plantas hospedeiras de *B. carambolae*.

621

622 **Parasitoides obtidos nas amostras agrupadas de *Terminalia catappa***

623 Trata-se do primeiro relato para a Amazônia brasileira da associação das espécies de parasitoides *O. bellus* e *A.*
 624 *anastrephae* em *T. catappa* e o primeiro relato para o Amapá da obtenção de *D. areolatus* nesta espécie vegetal
 625 (Canal et al., 1995; Dutra et al., 2013; Sousa et al., 2022). Até então, a relação tritrófica entre o parasitoide *D.*
 626 *areolatus* e espécies do gênero *Anastrepha* nessa planta hospedeira só havia sido reportada nos estados do
 627 Amazonas e Rio Grande do Norte (Canal et al., 1994; Canal et al., 1995; Silva et al., 2004b; Dutra et al., 2013;
 628 Zucchi & Moraes, 2022).

629 O parasitismo obtido nas amostras de frutos agrupados pode ser considerado alto, pois, segundo
 630 Fletcher (1987), níveis de parasitismos acima de 30% já são considerados relevantes. Os altos níveis de
 631 parasitismo, principalmente no Local C, se devem à característica do local, como grande adensamento de
 632 hospedeiros, presença de hospedeiros alternativos, sombreamento, muitos frutos disponíveis ao solo e pelo fato
 633 do clima ser quente e úmido na região. Neste ponto, considerando que a área havia sido recém-descoberta,
 634 poucas ações de controle do SSEBC foram realizadas antes da coleta.

635 Para Hickel (2002), os mecanismos de busca de hospedeiro são semelhantes tanto para parasitoides
 636 quanto para moscas-das-frutas. Neste aspecto, é natural que o percentual de parasitismo siga a tendência dos
 637 níveis de infestação, sendo maiores nas amostras com maiores incidências de moscas-das-frutas. Os resultados
 638 obtidos nesse estudo não corroboram os de Salles (1996), Gattelli (2006), Pereira-Rêgo et al. (2013) e
 639 Meirelles (2015), que registraram baixos percentuais de parasitismo em inventários em condições naturais para

640 outras culturas. Como a área se trata de um local inicialmente não perturbado por intervenções humanas, foi
 641 possível o estabelecimento de uma relação tritrófica que pode ter favorecido os relevantes percentuais de
 642 parasitismo observados no experimento de frutos agrupados de *T. catappa*. Ademais, a grande disponibilidade
 643 de frutos expostos ao solo também pode ter contribuído para os elevados percentuais de parasitismo se
 644 considerarmos que a permanência de frutos caídos ao solo pode aumentar a possibilidade do parasitoide
 645 encontrar a larva e parasitá-la (Aguiar-Menezes & Menezes, 2002).

646 Um baixo percentual de parasitismo foi obtido nas zonas urbanas da cidade de Laranjal do Jari e da vila
 647 Munguba, que possuem ações mais intensivas de coleta de frutos e pulverização de iscas-atrativas. Fato
 648 semelhante foi relatado por Meirelles (2015), que indicou que a ausência de parasitoides em pêssegos poderia
 649 estar associada ao uso de inseticidas para o controle de moscas-das-frutas, por meio da aplicação de iscas
 650 tóxicas feita no pomar onde foi realizado o estudo. Portanto, a aplicação de iscas semanalmente pode reduzir a
 651 população de moscas-das-frutas no pomar, diminuindo, também, a oferta de hospedeiros para os parasitoides.
 652

653 Aspectos relacionados à ocorrência de parasitismo em *B. carambolae* em *T. catappa*

654 Pelas análises das estruturas morfológicas dos pupários dos gêneros *Bactrocera* e *Anastrepha*, foi observado
 655 que do esqueleto cefalofaríngeo, a mandíbula é o principal parâmetro para a distinção.

656 De acordo Frías et al. (2006), o esqueleto cefalofaríngeo de *B. carambolae* é descrito como tendo uma
 657 mandíbula preta, fortemente esclerotizada, com dente apical fino e fortemente curvado. Ainda, há um dente
 658 pré-apical presente, porém pequeno. O apódema ventral é pontiagudo, projetando-se posteriormente, enquanto
 659 o apódema dorsal é longo e arredondado apicalmente. Destaca-se o esclerito dental presente.

660 As mandíbulas de *B. carambolae* têm um pescoço distinto posteriormente, enquanto esta característica
 661 está ausente em *Anastrepha*. Além disso, em todas as espécies estudadas de *Anastrepha*, o apódema ventral é
 662 perpendicular à margem dorsal das mandíbulas ou projeta-se anteriormente (Frías et al., 2006; Frías et al.,
 663 2008). O esclerito dental está presente em *Bactrocera*, mas ausente em *Anastrepha* (White & Elson-Harris,
 664 1992; Frías et al., 2006).

665 A Figura 7, traz uma comparação entre as mandíbulas de *B. carambolae* e *A. fraterculus*. No detalhe
 666 (seta em vermelho) é possível observar o apódema ventral da mandíbula projetando-se posteriormente em *B.*
 667 *carambolae* (Figura 7B) e ausente em *A. fraterculus*.

668

669

670

671

672

673

674

675

676

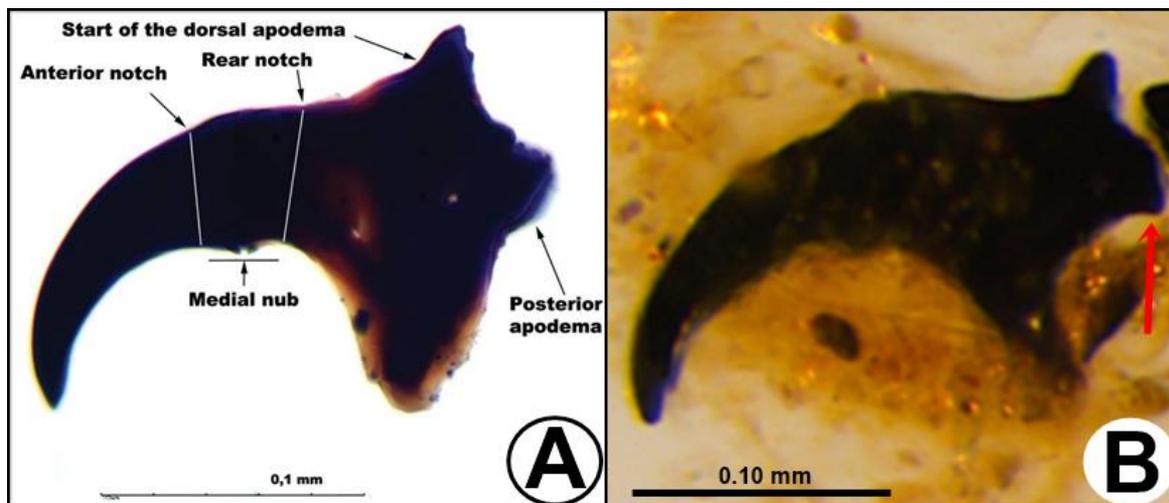
677

678

679

680

681



682 Figura 7. Comparação entre mandíbulas de *Anastrepha* e *Bactrocera*: A) Mandíbula de *Anastrepha fraterculus* (Canal et
 683 al., 2015); B) Mandíbula de *Bactrocera carambolae* (autores). No detalhe (seta em vermelho), apódema ventral da
 684 mandíbula projetando-se posteriormente.

685

686 Destaca-se que o estudo comparativo dos aspectos morfológicos específicos das larvas é importante do
 687 ponto de vista taxonômico e quarentenário (Dutra et al., 2018a; 2008b). Para se utilizar de todas as estratégias
 688 disponíveis e responder de forma célere e adequada às detecções dos insetos, a correta identificação de forma
 689 mais rápida desses insetos é imprescindível, seja na fase de larva ou de pupário. Assim sendo, mais estudos
 690 devem ser fomentados para o desenvolvimento de chaves comparativas envolvendo, também, outras espécies.

691 Apesar de *T. catappa* ser um fruto de dimensões relativamente pequenas (comprimento 4,78 cm, largura
 692 3,6 cm, espessura 2,82 cm e peso 19,96 g) foi verificada uma alta emergência de moscas-das-frutas. No
 693 presente estudo foram obtidas subamostras com emergência de até 36 indivíduos de um único fruto (Tabela S3
 694 do Material Suplementar). Tal infestação possivelmente refletiu no parasitismo identificado no presente
 695 trabalho. A obtenção de um percentual de parasitismo real de 21,2% e 1,8%, para *Anastrepha* e *Bactrocera*,
 696 respectivamente, é uma informação altamente relevante, pois indica uma adaptação dos parasitoides a *B.*
 697 *carambolae*, organismo exótico, em cerca de 16 anos do relato do ingresso da espécie na região de Monte
 698 Dourado, Distrito de Almeirim, Pará (MAPA, 2007).

699 Deve-se ressaltar que a associação exclusiva entre parasitoides e *B. carambolae*, no experimento de
 700 amostras individualizadas, foi obtida em seis frutos. Ainda, foi possível identificar parasitoides associados aos
 701 dois gêneros em outros 14 frutos (ver Tabela S3 do material suplementar).

702 Corroborando tal informação, o uso de cápsulas para individualização dos pupários mostrou-se uma
 703 metodologia capaz de identificar as associações tritróficas de *B. carambolae* com os parasitoides nativos *D.*
 704 *areolatus* (12♀ e 7♂) e *U. anastrephae* (2♀ e 6♂) para o hospedeiro *T. catappa* no Brasil.

705 Anteriormente, uma suspeita de parasitismo em *B. carambolae* foi relatada por Almeida (2016), que
 706 evidenciou que duas das três amostras de *Licania* sp. coletadas estavam infestadas por moscas-das-frutas
 707 (presença de pupários), sendo que em uma delas foram obtidos quatro pupários dos quais emergiram 2
 708 espécimes de *B. carambolae*. Da outra amostra emergiram apenas parasitoides (2 espécimes de *D. areolatus* e
 709 1 espécime não identificado). Apesar de uma observação importante, tal fato na época não foi suficiente para a
 710 confirmação do parasitismo. Portanto, nenhum parasitoide nativo havia sido relatado para esta espécie no
 711 Amapá (Adaime et al., 2014; Almeida et al., 2016; Adaime et al., 2023).

712 Segundo van Sauers-Muller (2005), não há indicação de que os parasitoides ataquem a mosca-da-
 713 carambola no Suriname. Ainda, há de se evidenciar que nenhuma espécie de parasitoide nativo emergiu de
 714 amostras de *B. carambolae* coletadas durante o período de 2001 a 2003 na Guiana Francesa (Vayssières et al.,
 715 2013). Apenas o parasitoide introduzido *D. longicaudata* emergiu de pupários da mosca-da-carambola, em
 716 razão de liberações inundativas de milhões de adultos no ano 2000, ao longo do rio Oiapoque, sendo que o
 717 percentual de parasitismo também foi variável (0% a 14,3%).

718 Em sentido contrário, Guimarães et al. (2003), na Guiana Francesa, relataram o parasitismo de larvas de
 719 *B. carambolae* por *A. pelleranoi*. Vayssières et al. (2013) indicaram que foi encontrada essa mesma associação
 720 em *A. carambola* na Guiana Francesa. Nos dois casos não foram indicadas as taxas de parasitismo e outros
 721 detalhes, apesar disso, essas são consideradas as primeiras confirmações da ocorrência de parasitoides nativos
 722 da família Figitidae em *B. carambolae* na América do Sul.

723 Suputa et al. (2007), observaram o parasitismo de populações de *Aganaspis* sp., *F. arisanus* e *Asobara*
 724 sp. em *B. carambolae* na província de Yogyakarta, Ilha de Java, Indonésia. Apesar do indicativo de parasitismo
 725 de *Asobara* sp. em mosca-da-carambola, não houve registro do parasitismo de *Asobara anastrephae* em *B.*
 726 *carambolae* no presente estudo.

727 *Doryctobracon areolatus*, outra espécie de parasitoide, também foi associada a *B. carambolae* no
 728 presente trabalho. Esse parasitoide já foi reportado parasitando *Anastrepha coronilli* Carrejo & González (em
 729 *B. grossularioides*), *A. fraterculus* (em *S. mombin*) e *A. striata* (em *M. glabra*, *P. guajava*, *P. guineense*), no

730 estado do Pará (Zucchi & Moraes, 2022). Os poucos relatos de parasitismo no estado do Pará sugerem que o
731 esforço amostral foi menor para o referido Estado, quando comparado ao Amapá.

732 A ocorrência de *U. anastrephae* em mosca-da-carambola associado a *T. catappa* é inédito para o Brasil.
733 Anteriormente, esta espécie de parasitoide havia sido associada no Amapá a *A. turpiniae* (em *S. mombin*) e, no
734 Pará, a *A. obliqua* (em *M. emarginata*) (Zucchi & Moraes, 2022).

735 Ainda, neste trabalho identificamos seis espécimes de *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) (Hym.: Figitidae)
736 parasitando *B. carambolae*, confirmando os relatos de Guimarães et al. (2003) e Vayssières et al. (2013).

737 Segundo Stibick (2004), existem relatos de parasitismo em *B. carambolae* na Malásia e na Tailândia,
738 por *D. longicaudata* e, do parasitoide de ovos, *F. arisanus* (Ibrahim et al., 1994; Chinajariyawong et al., 2000;
739 Favacho, 2019). Outros relatos de parasitismo são atribuídos por Chinajariyawong et al. (2000), tais como *F.*
740 *vandenboschi*, *P. incise*, *P. makii*, *Psytalia* sp. nr *fletcheri* e *Psytalia* sp. nr *makii* em goiabas e carambolas
741 originárias da Malásia e Tailândia. Segundo Chua & Khoo (1995), *F. arisanus* e *F. vandenboschi* foram os
742 principais parasitoides associados a *B. carambolae*, infestando um pomar de carambola na Malásia. Para os
743 autores, os frutos da carambola são os hospedeiros preferidos para *F. arisanus* associado a *B. carambolae*.

744 Ressalta-se que na Malásia e na Tailândia *F. arisanus* é conhecido por parasitar *B. carambolae* em *M.*
745 *indica*, *Annona montana* L. (Annonaceae), *T. catappa*, *Fagraea ceilanica* Thunberg (Gentianaceae),
746 *Artocarpus heterophyllus* Lamarck (Moraceae), *Eugenia* sp. (Myrtaceae), *P. guajava*, *Syzygium aqueum*
747 (Burm.f.) Alston (Myrtaceae), *S. malaccense*, *A. carambola* e *Manilkara zapota* (L.) (Sapotaceae) (Yaakop &
748 Aman, 2013).

749 Para *S. samarangense*, entretanto, não existe o registro de associação de *F. arisanus* em *B. carambolae*
750 na Malásia, ocorrendo apenas na Tailândia (Yu et al., 2005; Yaakop & Aman, 2013).

751 Na Indonésia (Ilha de Java), Kuswadi et al. (2004) relataram que *B. carambolae* é atacada por vários
752 tipos de parasitoides em campo, citando como exemplo *Biosteres* (atual *Diachasmimorpha*) sp., que ataca
753 larvas de primeiros instares, e *Opius* (atual *Fopius*) sp. cujo ataque se dá em larvas de instar tardio. Em Bali,
754 província da Indonésia, Yuliadhi et al. (2022), relataram o parasitismo de *F. arisanus* e *D. longicaudata* em *B.*
755 *carambolae* em carambola.

756 Na Malásia, também foram identificadas quatro espécies de parasitoides (*F. arisanus*, *D. longicaudata*,
757 *Psytalia fletcheri* Silvesteri e *P. incisi*), com índices de parasitismo variando de 33%, 24% e 9%,
758 respectivamente (Juma, 2015). De acordo com Shariff et al. (2014), os parasitoides reconhecidos em *B.*
759 *carambolae* na Malásia, com base em análise genética molecular, foram *D. longicaudata*, *P. incisi* e *F.*
760 *arisanus*.

761 A maior ocorrência de *D. areolatus* neste estudo corrobora o relatado na literatura, de que esta é uma
762 das espécies mais disseminadas, tendo sido encontrada em todos os estados da região Norte do Brasil (Sousa et
763 al., 2021b; Barreto et al., 2022). A superioridade de ocorrência de *D. areolatus* é recorrente no Amapá (Deus &
764 Adaime, 2013; Sousa et al., 2021a).

765 Segundo Deus & Adaime (2013), *D. areolatus* é a espécie com maior potencial para atuar na regulação
766 populacional de moscas-das-frutas nas condições do Amapá, devido sua abundância no estado, sendo a mais
767 predominante. Tal premissa pode ser extrapolada para o estado do Pará, no caso de localidades com maior
768 similaridade climática entre os dois estados.

769 É possível evidenciar que os mecanismos de busca de hospedeiro são semelhantes tanto para
770 parasitoides quanto para moscas-das-frutas (Hickel, 2002). A existência da disponibilidade de hospedeiro nas
771 áreas de ocorrência pode ter exercido papel decisivo para o parasitismo em *B. carambolae*.

772 Realizando estudos com fêmeas do parasitoide *F. arisanus*, foi observado que estas são atraídas pelo
773 odor das frutas frescas e em decomposição nos locais onde se encontram os hospedeiros. As substâncias às
774 quais os parasitoides respondem à atratividade são voláteis e quanto maior a disponibilidade de frutos, maior

775 será a presença desses insetos (Altuzar et al., 2004). É possível que tal relação possa ser válida também para *D.*
776 *areolatus*.

777 Além disso, um importante fator ecológico é que *D. areolatus* consegue encontrar as larvas de moscas-
778 das-frutas em frutos ainda verdes (Carvalho et al., 2004).

779 Ainda, é possível que a ocorrência do parasitismo envolvendo organismos nativos seja decorrente da
780 adaptação desses indivíduos à mosca-da-carambola. Há relatos dessa espécie no Amapá desde 1996. Em
781 momentos iniciais do ingresso de *B. carambolae* no continente, os levantamentos de parasitoides na região de
782 ocorrência eram escassos. No Amapá, área com maior incidência de levantamentos faunísticos de moscas-das-
783 frutas, a evidência de parasitismo pode não ter ocorrido em razão da existência de ações de controle
784 preconizadas no SSEBC e pela não adaptação dos parasitoides à praga.

785 Na Guiana Francesa, Vayssières et al. (2013) alegam não ter evidências de que os parasitoides locais
786 tenham desenvolvido a capacidade de detectar e atacar estágios imaturos da espécie invasora *B. carambolae*.
787 Destacam os autores que se eles podem atacar, eles também podem não se desenvolver devido à baixa
788 adequação do hospedeiro ou a uma forte resposta do sistema imunológico do hospedeiro.

789 Ocorre que, no estado do Pará, a praga foi detectada pela primeira vez na região de Monte Dourado em
790 2007. A área onde foram coletadas as amostras do presente trabalho não era contemplada com controle
791 químico, cultural e com o monitoramento, em razão do difícil acesso e por ser uma área privada sujeita ao
792 controle de entrada. Assim sendo, depreende-se que os insetos ali presentes se mantiveram em convívio por
793 vários ciclos de vida. Diante disso, a existência de uma abundância de hospedeiros de *T. catappa* e *C. papaya* e
794 a permanência dos frutos em solo por grandes períodos pode ter favorecido o parasitismo.

795 As evidências de adaptação de parasitoides nativos afetando organismos exóticos não são uma novidade
796 na literatura. Para *A. pelleranoi*, após apenas uma geração, foi registrada alteração na preferência por *C.*
797 *capitata*, sugerindo que esta espécie pode ter aprendido por herança química (Tognon et al., 2014; Rohr et
798 al., 2019).

799 Em estudos envolvendo *Psytalia concolor* (Szépligeti), foi observado que esses parasitoides preferiam
800 colocar seus ovos e eram mais bem-sucedidos parasitando o hospedeiro onde foram criados (Canale & Benelli,
801 2012; Giunti et al., 2016). Tal fato pode ser atribuído devido ao aprendizado do reconhecimento de sinais
802 químicos das larvas do hospedeiro original, com fundamento no Princípio de Seleção do Hospedeiro de
803 Hopkins (PSHH) (Rohr et al., 2019). Por este princípio, a experiência de uma fêmea desde o estágio larval
804 deve influenciar sua preferência de oviposição quando adulta (Hopkins, 1917). Este princípio afirma que uma
805 fêmea que oviposita deve mostrar preferência pelo mesmo tipo de planta que consumiu como larva (Barron,
806 2001), uma vez que seu desenvolvimento bem-sucedido até a idade adulta é evidência da adequação naquele
807 hospedeiro particular sob as circunstâncias ecológicas locais. Desta forma, o instar larval dos parasitoides pode
808 aprender com seu ambiente e essa memória é transportada dos estágios larvais para o adulto (Barron, 2001;
809 Giunti et al., 2016; Rohr et al., 2019).

810 Masry et al. (2018), em estudos com *Diachasmimorpha kraussii* (Fullaway), observaram a preferência
811 do parasitoide pelo hospedeiro em que se encontra naturalmente. Os parasitoides utilizados tiveram experiência
812 de oviposição, sugerindo que essas vespas aprendem odores específicos de frutas infestadas pelo hospedeiro
813 (Rohr et al., 2019).

814 Destaca-se que o PSHH é adaptativo quando a heterogeneidade temporal da disponibilidade da planta
815 hospedeira é baixa ou previsível, e quando a heterogeneidade espacial é alta e o fluxo gênico entre manchas
816 com diferentes plantas hospedeiras é moderado (Janz et al., 2006; Thöming et al., 2013). A situação
817 identificada na área de estudo específica do experimento de amostras individualizadas, com a predominância
818 de dois hospedeiros, *C. papaya* e *T. catappa* (Figura 1), com fase de frutificação definidas e previsíveis, admite
819 uma heterogeneidade temporal baixa. Ademais, considerando que, além das plantas hospedeiras

820 predominantes, existiam outros hospedeiros alternativos (*S. mombin* e *P. guajava*), favoreceu-se o fluxo
 821 gênico. É possível que esses dois fatores tenham favorecido a PSHH adaptativo do parasitismo em *B.*
 822 *carambolae*.

823 Os baixos índices de parasitismo obtidos podem ser devido ao fato de que a partir da detecção de *B.*
 824 *carambolae* na área, que culminou com a coleta dos primeiros frutos em fevereiro e março de 2022, as ações de
 825 monitoramento e controle preconizadas no SSEBC foram intensificadas. Após, os primeiros indícios de
 826 parasitismo, uma nova coleta na mesma área foi realizada em fevereiro de 2023, já na interveniência das ações
 827 de controle.

828 Deve-se considerar que as taxas de parasitismo encontradas em estudos nos quais frutos foram
 829 coletados no campo e colocados em condições de laboratório não são reais porque os frutos são retirados do
 830 ambiente natural, possivelmente com ovos e larvas de primeiro e segundo ínstar de moscas-das-frutas (Adaime
 831 et al., 2018). Assim, quando os imaturos são retirados do campo, eles não têm mais chances de serem
 832 parasitados (Uchôa-Fernandes et al., 2003). Portanto, estima-se que o parasitismo real em larvas de *B.*
 833 *carambolae* infestando frutos de *T. catappa* seja ainda maior.

834 O uso de parasitoides nativos do Brasil para controle biológico é uma medida que facilita a liberação de
 835 autorizações de uso como técnicas registradas, visto que não implicariam na introdução de um organismo
 836 exótico. Mais estudos devem ser elaborados para identificar a viabilidade do uso de *D. areolatus* como técnica
 837 de controle biológico aplicado de *B. carambolae*. De modo geral, estudos adicionais, devem ser realizados para
 838 a confirmação de outras espécies de parasitoides e a determinação do índice de parasitismo de indivíduos
 839 nativos em *B. carambolae* no Brasil.

840

841 ***Carica papaya* como planta hospedeira de *B. carambolae***

842 O mamoeiro (*C. papaya*) é uma espécie nativa do Sul do México e América Central, naturalizada no Brasil
 843 (Morton, 1987; Paiva, 2019; Martins & Carvalho, 2022). No ano de 2022, a cultura do mamão foi a 7ª mais
 844 exportada pelo Brasil, atingindo um valor de US\$ 49.646.653,00 e um volume exportado de 39.833,78 t. No
 845 primeiro semestre de 2023, as exportações de mamão já atingiram a marca de US\$ 27.299.110,00 e 18.773,32 t
 846 (AGROSTAT, 2023).

847 Na literatura, a condição de hospedeiro de *C. papaya* para *B. carambolae* ainda é controversa, visto que
 848 existem poucos relatos da ocorrência natural em condições de campo. Assim sendo, amostragens desta espécie
 849 devem ser efetuadas em razão da importância econômica da cultura para o Brasil.

850 Embora não seja frequente a infestação, em nosso país três espécies de moscas-das-frutas foram
 851 registradas infestando o mamão: *A. fraterculus*, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) e *Anastrepha striata* Schiner
 852 (Martins & Alves, 1988; Martins et al., 1993; Alvarenga et al., 2007; Leite et al., 2017; Costa et al., 2022).

853 O primeiro relato de mamão como hospedeiro de *B. carambolae* no mundo foi publicado por Ranganath
 854 et al. (1997). Os autores indicam que a espécie foi encontrada em três ocasiões infestando a cultura no quintal
 855 de um complexo residencial no sul de Andaman, ilha pertencente à Índia. No entanto, nem o estágio de
 856 maturação do fruto, nem o número de frutos infestados foram registrados.

857 Marchioro (2016), abordando trabalhos já publicados, relatou que a mosca-da-carambola é uma espécie
 858 polífaga, que se alimenta de mais de 100 plantas hospedeiras, incluindo várias espécies de importância
 859 econômica, como abacate (*Persea americana* Mill.), goiaba (*Psidium guajava* L.), limão (*Citrus × limon* (L.)
 860 Osbeck, manga (*Mangifera indica* L.), laranja (*Citrus × sinensis* (L.) Osbeck, mamão, entre outras. Ocorre que
 861 alguns desses relatos no Brasil não são confirmados na fonte que foi citada (Silva et al., 1997) e não se baseiam
 862 em estudos que realizaram coletas de frutos em condições naturais de campo.

863 Na América do Sul, é importante destacar os trabalhos de van Sauer-Muller (1991) e van Sauer-

864 Muller (2005), no Suriname, onde foram coletadas cerca de 11.000 amostras de frutos, durante 12 anos de
865 trabalho, sendo registradas 20 espécies vegetais hospedeiras de *B. carambolae*. Van Sauers-Muller (2005)
866 coletou 50 amostras de mamão, totalizando 137 frutos (33,10 kg), em ambientes naturais, durante um período
867 de 12 anos e registrou que apenas quatro pupários foram recuperados, sem ocorrência de emergência de
868 nenhuma mosca-das-frutas. Da mesma forma, na Guiana Francesa, Vayssières et al. (2013), registraram, no
869 período de 2001 a 2003, 14 espécies vegetais hospedeiras de *B. carambolae* em amostras coletadas em campo.
870 Apesar de frutos de *C. papaya* terem sido pouco amostrados nos mencionados estudos, não foi confirmada a
871 incidência de *B. carambolae* em nenhum caso.

872 Portanto, para o Brasil, ainda não havia o registro de *B. carambolae* infestando naturalmente a cultura
873 do mamão. Os dados obtidos nesse estudo representam o primeiro relato de infestação de *B. carambolae* em
874 frutos de *C. papaya* em condições naturais no Brasil e na América do Sul.

875 O mamão é considerado um hospedeiro secundário de moscas-das-frutas graças à presença, no látex do
876 fruto ainda “verde”, do benzil-isotiocianato (BITC). Esse composto químico é responsável pela resistência do
877 fruto ao inseto, pela sua ação ovicida e de inibição à oviposição, que decresce à medida que o fruto amadurece
878 (Seo & Tang, 1982; Branco et al., 2000). Ressalta-se que a tendência natural de oviposição de *Bactrocera*
879 *dorsalis* Hendel, *C. capitata* e *Bactrocera cucurbitae* Coquilley é inibida pelo BITC (Seo et al., 1983).
880 Ocorreu, no referido trabalho, uma redução percentual média para 57,7%, 93,3% e 93,6% em uma
881 concentração de $1,9 \times 10^{-10}$ mol/litro pelas três espécies, respectivamente. Ainda, foi observado que o número
882 de larvas de *B. dorsalis* por frutos de mamoeiro variou diretamente com a maturação (Seo et al., 1983). A baixa
883 infestação por *B. carambolae* pode ser decorrente da resistência natural que o fruto parece ter pela secreção do
884 látex. Fato semelhante foi observado por Unahawutti et al. (2014), que sugere que a infestação natural de
885 *Garcinia mangostana* L. (Clusiaceae), fruto que contém látex, só pode ocorrer se os frutos apresentarem
886 rachaduras físicas ou lesões mecânicas.

887 Dias et al. (2018), analisando a oviposição de duas espécies de moscas-das-frutas em frutos de
888 diferentes espécies vegetais, identificou um menor índice de inserção do acúleo para *C. capitata* em mamão,
889 quando comparado com a manga, relacionando este fato à presença de BITC no fruto. Esta substância está
890 presente em altas concentrações no mamão verde e diminui à medida que o fruto amadurece, sugerindo que
891 apenas frutos maduros são infestados no campo, sendo mais evidente uma menor infestação para *A. fraterculus*
892 (Seo et al., 1983). Esses dados indicam que *C. capitata* pode ser menos afetada pelo BITC (Dias et al., 2018),
893 fato corroborado por Joachim-Bravo & Silva Neto (2004), que relataram preferência de *C. capitata* pelo
894 mamão, seguido de manga e laranja.

895 Ainda, segundo Martins & Alves (1988), as maiores infestações por *C. capitata* no mamão foram
896 verificadas em áreas que apresentavam constantemente frutos em estádios de maturação avançados e
897 abundância de frutos refugados. No presente estudo, na área em que foi coletado o mamão, pôde ser observada
898 a existência de diversos frutos caídos sobre o solo, fato este que deve ter influenciado a ocorrência, mesmo que
899 diminuta, de *B. carambolae*.

900 Diante do exposto, ressalta-se que a cultura do mamão pode ser considerada um hospedeiro natural
901 secundário (não preferencial) de *B. carambolae*, visto que os frutos aparentemente possuem uma resistência
902 natural aos ataques, quando ainda verdes, devido à presença do BITC. Ademais, os EUA, para fins de
903 importação de mamão oriundo do Brasil, consideram *C. papaya* como um hospedeiro não preferencial de *B.*
904 *carambolae* (USDA 2022). Um estudo de preferência, entre plantas hospedeiras, realizado em condições de
905 laboratório, na Indonésia, indicou que *C. papaya* é um fruto hospedeiro não preferencial de *B. carambolae*
906 (Koswanudin et al., 2018).

907 Foi possível observar que as amostras de *T. Catappa*, obtidas na área da Jari Celulose, apresentaram
908 alto nível de infestação, chegando a até 415,9 pupários/kg de fruto (Tabela 1) e que no local havia um grande

909 adensamento deste hospedeiro. Desta forma, considerando que o mamão foi coletado nas proximidades dos
 910 pontos de maior infestação (Figura 1), é possível que *C. papaya* somente tenha sido infestado por *B.*
 911 *carambolae* em razão dessa alta infestação em *T. catappa*.

912

913 **Conclusões**

914 Foram identificadas duas novas plantas hospedeiras de *B. carambolae*, uma delas como o primeiro relato para
 915 o Brasil (*T. catappa*) e a outra relatada pela primeira vez na América do Sul (*C. papaya*). Observou-se, nos
 916 frutos de *T. catappa*, o primeiro registro dos parasitoides nativos *D. areolatus* e *U. anastrephae* parasitando
 917 larvas de *B. carambolae* na América do Sul e o primeiro registro de *A. pelleranoi* parasitando larvas no Brasil.

918

919

920 **Agradecimentos**

921 A Alexon Bentes da Silva, Ederson Teles de Costa, Jhonata Filho Melo, Adriano Pinheiro Souza, André da
 922 Silva Vale e Horlen pelo apoio durante o trabalho de campo. À Adriana Bariani e Jacivaldo Barbosa, pelo
 923 apoio nas atividades de laboratório. Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pela autorização
 924 da publicação dos dados. À Embrapa Amapá, pelo fornecimento da estrutura laboratorial.

925

926 **Referências**

- 927 Adaime R, Jesus-Barros CR, Lima AL. 2014. Pesquisas com a mosca-da-carambola no Brasil: estado da arte e
 928 perspectivas futuras. [Resumo] Congresso Brasileiro de Entomologia **25**.
- 929 Adaime R, Lima AL, Sousa MSM. 2018. Controle biológico conservativo de moscas-das-frutas na Amazônia
 930 brasileira. *Innovations Agronomiques* **64**: 47-59.
- 931 Adaime R, Pereira JDB, Sousa MSM, Jesus CR, Souza-Filho MF, Zucchi RA. 2023. Moscas-das-frutas, suas
 932 plantas hospedeiras e parasitoides no estado do Amapá. In: Zucchi RA, Malavasi A, Adaime R, Nava DE,
 933 eds. *Moscas-das-frutas no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Piracicaba: Fealq, 51-68.
- 934 Agrostat. Indicadores Gerais AGROSTAT. 2023. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
 935 Disponível em <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm> (acesso em 9 de agosto de 2023).
- 936 Aguiar-Menezes EL, Menezes EB. 2002. Effect of time of permanence of host fruits in the field on natural
 937 parasitism of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). *Neotropical Entomology* **31**(4): 589-595.
- 938 Allwood AL, Chinajariyawong A, Drew RAI, Hamacek EL, Hancock DL, Hengsawad C, Jipanin JC, Jirasurat
 939 M, Kong Krong C, Kritsaneepaiboon S, Leong CTS, Vijaysegaran S. 1999. Host plant records for fruit flies
 940 (Diptera: Tephritidae) in South East Asia. *The Raffles Bulletin of Zoology* **7**: 1-92.
- 941 Almeida RR. 2016. Dípteros (Tephritidae e Lonchaeidae) associados à produção de frutas na ilha de Santana,
 942 Amazônia brasileira. *Dissertação*, Universidade Federal do Amapá.
- 943 Almeida RR, Cruz KR, Sousa MSM, Costa-Neto SV, Jesus-Barros CR, Lima AL, Adaime R. 2016.
 944 Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associated with fruit production on Ilha de Santana,
 945 Brazilian Amazon. *Florida Entomologist* **99**(3):426-436.
- 946 Altuzar A, Montoya P, Rojas JC. 2004. Response of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) to fruit
 947 volatiles in a wind tunnel. *Florida Entomologist* **87**:616–618.
- 948 Aluja M, Mangan RL. 2008. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host Status Determination: Critical Conceptual,
 949 Methodological, and Regulatory Considerations. *Annual Review of Entomology* **53**: 473-502.
- 950 Alvarenga CD, Silva MA, Lopes GLN, Lopes EM, Brito ES, Querino RB, Matrangolo CAR. 2007. Ocorrência
 951 de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) em Frutos de Mamoeiro em Minas Gerais. *Neotropical*
 952 *Entomology* **36**(5):807-808.

- 953 Barreto MR, Sousa MSM, Adaime R, Zucchi RA. 2022. Fruit flies in the Mato Grosso state, Brazil: Increasing
 954 knowledge about diversity, host plants and parasitoids. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* **17**(2):e1500.
- 955 Barron AB. 2001. The life and death of Hopkins' host-selection principle. *Journal of Insect Behavior* **14**:725–
 956 737. DOI: [10.1023/A:1013033332535](https://doi.org/10.1023/A:1013033332535)
- 957 Branco ES, Vendramim JD, Denardi F. 2000. Resistência às moscas-das-frutas em fruteiras. In: Malavasi A,
 958 Zucchi RA, eds. *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado*.
 959 Ribeirão Preto: Holos, 161-167.
- 960 Canal NAD, Zucchi RA, Silva NM, Silveira-Neto S. 1995. Análise faunística dos parasitóides (Hymenoptera,
 961 Braconidae) de *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae) em Manaus e Iranduba, Estado do Amazonas. *Acta*
 962 *Amazonica*. **25**(3/4): 235-246.
- 963 Canal NA, Hernández-Ortiz V, Salas JO, Selivon D. 2015. Morphometric study of third-instar larvae from five
 964 morphotypes of the *Anastrepha fraterculus* cryptic species complex (Diptera, Tephritidae). *Zookeys* **540**:41-59.
 965 DOI: [10.3897/zookeys.540.6012](https://doi.org/10.3897/zookeys.540.6012).
- 966 Canal NA, Zucchi RA, Silva NM, Leonel Jr FL. 1994. Reconocimiento de las especies de parasitoides (Hym.
 967 Braconidae) de moscas de las frutas (Dip.: Tephritidae) en dos municipios del Estado de Amazonas, Brasil.
 968 *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* **2**:1-17.
- 969 Canal NA, Zucchi RA. 2000. Parasitóides – Braconidae In: Malavasi A, Zucchi RA, eds. *Moscas-das-frutas de*
 970 *importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: Holos, 119–126.
- 971 Canale A, Benelli G. 2012. Impact of mass-rearing on the host seeking behaviour and parasitism by the fruit fly
 972 parasitoid *Psytalia concolor* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Pest Science* **85**: 65-74.
- 973 Capelanes TMC, Biella LC. 1986. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais
 974 nativas desenvolvido pela Companhia Energética de São Paulo- CESP. [Resumo] *Simpósio Brasileiro sobre*
 975 *Tecnologia de Sementes Florestais*, **1**: 5-107.
- 976 Carvalho CAL, Santos WS, Dantas ACVL, Marques OM, Pinto WS. 2004. Mosca-das-frutas e parasitoides
 977 associados a frutos de cajazeiras em Presidente Tancredo Neves – Bahia. *Magistra* **16**: 85-90.
- 978 Carvalho RS. 2005. Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares
 979 comerciais. Cruz das Almas: Embrapa (*Circular Técnica*).
- 980 Castilho AP, Brandão CAC, Ayres AR, Pereira JF, Adaime R. 2019. Distribuição geográfica e plantas
 981 hospedeiras de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia brasileira. In: Jasper M,
 982 org. *Coletânea Nacional sobre Entomologia*. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 90-102.
- 983 Chinajariyawong A, Clarke AR, Jirasurat M, Keitsaneepiboon S, Lahey HA, Vijaysegaran S, Walter GH. 2000.
 984 Survey of Opiine parasitoids of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Thailand and Malaysia. *Raffles Bulletin of*
 985 *Zoology* **48**: 71–101.
- 986 Chua TH, Khoo SG. 1995. Variations in carambola infestation rates by *Bactrocera carambola* Drew and
 987 Hancock (Diptera: Tephritidae) with fruit availability in a carambola orchard. *Research on Population Ecology*
 988 **37**:151-157.
- 989 Costa JVTA, Sousa MSM, Souza-Filho MF, Matos AKBT, Brito CF, Costa MD, Adaime R. 2022. *Ceratitis*
 990 *capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil: registro de entrada e pressupostos
 991 para o seu não estabelecimento. *Research, Society and Development* **11**(10): e291111032879. DOI
 992 <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32879>.
- 993 Costa MAA. 2010. Influência da população da espécie exótica *Terminalia catappa* L. (Amendoeira) sobre
 994 espécies nativas numa área da restinga, domínio tropical Atlântico, Salvador, Bahia. *Dissertação*, Universidade
 995 Federal da Bahia.
- 996 Deus EG, Adaime R. 2013. Dez anos de pesquisas sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Estado do
 997 Amapá: avanços obtidos e desafios futuros. *Biota Amazônia* **3**:157-168. DOI

- 998 [5746/biotaamazonia.v3n3p157-168](https://doi.org/10.1590/1519-6984.167661)
- 999 Dias NP, Nava DE, Garcia MS, Silva FF, Vargas RA. 2018. Oviposition of fruit flies (Diptera: Tephritidae)
- 1000 and its relation with the pericarp of citrus fruits. *Brazilian Journal of Biology* **78**(3): 443–448. DOI
- 1001 <https://doi.org/10.1590/1519-6984.167661>.
- 1002 Dias NP, Nava DE, Montoya P. 2022. A 30-years systematic review reveals success on fruit flies biological
- 1003 control research. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **00**:1-15. DOI <https://doi.org/10.1111/eea.13157>.
- 1004 Dutra VS, Ronchi-Teles B, Garcia MVB, Adaime R, Silva JG. 2013. Native Hosts and parasitoids associated
- 1005 with *Anastrepha fractura* and other *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in the Brazilian Amazon.
- 1006 *Florida Entomologist* **96**(1):270-273.
- 1007 Dutra, V. S., Ronchi-Teles, B., Steck, G. J., Rodriguez, E. J., Norrbom, A. L., Sutton, B. D., & Silva, J. G.
- 1008 (2018a). Description of the Larvae of *Anastrepha curitis*, *Anastrepha pickeli* and *Anastrepha pulchra* (Diptera:
- 1009 Tephritidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, **120**(1), 9-24.
- 1010 Dutra, V. S., Ronchi-Teles, B., Steck, G. J., Araujo, E. L., Souza-Filho, M. F., Raga, A., & Silva, J. G. (2018b).
- 1011 Description of larvae of three *Anastrepha* species in the fraterculus group (Diptera: Tephritidae). *Proceedings*
- 1012 *of the Entomological Society of Washington*, **120**(4), 708-724.
- 1013 Favacho SC. 2019. Aspectos biológicos do parasitoide *Fopius arisanus* (Sonan) (Hymenoptera: Braconidae)
- 1014 em *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). *Dissertação*, Universidade Federal do
- 1015 Amapá.
- 1016 Ferreira ME, Rangel PHN. 2015. Melhoramento genético preventivo: obtenção de estoques genéticos
- 1017 resistentes a pragas quarentenárias de alto risco para a agricultura brasileira. In: Sugayama RL, Silva ML, Silva
- 1018 SXB, Ribeiro LC, Rangel LEP, eds. *Defesa Vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas*. Belo
- 1019 Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 275-292.
- 1020 Fletcher BS. 1987. The biology of dacine fruit flies. *Annual Review of Entomology* **32**:115-144.
- 1021 Frías D, Hernández-Ortiz V, Vaccaro NC, Bartolucci AF, Salles LA. 2006. Comparative morphology of
- 1022 immature stages of some frugivorous species of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Israel Journal of Entomology*
- 1023 **35/36**: 423–457.
- 1024 Frías D, Selivon D, Hernández V. 2008. Taxonomy of immature stages: new morphological characters for
- 1025 Tephritidae larvae identification. In: Sugayana R, Zucchi RA, Ovruski S, Sivinski J, eds. *Fruit flies of*
- 1026 *economic importance: from basic to applied knowledge*. 7th International Symposium on Fruit Flies of
- 1027 Economic Importance, Salvador: SBPC, 29–44.
- 1028 Gattelli T. 2006. Moscas frugívoras (Diptera: Tephritidae) e parasitoides associados a mirtáceas e laranjeira
- 1029 “Céu” em Montenegro e Harmonia, RS. 71 f. *Dissertação*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- 1030 Giunti G, Benelli G, Messing RH, Canale A. 2016. Early adult learning affects host preferences in the tephritid
- 1031 parasitoid *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Pest Science* **89**(2): 529-537.
- 1032 Godoy MJS, Pacheco WSP, Pires Filho JM, Moraes LMM, Chaves ELM, Vasconcelos CAV, Failache WRN,
- 1033 Brito CF, Rosa Júnior WO, Moura MN, Canto AC. 2011b. Erradicação da mosca-da-carambola (*Bactrocera*
- 1034 *carambolae*) no Vale do Jari, Amapá-Pará (2007 a 2008). In: Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA, eds. *Moscas-*
- 1035 *das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa, 159-172.
- 1036 Godoy MJS, Pacheco WSP, Malvasi A. 2011a. Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. In: Silva RA,
- 1037 Lemos WP, Zucchi RA, eds. *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: Diversidade, hospedeiros e inimigos*
- 1038 *naturais*. Macapá: Embrapa, 111-132.
- 1039 Guimarães JA, Vayssières JF, Zucchi RA. 2003. Primeiro registro de *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) (Hym.:
1040 Figitidae) parasitando larvas de *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock) (Dip.: Tephritidae) na Guiana
1041 Francesa. In Livro de resumos. Piracicaba: SEB.
- 1042 Hickel ER. 2002. Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de moscas-das-frutas (Diptera:

- 1043 Tephritidae) por Hymenoptera: Braconidae. *Ciência Rural* **32**(6):1005-1009.
- 1044 Hopkins AD. 1917. A discussion of C. G. Hewitt's paper on "Insect Behaviour". *Journal of Economic*
1045 *Entomology* **10**:92-93.
- 1046 Ibrahim AG, Palacio IP, Rohani I. 1994. Biology of *Diachasmimorpha longicaudata*, a parasitoid of carambola
1047 fruit fly. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* **17**(2): 139-143.
- 1048 Iwata BF. 2007. Diagnóstico sobre o confronto entre a arborização e o planejamento urbano no bairro
1049 Vermelha em Teresina/PI. [Resumo] Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de
1050 Educação Tecnológica, 6, Conep, 2. Disponível em
1051 http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080213_090406_MEIO-067.pdf (acesso em 28 de maio de
1052 2023).
- 1053 Janz N, Nylin S, Wahlberg N. 2006. Diversity begets diversity: host expansions and the diversification of
1054 plant-feeding insects. *BMC Evolutionary Biology* **6**(1):1-10.
- 1055 Jesus CR, Lima AL, Bariani A, Adaime R. 2022. Controle biológico da mosca-da-carambola: potencial de uso
1056 do parasitoide *Fopius arisanus*. [Resumo] Congresso Brasileiro de Entomologia, **28**: 1088.
- 1057 Joachim-Bravo IS, Silva-Neto AM. 2004. Acceptance and preference of fruits for oviposition in two *Ceratitidis*
1058 *capitata* (Diptera, Tephritidae) populations. *Iheringia* **94**(2):171-176. DOI [http://dx.doi.org/10.1590/S0073-](http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212004000200009)
1059 [47212004000200009](http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212004000200009).
- 1060 Juma S Ali. 2015. *Bactrocera* fly infestation on starfruit, *Averrhoa carambola* L. in Selangor, Malaysia and its
1061 parasitoids. *Masters Thesis*, Universiti Putra Malaysia.
- 1062 Koswanudin D, Basukriadi A, Samudra IM, Ubaidillah R. 2018. Host preference fruit flies *Bactrocera*
1063 *carambolae* (Drew & Hancock) and *Bactrocera dorsalis* (Drew and Hancock) (Diptera: Tephritidae). *Jurnal*
1064 *Entomologi Indonesia* **15**(1):40-49.
- 1065 Kuswadi AN, Indarwatmi, M, Nasution, IA. 2004. Iradiasi Telur dan Larva Lalat Buah *Bactrocera carambolae*
1066 (Drew & Hancock) Untuk menghasilkan Inang Radiasi bagi Parasitoidnya. In: Risalah Seminar Ilmiah
1067 Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi, Jakarta.
- 1068 Leite SA, Castellani MA, Ribeiro AEL, Costa DR, Bittencourt MAL, Moreira AA. 2017. Moscas-das-frutas e
1069 seus parasitóides na fruticultura do Livramento de Nossa Senhora, Bahia, com registros de interações
1070 inéditas. *Revista Brasileira de Fruticultura* **39**:e-592.
- 1071 Lima AL, Jesus-Barros CR, Bariani A, Almeida RP, Adaime R. 2017. Potencial de uso de *Fopius arisanus*
1072 (Sonan) (Hymenoptera: Braconidae) para o controle de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera:
1073 Tephritidae) no Brasil. [Resumo] Simpósio de Controle Biológico, **15**.
- 1074 Linlin Y. 2021. ggvenn: Draw Venn Diagram by 'ggplot2'. R package version 0.1.9. Disponível em
1075 <https://CRAN.R-project.org/package=ggvenn>.
- 1076 Liquido NJ, McQuate GT, Nakamichi KA, Kurashima RS, Birnbaum AL, Hanlin MA. 2016. Provisional list of
1077 suitable host plants of carambola fruit fly, *Bactrocera (Bactrocera) carambolae* Drew & Hancock (Diptera:
1078 Tephritidae), Version 1.1. Available online at: USDA Compendium of Fruit Fly Host Information (CoFFHI),
1079 Edition 3.0, Disponível em <https://coffhi.cphst.org/> (acesso em 28 de agosto de 2022).
- 1080 Malavasi A. 2015. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock. In: Vilela EF, Zucchi RA,
1081 eds. *Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros*. Piracicaba: FEALQ, 173-184.
- 1082 Malavasi A, Midgarden D, van Sauers-Muller A. 2013. Manual for the control of the carambola fruit fly in
1083 South America: operations manual. In: van Sauers-Muller A, Signoretti JG, eds. *Paramaribo: Carambola Fruit*
1084 *Fly Programme*. Disponível em
1085 [https://www.researchgate.net/publication/317182807_Manual_for_the_control_of_the_Carambola_fruit_fly_i](https://www.researchgate.net/publication/317182807_Manual_for_the_control_of_the_Carambola_fruit_fly_in_South_America)
1086 [n_South_America](https://www.researchgate.net/publication/317182807_Manual_for_the_control_of_the_Carambola_fruit_fly_in_South_America) (acesso em 22 de agosto de 2022).
- 1087 Malentachi IF. 2013. Levantamento da vegetação arbórea e avaliação do conforto térmico das cinco espécies

- 1088 de maior incidência, na cidade de Uruaçu, Goiás. 69 f. *Dissertação*, Pontifícia Universidade Católica de Goiás.
- 1089 MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018. Instrução Normativa nº 57, de 1 de
- 1090 outubro de 2018. Estabelece, na forma do Anexo desta Instrução Normativa, a lista de Pragas Quarentenárias
- 1091 Presentes (PQP) para o Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa
- 1092 Agropecuária, Distrito Federal, Brasil. Disponível em [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos-prevencao/copy2_of_portaria382018.pdf)
- 1093 *animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos-prevencao/copy2_of_portaria382018.pdf* (acesso em 28 de maio
- 1094 de 2023).
- 1095 MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2007. Portaria nº 37, de 22 de fevereiro de
- 1096 2007. Proíbe a saída de frutas frescas de espécies hospedeiras da mosca da carambola. Ministério da
- 1097 Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Superintendente Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento no
- 1098 Estado do Pará, Pará, Brasil. Disponível em
- 1099 https://sistemasweb.agricultura.gov.br/conjurnormas/index.php/PORTARIA_N%C2%BA_37,_DE_22_DE_FE
- 1100 *VEREIRO_DE_2007* (acesso de 01 de setembro de 2023).
- 1101 Marchioro CA. 2016. Global potential distribution of *Bactrocera carambolae* and the risks for fruit production
- 1102 in Brazil. *Plos One* **10**:1-16. DOI [10.1371/journal.pone.0166142](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166142)
- 1103 Marinho CF, Silva RA, Zucchi RA. 2011. Chave de identificação de Braconidae (Alysiinae e Opiinae)
- 1104 parasitoides de larvas frugívoras na região Amazônica. In: Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA, eds. *Moscas-das-*
- 1105 *frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa, 91-102.
- 1106 Martins DS, Alves FL. 1988. Ocorrência da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera:
- 1107 Tephritidae), na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no norte do Estado do Espírito Santo. *Anais da*
- 1108 *Sociedade Entomológica do Brasil* **17**:227-229.
- 1109 Martins DS, Alves FL, Zucchi RA. 1993. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura
- 1110 do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* **22**(2): 373-379.
- 1111 Martins MLL, Carvalho FA. 2022. Caricaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- 1112 Disponível em <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22405> (acesso em 22 de agosto de 2022).
- 1113 Masry A, Clarke AR, Cunningham JP. 2018. Learning influences host versus nonhost discrimination and
- 1114 postlighting searching behavior in the tephritid fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha kraussii* (Hymenoptera:
- 1115 Braconidae). *Journal of Economic Entomology* **111**(2): 787-794.
- 1116 Meirelles RN. 2015. Parasitismo de moscas-das-frutas por *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead)
- 1117 (Hymenoptera: Braconidae) em laboratório, semicampo e campo. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal do
- 1118 Rio Grande do Sul.
- 1119 Miranda SHG, Adami ACO. 2015. Métodos quantitativos na avaliação de risco de pragas. In: Sugayama RL,
- 1120 Silva ML, Silva SXB, Rangel LEP, eds. *Defesa vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas*.
- 1121 Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 83-203.
- 1122 Miranda YC, Larocca AG, Angelis BLD. 2017. Análise quali-quantitativa da Arborização na Praça da Matriz,
- 1123 em Godoy Moreira - PR. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades* **5**:80-90.
- 1124 Morton JF. 1987. Papaya. NewCROP, the New Crop Resource Online Program, Center for New Crops & Plant
- 1125 Products, Purdue University. In: Morton JF, Miami FL, eds. *Fruits of warm climates*, 336-346.
- 1126 Nascimento A.S, Carvalho R.S. 2000. Bahia. In: Malavasi A, Zucchi RA, eds. *Moscas-das-frutas de*
- 1127 *importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*; Ribeirão Preto: Holos, 235-239.
- 1128 Neto EM, Souza RM. 2009. Índices de densidade e sombreamento arbóreo em áreas verdes públicas de
- 1129 Aracaju, Sergipe. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana* **4**(4):47-62.
- 1130 Ovruki SM. 1994. *Aganaspis pelleranoi* (Hym.: Eucolidae) parasitóide de larvas de *Ceratitis capitata*
- 1131 (Diptera: Tephritidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* **53**(1-4): 121-127.
- 1132 Paiva SR, Albuquerque MSM, Salomão NA, Jose SCBR, Moreira JRA. 2019. Recursos genéticos: o produtor

- 1133 pergunta, a Embrapa responde (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Brasília: Embrapa.
- 1134 Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification.
- 1135 *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1633–1644.
- 1136 Pereira-Rêgo DRG, Jahnke SM, Redaelli LR, Schaffer N. 2013. Variação na infestação de mosca-das-frutas
- 1137 (Diptera: Tephritidae) e parasitismo em diferentes fases de frutificação em Mirtáceas nativas no Rio Grande do
- 1138 Sul. *EntomoBrasilis* 6(2):141-145.
- 1139 Pinto-Coelho R. 2021. O significado ambiental da *Terminalia catappa* (Castanheira) na arborização da orla
- 1140 litorânea de Vila Velha (ES) *Acta Biologica Brasiliensia* 4(1): 96-119.
- 1141 PLANT HEALTH AUSTRALIA. 2018. The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies. Version
- 1142 3.1. Plant Health Australia. Canberra, ACT.
- 1143 Plucênio RM, Dechoum MS, Castellani TT. 2013. Invasão Biológica em Restinga: O Estudo de caso de
- 1144 *Terminalia catappa* L. (Combretaceae). *Biodiversidade Brasileira* 3(2): 118-136.
- 1145 R Core Development Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for
- 1146 Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <https://www.R-project.org/>.
- 1147 Ranganath HR, Suryanarayana MA, Veenakumari K. 1997. Papaya - a new host record of carambola fruit fly
- 1148 *Bactrocera (Bactrocera) carambolae* Drew and Hancock. *Insect Environment* 3(2):37.
- 1149 Ribeiro RTM, Marquet N, Loiola MIB. 2022. Combretaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do
- 1150 Rio de Janeiro. Disponível em <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22511> (acesso em 23 de agosto de 2022).
- 1151 Rohr R, Jahnke S, Redaelli L. 2019. Influence of the original host in the preference of *Aganaspis pelleranoi*
- 1152 and *Doryctobracon areolatus*, parasitoids of Tephritidae larvae. *Bulletin of Insectology* 72:13-20.
- 1153 Salles LAB. 1996. Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera, na
- 1154 região de Pelotas, RS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 31:769-774.
- 1155 Sanches JH, Magro TC, Silva DF. 2007. Distribuição espacial da *Terminalia catappa* L. em área de restinga no
- 1156 Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, Ubatuba/SP. [Resumo] *Simpósio Brasileiro de*
- 1157 *Sensoriamento Remoto*, 13: 1831-1838.
- 1158 Seo ST, Tang CS. 1982. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): toxicity of benzyl isothiocyanate against
- 1159 eggs or first instar of three species. *Journal of Economic Entomology* 75: 1132-1135.
- 1160 Seo ST, Tang CS, Sanidad S, Takenaka TH. 1983. Hawaiian Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): Variation of
- 1161 Index of Infestation with Benzyl Isothiocyanate Concentration and Color of Maturing Papaya, *Journal of*
- 1162 *Economic Entomology* 76(3):535- 538, DOI <https://doi.org/10.1093/jee/76.3.535>.
- 1163 Shariff S, Ibrahim NJ, Md-Zain BM, Idris AB, Suhana Y, Roff MN, Yaakop S. 2014. Multiplex PCR in
- 1164 determination of Opiinae parasitoids of fruit flies, *Bactrocera* sp., infesting star fruit and guava. *Journal of*
- 1165 *Insect Science* 147. DOI [10.1093/jis/14.1.7](https://doi.org/10.1093/jis/14.1.7).
- 1166 Silva NM. 1993. Levantamento e análise faunística de moscas-das-frutas em quatro locais do Estado do
- 1167 Amazonas. Piracicaba. In: *Tese de Doutorado*, ESALQ/USP.
- 1168 Silva OH. 2013. Avaliação da Arborização de acompanhamento viário da Cidade de São Tomé, Paraná. 48
- 1169 folhas. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Graduação), Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- 1170 Silva OLR, Suman R, Silva JR. 1997. Mosca da carambola (*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock) -
- 1171 Alerta quarentenário 1. Brasília.
- 1172 Silva RA, Deus EG, Raga A, Pereira JDB, Souza-Filho MF, Costa Neto SV. 2011a. Monitoramento de
- 1173 moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In: Silva RA, Lemos WP, Zucchi
- 1174 RA, eds. *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá:
- 1175 Embrapa, 33-47.
- 1176 Silva RA, Jordão AL, Sá ALN, Oliveira MRV. 2004a. Mosca-da-carambola: uma ameaça à fruticultura
- 1177 brasileira. Embrapa Amapá (*Circular Técnica* 31).

- 1178 Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA, editores. 2011b. *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade,*
 1179 *hospedeiros e inimigos naturais*. 1a ed. Amapá: Embrapa.
- 1180 Silva TGA, Lima TCC, Andrade HCS, Morais ERC, Oliveira MCS, Macedo FP. 2004b. Levantamento
 1181 populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e parasitoides no Horto Florestal do Campus Central
 1182 da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. [Resumo] *Congresso Brasileiro de Entomologia*, **20**: 435.
- 1183 Soares ACS, Silva JC, Amaral SS, Cruz ÍVR, Costa Neto WV, Pereira ARS, Almeida SSMS, Cantuária PC,
 1184 Silva BMS. 2021. Hemiparasites and their relationships to urban afforestation in the Municipality of Macapá,
 1185 Amapá, Brazil. *Research, Society and Development* **10**(13): e485101321240. DOI [10.33448/rsd-v10i13.21240](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21240).
- 1186 Sousa MSM, Adaime R, Pereira JF. 2022. Fruit flies parasitoids in the Brazilian Amazon. Disponível em
 1187 <http://parasitoid.cpfap.embrapa.br> (acesso em 09 de agosto de 2023).
- 1188 Sousa MSM, Deus E, Lima AL, Jesus CR, Costa Neto SV, Lemos LN, Malhado ACM, Ladle RJ, Adaime R.
 1189 2021a. *Spondias mombin* as a reservoir of fruit fly parasitoid populations in the Eastern Amazon: an
 1190 undervalued ecosystem service. *PeerJ* **9**:e11530. DOI <https://doi.org/10.7717/peerj.11530>
- 1191 Sousa MSM, Santos JEV, Nava DE, Zucchi RA, Adaime R. 2021b. Overview and Checklist of Parasitoids
 1192 (Hymenoptera, Braconidae and Figitidae) of Anastrepha Fruit Flies (Diptera, Tephritidae) in the Brazilian
 1193 Amazon. *Annual Research & Review in Biology* **36**: 60-74.
- 1194 Souza-Adaime MSM, Jesus-Barros CR, Sousa MSM, Deus EG, Strikis PC, Adaime R. 2017. *Eugenia stipitata*
 1195 McVaugh (Myrtaceae): food resource for frugivorous flies in the state of Amapá, Brazil. *Biotemas* **30**:129–133.
- 1196 Souza-Filho MF, Raga A, Zucchi RA. 1997. Incidência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em
 1197 chapéu-de-sol (*Terminalia catappa*) no Estado de São Paulo. [Resumo] *Congresso Brasileiro de Entomologia*,
 1198 **16**: 205.
- 1199 Souza RC, Cintra DP. 2007. Arborização viária e conflitos com equipamentos urbanos no Bairro Taquara, RJ.
 1200 *Revista Floresta e Ambiente* **14**(1): 45-51.
- 1201 Souza VR. 2009. Avaliação do Manejo Florestal das Plantações da Jari Celulose S.A. na Região de Almeirim,
 1202 Estado do Pará - Brasil. *Relatório*. California, USA: Scientific Certification Systems.
- 1203 Stibick JNL. 2004. Natural enemies of true fruit flies (Tephritidae). United States Department of Agriculture,
 1204 Animal and Plant Health Inspection Service: Riverdale, MD, USA.
- 1205 Suputa S, Arminudin A, Jatuasri P, Rahmawati I, Trisyono Y. 2007. Tingkat Parasitasi *Fopius arisanus*
 1206 (Hymenoptera: Hymenoptera: Braconidae) pada Lalat Buah Belimbing di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal*
 1207 *Perlindungan Tanaman Indonesia* **13**(2): 106-114.
- 1208 Thöming G, Larsson MC, Hansson BS, Anderson P. 2013. Comparison of plant preference hierarchies of male
 1209 and female moths and the impact of larval rearing hosts. *Ecology* **94**:1744–1752. DOI [10.1890/12-0907.1](https://doi.org/10.1890/12-0907.1).
- 1210 Thomson LAJ, Evans B. 2006. *Terminalia catappa* (tropical almond), ver. 2.2. In: Elevitch CR, ed. Species
 1211 profiles for pacific Island agroforestry: permanent agriculture resources (PAR). Disponível em
 1212 www.traditionaltree.org (acesso em 18 de dezembro de 2022).
- 1213 Tognon R, Sant'ana J, Jahnke SM. 2014. Influence of original host on chemotaxic behavior and parasitism in
 1214 *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). *Bulletin of Entomological Research* **104**(6): 781-
 1215 787.
- 1216 Uchôa-Fernandes MA, Molina RMS, Oliveira I, Zucchi RA, Canal NA, Díaz NB. 2003. Larval endoparasitoids
 1217 (Hymenoptera) of frugivorous flies (Diptera, Tephritoidea) reared from fruits of the cerrado of the State of
 1218 Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* **47**(2): 181-186.
- 1219 Uchôa-Fernandes MA, Oliveira I, Molina RMS, Zucchi RA. 1997. Biodiversidade de Tephritoidea (Diptera)
 1220 em Mato Grosso do Sul. [Resumo] *Congresso Brasileiro de Entomologia*, **16**: 343.
- 1221 Unahawutti U, Intarakumheng R, Oonthonglang P, Phankum S, Follett PA. 2014. Nonhost status of
 1222 mangosteen to *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Thailand. *Journal of*

- 1223 *Economic Entomology* **107**(4):1355-61. DOI [10.1603/ec13566](https://doi.org/10.1603/ec13566).
- 1224 USDA. 2022. Importation of papaya fruit (*Carica papaya* L.) for consumption from Brazil into the United
 1225 States (excluding Hawaii): A Qualitative, Pathway Initiated Pest Risk Assessment. Disponível em
 1226 [https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/plant_imports/process/pra-costa-rica-papaya-expand-area-](https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/plant_imports/process/pra-costa-rica-papaya-expand-area-pra.pdf)
 1227 [pra.pdf](https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/plant_imports/process/pra-costa-rica-papaya-expand-area-pra.pdf) (acesso em 18 de dezembro de 2022).
- 1228 van Sauers-Muller A. 1991. An overview of the Carambola fruit fly *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae),
 1229 found recently in Suriname. *Florida Entomologist* **74**: 432–440.
- 1230 van Sauers-Muller A. 2005. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock
 1231 (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. *Neotropical Entomology* **34**: 203–214.
- 1232 Van Sauers-Muller A. 2008. Carambola fruit fly situation in Latin America and the Caribbean. *Proceedings of*
 1233 *the Caribbean Food Crops Society* **44**:135–144.
- 1234 Vayssières JF, Cayol JP, Caplong P, Séguret J, Midgarden D, van Sauers-Muller A, Zucchi RA, Uramoto K,
 1235 Malavasi A. 2013. Diversity of fruit fly (Diptera: Tephritidae) species in French Guiana: their main host plants
 1236 and associated parasitoids during the period 1994-2003 and prospects for management. *Fruits* **68**(3): 219-243.
- 1237 Vijaysegaran S, Oman MS. 1991. Fruit flies in peninsular Malaysia: their economic importance and control
 1238 strategies. [*Proceedings*] *International Symposium on the Biology and Control of Fruit Flies*, 105-115.
- 1239 Wharton RA. 1989. Classical Biological control of fruit infesting Tephritidae. In: Robinson AS, Hooper G, eds.
 1240 *World Crop Pests - Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Netherlands: Elsevier, 303-313.
- 1241 White IM, Elson-Harris M. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics*.
 1242 CAB International/ACIAR, Wallingford, United Kingdom.
- 1243 Yaakop S, Aman AZ. 2013. A new tritrophic association in Malaysia between *Fopius arisanus*, *Bactrocera*
 1244 *carambolae*, and *Syzygium samarangense*, and species confirmation using molecular data. *Journal of*
 1245 *Agricultural and Urban Entomology* **29**(1): 6-9. DOI [10.3954/JAUE12-22.1](https://doi.org/10.3954/JAUE12-22.1).
- 1246 Yu DS, Achterberg K van, Horstmann K. 2005. *Biological and taxonomical information: Ichneumonoidea*
 1247 *2004*. Taxapad Interactive Catalogue, Vancouver, Can.
- 1248 Yuliadhi KA, Susila IW, Supartha IW, Sultan A, Yudha IKW, Utama IWEK Wiradana PA. 2022. Interaction
 1249 of parasitoids associated with fruit flies attacking star fruit (*Averrhoa carambolae*) in Denpasar City, Bali
 1250 Province, Indonesia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **980**: 012051. DOI [10.1088/1755-1315/980/1/012051](https://doi.org/10.1088/1755-1315/980/1/012051).
- 1251 Zucchi RA. 2000. Taxonomia. In: Malavasi A, Zucchi RA, eds. *Moscas-das-frutas de importância econômica*
 1252 *no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. São Paulo: Holos, 13-24.
- 1253 Zucchi RA, Moraes RCB. 2022. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Brazil - *Anastrepha* species their host
 1254 plants and parasitoids. Disponível em <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha> (acesso em 16 de julho de 2022).
- 1255 Zucchi RA, Uramoto K, Souza-Filho MF. 2011. Chave ilustrada para as espécies de *Anastrepha* da região
 1256 Amazônica. In: Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA, eds. *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira:*
 1257 *diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa, 71-90.
- 1258
- 1259
- 1260
- 1261
- 1262
- 1263
- 1264
- 1265

1266 ANEXO I - MATERIAL SUPLEMENTAR

1267 **Tabela S1.** Número da amostra, data e localização geográfica de *Terminalia catappa* L. coletadas no Vale
 1268 do Jari, Amapá/Pará, Brasil.

N° da amostra	Data de coleta	Estado	Município	Localidade	Coordenadas geográficas		Planta hospedeira	Experimento
					Latitude	Longitude		
1	03/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9157	-52,4338	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
2	03/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9175	-52,4355	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
3	03/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9180	-52,4348	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
4	03/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9162	-52,4345	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
5	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9161	-52,4350	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
6	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9151	-52,4336	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
7	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9149	-52,4333	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
8	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9150	-52,4339	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
9	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9146	-52,4336	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
10	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9153	-52,4341	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
11	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9186	-52,4339	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
12	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9190	-52,4338	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
13	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9193	-52,4338	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
14	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9200	-52,4334	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
15	28/02/2022	Pará	Almeirim	Vila Munguba	-0,9099	-52,4279	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
16	28/02/2022	Pará	Almeirim	Vila Munguba	-0,9088	-52,4325	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
17	28/02/2022	Amapá	Laranjal do Jari	Sede municipal	-0,8435	-52,5238	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
18	28/02/2022	Amapá	Laranjal do Jari	Sede municipal	-0,8438	-52,5241	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
19	28/02/2022	Amapá	Laranjal do Jari	Sede municipal	-0,8425	-52,5245	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
20	28/02/2022	Amapá	Laranjal do Jari	Sede municipal	-0,8227	-52,5132	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
21	28/02/2022	Amapá	Laranjal do Jari	Sede municipal	-0,8365	-52,5157	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
22	05/10/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9154	-52,4341	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
23	05/10/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9144	-52,4334	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
24	05/10/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9158	-52,4337	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fa
25	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9205	-52,4333	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
26	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9203	-52,4332	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
27	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9186	-52,4342	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
28	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9161	-52,4345	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
29	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9162	-52,4342	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
30	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9157	-52,4337	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
31	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9152	-52,4338	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
32	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9152	-52,4336	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
33	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9148	-52,4338	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
34	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9145	-52,4337	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
35	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9136	-52,4340	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi
36	16/02/2023	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9186	-52,4339	<i>Terminalia catappa</i> L.	Fi

1269 Fa = amostra utilizada no experimento de frutos agrupados; Fi = amostra utilizada no experimento de frutos
 1270 individualizados.

1271

1272
1273**Tabela S2.** Número da amostra, data e localização geográfica de *Carica papaya* L. coletadas no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil.

N° da amostra	Data de coleta	Estado	Município	Localidade	Coordenadas geográficas		Planta hospedeira	Experimento
					Latitude	Longitude		
1	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9160	-52,4341	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
2	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9149	-52,4340	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
3	28/02/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9148	-52,4341	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
4	10/03/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9148	-52,4330	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
5	10/03/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9149	-52,4337	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
6	10/03/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9149	-52,4340	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
7	10/03/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9147	-52,4342	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
8	10/03/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9160	-52,4334	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
9	10/03/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9163	-52,4338	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
10	10/03/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9161	-52,4347	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
11	10/03/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9180	-52,4348	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
12	10/03/2022	Pará	Almeirim	Jari Celulose S. A.	-0,9191	-52,4327	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
13	10/03/2022	Pará	Almeirim	Vila Munguba	-0,9108	-52,4272	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
14	10/03/2022	Pará	Almeirim	Vila Munguba	-0,9069	-52,4274	<i>Carica papaya</i> L.	Fa
15	10/03/2022	Pará	Almeirim	Vila Munguba	-0,9071	-52,4306	<i>Carica papaya</i> L.	Fa

1274 Fa = amostra utilizada no experimento de frutos agrupados.

1275

1276

1277

1278

1279

1280

1281

1282

1283

1284

1285

1286

1287

1288

1289

1290

1291

1292 **Tabela S3.** Ocorrência de moscas-das-frutas e parasitoides associados aos frutos individualizados (subamostras) de cada
 1293 planta hospedeira (amostra) de *T. catappa* no Vale do Jari, Amapá/Pará, Brasil (fevereiro 2023).

Frutos (subamostras)	Plantas (amostras)											
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	Da(1)	Bc(1)	Bc(1)	Da(2)	0	Da(2)	Da(3) A(1)	0	Da(4) Af(1) Bc(4)	At(2) Bc(3)	Da(2) A(1) At(2)	Bc(2)
2	Da(1)	Da(1)	0	Da(3)	At(1)	Aa(2) Bc(2)	0	At(1)	Bc(1)	Da(2) Bc(17)	Da(2) Ob(1) A(1)	Da(2) Bc(8)
3	Da(4) Bc(10)	Da(2) Bc(1)	Da(7) A(5) At(2) Az(2) Af(5)	0	Bc(3)	Da(2) Bc(3)	Da(8) Bc(5)	0	Da(1)	Bc(3)	Da(2) A(1)	At(1)
4	At(1) Az(1) Bc(4)	Da(3) A(1) Af(1) Bc(5)	A(1)	Da(1)	Da(1)	Aa(1) Da(1) Bc(3)	Da(1) A(1)	Da(1)	0	Da(4) A(1) Bc(4)	0	Aa(1) Da(2) Bc(3)
5	0	Da(3) A(4) Bc(19)	0	0	Bc(1)	Da(2) Bc(5)	Da(3) A(3) Az(1) Bc(6)	Bc(3)	A(1) Af(1) Bc(5)	A(3)	ap	Aa(5) Da(5) A(2) At(2) Bc(1)
6	Da(2) Bc(2)	Da(1) A(5)	0	0	0	Da(3) Bc(7)	Ua(1)	Da(1)	At(2)	Da(10) A(1) At(1) Az(1) Bc(4)	Da(1)	Da(3) Bc(2)
7	Da(2)	A(1) At(1) Az(3)	0	0	Da(2) At(1)	0	Da(3)	A(1)	A(2) Bc(4)	0	Da(1) A(3) At(5)	Da(1) Bc(8)
8	0	A(1) At(1) Bc(3)	Da(2) Bc(3)	Da(5)	0	At(1) Bc(2)	0	0	Da(4)	A(3) At(1)	Da(2) A(2) At(1)	Ua(1) At(1)
9	Bc(3)	0	Da(1) A(1)	Da(1) A(1) At(1) Az(1) Bc(2)	Bc(2)	Da(1) A(1) Bc(14)	Da(4)	Az(1) Bc(1)	Da(1) A(1) At(1) Bc(7)	Bc(36)	0	0
10	0	Da(2)	Da(3) A(1)	0	0	Da(2) Bc(3)	0	Da(4) Bc(6)	Da(1) A(1) At(2) Bc(11)	Da(3) Ob(1) At(3)	Da(1) A(1)	Da(1)
11	Bc(5)	Bc(1)	Da(1)	0	At(1)	Da(2) A(1) At(3) Az(1) Bc(5)	Da(1) Bc(1)	0	Da(2) Bc(2)	Da(4) A(2) At(3)	0	Da(2) Bc(4)
12	0	Bc(2)	Da(7)	At(1)	0	Da(2) Bc(7)	0	A(2) Af(1)	Da(1) Bc(7)	Da(8) A(2) At(2) Bc(3)	ap	0
13	Da(4) A(1) Bc(7)	Da(3) A(5) Az(1)	Da(2) A(1)	0	Bc(2)	Da(3) At(1) Bc(2)	Da(1) Bc(1)	Da(1) Bc(1)	Bc(4)	0	At(1)	0
14	Da(4) A(3) At(1) Bc(1)	A(2) At(2) Bc(5)	Bc(1)	Da(1)	0	A(2) At(2) Az(1) Bc(1)	Da(1) Bc(1)	0	Da(4) Bc(2)	Da(1) Bc(1)	Af(1)	Bc(4)
15	ap	Da(1) A(5) At(1) Az(1) Bc(3)	At(1)	Da(2)	0	A(4) At(1) Bc(1)	Da(1) Bc(1)	A(1)	Da(5) A(1) At(1) Bc(6)	A(3) Az(1) Bc(1)	Da(3)	Aa(1) Da(3) Ua(2) A(2) Bc(8)
16	Bc(1)	Bc(12)	0	At(1)	Da(1) A(2) At(2) Bc(1)	Da(1) Bc(3)	0	Da(2)	A(1) Af(1) Bc(9)	Da(4) A(4) At(3)	0	Da(1)
17	0	0	Bc(3)	A(2)	0	Da(1) Bc(4)	Da(1) A(2) Bc(2)	ap	Bc(2)	Bc(2)	A(1)	Ob(1) Bc(2)

18	Da(1) Bc(4)	A(2) Af(1) Bc(5)	Bc(5)	Da(1) At(1) Bc(2)	Aa(1)	Da(1) Bc(1)	Da(4) Bc(4)	Aa(1)	Da(1) Bc(12)	A(2)	A(1)	Da(5) Bc(8)
19	0	A(2) At(1) Af(1)	Bc(4)	Da(1)	ap	ap	Da(3) Bc(1)	0	Bc(2)	Da(1) Bc(3)	ap	Da(1)
20	A(2) Bc(1)	Bc(5)	Da(3) Bc(2)	Da(3)	ap	0	Bc(2)	Da(2) A(2) At(1) Az(2)	A(5) Az(1) Af(2) Bc(5)	Da(1) Bc(1)	0	Da(2) A(3) Bc(9)
21	Bc(1)	Da(4) A(5) At(2) Bc(1)	0	Da(1) A(2) At(1)	0	Aa(1) Bc(3)	Da(2) Bc(5)	ap	Da(3)	0	At(1)	Da(1)
22	Da(2) Bc(6)	Da(4) A(1) At(1) Af(1) Bc(3)	A(2) At(1)	Da(1)	Da(1)	Da(12) Bc(7)	Bc(2)	ap	ap	0	ap	A(2)
23	Da(1)	Da(1)	Bc(1)	0	Da(1) Ua(1)	Bc(2)	Da(2) A(1) At(2) Bc(1)	0	ap	Aa(1) Da(3)	0	Ua(1) Bc(3)
24	0	Da(1) A(1) At(2) Az(1) Bc(5)	Da(2) Bc(4)	0	ap	Da(1) A(1)	Da(1) Bc(1)	Da(1)	ap	Da(7) A(8) At(4) Az(1)	0	A(1) At(1) Bc(9)
25	At(1)	Bc(1)	Da(1)	0	0	A(1) Bc(3)	Da(5) A(1) At(1)	0	ap	ap	A(7) At(1)	Aa(1) Da(1) Bc(13)
26	Bc(2)	A(1) Bc(6)	Da(3)	Da(1)	0	ap	Bc(3)	0	Da(1) A(1)	ap	Da(3) A(4) At(2)	Da(2)
27	0	A(1) At(3) Bc(3)	Bc(2)	Da(1)	Da(1)	Da(3)	Bc(3)	Da(1) At(1)	ap	Da(1) A(1)	A(1) Bc(5)	Ua(6) Bc(9)
28	Bc(5)	Da(1) Bc(5)	Da(1) Az(1)	A(5) At(1) Az(1)	Da(1) Bc(5)	Da(3) Bc(3)	0	ap	A(2) At(2)	Da(2)	ap	Da(1) Bc(1)
29	Bc(3)	A(2) Bc(1)	0	Da(3) A(1)	0	0	0	ap	0	Da(2) A(1)	0	Bc(2)
30	0	A(1) At(1) Az(1) Bc(3)	0	Da(2)	Da(1)	Da(2) Bc(2)	0	0	Da(3) Bc(2)	ap	Ob(1) A(2) At(1) Bc(4)	Da(3) Bc(2)
31	0	Da(1) At(2) Bc(1)	ap	0	Ua(2) A(1) Bc(6)	Da(3) A(1) Bc(3)	0	0	Da(4) At(1) Af(1) Bc(9)	Da(2) A(1) Bc(3)	0	Aa(1)
32	Bc(6)	0	Bc(10)	0	0	Bc(1)	Da(11)	0	Da(1)	A(1) Bc(6)	ap	Da(2) Bc(1)
33	A(1) Bc(1)	Da(9) A(2) At(1) Bc(2)	A(3) Af(1) Bc(1)	Da(1) Az(1) Bc(2)	Da(1) Ua(1) Bc(8)	Da(4) Bc(6)	Bc(2)	ap	A(1) Bc(4)	Da(5) A(2) At(1)	A(1) At(1)	Da(3) A(2) At(1) Af(1) Bc(6)
34	A(1) Bc(1)	A(1) Bc(7)	Da(1) Bc(2)	A(1)	0	ap	Bc(1)	0	0	Da(2)	Da(3) A(1) At(1)	At(1) Bc(4)
35	Bc(9)	A(3) Az(1) Bc(7)	A(1) Bc(1)	Da(1)	Da(2) Bc(1)	A(1) Bc(4)	Da(1)	0	0	ap	0	Da(1) Ua(1) Bc(3)
36	A(1) Bc(4)	Aa(2) Da(1) Ua(1) Bc(1)	0	0	0	Da(1) Bc(10)	Da(12) Ua(1) A(1) Bc(2)	0	A(3) Bc(3)	Da(3) Bc(5)	A(1) At(2)	0
37	Bc(3)	Bc(4)	Da(2) A(2) At(2) Az(2) Bc(2)	0	At(1) Bc(2)	Bc(1)	0	ap	0	ap	0	Da(2) Bc(2)

38	0	Da(1) A(1) At(1) Az(1) Bc(2)	Bc(1)	Da(3) Bc(1)	Ua(1)	A(1) Bc(1)	Da(1) Bc(7)	0	0	ap	A(1) At(1)	0
39	Bc(1)	A(2) Az(1) Bc(2)	A(1) At(1) Az(1) Bc(4)	Da(1)	Da(1) A(1)	Da(5) Bc(10)	Da(1)	ap	Da(3) A(1) Bc(4)	ap	Da(3) A(9) At(1)	Bc(1)
40	Bc(1)	At(1)	Bc(5)	0	0	Aa(2) Bc(7)	0	Da(1)	ap	Da(2)	0	Da(4) Bc(8)

1294 Bc: *Bactrocera carambolae*; A: *Anastrepha* macho; Af: *Anastrepha fraterculus*; At: *Anastrepha turpiniae*; Az: *Anastrepha zenildae*; Da:
1295 *Doryctobracon areolatus*; Ob: *Opius bellus*; Aa: *Asobara anastrephae*; Ua: *Utetes anastrephae*; ap: ausência de pupários. **Célula amarela:**
1296 emergência exclusiva de parasitoide em *Bactrocera carambolae*. **Célula verde:** emergência exclusiva de parasitoide em *Anastrepha*. **Célula azul:**
1297 emergência de parasitoide em *Bactrocera carambolae* e *Anastrepha*.
1298
1299

CAPÍTULO IV***Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae): novo hospedeiro da mosca-da-carambola no Brasil ⁴**

⁴ Este capítulo está formatado como nota científica e foi submetido em 20 de junho de 2023 para publicação na revista “Revista Agrotropica” (ISSN 0103-3816).

***Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae): novo hospedeiro da mosca-da-carambola no Brasil**

José Victor Torres Alves Costa¹, Maria do Socorro Miranda de Sousa², Miguel Francisco de Souza-Filho³, Ricardo Adaime^{4*}

¹Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Macapá, Amapá, jose.torres@agro.gov.br

²Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá, socorro-ap@hotmail.com

³Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Agropecuária, Campinas, São Paulo, Brasil, miguel.souza@sp.gov.br

⁴Embrapa Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, ricardo.adaime@embrapa.br.

*Autor para correspondência: ricardo.adaime@embrapa.br

Frutos de *Chrysophyllum cainito* L., Sapotaceae, são registrados pela primeira vez como hospedeiros da mosca-da-carambola [*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 (Diptera: Tephritidae)] no Brasil, a partir de material coletado no Distrito de Fazendinha, em Macapá, Amapá. Espécimes de *Anastrepha serpentina* (Wiedemann, 1830) também foram obtidos.

Palavras-Chave: *Bactrocera carambolae*, praga quarentenária, moscas-das-frutas, Amazônia.

***Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae): new host of carambola fruit fly in Brazil.** Fruits of *Chrysophyllum cainito* L., Sapotaceae, are recorded for the first time as host of the carambola fruit fly [*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 (Diptera: Tephritidae)] in Brazil, from material collected in the Fazendinha District, in Macapá, Amapá. Specimens of *Anastrepha serpentina* (Wiedemann, 1830) were also obtained.

Keywords: *Bactrocera carambolae*, quarantine pest, fruit flies, Amazon.

Bactrocera carambolae Drew & Hancock, 1994 (Diptera: Tephritidae), a mosca-da-carambola, é uma praga quarentenária presente no Brasil, com ocorrência restrita aos estados do Amapá, Pará e Roraima, sob controle oficial do Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2018). Trata-se de uma praga de grande expressão econômica para países exportadores de frutas, principalmente no que concerne a restrições quarentenárias impostas por países importadores que não possuem a praga em seus territórios (Silva et al., 2005).

Considerando que se trata de uma praga polífaga, atualmente associada a 26 espécies vegetais hospedeiras no Brasil (Adaime et al., 2023), conhecer a sua gama de frutos hospedeiros é crucial para o sucesso das técnicas de controle aplicadas pelas autoridades de defesa fitossanitária (Jesus-Barros, Cruz e Adaime, 2015). Nesse contexto, durante amostragem de frutos potencialmente hospedeiros de moscas-das-frutas, no

distrito de Fazendinha, município de Macapá, Amapá, foram coletadas quatro amostras de *Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae), conhecida como abiu-roxo, totalizando 305 frutos e 26,31 kg (Tabela 1).

Os frutos foram coletados diretamente das plantas ou quando recém-caídos ao solo. Na mesma propriedade, havia um pequeno pomar doméstico com outras frutíferas, como goiabeira (*Psidium guajava* L.) e mangueira (*Mangifera indica* L.). As amostras coletadas foram acondicionadas em bandejas de plástico e transportadas até o Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, em Macapá. No laboratório, seguimos os procedimentos recomendados por Silva et al. (2011) para amostras de frutos agrupados. O material coletado foi examinado a cada três dias e os pupários encontrados foram removidos e transferidos para recipientes de plástico contendo uma fina camada de vermiculita umedecida. Os recipientes foram cobertos com organza e tampa vazada, sendo inspecionados diariamente. A umidade nas bandejas e nos recipientes foi mantida pela reposição da água. As moscas-das-frutas que emergiram foram armazenadas em frascos de vidro contendo etanol a 70%, para posterior identificação. A identificação de *B. carambolae* foi baseada em Plant Health Australia (2018) e os espécimes de *Anastrepha* foram identificados usando a chave de identificação ilustrada de Zucchi et al. (2011).

Foram obtidos 34 pupários de moscas-das-frutas, de onde emergiram três espécimes de *B. carambolae* (2 fêmeas e 1 macho) e cinco de *Anastrepha serpentina* (Wiedemann, 1830) (2 fêmeas e 3 machos) (Tabela 1). Todas as amostras apresentaram infestação, variando de 0,26 a 2,76 pupários/kg.

Chrysophyllum cainito (Figuras 1A e 1B) é uma espécie da família Sapotaceae, não endêmica para o Brasil. É originária das Antilhas e América Central, onde o interesse por esta cultura é recente, existindo algumas pequenas plantações comerciais isoladas. No estado do Amapá são encontrados poucos indivíduos dessa espécie em áreas já alteradas pela atividade humana (Carneiro et al., 2015).

No Brasil, *C. cainito* é hospedeira de três espécies de moscas-das-frutas: *Anastrepha leptozona* Hendel, 1914, *A. serpentina* e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Zucchi & Moraes, 2023a,b). Portanto, trata-se do primeiro relato de *B. carambolae* em *C. cainito* (abiu-roxo) para o Brasil.

Destaca-se que já existem relatos desta associação no Suriname (van Sauers-Muller, 1991; van Sauers-Muller, 2005), na Guiana Francesa (Vayssières et al., 2013) e na região de origem da praga, o Sudeste Asiático (Allwood et al., 1999).

No presente trabalho foi encontrado baixo nível de infestação, fato corroborado por van Sauers-Muller (1991), que identificou apenas cinco amostras infestadas por *B. carambolae*, de um total de 29 amostras, e por van Sauers-Muller (2005), que obteve 40 espécimes da praga, de um total de 3.755 pupários recuperados. Ainda, Vayssières et al. (2013) obtiveram apenas dois espécimes macho da praga, entre 1994 e 2003 (inventário preliminar), e uma média de três espécimes adultos por quilograma de *C. cainito*, entre 2001 e 2003 (estudos posteriores).

A baixa infestação por *B. carambolae* pode ser decorrente da resistência natural que o fruto dessa espécie vegetal parece ter devido à dureza e espessura do pericarpo e, principalmente, pela presença de látex. Fato semelhante foi observado por Unahawutti et al. (2014), que sugeriu que a infestação natural de *Garcinia mangostana* L. (Clusiaceae) por *B. carambolae* só pode ocorrer se os frutos apresentarem rachaduras físicas ou lesões mecânicas. Devido à baixa infestação dos frutos de *C. cainito* coletados, considerando que foi representativa a quantidade amostrada, é possível que a infestação natural tenha ocorrido em decorrência da existência de danos na casca, pois havia alguns frutos em estágio avançado de maturação na planta que apresentavam rachaduras no sentido vertical (direção norte-sul) (Figura 1B). Ademais, alguns frutos coletados do solo apresentavam rachaduras provocadas pela sua queda. Mais estudos sobre isso necessitam ser realizados para comprovar essa hipótese.

Literatura Citada

- ADAIME, R.; PEREIRA, J. D. B.; SOUSA, M. S. M.; JESUS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F.; ZUCCHI, R. A. 2023. Moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides no estado do Amapá. In: Zucchi, R. A.; Malavasi, A.; Adaime, R.; Nava, D. E. (Ed.). Moscas-das-frutas no Brasil - conhecimento básico e aplicado - Volume II. Fealq, Piracicaba, SP, pp. 51-68.
- ALLWOOD, A. L. et al. 1999. Host plant records for fruit flies (Diptera: Tephritidae) in South East Asia. The Raffles Bulletin of Zoology, Supplement 7: 1-92.
- BRASIL. 2018. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 1 de outubro de 2018. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 out. 2018. Seção 1. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43461167/do1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-38-de-1-de-outubro-de-2018-43461024. Acesso em: 03/06/2023.
- CARNEIRO, C. E. et al. 2015. Sapotaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB87883>. Acesso em: 03/06/2023.
- JESUS-BARROS, C. R.; CRUZ, O. M.; ADAIME, R. 2015. *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae): new alternate host to carambola fruit fly in Brazil. Biota Amazônia 5:117-118.
- PLANT HEALTH AUSTRALIA (2018). The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies. Version 3.1. Plant Health Australia. Canberra, ACT.
- van SAUERS-MULLER, A. 1991. An overview of the Carambola fruit fly *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae), found recently in Suriname. Florida Entomologist 74: 432-440.

- van SAUERS-MULLER, A. 2005. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. *Neotropical Entomology* 34(2): 203-214.
- SILVA, R. A. et al. 2005. Ocorrência da mosca-da-carambola no Estado do Amapá. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia* 4(7).
- SILVA, R. A. et al. 2011. Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In: Silva, R. A.; Lemos, W. P.; Zucchi, R. A. (Eds.), *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*, Embrapa Amapá, Macapá, AP. pp. 33-50.
- UNAHAWUTTI, U. et al. 2014. Nonhost status of mangosteen to *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Thailand. *Journal of Economic Entomology* 107(4): 1355-1361.
- VAYSSIÈRES, J. F. et al. 2013. Diversity of fruit fly (Diptera: Tephritidae) species in French Guiana: their main host plants and associated parasitoids during the period 1994-2003 and prospects for management. *Fruits* 68(3): 219-243.
- ZUCCHI, R. A.; URAMOTO, K.; SOUZA-FILHO, M. F. 2011. Chave ilustrada para as espécies de *Anastrepha* da região Amazônica. In: Silva, R. A.; Lemos, W. P.; Zucchi, R. A. (Eds.), *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*, Embrapa Amapá, Macapá, AP. pp. 71-90.
- ZUCCHI, R.A. & MORAES, R.C.B. 2023a. Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitidis>.
- ZUCCHI, R.A.; MORAES, R.C.B. 2023b. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>.

Tabela 1. Espécies de moscas-das-frutas obtidas de frutos de *Chrysophyllum cainito* L. no Distrito de Fazendinha, Macapá, Amapá, Brasil (agosto de 2022).

Amostras	Frutos (n)	Datas de coleta	Coordenadas geográficas		Massa (kg)	Pupários (n)	<i>Bactrocera carambolae</i>		<i>Anastrepha serpentina</i>		Infestação PP/kg	Emergência (%)
			Latitude	Longitude			♀	♂	♀	♂		
1	51	26/08/2022	-0,0342	-51,1103	3,77	5	2	0	0	0	1,33	40,00
2	41	26/08/2022	-0,0340	-51,1105	3,86	1	0	1	0	0	0,26	100,00
3	92	30/08/2022	-0,0342	-51,1103	6,89	19	0	0	2	3	2,76	26,32
4	121	30/08/2022	-0,0340	-51,1105	11,79	9	0	0	0	0	0,76	0,00
Total	305				26,31	34	2	1	2	3		



Figura 1. *Chrysophyllum cainito*. A) Planta adulta, B) Frutos amostrados. Fotos: A) José Victor Torres Alves Costa, B) Adriana Bariani.

CAPÍTULO V**New records of host plants of *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock (Diptera: Tephritidae) in Cooperative Republic of Guyana⁵**

⁵ Este capítulo está formatado como nota científica e foi submetido para publicação em 21 de julho de 2023 na revista “EntomoBrasilis” (ISSN 1983-0572).

1 **New records of host plants of *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock (Diptera:**
 2 **Tephritidae) in Cooperative Republic of Guyana**

3 José Victor Torres Alves **Costa**^{1*}, Jefferson Luiz de Aguiar **Paes**², Luiz Augusto Copati
 4 **Souza**², Patricia **Peters**³, Paul Michael **McWatt**³, Alies van **Sauers-Muller**⁴, Maria do
 5 Socorro Miranda de **Sousa**⁵, Ricardo **Adaime**⁶

6
 7 ¹Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Macapá, Amapá, Brasil; E-
 8 mail: jose.torres@agro.gov.br

9 ²Ministério da Agricultura e Pecuária, Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas, Brasília, Distrito Federal, Brasil;
 10 E-mail: jefferson.paes@agro.gov.br; luiz.copati@agro.gov.br

11 ³Instituto Nacional de Agricultura, Pesquisa e Extensão da Guiana (NARIE), Região 9, Lethem, Guiana; E-mail:
 12 paulmcwatt1112@gmail.com; patriciapeters588@gmail.com

13 ⁴Ministério da Agricultura, Pecuária e Pesca, Departamento de Pesquisa, Consultora, Paramaribo, Suriname; E-mail:
 14 aliesmuller@yahoo.com

15 ⁵Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá, Brasil; E-mail:
 16 socorro-ap@hotmail.com

17 ⁶Embrapa Amapá, Laboratório de Proteção de Plantas, Macapá, Amapá, Brasil

18 *Corresponding author: jose.torres@agro.gov.br

19
 20
 21 **Resumo:** Foram obtidos espécimes de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994
 22 (Diptera: Tephritidae) de frutos de *Averrhoa bilimbi* L., *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae),
 23 *Malpighia emarginata* DC. (Malpighiaceae) e *Psidium guajava* L. (Myrtaceae), a partir de
 24 levantamento realizado em Lethem, República da Guiana. Este é o primeiro registro de *B.*
 25 *carambolae* em *A. bilimbi*, *M. emarginata* e *P. guajava* L. no país.

26 **Palavras-Chave:** mosca-da-carambola, moscas-das-frutas, praga quarentenária.

27
 28 **Abstract:** Specimens of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 (Diptera:
 29 Tephritidae) were obtained from fruits of *Averrhoa bilimbi* L., *Averrhoa carambola* L.
 30 (Oxalidaceae), *Malpighia emarginata* DC. (Malpighiaceae), and *Psidium guajava* L.
 31 (Myrtaceae), from a survey carried out in Lethem, Republic of Guyana. This is the first record
 32 of *B. carambolae* in *A. bilimbi*, *M. emarginata* and *P. guajava* in the country.

33 **Keywords:** carambola fruit fly; fruit flies; quarantine pest; natural host; South America.

34

1 The carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock 1994 (Diptera:
2 Tephritidae), originally from Southeast Asia (VIJAYSEGARAN & OMAN 1991), is an invasive
3 species in South America, where it was first reported in Suriname in 1975, later in French
4 Guiana (1989), Republic of Guyana (1993) and in Brazil (1996) (MALAVASI 2015; MIDGARDEN
5 *et al.* 2016). Its presence in this region poses a threat to the production and marketing of
6 fruits and vegetables throughout South and Central America, as well as the Caribbean
7 (MALAVASI *et al.* 2013a). Therefore, it is a pest of great economic importance for fruit
8 exporting countries, especially with regard to quarantine restrictions imposed by importing
9 countries that do not have the pest in their territories (SILVA *et al.* 2005).

10 Knowing the range of host fruits of the carambola fruit fly is crucial for the success of
11 the control techniques applied by phytosanitary defense authorities (JESUS-BARROS *et al.*
12 2015). In the Republic of Guyana, specifically, *B. carambolae* was obtained only from fruits of
13 *Averrhoa carambola* L., *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Mangifera indica* L. and *Syzygium*
14 *samarangense* Merr. & Perry (MALAVASI *et al.* 2013b; COSTA ET AL. 2022). In this context, to
15 expand knowledge about the ecology of the carambola fruit fly in Guyana, a rapid survey of
16 potentially host fruits was carried out in Lethem, in August and September 2022.

17 The fruits were collected directly from the plants or when freshly fallen to the ground.
18 The collected samples were packed in plastic trays and transported to the laboratory, located
19 at the headquarters of the National Institute of Agriculture, Research and Extension of
20 Guyana (NAREI), in Lethem, Region 9, of the Cooperative Republic of Guyana. In the
21 laboratory, we followed the procedures recommended by SILVA *et al.* (2011) for clustered fruit
22 samples. The collected material was examined every seven days and the pupae found were
23 removed and transferred to plastic containers containing a thin layer of moistened
24 vermiculite. The containers were covered with organza and had a vented lid, being inspected
25 daily. Humidity in trays and containers was maintained by replenishing the water. The fruit
26 flies that emerged were stored in glass vials containing 70% ethanol for later identification.
27 Identification of *B. carambolae* was based on PLANT HEALTH AUSTRALIA (2018) and
28 specimens of *Anastrepha* were identified using the illustrated identification key from ZUCCHI
29 *et al.* (2011).

30 Nine fruit samples (6.07 kg) of four plant species were collected: *Malpighia*
31 *emarginata* DC., *Psidium guajava* L., *Averrhoa bilimbi* and *A. carambola* (Table 1, Figure 1).
32 In total, 694 fruit fly pupae were obtained from six infested samples (2 of *M. emarginata*, 1 of
33 *P. guajava*, 2 of *A. bilimbi* and 1 of *A. carambola*). The infestation rate varied between plant
34 species, reaching 22.0 pupae/kg in *A. bilimbi*, 115.5 in *M. emarginata*, 328.2 in *P. guajava*
35 and 1,068.6 in *A. carambola*. The maximum percentage of emergence was also variable
36 (25.1% in *A. carambola*, 28.6% in *A. bilimbi*, 57.7% in *M. emarginata* and 82.0% in *P.*
37 *guajava*).

1 Specimens of *B. carambolae* (88♀ and 96♂) were obtained from fruits of the four
2 plant species. In this work, we recorded for the first time the infestation of *A. bilimbi*, *M.*
3 *emarginata* and *P. guajava* by *B. carambolae* in Guyana. In Brazil, where several surveys
4 have been done, specifically in the state of Amapá, the pest has already been registered in
5 these plant species (ADAIME *et al.* 2023). In this work, we also obtained specimens of
6 *Anastrepha striata* Schiner (32♀ and 28♂) were obtained from *P. guajava* fruits. In the
7 Americas, *P. guajava* is one of the plant species most infested by fruit flies, with *A. striata*
8 being the main pest of this crop (BIRKE & ALUJA 2011; ZUCCHI & MORAES 2023).

9 During the field activities, specimens of *B. carambolae* were recorded on the surface
10 of fruits of *A. carambola* and *A. bilimbi* on the oviposition eminence (Figure 2). In *A. bilimbi*,
11 specifically, the characteristic behavior of insertion of the aculeus in ripening fruits was
12 observed.

13 Although this work consists of a punctual survey, located only in one municipality,
14 important results were obtained. MIDGARDEN *et al.* (2016) recommend that fruit sampling
15 surveys, to determine *B. carambolae* infestation, be carried out continuously and with
16 emphasis on wild species (to verify whether the species adapts to local forest plants) and on
17 different varieties of cultivated hosts in relation to their phenological stage. Therefore, there is
18 an urgent need to carry out intensive surveys of potential hosts of the carambola fruit fly in
19 the Republic of Guyana, as has been carried out in Brazil, in areas where the pest occurs,
20 where 26 plant host species have already been reported (ADAIME *et al.* 2023).

21 22 **References**

- 23 Adaime, R, JDB Pereira, MSM Sousa, CR Jesus, MF Souza-Filho & RA Zucchi, 2023.
24 Moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides no estado do Amapá,
25 pp. 51-68. *In*: Zucchi, RA, A Malavasi, R Adaime & DE Nava. (Eds.). Moscas-das-
26 frutas no Brasil - conhecimento básico e aplicado - Volume II. Piracicaba, FEALQ.
- 27 Birke, A, & M Aluja, 2011. *Anastrepha ludens* and *Anastrepha serpentina* (Diptera:
28 Tephritidae) do not infest *Psidium guajava* (Myrtaceae), but *Anastrepha obliqua*
29 occasionally shares this resource with *Anastrepha striata* in nature. Journal of
30 Economic Entomology, 104:1204-1211. DOI: <https://doi.org/10.1603/ec11042>
- 31 Costa, JVTA, GKA Santana, MSM Sousa, JLA Paes, PM Mcwatt, EJ Inniss & R Adaime,
32 2022. Hospedeiros da mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew &
33 Hancock (Diptera: Tephritidae), em Lethem, República da Guiana, pp. 156. *In*: XXVIII
34 Congresso Brasileiro de Entomologia, Fortaleza, XXVIII Congresso Brasileiro de
35 Entomologia.

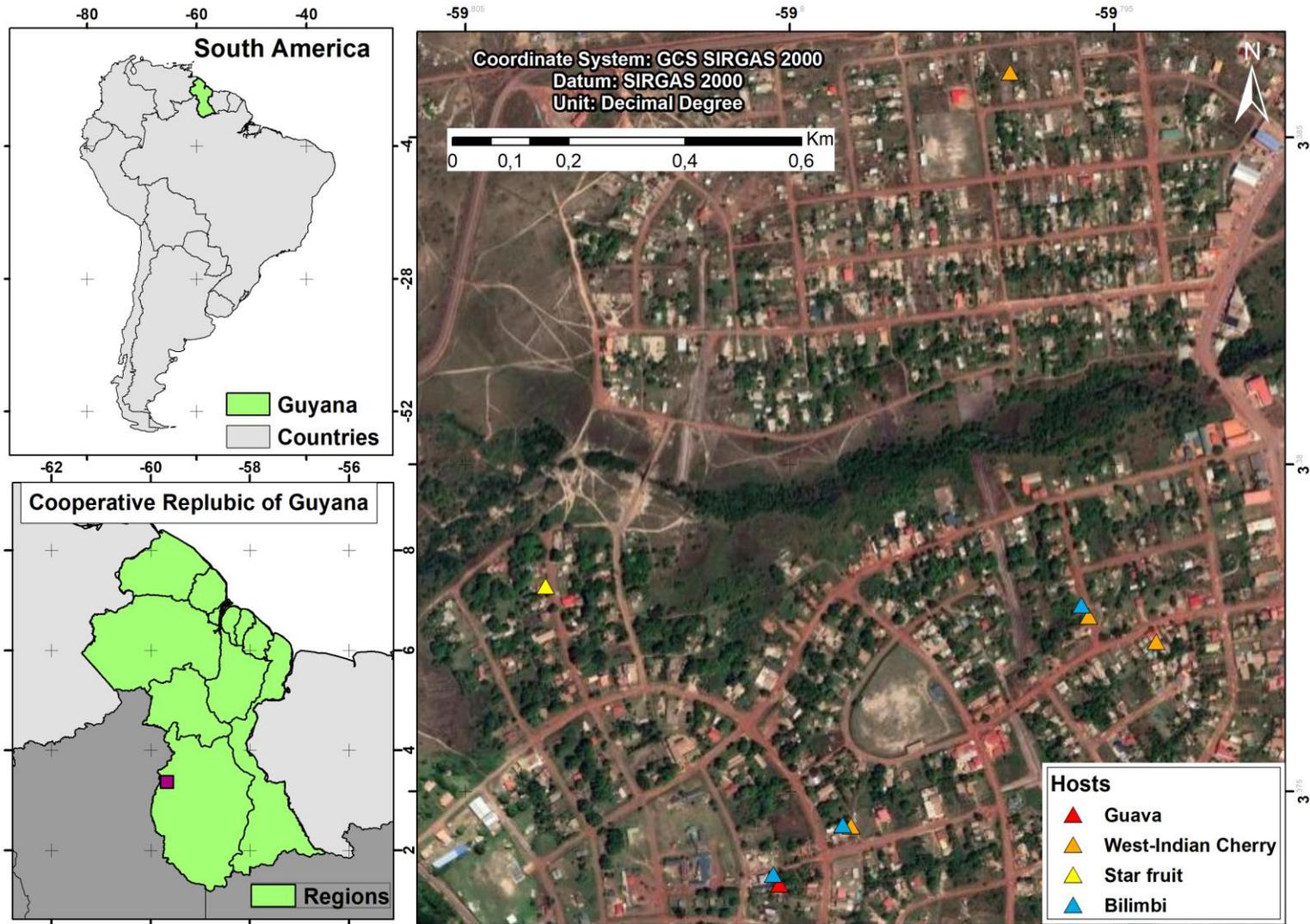
- 1 Jesus-Barros, CR, OM Cruz & R Adaime, 2015. *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae): new
2 alternate host to carambola fruit fly in Brazil. *Biota Amazônia*, 5:117-118. DOI:
3 <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n3p117-118>
- 4 Malavasi, A, 2015. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, pp. 173-
5 184. *In: Vilela, EF & RA Zucchi (Eds.). Pragas introduzidas no Brasil: insetos e*
6 *ácaros.* Piracicaba: FEALQ.
- 7 Malavasi, A, D Midgarden & M De Meyer, 2013a. *Bactrocera* species that pose a threat to
8 Florida: *B. carambolae* and *B. invadens*, pp. 214-227. *In: Peña, JE (Ed.) Potential*
9 *invasive pests of agricultural crops.* Wallingford: CAB International. DOI:
10 <https://doi.org/10.1079/9781845938291.0214>
- 11 Malavasi, A., D Midgarden, A van Sauers-Muller & MJS Godoy, 2013b. Manual for the
12 control of the carambola Fruit fly in South América. CFF operation manual. Second
13 edition, Paramaribo: IICA.
- 14 Midgarden, D, A van Sauers-Muller, MJS Godoy & JF Vayssières, 2016. Overview of the
15 Programme to Eradicate *Bactrocera carambolae* in South America, pp. 705-736. *In:*
16 *Ekesi, S, S Mohamed & M De Meyer (Eds.). Fruit Fly Research and Development in*
17 *Africa – Towards a Sustainable Management Strategy to Improve Horticulture.*
18 *Springer.* DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-43226-7_31
- 19 Plant Health Australia (2018). The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies.
20 Version 3.1. Plant Health Australia. Canberra: ACT.
- 21 Silva, RA, AL Jordão, LAN Sá & MRV Oliveira, 2005. Ocorrência da mosca-da-carambola no
22 Estado do Amapá. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 7:1-5.
- 23 Silva, RA, ED Deus, A Raga, JDB Pereira, MF Souza-Filho & SV Costa Neto, 2011.
24 Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de
25 armadilhas, pp. 33-50. *In: Silva, RA, WP Lemos & RA Zucchi (Eds.). Moscas-das-*
26 *frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais,* Macapá:
27 *Embrapa Amapá.*
- 28 Vijaysegaran, S & MS Oman, 1991. Fruit flies in peninsular Malaysia: their economic
29 importance and control strategies, pp. 105-115. *In: International Symposium on the*
30 *Biology and Control of Fruit Flies, Okinawa. Proceedings...* Okinawa: The Okinawa
31 *Prefectural Government.*
- 32 Zucchi, RA & RCB Moraes, 2023. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants
33 and parasitoids. Available in: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>.
- 34 Zucchi, RA, K Uramoto & MF Souza-Filho, 2011. Chave ilustrada para as espécies de
35 *Anastrepha* da região Amazônica, pp. 71-90. *In: Silva, RA, WP Lemos & RA Zucchi*
36 *(Eds.). Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e*
37 *inimigos naturais.* Macapá: Embrapa Amapá.

1
2**Table 1.** Fruit fly infestation in four plant species in Lethem, Republic of Guyana. August and September 2022.

Families <i>Scientific names* - Vernacular names</i>	Collection dates	Lat	Long	Fruits (n)	Mass (kg)	P (n)	I (PP/kg)	E (%)	Fruit flies
Malpighiaceae									
<i>Malpighia emarginata</i> DC. - Acerola	31/08/22	3,37447	-59,79905	210	0.45	52	115.5	57.7	<i>Bactrocera carambolae</i> (14♀+16♂)
	05/09/22	3,37729	-59,79435	55	0.37	28	75.7	28.6	<i>Bactrocera carambolae</i> (4♀+4♂)
	05/09/22	3,37768	-59,79539	41	0.12	0	0	0	-
	07/09/22	3,38600	-59,79660	92	0.32	54	168.7	0	-
Myrtaceae									
<i>Psidium guajava</i> L. - Guava	01/09/22	3,37358	-59,80016	16	0.39	128	328.2	82.0	<i>Bactrocera carambolae</i> (22♀+23♂) <i>Anastrepha striata</i> (32♀+28♂)
Oxalidaceae									
<i>Averrhoa bilimbi</i> L. - Cayenne lemon	31/08/22	3,37449	-59,79918	162	2.03	14	6.9	28.6	<i>Bactrocera carambolae</i> (1♀+3♂)
	01/09/22	3,37359	-59,80017	95	2.00	44	22.0	6.8	<i>Bactrocera carambolae</i> (1♀+2♂)
	05/09/22	3,37785	-59,79550	20	0.04	0	0	0	-
<i>Averrhoa carambola</i> L. – Star fruit	04/09/22	3,37814	-59,80376	4	0.35	374	1,068.6	25.1	<i>Bactrocera carambolae</i> (46♀+48♂)

*According to World Flora Online – WFO (2023).

Lat: latitude; Long: longitude; P: puparia; I: infestation; E: emergence; ♀: females; ♂: males



1
2

Figure 1. Location map of fruit sample collection points in Lethem, Republic of Guyana (purple area). August and September 2022.



1
2
3

Figure 2. *Bactrocera carambolae* females on carambola (A) and cayenne lemon (B), in Lethem, Republic of Guyana. August and September 2022 (Photo: J. V. T. A. Costa).

CAPÍTULO VI

**Plantas hospedeiras de *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock (Diptera:
Tephritidae) na América do Sul ⁶**

⁶ Este capítulo está formatado como artigo científico seguindo o norma da ABNT.

Plantas hospedeiras de *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock (Diptera: Tephritidae) na América do Sul

José Victor Torres Alves **Costa**¹, Maria do Socorro Miranda de **Sousa**², Glenda Kely de Araújo **Santana**³, Jessica Paula Monteiro Oliveira⁴, Miguel Francisco de **Souza-Filho**⁵, Alies van Sauers-Muller⁶, Roberto Antonio **Zucchi**⁷, Ricardo **Adaime**^{8*}

¹Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, jose.torres@agro.gov.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7887-2384>

²Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, socorro-ap@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0227-7340>

³Superintendência Federal de Agricultura no Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, glendakely@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4285-9908>

⁴Universidade do Estado do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, jessicamonteiro.ap@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4718-0817>

⁵Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Agropecuária, Instituto Biológico, Campinas, São Paulo, Brasil, miguel.souza@sp.gov.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7838-1489>

⁶Ministry of Agriculture, Animal Husbandry and Fisheries, Research Department, Consultant, Paramaribo, Suriname; E-mail: aliesmuller@yahoo.com

⁷Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Entomologia e Acarologia, Piracicaba, São Paulo, Brasil, razucchi@usp.br, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9861-7460>

⁸Embrapa Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, ricardo.adaime@embrapa.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8044-3976>

*Autor para correspondência

RESUMO

Bactrocera carambolae Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) (mosca-da-carambola), originária da Indonésia, Malásia e Tailândia, é uma espécie invasora na América do Sul, reportada no Suriname, Guiana Francesa, Guiana e Brasil. Devido à sua importância econômica e quarentenária, esta revisão tem o objetivo de compilar e atualizar as informações sobre as espécies vegetais hospedeiras da praga na América do Sul. Foi realizada uma ampla revisão da literatura disponível até agosto de 2023, englobando trabalhos publicados sobre hospedeiros da mosca-da-carambola em sua área de ocorrência na América do Sul. O primeiro trabalho reportando hospedeiros da mosca-da-carambola na América do Sul foi publicado em 1991, no Suriname. Nos anos subsequentes, houve pouca produção científica. A partir de 2013, porém, a quantidade de publicações aumentou significativamente, sendo o Brasil o país que apresentou o maior número de trabalhos publicados. Foram contabilizadas 40 espécies vegetais hospedeiras, incluindo espécies comerciais e não comerciais,

pertencentes a 17 famílias. O Brasil também é o país com maior número de registros (32 espécies hospedeiras), seguido da Guiana Francesa (20), do Suriname (19) e da Guiana (7). É importante considerar que, para o estabelecimento das ações de fiscalização, controle e educação fitossanitária de *B. carambolae*, é de fundamental importância a atualização recorrente do conhecimento de seus hospedeiros.

Palavras-Chave: Mosca-da-carambola; Praga quarentenária, Brasil, Guiana, Guiana Francesa, Suriname.

ABSTRACT

Bactrocera carambolae Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) (carambola fly), originally from Indonesia, Malaysia and Thailand, is an invasive species in South America, reported in Suriname, French Guiana, Guyana and Brazil. Due to its economic and quarantine importance, this review aims to compile and update information on the plant species that host the pest in South America. A broad review of the literature available until August 2023 was carried out, encompassing published works on hosts of the star fruit fly in its area of occurrence in South America. The first work reporting hosts of the star fruit fly in South America was published in 1991, in Suriname. In subsequent years, there was little scientific production. From 2013 onwards, however, the number of publications increased significantly, with Brazil being the country with the highest number of published works. Were recorded 40 host plant species, including commercial and non-commercial species, belonging to 17 families. Brazil is also the country with the highest number of records (32 host species), followed by French Guiana (20), Suriname (19) and Guyana (7). It is important to consider that, for the establishment of inspection, control and phytosanitary education actions for *B. carambolae*, it is of fundamental importance to regularly update knowledge about its hosts.

Keywords: Carambola fruit fly; quarantine pest; Brazil; Guyana; French Guiana; Suriname.

1. INTRODUÇÃO

Bactrocera carambolae Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) (mosca-da-carambola), originária da Indonésia, Malásia e Tailândia (Vijaysegaran; Oman, 1991), é uma espécie invasora na América do Sul, reportada no Suriname, Guiana Francesa, Guiana e Brasil (Malavasi, 2001, 2015). Neste continente, foi detectada inicialmente em 1975, em Paramaribo, no Suriname (somente identificada oficialmente em 1986). Em 1989, foi detectada na Guiana Francesa, em 1993, na República da Guiana e, em 1996, no Brasil.

A infestação pela mosca-da-carambola pode implicar em perdas diretas (frutos com altas taxas de infestação caem de forma precoce), aumento nos custos da produção (utilização de medidas de controle), menor valor da produção (fruto de baixa qualidade) e menor tempo de prateleira (infestação acarreta apodrecimento do fruto) (Malavasi, 2001). Há também perdas indiretas, relacionadas, principalmente, à imposição de barreiras fitossanitárias para exportação de frutas produzidas em áreas infestadas pela praga, recurso adotado pelos países importadores para proteger seus territórios da invasão da praga (Silva *et al.*, 2004; Godoy; Pacheco; Malavasi, 2011; Ferreira; Rangel, 2015; Miranda; Adami, 2015).

No Brasil, estima-se que as moscas-das-frutas causam perdas anuais de cerca de US\$ 36 milhões (R\$ 180 milhões), incluindo perdas de produção, custos de controle e perdas na comercialização (BRASIL, 2015; Nava *et al.*, 2019). Nesse sentido, o impacto negativo da introdução de *B. carambolae* em regiões produtoras de frutas do país, a exemplo do Submédio São Francisco, região localizada na divisa dos estados da Bahia e Pernambuco, pode ter consequências desastrosas, principalmente do ponto de vista econômico (Silva; Suman; Silva, 1997).

Segundo Miranda, Nascimento e Ximenes (2015), o impacto da dispersão de *B. carambolae* para as áreas de produção, utilizando dados de 2015 para o Brasil e apenas na cultura da manga, acarretaria uma perda direta da ordem de R\$ 176 milhões no primeiro triênio de estabelecimento da praga. Para as exportações, a perda estimada seria de aproximadamente R\$ 190 milhões, já a partir do quarto ano de embargo fitossanitário dos países importadores.

A designação/determinação da relação de uma espécie de mosca-das-frutas com sua planta hospedeira representa um fenômeno muito complexo (Aluja; Mangan, 2008). Tentando estabelecer um consenso, aqueles autores revisaram os aspectos evolutivos, biológicos, ecológicos, fisiológicos e comportamentais mais importantes, e buscaram definir os parâmetros para determinar se uma espécie vegetal é um hospedeiro natural, um hospedeiro condicional (potencial ou artificial) ou um não hospedeiro. O referido estudo foi um dos mais

relevantes para a concepção da Norma Internacional para Medida Fitossanitária (NIMF) n. ° 37, que trata da determinação do status de frutos hospedeiros de moscas-da-frutas (Tephritidae).

No âmbito da aludida NIMF (FAO, 2018), devem ser consideradas especialmente três categorias de plantas hospedeiras: 1) hospedeiro natural: espécie de planta que foi cientificamente encontrada infestada pela espécie alvo de mosca-das-frutas em condições naturais e que tem a capacidade de sustentar seu desenvolvimento até um adulto viável; 2) hospedeiro condicional: espécie de planta que não é um hospedeiro natural, mas foi cientificamente demonstrada a possibilidade de ser infestado pela espécie alvo de mosca-da-fruta com a capacidade de sustentar seu desenvolvimento para adultos viáveis, conforme concluído a partir das condições de campo seminaturais com requisitos pré-estabelecidos; 3) não-hospedeiro: espécie de planta ou cultivar que não foi encontrada infestada pela espécie alvo da mosca-da-fruta ou que não é capaz de sustentar seu desenvolvimento para adultos viáveis em condições de campo naturais ou seminaturais estabelecidas.

Deve-se ressaltar que para que se proceda o relato na natureza de infestações de frutos hospedeiros de moscas-das-frutas, algumas diretrizes devem ser cumpridas, como, por exemplo, a existência de infestação em campo em condições totalmente naturais, informações quantitativas sobre os níveis de infestação (larva por quilograma de frutos, taxa de frutos infestados, mortalidade de larvas e pupas, proporção de emergência de adultos), análise de amostras isoladas, informações sobre a parte da planta atacada, fenologia, sanidade do hospedeiro e identificação dos hospedeiros e espécimes de moscas-das-frutas por especialistas (Aluja; Mangan, 2008).

Em um trabalho de revisão bibliográfica envolvendo publicações de todo o mundo, Liquido *et al.* (2016) relataram que existem 100 espécies de plantas frutíferas pertencentes a 38 famílias e 58 gêneros, com infestações validadas para *B. carambolae* em condições naturais de campo, constituindo a lista provisória de plantas hospedeiras regulamentadas no âmbito dos EUA. Aqueles autores também destacam que 40 espécies de plantas possuem “status de hospedeiro indeterminado” para *B. carambolae*. Esta categoria é conferida a uma espécie de planta que não possui registro validado de infestação por *B. carambolae* em condições naturais de campo e sua associação é baseada em infestação laboratorial registrada ou mera listagem como hospedeiro sem quaisquer dados verificáveis de acompanhamento ou ambos.

Conhecer a gama de frutos hospedeiros da mosca-da-carambola é crucial para o sucesso das técnicas de controle aplicadas pelas autoridades de defesa fitossanitária (Jesus-Barros; Cruz; Adaime, 2015). Ocorre que, até o momento, as informações sobre as plantas

hospedeiras de *B. carambolae* estão dispersas na literatura, sendo que algumas são difíceis de acessar, por não estarem disponíveis em versão digital ou por serem de circulação restrita, como monografias, dissertações, teses e resumos publicados em eventos científicos. Assim sendo, devido à importância econômica e quarentenária de *B. carambolae*, esta revisão tem o objetivo de compilar e atualizar as informações sobre as espécies vegetais hospedeiras da praga na América do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma ampla revisão da literatura disponível até agosto de 2023, englobando trabalhos publicados sobre hospedeiros da mosca-da-carambola em sua área de ocorrência na América do Sul: Suriname, Guiana Francesa, Guiana e Brasil (Malavasi, 2001, 2015). Foram considerados apenas os trabalhos (artigos científicos, livros, capítulos de livros, trabalhos acadêmicos, trabalhos técnicos, entre outros) que seguiram as diretrizes científicas previstas em Aluja e Mangan (2008), para a caracterização de um hospedeiro natural de moscas-das-frutas.

Apesar da Guiana Francesa ser considerada um departamento ultramarino e região da França, consideraremos para fins de análises este território como um país.

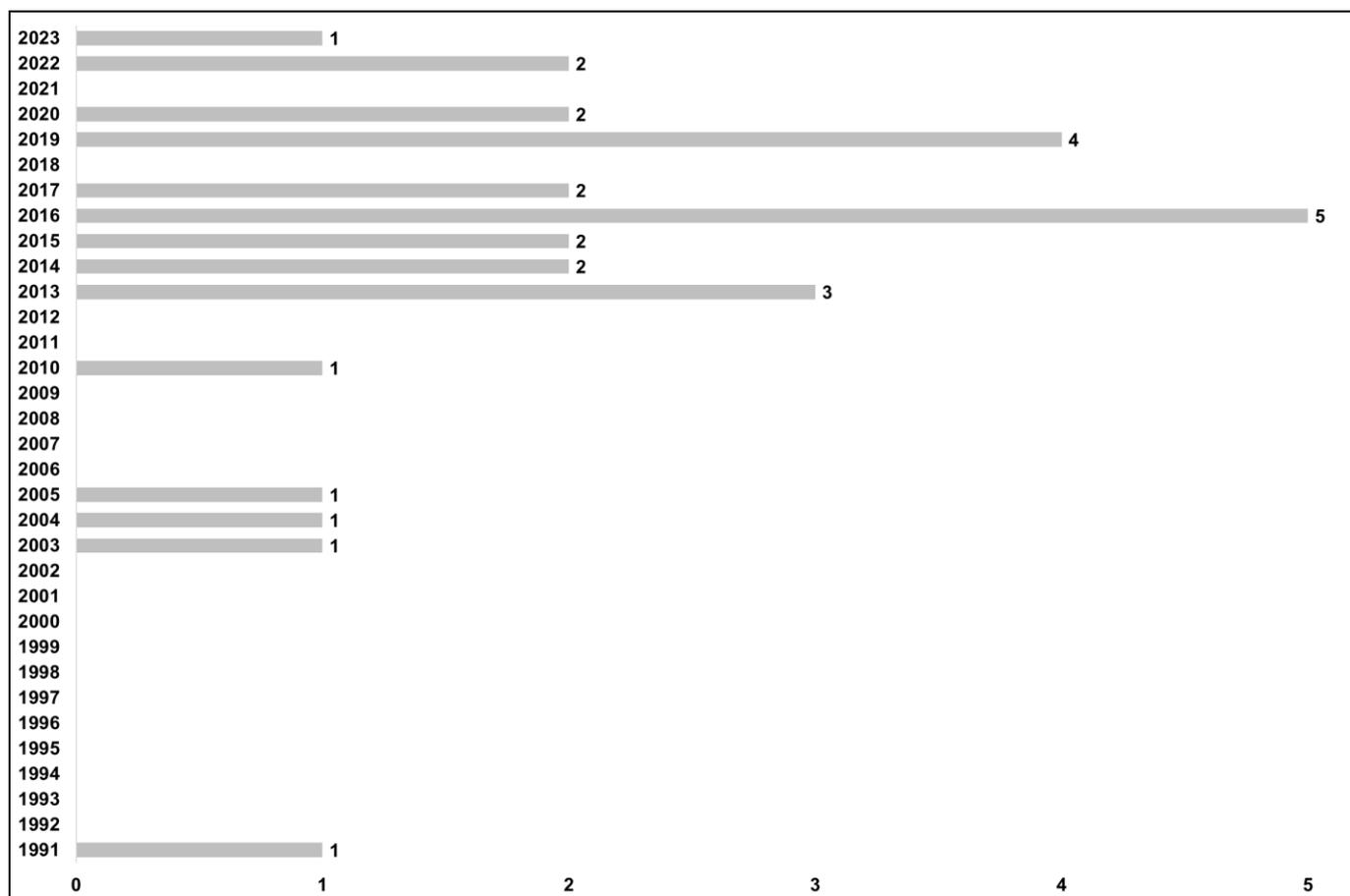
Com base nos trabalhos selecionados, foram geradas planilhas eletrônicas com as informações obtidas, desdobradas em tabelas e gráficos, para melhor organização e exposição dos dados.

Foi utilizado o pacote ggvenn (Linlin, 2021), implementado no software estatístico R versão 4.1.0 (R Core Development Team, 2021), para a elaboração do diagrama de Venn. O diagrama Venn é uma forma clássica e simples, porém eficaz, de organizar visualmente as relações entre os conjuntos de dados, facilitando a identificação de semelhanças e diferenças, entre eles (Heberle, 2014).

3. RESULTADOS

O primeiro trabalho reportando hospedeiros da mosca-da-carambola na América do Sul foi publicado em 1991, com dados provenientes do Suriname (van Sauers-Muller, 1991). Nos anos subsequentes, houve pouca produção científica. A partir de 2013, porém, a quantidade de publicações aumentou significativamente (GRÁFICO 1).

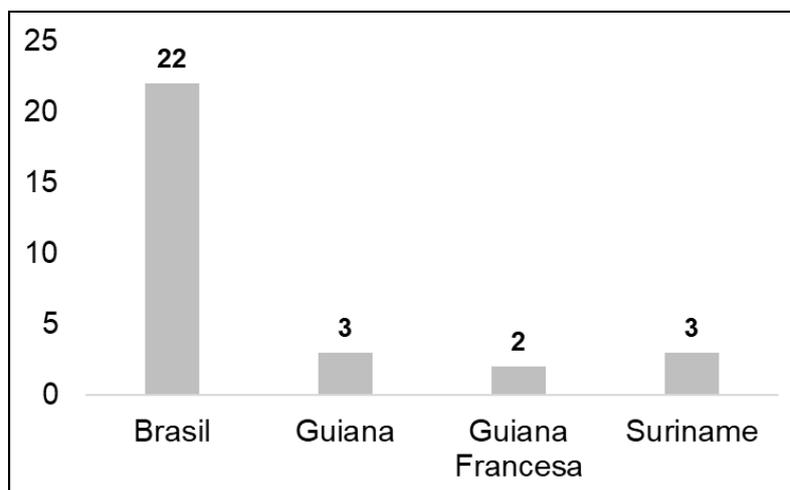
Gráfico 1 – Número de trabalhos publicados por ano sobre hospedeiros da mosca-da-carambola na América do Sul.



Fonte: Dados da pesquisa (1991 – 2023) – Elaborado pelo autor (2023).

O Brasil é o país com o maior número de trabalhos publicados com relação a plantas hospedeiras da mosca-da-carambola (22), seguido pela Guiana e Suriname (3), por fim, a Guiana Francesa (2) (GRÁFICO 2).

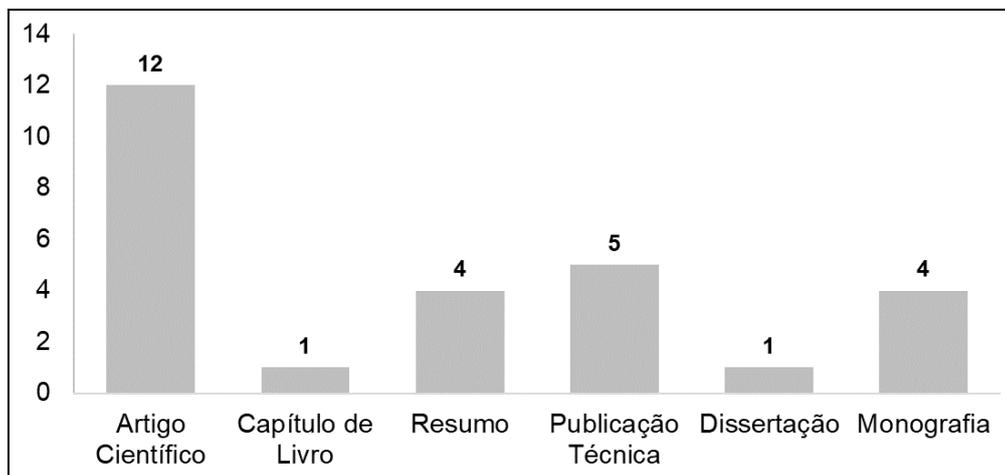
Gráfico 2 – Número de trabalhos sobre hospedeiros da mosca-da-carambola publicados na América do Sul, de 1991 a agosto/2023.



Fonte: Dados da pesquisa (1991 – 2023) – Elaborado pelo autor (2023).

No total, foram selecionados 27 trabalhos na literatura (GRÁFICO 3), sendo 12 artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, 5 publicações técnicas, 4 resumos publicados em eventos científicos, 4 monografias acadêmicas, 1 capítulo de livro e 1 tese de doutorado (GRÁFICO 3). Destaca-se que apesar de serem selecionados 27 trabalhos (GRÁFICO 3), alguns deles foram realizados abrangendo mais de um país, daí a razão de serem apresentados 30 ocorrências em países (GRÁFICO 2).

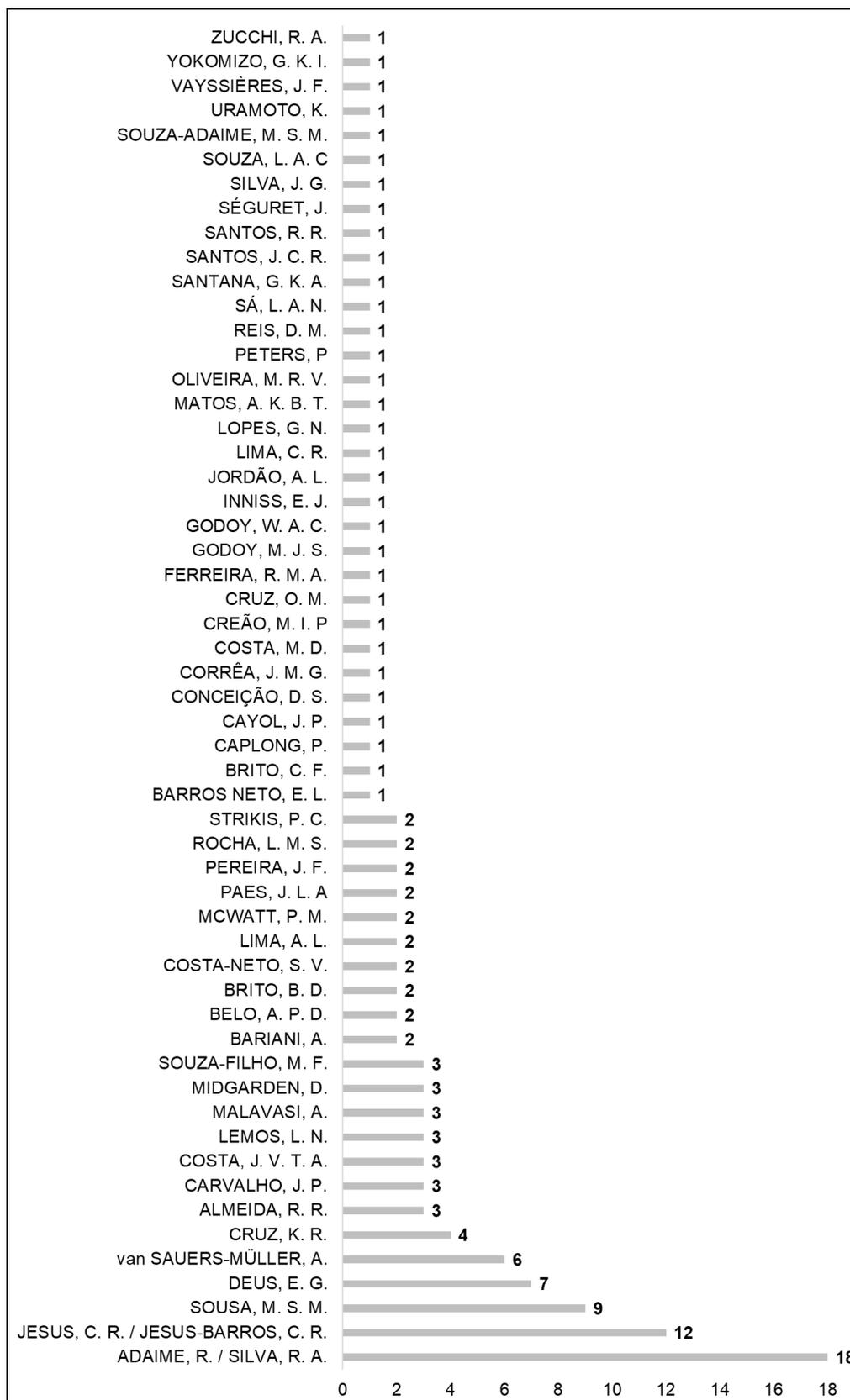
Gráfico 3 – Classificação dos trabalhos publicados sobre hospedeiros da mosca-da-carambola na América do Sul.



Fonte: Dados da pesquisa (1991 – 2023) – Elaborado pelo autor (2023).

A produção do conhecimento científico foi realizada por 55 autores, havendo uma certa concentração nos grupos de pesquisa do Brasil e do Suriname (GRÁFICO 4).

Gráfico 4 – Número de trabalhos publicados sobre hospedeiros da mosca-da-carambola na América do Sul por autor, de 1991 a 2023*.



Fonte: Dados da pesquisa (1991 – 2023) – Elaborado pelo autor (2023).

Nota: *Autoria considerada para autor sênior ou coautor.

3.1 HOSPEDEIROS DA MOSCA-DA-CARAMBOLA NA AMÉRICA DO SUL

Nos quatro países da América do Sul onde há a ocorrência da praga, foram contabilizadas 40 espécies vegetais hospedeiras, incluindo espécies comerciais e não comerciais, pertencentes a 17 famílias (TABELA 1). O Brasil é o país com maior número de registros (32 espécies hospedeiras), seguidos da Guiana Francesa (20), do Suriname (19) e da Guiana (7) (TABELA 1).

Tabela 1 – Plantas hospedeiras de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Hospedeiros	Países			
	Brasil	Guiana	Guiana Francesa	Suriname
1 <i>Anacardium occidentale</i> L.	X ^{1,30}		X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
2 <i>Annona mucosa</i> Jacq.*	X ^{2,6,10}			
3 <i>Annona muricata</i> L.			X ^{2,3}	
4 <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	X ⁶			
5 <i>Averrhoa bilimbi</i> L.	X ^{6,7}	X ⁸		
6 <i>Averrhoa carambola</i> L.	X ^{2,6,9,10,11,12,13,14,15,30}	X ^{2,8,16}	X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
7 <i>Byrsonima crassifolia</i> Kunth	X ¹⁷			
8 <i>Calycolpus goetheanus</i> O.Berg	X ⁷			
9 <i>Capsicum chinense</i> Jacq.	X ¹²			
10 <i>Carica papaya</i> L.	X ¹⁸			
11 <i>Chrysobalanus icaco</i> L.	X ¹²			
12 <i>Chrysophyllum cainito</i> L.	X ¹⁹		X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
13 <i>Citrus aurantium</i> L. **	X ^{1,6}		X ^{2,3}	X ^{2,3,4,5}
14 <i>Eugenia patrisii</i> Vahl				X ^{2,5}
15 <i>Eugenia ligustrina</i> (Sw.) Willd.			X ^{2,3}	
16 <i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	X ^{12,20}			
17 <i>Eugenia uniflora</i> L.	X ¹³		X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
18 <i>Garcinia dulcis</i> (Roxb.) Kurz				X ^{2,5}
19 <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.		X ²		X ²
20 <i>Licania</i> sp.	X ¹³			
21 <i>Malpighia emarginata</i> DC.▲	X ^{6,12,13,14,15,30}	X ⁸		
22 <i>Malpighia glabra</i> L.▲	X ²		X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
23 <i>Mammea americana</i> L.			X ^{2,3}	
24 <i>Mangifera indica</i> L.	X ^{12,13,27}	X ²	X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
25 <i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen ***	X ¹²		X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
26 <i>Passiflora quadrangularis</i> L.	X ⁶			
27 <i>Pouteria caimito</i> Radlk.	X ^{2,6,24}			
28 <i>Pouteria macrophylla</i> Eyma****	X ¹²		X ^{2,3}	
29 <i>Psidium guajava</i> L.	X ^{6,11,12,13,14,15,16,21,22,23,28,29}	X ⁸	X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
30 <i>Psidium guineense</i> Sw.	X ¹			
31 <i>Spondias dulcis</i> G.Forst.*****			X ^{2,3}	X ^{2,5}
32 <i>Spondias mombin</i> L.	X ^{2,6,13,24,30}		X ^{2,3}	X ^{2,5}

33	<i>Spondias purpurea</i> L.	X ⁷		X ^{2,3}	
34	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	X ¹³			
35	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	X ⁷			X ^{2,5}
36	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	X ^{6,12,14,15,25,26}		X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
37	<i>Syzygium samarangense</i> (Blume) Merr. & L.M.Perry	X ⁷	X ²	X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
38	<i>Terminalia catappa</i> L.	X ¹⁸		X ^{2,3}	X ^{2,4,5}
39	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	X ⁶		X ³	
40	<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.				X ^{4,5}
Total		32	7	20	19

Fonte: ¹Adaime *et al.* (2016); ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013); ³Vayssières *et al.* (2013); ⁴van Sauers-Muller (1991); ⁵van Sauers-Muller (2005); ⁶Costa *et al.* (2023a); ⁷Belo *et al.* (2020); ⁸Costa *et al.* (2023b); ⁹Creão (2003); ¹⁰Silva *et al.* (2004); ¹¹Adaime, Jesus-Barros e Souza-Filho (2014); ¹²Lemos *et al.* (2014); ¹³Almeida *et al.* (2016); ¹⁴Adaime *et al.* (2017); ¹⁵Costa *et al.* (2022a); ¹⁶Costa *et al.* (2022b); ¹⁷Jesus-Barros, Cruz e Adaime (2015); ¹⁸Costa *et al.* (2023c); ¹⁹Costa *et al.* (2023d); ²⁰Souza-Adaime *et al.* (2017); ²¹Jesus-Barros, Adaime e Barros Neto (2016); ²²Deus *et al.* (2016); ²³Sousa *et al.* (2019); ²⁴Lemos *et al.* (2010); ²⁵Cruz *et al.* (2015); ²⁶Cruz *et al.* (2016); ²⁷Conceição e Santos (2019); ²⁸Belo (2019); ²⁹Reis (2019); ³⁰Rocha (2020) – Elaborado pelo autor (2023).

Nota: *Referida como *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill. em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013) e ¹⁰Silva *et al.* (2004);

**Referida como *Citrus paradisi* MacFad. em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), ³Vayssières *et al.* (2013), ⁴van Sauers-Muller (1991) e ⁵van Sauers-Muller (2005) / Referida como *Citrus reticulata* Blanco em ¹Adaime *et al.* (2016); ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), ³Vayssières *et al.* (2013), ⁴van Sauers-Muller (1991), ⁵van Sauers-Muller (2005) e Costa *et al.* (2023a) / Referida como *Citrus sinensis* (L.) Osbeck em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), ³Vayssières *et al.* (2013), ⁴van Sauers-Muller (1991), ⁵van Sauers-Muller (2005);

***Referida como *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013) e ⁵van Sauers-Muller (2005);

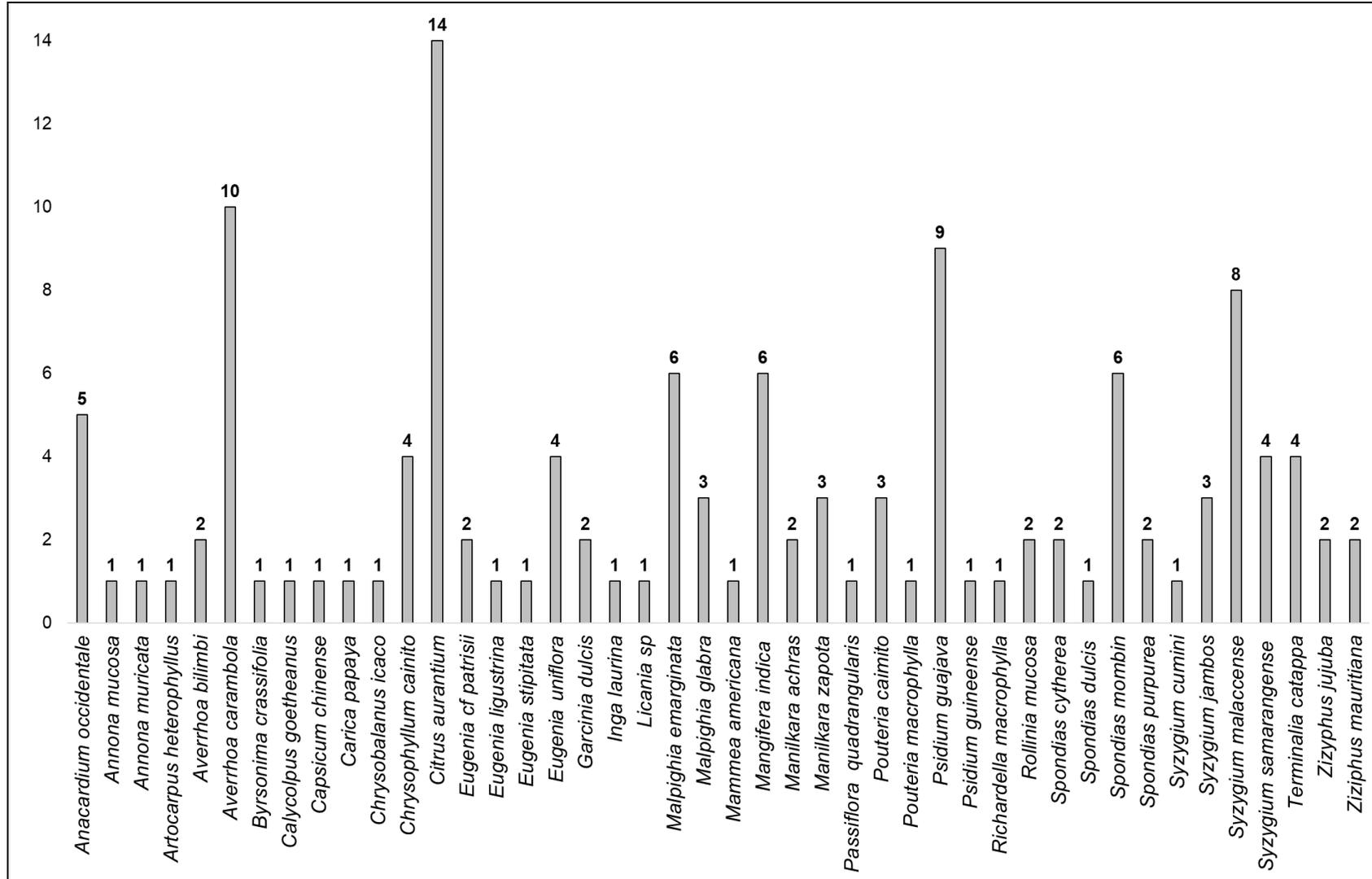
****Referida como *Richardella macrophylla* Lam. Aubrév. em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013) e ³Vayssières *et al.* (2013);

*****Referida como *Spondias cytherea* Sonn em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2023), ³Vayssières *et al.* (2013) e ⁵van Sauers-Muller (2005).

▲Embora WFO (2023) considere que essas são duas espécies distintas, há ainda muita controvérsia em relação a este fato, então optamos por considerar neste trabalho como duas espécies separadas.

As plantas hospedeiras mais mencionadas nas publicações são *Citrus aurantium* L. (Rutaceae) e seus sinônimos (14 trabalhos), *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae) (10), *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) (9), *Syzygium malaccense* (Blume) Merr. & L.M.Perry (8) (Myrtaceae), *Malpighia emarginata* DC. (6) (Malpighiaceae), *Spondias mombin* L. (6) (Anacardiaceae) e *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) (GRÁFICO 5).

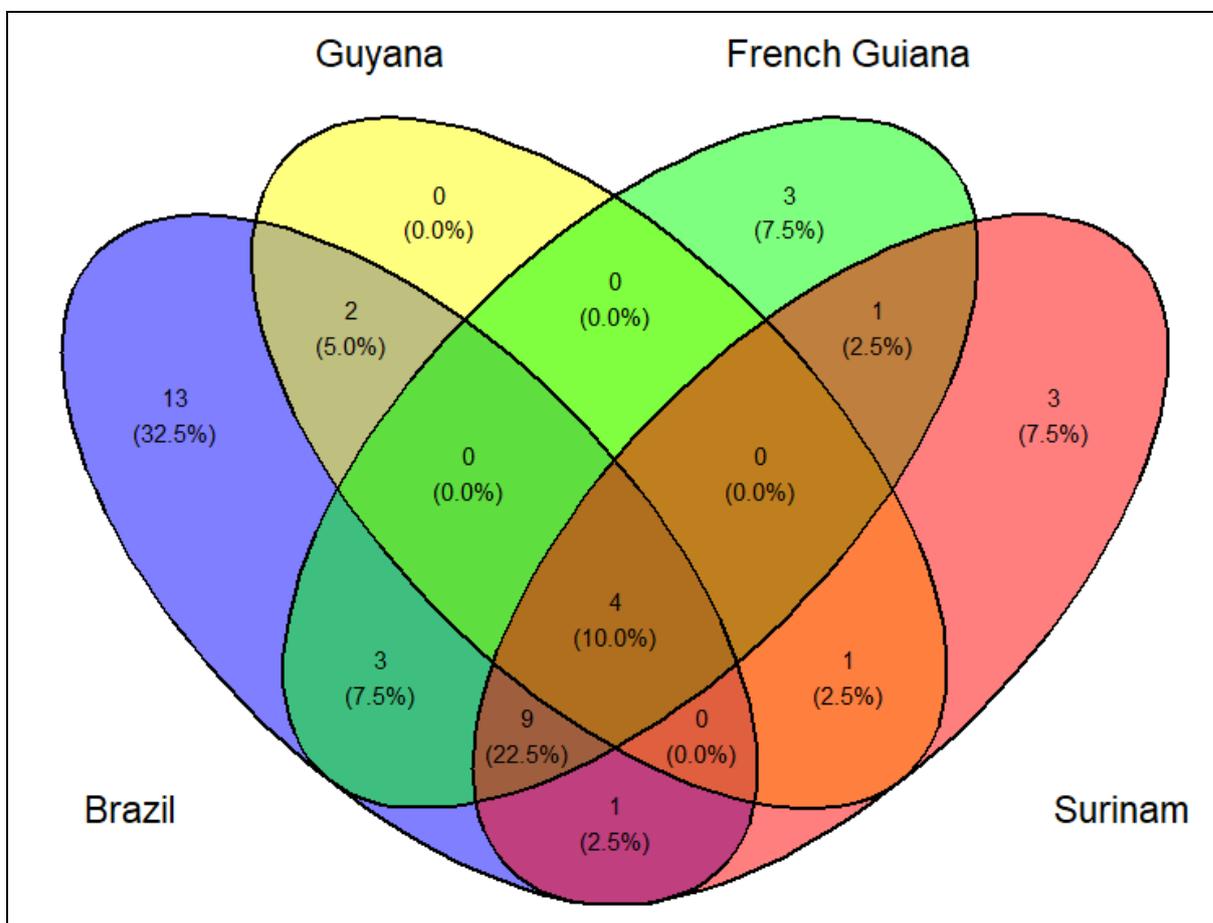
Gráfico 5 – Frequência de plantas hospedeiras da mosca-da-carambola em trabalhos publicados na América do Sul, de 1991 a 2023.



Fonte: Dados da pesquisa (1991 – 2023) – Elaborado pelo autor (2023)

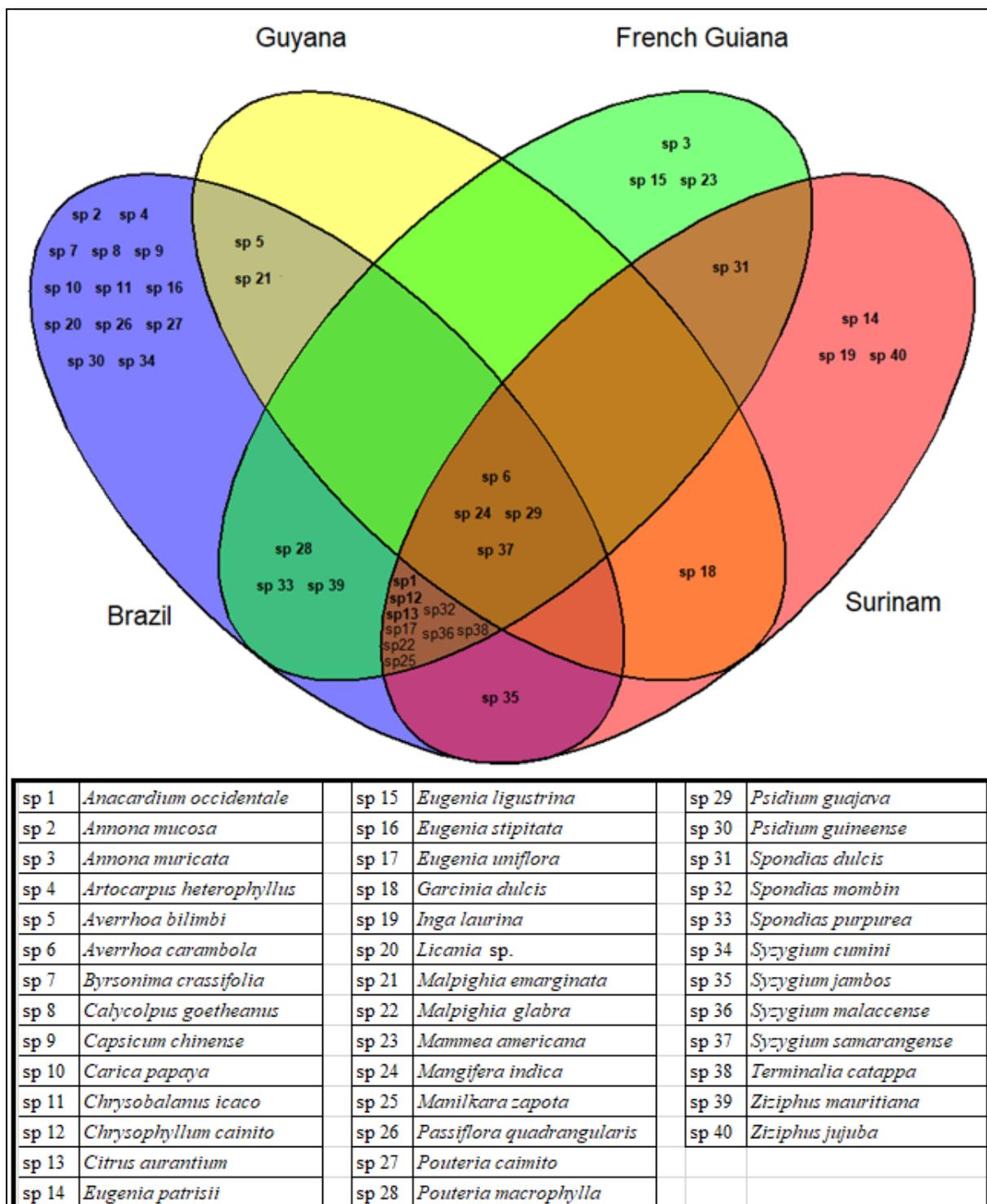
Apenas *A. carambola*, *M. indica*, *P. guajava* e *S. samarangense* foram registradas nos 4 países, o que representa 10% das espécies (FIGURA 1). Por outro lado, chama a atenção o fato de haver 13 espécies hospedeiras infestadas pela praga exclusivamente no Brasil (FIGURA 1).

Figura 1 – Diagrama de Venn das espécies de plantas hospedeiras da mosca-da-carambola em cada país na América do Sul.



Fonte: Dados da pesquisa (1991 – 2023) – Elaborado pelo autor (2023).

Figura 2 – Diagrama de Venn indicando as espécies de plantas hospedeiras da mosca-da-carambola em cada país em que ela ocorre na América do Sul.



Fonte: Dados da pesquisa (1991 – 2023) – Elaborado pelo autor (2023).

3.2 CONHECIMENTO ATUAL SOBRE A MOSCA-DA-CARAMBOLA NO BRASIL

O maior número de espécies hospedeiras da praga no Brasil, em relação aos outros países, pode ser devido ao maior esforço de amostragem de frutos, realizadas no âmbito dos trabalhos desenvolvidos pela Rede Amazônica de Pesquisa sobre Moscas-das-frutas, entre os anos de 2004 e 2022, que identificou 26 espécies vegetais hospedeiras de *B. carambolae* em condições de campo, pertencentes a nove famílias botânicas, com preferência por Myrtaceae (9 espécies) (Adaime *et al.*, 2023).

Em recente levantamento realizado no município de Oiapoque, estado do Amapá, Costa *et al.* (2023a) reportaram a ocorrência da mosca-da-carambola em 13 espécies vegetais hospedeiras (Tabelas 1 e 2). De modo geral, nos estudos realizados no Brasil, todos no Amapá, os hospedeiros mais frequentemente infestados pela praga são *P. guajava*, *A. carambola*, *S. malaccense* e *M. emarginata* (Costa *et al.*, 2023a) (Tabela 3).

3.3 CONHECIMENTO ATUAL SOBRE A MOSCA-DA-CARAMBOLA NO SURINAME

O Ministério da Agricultura do Suriname, após a detecção de *B. carambolae*, iniciou um programa de vigilância, a princípio usando apenas amostragem de frutos para fins de identificação das áreas de ocorrência e dos hospedeiros infestados (van Sauers-Muller, 2008).

As amostragens mais representativas foram realizadas por van Sauers-Muller (1991, 2005), que durante 12 anos de trabalho coletou cerca de 11.000 amostras de frutos, resultando no registro de 21 espécies vegetais hospedeiras da praga (Tabelas 1 e 2). As espécies mais amostradas foram *A. carambola* (4.639 amostras; 35.670 frutos; 2.301,135 kg), *A. occidentale* (160 amostras; 839 frutos; 47, 523 kg), *M. indica* (401 amostras; 1.888 frutos; 385,488 kg) e *P. guajava* (849 amostras; 4.831 frutos; 339,681 kg) (Tabela 3).

Ainda, o trabalho conduzido por Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013) apresenta uma lista de hospedeiros de *B. carambolae* na América do Sul, incluindo hospedeiros no Suriname (Tabelas 1 e 2).

Averrhoa carambola e *S. malaccense* foram os hospedeiros com as maiores infestações. Na região de origem, essas plantas hospedeiras são também as mais importantes. Adicionalmente, foram obtidas infestações relevantes ocorreram também em *M. indica* e *P. guajava*, entretanto, não foram considerados hospedeiros mais importantes, na época (van Sauers-Muller, 1991).

Ainda, segundo van Sauers-Muller (2005), *A. carambolae* foi a principal planta hospedeira (32% das amostras infestadas), seguida de *Syzygium samarangense* (índice de

infestação de 20,45%); das amostras infestadas pela mosca-da-carambola. Destacam-se, ainda, *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), *Syzygium jambos* (L.) Alston (Myrtaceae), *Eugenia patrisii* Vahl (Myrtaceae), *M. indica* L., *Malpighia puniceifolia* L. (Malpighiaceae), *Garcinia dulcis* (Roxb.) Kurz. (Clusiaceae), *Zizyphus jujuba* Mill. (Rhamnaceae) e *Terminalia catappa* L. (Combretaceae), com índices de infestação entre 10 a 19%.

3.4 CONHECIMENTO ATUAL SOBRE A MOSCA-DA-CARAMBOLA NA GUIANA FRANCESA

A amostragem de espécies frutíferas cultivadas e silvestres na Guiana Francesa teve o objetivo de associar as espécies de tefritídeos com seus hospedeiros, para determinar as moscas-das-frutas de maior preocupação econômica para o país (Séguret, 1996; Cayol, 2000).

O levantamento mais representativo foi o realizado por Vayssières *et al.* (2013), que registraram, no período de 2001 a 2003, 14 espécies hospedeiras de *B. carambolae* em amostras coletadas em campo, com esforço amostral de 880 kg de 45 espécies frutíferas de 22 famílias botânicas (Tabela 1 e 2).

Na Guiana Francesa, o principal hospedeiro de *B. carambolae* foi *A. carambola*, com um média de 184 moscas/kg de fruto. As médias de moscas-da-carambola (kg/fruto) nos demais hospedeiros foram: *S. malaccense* (76), *S. samarangense* (71), *Spondias dulcis* (43), *S. mombin* (31), *M. puniceifolia* (23), *E. uniflora* (11), *P. guajava* (10) e *T. catappa* (8) (Vayssières *et al.*, 2013).

3.5 CONHECIMENTO ATUAL SOBRE A MOSCA-DA-CARAMBOLA NA REPÚBLICA DA GUIANA

Bactrocera carambolae foi detectada pela primeira vez na República da Guiana em 1993, quando houve capturas ocasionais nas aldeias de Siparuta e Orealla, ao longo do rio Corantijn, na fronteira entre a Guiana e o Suriname. Após cinco anos, em 1998, é que houve duas outras detecções, apenas nestas áreas. Assim, o país permaneceu livre de *B. carambolae* a partir de maio de 1998. A partir de 1999 não houve mais detecções de espécimes, motivo pelo qual o Ministério da Pesca, Cultivos e Pecuária declarou, oficialmente, o país livre da praga em 23 de outubro de 2000. No entanto, com a interrupção das ações de monitoramento e controle, houve reinfestação nas áreas anteriormente erradicadas e a mosca-da-carambola continuou a se mover mais para o oeste da Guiana, onde passou a infestar diversas espécies vegetais em várias regiões (Godoy *et al.*, 2011; Malavasi; Midgarden; van Sauers-Muller, 2013; Midgarden *et al.*, 2016).

Na lista de hospedeiros de *B. carambolae*, apresentada por Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), constam apenas quatro espécies: *A. carambola*; *Inga laurina* (Sw.) Willd., *M. indica* e *S. samarangense* (Quadro 1). Recentemente, em levantamento realizado em Lethem, Costa *et al.* (2023b) registraram *Averrhoa bilimbi* L. (Oxalidaceae), *M. emarginata* e *P. guajava* como novos hospedeiros de *B. carambolae* na Guiana (Tabelas 1 e 2).

Averrhoa carambola e *S. samarangense*, são considerados bons hospedeiros e *M. indica* é indicado como de médio a bom hospedeiro a depender da variedade. Já *I. laurina* é reportado como um mau hospedeiro (Malavasi; Midgarden; van Sauers-Muller, 2013). Segundo Costa *et al.* (2023b), o índice de infestação foi variável entre as espécies vegetais, chegando a 22,0 pupários/kg em *A. bilimbi*; 115,5 em *M. emarginata*; 328,2 em *P. guajava* e 1.068,6 em *A. carambola*.

Tabela 2 - Lista de hospedeiros de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/Nomes científicos	Nomes vernaculares	Países	Municípios	Referências
Anacardiaceae				
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	Brasil	Macapá, Mazagão	Adaime <i>et al.</i> (2016), Rocha (2020)
		Guiana Francesa	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	Brasil	Porto Grande, Santana, Mazagão	Lemos <i>et al.</i> (2014), Almeida <i>et al.</i> (2016), Conceição e Santos (2019)
		Guiana	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013)
		Guiana Francesa	Oyapoque, St. Georges	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
<i>Spondias dulcis</i> G.Forst.*	Cajá-manga	Guiana Francesa	Cayenne	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (2005)
<i>Spondias mombin</i> L.	Taperebá	Brasil	Porto Grande, Ferreira Gomes, Santana, Oiapoque, Mazagão	Lemos <i>et al.</i> (2010), Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Almeida <i>et al.</i> (2016), Rocha (2020), Costa <i>et al.</i> (2023a)
		Guiana Francesa	Sinamary	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (2005)
<i>Spondias purpurea</i> L.	Siriguela	Brasil	Mazagão	Belo <i>et al.</i> (2020)
		Guiana Francesa	Cacao	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)

Nota: *Referida como *Spondias cytherea* Sonn em Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières *et al.* (2013) e van Sauers-Muller (2005).

**Referida como *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill. em Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013) e ¹Silva *et al.* (2004).

Tabela 2 - (Cont..) Lista de hospedeiros de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Nomes vernaculares	Países	Municípios	Referências
Annonaceae				
<i>Annona mucosa</i> Jacq.**	Biribá	Brasil	Oiapoque, Santana	Silva <i>et al.</i> (2004), Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Costa <i>et al.</i> (2023a)
<i>Annona muricata</i> L.	Graviola	Guiana Francesa	Cacao	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
Caricaceae				
<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	Brasil	Laranjal do Jari	Costa <i>et al.</i> (2023c)
Chrysobalanaceae				
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Ajuru	Brasil	Macapá	Lemos <i>et al.</i> (2014)
<i>Licania</i> sp.	-	Brasil	Santana	Almeida <i>et al.</i> (2016)
Clusiaceae				
<i>Garcinia dulcis</i> (Roxb.) Kurz	-	Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (2005)
<i>Mammea americana</i> L.	-	Guiana Francesa	Roura	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
Combretaceae				
<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanhola	Brasil	Laranjal do Jari; Almeirim	Costa <i>et al.</i> (2023c)
		Guiana Francesa	Kourou	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
Fabaceae				
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá	Guiana	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013)

Tabela 2 - (Cont..) Lista de hospedeiros de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Nomes vernaculares	Países	Municípios	Referências
Malpighiaceae				
<i>Byrsonima crassifolia</i> Kunth	Muruci	Brasil	Macapá, Mazagão	Jesus-Barros, Cruz e Adaime (2015), Rocha (2020)
<i>Malpighia emarginata</i> DC.▲	Acerola	Brasil	Amapá; Porto Grande, Oiapoque; Santana	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Lemos <i>et al.</i> (2014), Almeida <i>et al.</i> (2016), Adaime <i>et al.</i> (2017), Costa <i>et al.</i> (2022a), Costa <i>et al.</i> (2023a)
		Guiana	Lethem	Costa <i>et al.</i> (2023b)
		Guiana Francesa	Regina	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
<i>Malpighia glabra</i> L.▲	Acerola	Brasil	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013)
		Guiana Francesa	Regina, St. Georges	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
Moraceae				
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaca	Brasil	Oiapoque	Costa <i>et al.</i> (2023a)
Myrtaceae				
<i>Calycolpus goetheanus</i> O.Berg	-	Brasil	Mazagão	Belo <i>et al.</i> (2020)
<i>Eugenia ligustrina</i> (Sw.) Willd.	-	Guiana Francesa	Stoupan	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
<i>Eugenia patrisii</i> Vahl	-	Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (2005)
<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	Araçá-boi	Brasil	Porto Grande	Lemos <i>et al.</i> (2014), Souza-Adaime <i>et al.</i> (2017)

Nota: ▲Embora WFO (2023) considere que essas são duas espécies distintas, há ainda muita controvérsia em relação a este fato, então optamos por considerar neste trabalho como duas espécies.

Tabela 2 - (Cont..) Lista de hospedeiros de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Nomes vernaculares	Países	Municípios	Referências
Myrtaceae				
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Brasil	Santana	Almeida <i>et al.</i> (2016)
		Guiana Francesa	St. Georges	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Brasil	Macapá, Mazagão, Porto Grande, Santana, Calçoene, Oiapoque, Serra do Navio, Macapá, Amapá, Tartarugalzinho	Adaime, Jesus-Barros e Souza-Filho (2014), Lemos <i>et al.</i> (2014), Almeida <i>et al.</i> (2016), Deus <i>et al.</i> (2016), Jesus-Barros, Adaime e Barros Neto (2016), Adaime <i>et al.</i> (2017), Belo (2019), Reis (2019), Sousa <i>et al.</i> (2019), Costa <i>et al.</i> (2022a), Costa <i>et al.</i> (2023a)
		Guiana	Lethem	Costa <i>et al.</i> (2023b)
		Guiana Francesa	Javouhey	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
		Brasil	Macapá	Adaime <i>et al.</i> (2016)
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Ameixa-roxa	Brasil	Santana	Almeida <i>et al.</i> (2016)
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Jambo-amarelo	Brasil	Mazagão	Belo <i>et al.</i> (2020)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (2005)

Tabela 2 - (Cont..) Lista de hospedeiros de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Nomes vernaculares	Países	Municípios	Referências
Myrtaceae				
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Jambo-vermelho	Brasil	Mazagão, Porto Grande, Santana, Macapá, Oiapoque, Calçoene	Lemos <i>et al.</i> (2014), Cruz <i>et al.</i> (2015), Cruz <i>et al.</i> (2016), Adaime <i>et al.</i> (2017), Costa <i>et al.</i> (2022a), Costa <i>et al.</i> (2023a)
		Guiana Francesa	Cayenne	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
<i>Syzygium samarangense</i> (Blume) Merr. & L.M.Perry	Jambo-rosa	Brasil	Mazagão	Belo <i>et al.</i> (2020)
		Guiana	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013)
		Guiana Francesa	St. Georges	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
Oxalidaceae				
<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	Limão-de-caiena	Brasil	Mazagão, Oiapoque	Belo <i>et al.</i> (2020), Costa <i>et al.</i> (2023a)
		Guiana	Lethem	Costa <i>et al.</i> (2023b)

Tabela 2 - (Cont..) Lista de hospedeiros de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Nomes vernaculares	Países	Municípios	Referências
Oxalidaceae				
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	Brasil	Oiapoque, Santana, Macapá, Porto Grande, Calçoene, Mazagão	Creão (2003), Silva <i>et al.</i> (2004), Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Adaime, Jesus-Barros e Souza-Filho (2014), Lemos <i>et al.</i> (2014), Almeida <i>et al.</i> (2016), Adaime <i>et al.</i> (2017), Rocha (2020), Costa <i>et al.</i> (2022a), Costa <i>et al.</i> (2023a)
		Guiana	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Costa <i>et al.</i> (2022b), Costa <i>et al.</i> (2023b)
		Guiana Francesa	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
Passifloraceae				
<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	Maracujá-açu	Brasil	Oiapoque	Costa <i>et al.</i> (2023a)
Rhamnaceae				
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Dão	Brasil	Oiapoque	Costa <i>et al.</i> (2023a)
		Guiana Francesa	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	-	Suriname		van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)

Tabela 2 - (Cont..) Lista de hospedeiros de *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Nomes vernaculares	Países	Municípios	Referências
Rutaceae				
<i>Citrus aurantium</i> L.***	Citrus	Brasil	Macapá, Oiapoque	Adaime <i>et al.</i> (2016), Costa <i>et al.</i> (2023a)
		Guiana Francesa	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
Sapotaceae				
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Abiu-roxo	Brasil	Macapá	Costa <i>et al.</i> (2023d),
		Guiana Francesa	Cayenne	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen*****	Sapotilha	Brasil	Porto Grande	Lemos <i>et al.</i> (2014)
		Guiana Francesa	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
		Suriname	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), van Sauers-Muller (1991), van Sauers-Muller (2005)
Sapotaceae				
<i>Pouteria caimito</i> Radlk	Abiu	Oiapoque	-	Lemos <i>et al.</i> (2010), Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013); Costa <i>et al.</i> (2023a)
<i>Pouteria macrophylla</i> Eyma*****	Cutite	Brasil	Porto Grande	Lemos <i>et al.</i> (2014)
		Guiana Francesa	-	Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), Vayssières <i>et al.</i> (2013)
Solanaceae				
<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta-de-cheiro	Brasil	Porto Grande	Lemos <i>et al.</i> (2014)

Fonte: referências na coluna – Elaborado pelo autor (2023).

Nota: ***Referida como *Citrus paradisi* MacFad. em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), ³Vayssières *et al.* (2013), ⁴van Sauers-Muller (1991) e ⁵van Sauers-Muller (2005) / Referida como *Citrus reticulata* Blanco em ¹Adaime *et al.* (2016); ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), ³Vayssières *et al.* (2013), ⁴van Sauers-Muller (1991), ⁵van Sauers-Muller (2005) e Costa *et al.* (2023a) / Referida como *Citrus sinensis* (L.) Osbeck em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), ³Vayssières *et al.* (2013), ⁴van Sauers-Muller (1991), ⁵van Sauers-Muller (2005).

**** Referida como *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013) e ⁵van Sauers-Muller (2005).

***** Referida como *Richardella macrophylla* Lam. Aubrév. em Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013) e Vayssières *et al.* (2013).

Tabela 3 - Amostras de plantas hospedeiras infestadas naturalmente por *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Países	Municípios	Amostras (n)	Frutos (n)	Massa (g)	Referências [#]
Anacardiaceae						
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Brasil	Macapá	3	50	2,51	Adaime <i>et al.</i> (2016)
	Brasil	Mazagão	1	13	1,610	Rocha (2020)
	Suriname	-	1	132	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	160	839	47,523	van Sauers-Muller (2005)
<i>Mangifera indica</i> L.	Brasil	Porto Grande	1	1	0,772	Lemos <i>et al.</i> (2014)
	Brasil	Santana	1	80	14,4	Almeida <i>et al.</i> (2016)
	Brasil	Mazagão	12	178	36,870	Conceição e Santos (2019)
	Suriname	-	10	427	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	401	1.888	385,488	van Sauers-Muller (2005)
<i>Spondias mombin</i> L.	Brasil	Porto Grande	-	15	216,4	Lemos <i>et al.</i> (2010)
	Brasil	Ferreira Gomes	-	15	324,9	Lemos <i>et al.</i> (2010)
	Brasil	Santana	11	387	4,9	Almeida <i>et al.</i> (2016)
	Brasil	Mazagão	4	229	2,585	Rocha (2020)
	Brasil	Oiapoque	8	740	9,18	Costa <i>et al.</i> (2023a)
	Suriname	-	197	4.813	4,514	van Sauers-Muller (2005)
<i>Spondias dulcis</i> G.Forst.*	Suriname	-	67	441	21,209	van Sauers-Muller (2005)
<i>Spondias purpurea</i> L.	Brasil	Mazagão	1	46	0,50	Belo <i>et al.</i> (2020)
Annonaceae						
<i>Annona mucosa</i> Jacq.	Brasil	Oiapoque	1	17	5,27	Costa <i>et al.</i> (2023a)
Caricaceae						
<i>Carica papaya</i> L.	Brasil	Almeirim	6	69	24,79	Costa <i>et al.</i> (2023c)
Chrysobalanaceae						
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Brasil	Macapá	1	79	0,286	Lemos <i>et al.</i> (2014)
<i>Licania</i> sp.	Brasil	Santana	2	81	0,90	Almeida <i>et al.</i> (2016)
Clusiaceae						
<i>Garcinia dulcis</i> (Roxb.) Kurz	Suriname	-	18	155	10,285	van Sauers-Muller (2005)
Combretaceae						
<i>Terminalia catappa</i> L.	Brasil	Laranjal do Jari	2	29	0,697	Costa <i>et al.</i> (2023c)
	Brasil	Almeirim	13	648	11,578	Costa <i>et al.</i> (2023c)

Tabela 3 - (Cont..) Amostras de plantas hospedeiras infestadas naturalmente por *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Países	Municípios	Amostras (n)	Frutos (n)	Massa (g)	Referências [#]
Combretaceae						
<i>Terminalia catappa</i> L.	Suriname	-	1	183	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	84	1.087	19,706	van Sauers-Muller (2005)
Malpighiaceae						
<i>Byrsonima crassifolia</i> Kunth	Brasil	Macapá	1	481	0,750	Jesus-Barros, Cruz e Adaime (2015)
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Brasil	Santana		195	0,869	Lemos <i>et al.</i> (2010)
	Brasil	Porto Grande	2	4	16,7	Lemos <i>et al.</i> (2014)
	Brasil	Santana	5	13	67,1	Lemos <i>et al.</i> (2014)
	Brasil	Santana	22	1.205	5,5	Almeida <i>et al.</i> (2016)
	Brasil	Oiapoque	6	969	4,13	Adaime <i>et al.</i> (2017)
	Brasil	Mazagão	10	358	1,680	Rocha (2020)
	Brasil	Santana	3	618	1,82	Costa <i>et al.</i> (2022a)
	Brasil	Oiapoque	20	5.092	19,43	Costa <i>et al.</i> (2023a)
	Guiana	Lethem	2	265	0,82	Costa <i>et al.</i> (2023b)
	Suriname	-	12	2.719	-	van Sauers-Muller (1991)
Suriname	-	904	22.407	124,911	van Sauers-Muller (2005)	
Moraceae						
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Brasil	Oiapoque	1	14	51,35	Costa <i>et al.</i> (2023a)
Myrtaceae						
<i>Calycolpus goetheanus</i> O.Berg	Brasil	Mazagão	1	59	0,26	Belo <i>et al.</i> (2020)
<i>Eugenia patrisii</i> Vahl	Suriname	-	7	143	0,581	van Sauers-Muller (2005)
<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	Brasil	Porto Grande	3	16	1,940	Lemos <i>et al.</i> (2014)
	Brasil	Porto Grande	2	120	18,07	Souza-Adaime <i>et al.</i> (2017)
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Brasil	Santana	5	305	1,6	Almeida <i>et al.</i> (2016)
	Suriname	-	1	9	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	21	250	1,753	van Sauers-Muller (2005)
<i>Psidium guajava</i> L.	Brasil	Macapá	35	728	52,91	Adaime, Jesus-Barros e Souza-Filho (2014)

Tabela 3 - (Cont..) Amostras de plantas hospedeiras infestadas naturalmente por *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Países	Municípios	Amostras (n)	Frutos (n)	Massa (g)	Referências [#]	
Myrtaceae							
<i>Psidium guajava</i> L.	Brasil	Mazagão	1	9	0,510	Lemos <i>et al.</i> (2014)	
	Brasil	Santana	3	7	0,624	Lemos <i>et al.</i> (2014)	
	Brasil	Santana	34	396	16,8	Almeida <i>et al.</i> (2016)	
	Brasil	Calçoene	3	90	-	Deus <i>et al.</i> (2016)	
	Brasil	Oiapoque	3	90	-	Deus <i>et al.</i> (2016)	
	Brasil	Santana	10	600	35,9	Jesus-Barros, Adaime e Barros Neto (2016)	
	Brasil	Oiapoque	17	359	12,83	Adaime <i>et al.</i> (2017)	
	Brasil	Calçoene	9	132	4,77	Adaime <i>et al.</i> (2017)	
	Brasil	Mazagão	6	161	8,61	Belo (2019)	
	Brasil	Mazagão	33	379	18,5	Reis (2019)	
	Brasil	Amapá	10	55	2,1	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Calçoene	23	148	6,6	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Ferreira Gomes	8	70	2,0	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Macapá	10	53	2,8	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Mazagão	10	48	2,6	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Oiapoque	27	229	8,8	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Porto Grande	11	94	4,2	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Santana	10	56	2,3	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Serra do Navio	5	50	2,3	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Tartarugalzinho	10	71	2,4	Sousa <i>et al.</i> (2019)	
	Brasil	Santana	12	121	5,96	Costa <i>et al.</i> (2022a)	
	Brasil	Macapá	4	55	2,29	Costa <i>et al.</i> (2022a)	
	Brasil	Oiapoque	57	1.137	52,28	Costa <i>et al.</i> (2023a)	
	Guiana	Lethem	1	16	0,39	Costa <i>et al.</i> (2023b)	
	Suriname	-		19	1.195	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-		849	4.831	339,681	van Sauers-Muller (2005)
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Brasil	Macapá	6	682	5,07	Adaime <i>et al.</i> (2016)	

Tabela 3 - (Cont..) Amostras de plantas hospedeiras infestadas naturalmente por *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Países	Municípios	Amostras (n)	Frutos (n)	Massa (g)	Referências [#]
Myrtaceae						
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Brasil	Santana	3	147	1,1	Almeida <i>et al.</i> (2016)
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Brasil	Mazagão	3	74	1,4	Belo <i>et al.</i> (2020)
	Suriname	-	12	57	0,852	van Sauers-Muller (2005)
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Brasil	Mazagão	2	10	0,477	Lemos <i>et al.</i> (2014)
	Brasil	Porto Grande	1	3	0,287	Lemos <i>et al.</i> (2014)
	Brasil	Santana	1	1	0,51	Lemos <i>et al.</i> (2014)
	Brasil	Macapá	3	170	6,195	Cruz <i>et al.</i> (2015)
Myrtaceae						
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Brasil	Macapá	4	120	3,91	Cruz <i>et al.</i> (2016)
	Brasil	Oiapoque	3	58	1,34	Adaime <i>et al.</i> (2017)
	Brasil	Calçoene	2	20	0,60	Adaime <i>et al.</i> (2017)
	Brasil	Santana	1	5	0,37	Costa <i>et al.</i> (2022a)
	Brasil	Oiapoque	7	227	9,85	Costa <i>et al.</i> (2023a)
	Suriname	-	1	181	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	161	1.276	69,873	van Sauers-Muller (2005)
<i>Syzygium samarangense</i> (Blume) Merr. & L.M.Perry	Brasil	Mazagão	1	97	2,39	Belo <i>et al.</i> (2020)
	Suriname	-	35	2.929	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	1.457	22.045	496,807	van Sauers-Muller (2005)

Tabela 3 - (Cont..) Amostras de plantas hospedeiras infestadas naturalmente por *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Países	Municípios	Amostras (n)	Frutos (n)	Massa (g)	Referências [#]
Oxalidaceae						
<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	Brasil	Mazagão	2	106	2,61	Belo <i>et al.</i> (2020)
	Brasil	Oiapoque	3	1.008	14,15	Costa <i>et al.</i> (2023a)
	Guiana	Lethem	2	257	4,03	Costa <i>et al.</i> (2023b)
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Brasil	Macapá	2	64	6,25	Adaime, Jesus-Barros e Souza-Filho (2014)
	Brasil	Porto Grande	6	46	1,247	Lemos <i>et al.</i> (2014)
	Brasil	Santana	4	60	4,6	Almeida <i>et al.</i> (2016)
	Brasil	Oiapoque	5	56	3,13	Adaime <i>et al.</i> (2017)
	Brasil	Calçoene	1	17	0,74	Adaime <i>et al.</i> (2017)
	Brasil	Mazagão	5	70	3,480	Rocha (2020)
	Brasil	Santana	3	36	2,99	Costa <i>et al.</i> (2022a)
	Brasil	Macapá	6	137	4,77	Costa <i>et al.</i> (2022a)
	Brasil	Oiapoque	18	285	21,71	Costa <i>et al.</i> (2023a)
	Guiana	Lethem	3	45	5,5	Costa <i>et al.</i> (2022b)
	Guiana	Lethem	1	4	0,35	Costa <i>et al.</i> (2023b)
	Suriname	-		57	1.097	-
Oxalidaceae						
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Suriname	-	4.639	35.670	2.301,14	van Sauers-Muller (2005)
Passifloraceae						
<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	Brasil	Oiapoque	2	14	21,72	Costa <i>et al.</i> (2023a)
Rhamnaceae						
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Brasil	Oiapoque	1	196	1,62	Costa <i>et al.</i> (2023a)
<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	Suriname	-	3	832	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	136	2.510	27,546	van Sauers-Muller (2005)

Tabela 3 - (Cont..) Amostras de plantas hospedeiras infestadas naturalmente por *Bactrocera carambolae* na América do Sul, de 1991 a 2023.

Famílias/nomes científicos	Países	Municípios	Amostras (n)	Frutos (n)	Massa (g)	Referências [#]
Rutaceae						
<i>Citrus aurantium</i> L. **	Brasil	Macapá	2	207	6,68	Adaime <i>et al.</i> (2016)
	Brasil	Oiapoque	3	14	2,49	Adaime <i>et al.</i> (2016)
	Brasil	Oiapoque	2	136	12,72	Costa <i>et al.</i> (2023a)
	Suriname	-	9	2.633	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	206	903	144,17	van Sauers-Muller (2005)
Sapotaceae						
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Brasil	Macapá	4	305	26,31	Costa <i>et al.</i> (2023d)
	Suriname	-	4	167	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	156	525	69,357	van Sauers-Muller (2005)
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen***	Brasil	Porto Grande	2	2	0,202	Lemos <i>et al.</i> (2014)
	Suriname	-	4	216	-	van Sauers-Muller (1991)
	Suriname	-	140	592	42,948	van Sauers-Muller (2005)
<i>Pouteria caimito</i> Radlk	Brasil	Santana	NI	10	0,772	Lemos <i>et al.</i> (2010)
	Brasil	Oiapoque	1	42	0,58	Costa <i>et al.</i> (2023a)
<i>Pouteria macrophylla</i> Eyma	Brasil	Porto Grande	4	8	0,357	Lemos <i>et al.</i> (2014)
Solanaceae						
<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Brasil	Porto Grande	1	3	0,28	Lemos <i>et al.</i> (2014)

Fonte: Na coluna referências – Elaborado pelo autor (2023).

Nota: #Foram considerados apenas os trabalhos que informaram o número de amostras coletadas ou a massa total de frutos.

*Referida como *Spondias cytherea* Sonn em van Sauers-Muller (2005).

**Referida como *Citrus paradisi* MacFad. em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), ³Vayssières *et al.* (2013), ⁴van Sauers-Muller (1991) e ⁵van Sauers-Muller (2005) / Referida como *Citrus reticulata* Blanco em ¹Adaime *et al.* (2016); ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), ³Vayssières *et al.* (2013), ⁴van Sauers-Muller (1991), ⁵van Sauers-Muller (2005) e Costa *et al.* (2023a) / Referida como *Citrus sinensis* (L.) Osbeck em: ²Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), ³Vayssières *et al.* (2013), ⁴van Sauers-Muller (1991), ⁵van Sauers-Muller (2005).

***Referida como *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg em van Sauers-Muller (2005).

4. CONCLUSÕES

Normalmente, as espécies de plantas hospedeiras reportadas pelas Organizações Nacionais de Proteção Fitossanitária (ONPF), nas listas regulamentadas, são baseadas no conhecimento registrado no local de origem da praga. Assim, estas informações devem ser analisadas seguindo critérios científicos robustos para fins de sua confirmação no novo ambiente ao qual ingressem. Desta forma, é importante fazer a distinção entre os hospedeiros definidos no aspecto regulamentar e os que são efetivamente reportados com diretrizes científicas mínimas.

De acordo com Silva *et al.* (2011), a amostragem de frutos é um dos métodos mais importantes de estudos de moscas-das-frutas, pois pode gerar uma série de informações sobre a diversidade de plantas hospedeiras, inimigos naturais e distribuição geográfica. Corroborando, ainda, no fornecimento de informações fundamentais para a implementação do manejo integrado das espécies-praga e para compreender melhor a biologia, ecologia e evolução desse grupo de insetos (Zucchi, 2000; Silva *et al.*, 2011). Assim sendo, a amostragem de frutos, procedimento que pode culminar na detecção e no registro de novas plantas hospedeiras naturais, é de extrema importância para os programas de controle oficial de pragas nos países da América do Sul, onde há ocorrência da praga.

Midgarden *et al.* (2016) recomendam que os levantamentos de amostragem de frutos, para determinação da infestação por *B. carambolae*, sejam realizados de forma contínua e com ênfase nas espécies de hospedeiros silvestres (para verificar se a espécie se adapta às plantas frutíferas locais) e em diferentes variedades de hospedeiros cultivados em relação ao seu estágio fenológico. Para Malavasi, Midgarden e van Sauers-Muller (2013), entre as razões para a realização de amostragem de frutos, há também a possibilidade de determinar a presença de inimigos naturais de espécies de moscas-das-frutas. Assim sendo, os levantamentos de novos hospedeiros, a determinação de interações tritróficas e o registro oficial dessas espécies é fundamental para a detecção da praga em novos locais e atualização da lista de pragas regulamentadas em território nacional.

É importante considerar que para o estabelecimento das ações de fiscalização e controle de *B. carambolae*, é de fundamental importância o conhecimento de seus hospedeiros, especialmente em países como a Guiana, onde poucas áreas foram amostradas. Ademais, há uma necessidade premente de realização de levantamentos de hospedeiros da mosca-da-carambola no estado de Roraima, fronteira do Brasil com a Guiana, onde jamais foram realizados. Os estados de Roraima e Amapá são integrantes da região Amazônica, cujos

ecossistemas e condições climáticas podem favorecer a sucessão de hospedeiros em virtude da contínua produção de frutos, que podem ser utilizados pela praga como hospedeiros secundários (Adaime *et al.*, 2016; Silva *et al.* 2004).

Neste viés, após a identificação sistemática de novos hospedeiros, esse conhecimento deve também ser incorporado nas ações de educação sanitária, para fins de difundir a informação junto aos agentes multiplicadores e, por conseguinte, à população interessada.

Por fim, é crucial que nas equipes de pesquisadores haja a participação de botânicos, para assegurar a correta identificação do material biológico amostrado e, por consequência, evitar possíveis problemas no comércio internacional de frutas.

REFERÊNCIAS

- ADAIME R.; SOUSA, M. S. M.; JESUS-BARROS, C. R.; DEUS, E. G.; PEREIRA, J. F.; STRIKIS, P. C.; SOUZA-FILHO, M. F. Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae), their hosts plants, and associated parasitoids in the extreme north of Amapá State, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 316-324, 2017.
- ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R.; BARIANI, A.; LIMA, A. L.; CRUZ, K. R.; CARVALHO, J. P. **Novos Registros de Hospedeiros da Mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no Estado do Amapá/Brasil**. Macapá: Embrapa Amapá, 2016. 5 p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 146).
- ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F. **Moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) obtidas de frutos comercializados em feiras públicas de Macapá, Amapá**, 2014. 18 p. (Embrapa Amapá. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 85).
- ADAIME, R.; PEREIRA, J. D.B.; SOUZA, M. S. M.; JESUS, C. R.; SOUZA, F. M. F.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides no estado do Amapá. Amapá. *In*: ZUCCHI, R. A.; MALAVASI, A.; ADAIME, R. NAVA D. E. (ed.). **Moscas-das-frutas no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 2023. v. 2, p. 51-68.
- ALMEIDA, R. R.; CRUZ, K. R.; SOUSA, M. S. M.; COSTA-NETO, S. V.; JESUS-BARROS, C. R.; LIMA, A. L.; ADAIME, R. Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associated with fruit production on Ilha de Santana, Brazilian Amazon. **Florida Entomologist**. v. 99, n. 3, p. 426-436, 2016.
- ALUJA, M.; MANGAN, R. L. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host *Status* Determination: Critical Conceptual, Methodological, and Regulatory Considerations. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 473-502, 2008.
- BELO, A. P. D. **Infestação por moscas-das-frutas em frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) e seus parasitoides em uma propriedade rural, Mazagão, Amapá, Brasil**. 2019. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá Campus Mazagão. 2019.
- BELO, A. P. D.; ROCHA, L. M. S.; CORRÊA, J. M. G.; FERREIRA, R. M. A.; COSTA-NETO, S. V.; SOUSA, M. S. M.; ADAIME, R.; LEMOS, L. N. New host plants records of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Entomological Communicatons**, n. 2, p. ec02036, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Nota técnica para divulgação de investimento no controle de moscas-das-fruta**. Programa Nacional de Combate às Moscas das Frutas, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF. 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/combate-as-moscas-das-frutas>. Acesso em: 22/08/2023.
- CAYOL, J. P. **Rapport d'activités**. CIRAD-DAF. Cayenne, Guyane Française. 2000.
- CONCEIÇÃO, D. S.; SANTOS, R. R. **Ocorrência de *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock (DIPTERA: TEPHRITIDAE) em *Mangifera Indica* L. (ANACARDIACEAE)**

no município de Mazagão/Amapá. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Campus Mazagão. Amapá, Brasil. 2019.

COSTA, J. V. T. A.; PAES, J. L. A.; SOUZA, L. A. C.; PETERS, P.; MCWATT, P. M.; van SAUERS-MULLER, A.; SOUSA, M. S. M.; ADAIME, R. **New records of host plants of *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock (Diptera: Tephritidae) in Republic of Guyana (In press)**. 2023b.

COSTA, J. V. T. A.; SANTANA, G. K. A.; SOUSA, M. S. M.; PAES, J. L. A.; MCWATT, P. M.; INNIS, E. J.; ADAIME, R. **Hospedeiros da mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), em Lethem, República da Guiana**. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Entomologia. Fortaleza. v. 28. 2022b. p. 1-1.

COSTA, J. V. T. A.; SOUSA, M. S. M.; SOUZA FILHO, M. F.; MURBACH, C. G.; OLIVEIRA, J. P. M.; SANTOS, T. P.; MATOS, A. K. B. T.; NAVA, D. E.; ADAIME, R. **Carambola fruit fly in Brazil new hosts and first record of parasitoids associated (In press)**. 2023c.

COSTA, J. V. T. A.; SOUSA, M. S. M.; JESUS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F.; COSTA, V. A.; SILVA, B. M. S., OLIVEIRA, J. P. M.; ADAIME, R. **New findings on carambola fruit fly hosts in South America**. Florida Entomologist (in press). 2023a.

COSTA, J. V. T. A.; SOUSA, M. S. M.; SOUZA-FILHO, M. F.; ADAIME, R. ***Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae): novo hospedeiro da mosca-da-carambola no Brasil**. *Agrotrópica* (in press). 2023d.

COSTA, J. V. T. A.; SOUSA, M. S. M.; SOUZA-FILHO, M. F.; MATOS, A. K. B. T.; BRITO, C. F.; COSTA, M. D.; ADAIME, R. *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil: registro de entrada e pressupostos para o seu não estabelecimento. **Research, Society and Development**. v. 11.2022. p.e291111032879. 2022a.

CREAÇÃO, M. I. P. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae): espécies, distribuição, medidas da fauna e seus parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) no Estado do Amapá**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus. 2003.

CRUZ, K. R.; JESUS-BARROS, C. R.; DEUS, E. G.; CARVALHO, J. P.; BRITO, B. D.; ALMEIDA, R. R.; BARIANI, A.; ADAIME, R. Infestação de jambo-vermelho por *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) na área urbana de Macapá, AP. In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia; IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI CBE / IX CLE), 2016, Maceió, Alagoas, Brasil. **Anais [...]**. Alagoas: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2016.

CRUZ, K. R.; JESUS-RAMOS, C. R.; BRITO, B. D.; CAVALHO, J. P.; ALMEIDA, R. R.; ADAIME, R. Análise da infestação do jambo vermelho (*Syzygium malaccense*) por *Bactrocera carambolae*. In: 1ª Jornada Científica da Embrapa Amapá, Macapá, 2015. **Anais [...]**. Macapá: Embrapa Amapá, 2015.

DEUS, E.G.; GODOY, W. A. C.; SOUSA, M. S. M.; LOPES, G. N.; JESUS-BARROS, C. R;

SILVA, J. G.; ADAIME, R. Co-infestation and spatial distribution of *Bactrocera carambolae* and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in common guava in the eastern Amazon. **Journal of Insect Science**, v. 16, p. 1-7, 2016.

FAO. **Determination of host status of fruit to fruit flies (Tephritidae)**. Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome: ISPM Publ. n. 37, 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb2618en/cb2618en.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.

FERREIRA, M. E.; RANGEL, P. H. N. Melhoramento genético preventivo: obtenção de estoques genéticos resistentes a pragas quarentenárias de alto risco para a agricultura brasileira. In: SUGAYAMA, R. L.; SILVA, M. L.; SILVA, S. X. B.; RIBEIRO, L. C.; RANGEL, L. E. P. (Org.). **Defesa Vegetal: Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. p. 275-292.

GODOY, M. J. S.; PACHECO, W. S. P.; MALAVASI, A. Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.), **Moscas-das-frutas na amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011, p. 111-132.

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.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 134-158.

HEBERLE, H. **Uma abordagem visual para análise comparativa de redes biomoleculares com apoio de diagramas de Venn**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ciência de Computação e Matemática Computacional, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

JESUS-BARROS, C. R.; ADAIME, R.; BARROS NETO, E. L. **Ocorrência estacional e estratificação vertical de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras (*Psidium guajava* L.) cultivadas em sistema agroflorestal no Amapá, Brasil**. Macapá: Embrapa Amapá, 2016. (Embrapa Amapá. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 93).

JESUS-BARROS, C. R.; CRUZ, O. M.; ADAIME, R. *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae): new alternate host to carambola fruit fly in Brazil. **Biota Amazônia**. 2015. p. 117-118.

LEMOS, L. N., ADAIME, R., JESUS, B. C. R.; DEUS, E. G. New hosts of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 841-847, 2014.

LEMOS, L. N.; LIMA, C. R.; DEUS, E. G.; SILVA, R. A.; GODOY, M. J. S. Novos registros de hospedeiros para *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) no Estado do Amapá, Brasil. 2010. In: **Anais. XXIII Congresso Brasileiro de Entomologia**. EMPARN/Sociedade Brasileira de Entomologia. Rio Grande do Norte. 2010.

LINLIN, Y. **ggvenn: Draw Venn Diagram by 'ggplot2'. R package version 0.1.9.** Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ggvenn>. 2021. Acesso em: 03 set. 2023.

LIQUIDO, N. J.; MCQUATE, G. T.; NAKAMICHI, K. A.; KURASHIMA, R. S.; BIRNBAUM, A. L.; HANLIN, M.A. **Provisional list of suitable host plants of carambola fruit fly, *Bactrocera (Bactrocera) carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae).** Washington, DC: USDA/CoFFHI, 2016. 34 p. Disponível em: https://coffhi.cphst.org/public/downloadPDFs.cfm?file=Bactrocera_carambolae\Bactrocera%5Fcarambolae.pdf. Acesso em: 1 mai. 2022.

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

MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock. In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros.** Piracicaba: FEALQ, 2015, p. 173-184.

MALAVASI, A.; MIDGARDEN, D.; van SAUERS-MULLER, A. **Manual for the control of the carambola Fruit fly in South América.** CFF operation manual. 2 ed., set. 2013. 31 p.

MIDGARDEN, D.; van SAUERS-MULLER, A.; GODOY, M. J. S.; VAYSSIÈRES, J. F. Overview of the Programme to Eradicate *Bactrocera carambolae* in South America. In: EKESI, S.; MOHAMED, S.; DE MEYER, M. (ed.). **Fruit Fly Research and Development in Africa – Towards a Sustainable Management Strategy to Improve Horticulture.** Springer International Publishing Switzerland, 2016, p. 705-736. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-43226-7_31.

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.; RIBEIRO, L. C e RANGEL, L. E. P. (org.). **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.

NAVA, D. E.; GONÇALVES, R. S.; NORBERG, S. D.; SCHEUNEMANN, T.; GRUTZMACHER, A. D. **Avaliação preliminar da seletividade de inseticidas e do parasitismo de *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) em moscas-das-frutas.** Rio Grande do Sul: Embrapa Clima Temperado, 2019. 15 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 325).

R CORE DEVELOPMENT TEAM. 2021. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2022.** Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 03 set. 2023.

REIS, D. M. **Infestação por moscas-das-frutas em frutos de goiabeira (*Psidium guajava***

L.) em comunidades urbanas e rurais do município de Mazagão/Amapá. 2019, 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Campus Mazagão, Universidade Federal do Amapá, 2019.

ROCHA, L. M. S. **Ocorrência de moscas-das-frutas e seus inimigos naturais em comunidades urbanas e rurais no Município de Mazagão, Amapá, Brasil.** 2020, 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Educação do Campo - Ciências Agrárias e Biologia) - Campus de Mazagão, Universidade Federal do Amapá, 2020.

SÉGURET, J. **Les mouches des fruits de Guyane Française: inventaire des principales espèces et recherche d'un attractif effi cace.** Mémoire du Diplôme d'Agronomie Approfondie, ENSAR. 1996.

SILVA, O. L. R.; SUMAN, R.; SILVA, J. R. Mosca da carambola (*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock). **Alerta Quarentenário 1.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília. 1997.

SILVA, R. A.; DEUS, E. G.; RAGA, A.; PEREIRA, J. D. B.; SOUZA-FILHO, M. F.; COSTA NETO, S. V. Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. *In:* SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.), **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais.** Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 33-50.

SILVA, R. A.; JORDÃO, A. L.; SÁ, L. A. N.; OLIVEIRA, M. R. V. **Mosca-da-carambola: uma ameaça à fruticultura brasileira.** Macapá: Embrapa Amapá, 2004. 15 p. (Embrapa Amapá: Circular técnica, 31).

SOUSA, M. S. M.; SANTOS, J. C. R.; JESUS, C. R.; YOKOMIZO, G. K. I.; DEUS, E. G.; PEREIRA, J. F.; ADAIME, R. Goiabeiras comuns contribuem para expansão da área de distribuição de *Bactrocera carambolae* na Amazônia brasileira, *In:* PACHECO, J. T. R.; KAWANISHI, J. Y. NASCIMENTO, R. (org.). **Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.** v. 2, Atena: Paraná, 2019. p. 196-206.

SOUZA-ADAIME, M. S. M.; JESUS BARROS, C. R.; SOUSA, M. S. M.; DEUS, E. G.; STRIKIS, P. C.; ADAIME, R. *Eugenia stipitata* McVaugh (Myrtaceae): food resource for frugivorous flies in the state of Amapá, Brazil. *Biotemas*, v. 30, p. 129-133, 2017.

van SAUERS-MULLER, A. 1991. An overview of the carambola fruit fly, *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae), found recently in Suriname. **Florida Entomologist**, v. 74, p. 432-440, 1991.

van SAUERS-MULLER, A. Carambola fruit fly situation in Latin America and the Caribbean. *In:* **44th ANNUAL MEETING OF CARIBBEAN FOOD CROP SOCIETY**, 44., Miami. Florida. Proceedings [...] Miami, 2008. p. 135-144. DOI: 10.22004/ag.econ.256497.

van, SAUERS-MULLER, A. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 2, p. 203-214, 2005. DOI: 10.1590/S1519-566X2005000200008.

VAYSSIÈRES, J. F.; CAYOL, J. P.; CAPLONG, P.; SÉGURET, J.; MIDGARDEN, D.; SAUERS-MULLER, A van.; ZUCCHI, R.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A.; Diversity of fruit fly (Diptera: Tephritidae) species in French Guiana: their main host plants and associated parasitoids during the period 1994-2003 and prospects for management. **Fruits**. v. 68. n. 3. DOI: 10.1051/fruits/2013070. 2013. p. 219-243.

VIJAYSEGARAN, S.; OMAN, M. S. Fruit flies in Malaysian peninsular: their economic importance and control strategies. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE BIOLOGY AND CONTROL OF FRUIT FLIES*, 1991, Okinawa. **Proceedings** [...]. Okinawa: The Okinawa Prefectural Government, 1991. p. 105-115.

WFO (World Flora Online). 2023. **The World Flora Online**. Disponível em: <http://www.worldfloraonline.org>. Acesso em: 23 jun. 2023.

ZUCCHI, R. A. Espécie de *Anastrepha*, Sinônimas, Plantas hospedeiras e Parasitoides. *In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, São Paulo: Holos, 2000. p. 41-48.

6 DISCUSSÃO INTEGRADORA

As moscas-das-frutas são conhecidas mundialmente como pragas da fruticultura, devido aos danos diretos e indiretos que causam à produção. Na Amazônia brasileira já foram reportadas 78 espécies de *Anastrepha* e duas espécies exóticas: *B. carambolae* e *C. capitata*.

Algumas espécies de moscas-das-frutas são consideradas quarentenárias, sendo as principais pragas de frutíferas cultivadas em todo o mundo, podendo provocar perdas de aproximadamente US\$ 120 milhões por ano à fruticultura brasileira, e mais de US\$ 2 bilhões em escala mundial.

Os dados obtidos na presente tese contribuem para o conhecimento das moscas-das-frutas de importância econômica e quarentenária na Amazônia Brasileira e na América do Sul de forma expressiva.

No Capítulo I foi possível fazer o registro de entrada de *C. capitata* no estado do Amapá, sendo demonstrado que a praga foi transportada por caminhão refrigerado, ainda, considerando que a praga não atingiu o estabelecimento na área hipóteses foram levantadas para identificar os possíveis motivos para que isso não ocorra. Assim, observou-se que a baixa incidência de *C. capitata* na região pode ser decorrente das condições climáticas desfavoráveis à espécie

O Capítulo II, teve o objetivo identificar as espécies de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides associados no município de Oiapoque, extremo norte do estado do Amapá, Brasil. Um total de 240 amostras (11.126 frutos; 288,8 kg) de 33 espécies vegetais (16 nativas e 17 introduzidas) de 19 famílias foram coletadas. *B. carambolae* foi isolada dos frutos de 13 espécies vegetais. Além de *B. carambolae*, foram coletados neste estudo espécimes de 8 espécies de *Anastrepha*. Além disso, 5 espécies de parasitoides Hymenoptera (3 espécies de Braconidae e 2 de Figitidae) associadas a *Anastrepha* spp. foram identificadas. No geral, este estudo acrescenta 3 novos registros à lista de plantas hospedeiras de *B. carambolae* no Brasil (*Artocarpus heterophyllus*, *Passiflora quadrangularis* e *Ziziphus mauritiana*), dois deles novos registros na América do Sul (*A. heterophyllus* e *P. quadrangularis*) e demonstra novas interações entre espécies de *Anastrepha* e plantas hospedeiras no extremo norte do Amapá. Notavelmente, este é o primeiro relato da espécie de figítideo *Aganaspis nordlander* no estado.

No Capítulo III, cujo levantamento de frutos abrangeu os municípios de Laranjal do Jari no Amapá e Monte Dourado no estado do Pará (regiões vizinhas), foram identificadas duas novas plantas hospedeiras de *B. carambolae* são elas *Terminalia catappa* e *Carica*

papaya Ademais, foi conduzido um estudo para verificação de parasitismo, onde obteve-se um índice de parasitismo real de 21,2% para *Anastrepha* spp. e de 1,8% para *B. carambolae* em *T. catappa*, sendo confirmados os parasitoides *Doryctobracon areolatus*, *Utetes anastrephae* e *Aganaspis pelleranoi*. Este foi o primeiro registro de *D. areolatus* e *U. anastrephae* parasitando larvas de *B. carambolae* na América do Sul e o primeiro registro de *A. pelleranoi* parasitando larvas no Brasil.

Ainda, no Capítulo IV, frutos de *Chrysophyllum cainito* são registrados pela primeira vez como hospedeiros da mosca-da-carambola no Brasil, a partir de material coletado no Distrito de Fazendinha, em Macapá, Amapá. Sendo obtidos no mesmo hospedeiro espécimes de *Anastrepha serpentina*.

Os Capítulos II, III e IV, demonstram o potencial devastador da mosca-da-carambola no estado do Amapá e no Pará, que apesar de estar sob ações de controle oficial o número de hospedeiros somente aumenta. Ainda, considerando o levantamento sobre parasitismo, foi possível observar que devido ao grande lapso temporal que *B. carambolae* se encontra no território brasileiro, já é possível observar casos de parasitismo.

Pelo descrito no Capítulo V é possível denotar que a partir de levantamento realizado em Lethem, República da Guiana, foram obtidos espécimes de *B. carambolae* de frutos de *Averrhoa bilimbi* L., *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae), *Malpighia emarginata* DC. (Malpighiaceae) e *Psidium guajava* L. (Myrtaceae), hospedeiros comuns da mosca-da-carambola comuns no Brasil.

É possível identificar uma certa similaridade entre hospedeiros da mosca-da-carambola nas áreas em que é considerada invasora na América do Sul (Suriname, Guiana Francesa, Guiana e Brasil). Se supõe que as diferenças no quantitativo de hospedeiros identificados nos países decorrem do esforço amostral dos levantamentos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no trabalho de *C. capitata* foi possível compreender como que se pode dar a introdução de pragas em áreas de não ocorrência e, aliado a isto, foi demonstrada a importância da realização de monitoramento de pragas por armadilhas pelos órgãos de defesa agropecuária. Apesar disso, somente a realização do monitoramento por armadilhas, não isenta a necessidade de se fazer a amostragem de frutos.

Ainda, pode-se observar que os aspectos climáticos podem ser decisivos para a adaptação dessa praga no ambiente e para o seu estabelecimento, mais estudos devem ser realizados para suprir as lacunas que explicariam a adaptabilidade da mosca-do-mediterrâneo.

É primordial a realização de estudos de bioecologia de *B. carambolae*, em função da importância desta praga para o Brasil. Uma quantidade significativa de recursos públicos é aplicada na execução do subprograma de *B. carambolae* no Amapá, Pará e Roraima, essas ações são pautadas por técnicas de controle, inclusive a coleta e destruição de frutos hospedeiros, a descoberta de novos hospedeiros pode orientar de forma decisiva as ações de controle e favorecer, assim, o controle da praga.

Entender, as diferenças e semelhanças entre as plantas hospedeiras da mosca-da-carambola em outros países na América do Sul, é necessário para identificar necessidade do estabelecimento de estratégias regionais no controle dessa praga.

A detecção de parasitismo em *B. carambolae* por organismos nativos no Brasil, demonstra que, ao longo do tempo, pode ter ocorrido uma adaptação dos parasitoides à praga. Estudos complementares são urgentes para poderem ser verificadas a viabilidade de implementação de técnicas de controle biológicos com organismos nativos, para fins de incrementação das técnicas de controle hoje aplicadas.

A identificação de larvas pode ser peça chave para criação de protocolos de detecção rápida de moscas-das-frutas, sem a necessidade de se dar origem a indivíduos adultos para fins de identificação. Esse tipo de ação pode ser introduzidas em treinamentos de Agências de Defesa Estaduais e do Ministério da Agricultura e Pecuária.