

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

BIOLOGIA DA MOSCA-DA-CARAMBOLA (*Bactrocera carambolae*) EM UVA
'ITÁLIA' E ACEROLA

Joel Pasinato
Biólogo/UNOESC

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Área de concentração Sanidade Vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2018

CIP - Catalogação na Publicação

Pasinato, Joel

Biologia da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) em uva 'Itália' e acerola / Joel Pasinato.

-- 2018.

59 f.

Orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli.

Coorientador: Marcos Botton.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Biologia da mosca-da-carambola. 2. Ciclo biológico. 3. *Malpighia emarginata*. 4. *Vitis vinífera*. 5. *Bactrocera carambolae*. I. Redaelli, Luiza Rodrigues, orient. II. Botton, Marcos, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JOEL PASINATO
Bacharel em Ciências Biológicas - Unoesc

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 05.03.2018
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 13.11.2018
Por

LUIZA RODRIGUES REDAELLI
Orientadora - PPG Fitotecnia
UFRGS

CHRISTIAN BREDEMEIER
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

MARCOS BOTTON
Coorientador - EMBRAPA Uva e Vinho
Bento Gonçalves/RS

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
PPG Fitotecnia/UFRGS

RAFAEL NARCISO MEIRELLES
UERGS - São Luiz Gonzaga/RS

RUBEN MACHOTA JUNIOR
EMBRAPA Uva e Vinho..
Bento Gonçalves/RS

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de
Agronomia

No caminho de seus sonhos, você vai encontrar oásis e desertos.

Em ambos os casos, não pare!

(Paulo Coelho)

Seja persistente!

“A agricultura é a arte de saber esperar”

(Riccardo Bacchelli)

Aos que semeiam a terra, o conhecimento e a esperança.

Ofereço

Aos meus pais Orides e Helena!

Que nunca mediram esforços para que os meus sonhos se tornassem realidade,

e que muitas vezes, acreditaram neles muito mais do que eu!

Por serem meu alicerce, minha base e minha segurança!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Quando eu ainda nem existia, alguém sonhou comigo, passou horas imaginando como seria cada traço meu. Este alguém reorganizou a vida e a rotina por minha causa. Protegeu-me quando ainda era frágil demais, passou horas a me embalar, me alimentou quando ainda não conseguia fazê-lo sozinho, me ensinou a dar os primeiros passos e depois, me orientou no caminho a seguir. Este alguém, ainda hoje me carrega no colo nas fragilidades, se faz meus pés quando se torna difícil caminhar, me alimenta de esperança e, mesmo me instigando abrir asas e voar, dá a certeza de que sempre terei um ninho para onde retornar! Aos meus pais Orides e Helena, meus primeiros formadores e que são a minha base, o meu alicerce! Por todo o amor, pelo exemplo de vida e por todo o apoio e incentivo. Pela compreensão nos muitos momentos em que estive ausente e distante ao longo destes dois anos, minha eterna gratidão!

Ao meu irmão Bruno, pela amizade e amor incondicional!

À minha orientadora Dra. Luiza Rodrigues Redaelli, pelos ensinamentos, por toda a atenção e cuidado que sempre demonstrou em cada detalhe deste trabalho, pela orientação e acima de tudo pela confiança, amizade e carinho ao longo deste período!

Ao meu coorientador Dr. Marcos Botton, por todo o incentivo e contribuição com este trabalho!

À Dra. Cristiane Ramos de Jesus Barros, por ter aberto as portas do seu laboratório e permitido que de fato este trabalho se concretizasse. Também pela confiança, amizade, suporte e parceria!

À EMBRAPA Amapá, por ter fornecido toda a estrutura necessária para o desenvolvimento do trabalho, e à toda a equipe do laboratório de proteção de plantas pelo suporte e apoio.

À Dra. Beatriz Aguiar Jordão Paranhos, e à EMBRAPA Semiárido, pelo auxílio no envio das uvas para a realização deste experimento.

Aos professores Dr. Josué e Dra. Simone, pelos ensinamentos, pelos momentos de convivência no departamento e por todo o carinho!

Aos colegas do Lab. 2, em especial aos queridos, Augusto, Camila, Cláudia, Caroline, Fernanda, Geluse, Jucelio, Juliana, Paloma, Patrícia, Priscila, Roberta, Samuel e Thais. Pelo carinho e por todos os momentos de descontração! Obrigado!

Aos também colegas do laboratório, que comigo iniciaram esta etapa, Dânia, Fabiane e Nelson, pelos momentos compartilhados, pela amizade e carinho!

Aos queridos Adriana, Anália, Aolibama, Bruna, Edirlon, Igor, Jacivaldo, Jairo, Jhulie, Kenedi, Leonardo, Maria, Nilza, Paulo, Rildo, Taires e Valéria, por toda a atenção, pelos momentos de risos e descontração, lanches, filmes e passeios. Cada um de vocês se fez especial! Serei eternamente grato por tê-los conhecido!

Aos doutores Ricardo Adaime da Silva e Adilson Lopes Lima pela amizade, pela troca de experiência, vivência e conhecimento!

Ao amigo Cléber Antonio Baronio, pelo auxílio no envio do material para a realização do experimento!

Aos amigos de longa data, que mesmo distante se fizeram presente em todos os dias, ao longo deste período!

À UFRGS pelo ensino e capacitação.

Ao CNPq pela bolsa de estudo.

À Deus, por permitir tudo isso e por guiar cada passo em meu caminho!

BIOLOGIA DA MOSCA-DA-CARAMBOLA (*Bactrocera carambolae*) EM UVA ‘ITÁLIA’ E ACEROLA¹

Autor: Joel Pasinato

Orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli

Coorientador: Marcos Botton

RESUMO

Bactrocera carambolae Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) é uma espécie nativa do sudeste Asiático, presente no Brasil, onde está restrita aos estados do Amapá e Roraima recebendo status de praga quarentenária presente. Sua possível dispersão para outras regiões do Brasil poderia colocar em risco a produção de frutas com grandes prejuízos. Dentre as frutíferas cultivadas no Brasil, destacam-se a videira amplamente cultivada nas regiões Nordeste e Sul e, recentemente, a aceroleira nas regiões Norte e Nordeste. Neste contexto, este trabalho objetivou conhecer a biologia de *B. carambolae* em uva ‘Itália’ (*Vitis vinifera*) e em acerola (*Malpighia emarginata*). O experimento foi conduzido no laboratório de Entomologia da EMBRAPA Amapá. Seis grupos de 20 casais oriundos da criação de laboratório, mantida em dieta artificial, foram acondicionados em gaiolas de plástico e expostos, cada um, a dez bagas de cv. Itália, por três horas e meia (11h às 14h30min), ao longo de nove dias. Outros seis grupos de casais nas mesmas condições receberam dez acerolas. Foram registrados o número de puncturas, de ovos viáveis e inviáveis em uva. Nos dois frutos avaliou-se o número, peso e viabilidade dos pupários e aduração dos estágios imaturos. Com os adultos emergidos de cada espécie de fruto, formaram-se casais dos quais se observou fecundidade, fertilidade e longevidade. Por baga, foi constatado, em média \pm EP, $5,9 \pm 0,22$ puncturas, $39,5 \pm 1,44$ ovos e $0,4 \pm 0,06$ ovos viáveis. Os ovos foram depositados em grupos. A média de pupários por fruto foi de $0,1 \pm 0,02$ (uva) e $0,5 \pm 0,10$ (acerola) com peso médio de $11 \pm 0,7$ mg e $8 \pm 0,3$ mg, respectivamente. A viabilidade pupal foi de 82,4% (uva) e 70,6% (acerola). O tempo médio \pm EP de uma geração, em dias, foi de $25,8 \pm 1,10$ (uva) e $19,7 \pm 0,21$ (acerola). A fecundidade média foi de $1.663,8 \pm 501,01$ (uva) e $206,9 \pm 26,21$ (acerola) com viabilidade de 5,63% (uva) e 12,47% (acerola). A longevidade média, em dias, foi semelhante entre os hospedeiros com $81,9 \pm 9,97$ em uva e $76,0 \pm 0,19$ em acerola. A taxa líquida de reprodução (R_0) foi, 1,2 em uva e 39,2 em acerola e a razão finita de aumento (λ) 1,01 (uva) e 1,20 (acerola). Verificou-se que *B. carambolae* completa o desenvolvimento em uva ‘Itália’ e em acerola e deixa prole, podendo ambos ser considerados hospedeiros da espécie. No entanto, o potencial de crescimento da espécie nos dois hospedeiros é baixa.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (59f.) Março, 2018.

BIOLOGY OF CARAMBOLA FRUIT FLY (*Bactrocera carambolae*) ON 'ITALIA' GRAPE AND ACEROLA¹

Author: Joel Pasinato
Advisor: Luiza Rodrigues Redaelli
Co-advisor: Marcos Botton

ABSTRACT

Bactrocera carambolae Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), native to southeastern Asia, has its distribution limited, in Brazil, to the states of Amapá and Roraima, having the status of quarantinable pest. Its possible dissemination to other Brazilian regions could put the fruit production at risk, with significant economical losses. The grape, widely cultivated in Northeastern and Southern Brazil, and more recently the acerola, in Northern and Northeastern regions, are commercially important fruit in Brazil. In this paper, we studied the biology of *B. carambolae* in 'Itália' grape (*Vitis vinifera*) and in acerola (*Malpighia emarginata*) in laboratory. Six groups of 20 couples from laboratory colony were maintained on artificial diet and put into plastic cages. Each couple was exposed to ten 'Italia' grapes, for 3.5 hours (11 am to 02:30 pm), during nine days. In a similar way, other six couple groups received ten acerolas. We recorded the number of punctures on fruits, viable and unviable eggs on grape. The number, weight and viability of puparia and the duration of immature stages were analyzed in both fruits. Couples emerged from each fruit species were used to evaluate fecundity, fertility and longevity. Per fruit, we recorded in average (\pm SE), 5.9 ± 0.22 punctures, 39.5 ± 1.44 eggs, and 0.4 ± 0.06 viable eggs. Eggs were laid in groups. The mean number of puparia per fruit was 0.1 ± 0.02 (grape) and 0.5 ± 0.10 (acerola) with mean weight of 11 ± 0.7 mg and 8 ± 0.3 mg, respectively. The pupal viability was 82.4% (grape) and 70.6% (acerola). The mean duration \pm SE of one generation (days), was 25.8 ± 1.10 (grape) and 19.7 ± 0.21 (acerola). The mean fecundity was $1,663.8 \pm 501.01$ (grape) and 206.9 ± 26.21 (acerola), with viability of 5.63% (grape) and 12.47% (acerola). The mean longevity (days) was similar between hosts, 81.9 ± 9.97 in grape and 76.0 ± 0.19 in acerola. The net reproduction rate (R_0) was 1.2 in grape and 39.2 in acerola, and the finite growth rates (λ) 1.01 (grape) and 1.20 (acerola). We verified that *B. carambolae* completes its development in both 'Italia' grape and in acerola, producing offspring. Both species host this pest, but with a low spreading potential.

¹ Master Dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (59p.) March, 2018.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Moscas-das-frutas de importância para fruticultura no Brasil	4
2.2 <i>Bactrocera carambolae</i>	7
2.3 Cultura da videira	11
2.4 Cultura da aceroleira	14
2.5 Danos de mosca-das-frutas em videira e aceroleira	17
2.6 Referências bibliográficas.....	18
3 CAPÍTULO 1 Biologia da mosca-da-carambola (<i>Bactrocera carambolae</i>) em uva ‘Itália’ e acerola.....	24
3.1 Introdução.....	25
3.2 Material e métodos.....	26
3.2.1 Criação da mosca-da-carambola	26
3.2.2 Biologia de <i>B. carambolae</i> em uva ‘Itália’ e acerola.....	27
3.2.3 Análise estatística.....	30
3.3 Resultados e discussão.....	30
3.4 Referências bibliográficas.....	43
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
4.1 Referências bibliográficas.....	48

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 1

1. Duração média (\pm EP) (dias) e intervalo de variação (IV) dos períodos ovo-pupa, pupal e ovo-adulto de *Bactrocera carambolae* mantidas em bagas de uva *Vitis vinifera* 'Itália' e em acerola (*Malpighia emarginata*), em laboratório (26 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; fotofase 12 h). (N = número de insetos avaliados).....**Erro! Indicador não definido.**6
2. Duração média (\pm EP) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (dias) e longevidade média (\pm EP) (dias) e respectivos intervalos de variação (IV) de adultos de *Bactrocera carambolae* acasalados mantidos em bagas de *Vitis vinifera* 'Itália' e em acerolas (*Malpighia emarginata*), em laboratório (26 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; fotofase 12 h).(N = número de insetos avaliados)..... 37
3. Intervalo entre gerações (IGM) (dias) taxa líquida de reprodução (R_0), taxa intrínseca de crescimento (r_m) e taxa finita de aumento (λ) de *Bactrocera carambolae* mantida em bagas de *Vitis vinifera* 'Itália' e em acerolas (*Malpighia emarginata*), em laboratório (26 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; fotofase 12 h). 372

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1

1. Bagas de *Vitis vinifera* 'Itália' com puncturas de oviposição por *Bactrocera carambolae* (A); grupo de ovos depositados abaixo do epicarpo em uva 'Itália' (B); ovos expostos após rompimento do epicarpo da baga (C).31
2. Acerola (*Malpighia emarginata*), antes de ser oferecida para oviposição à *Bactrocera carambolae* (A); acerola após ser oferecida para oviposição à *Bactrocera carambolae* (B); polpa de acerola após rompimento do epicarpo na qual não é possível visualizar ovos ao microscópio estereoscópico (C).....34
3. Ritmo diário de oviposição de *Bactrocera carambolae* em uva (*Vitis vinifera*) 'Itália' e em acerola (*Malpighia emarginata*), em laboratório (26 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; fotofase 12 h).....38
4. Curvas de sobrevivência de adultos de *Bactrocera carambolae* criados em uva *Vitis vinifera* 'Itália' e acerola (*Malpighia emarginata*)......40

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira apresenta elevado potencial de geração de emprego e renda, movimentando parte importante da economia, principalmente pela sua gradativa inserção no mercado mundial como exportador de frutas (Fachinello *et al.*, 2011). Dentre as regiões produtoras de frutas no Brasil, destacam-se o Sul e o Nordeste, esta última devido à possibilidade de cultivos irrigados no Vale do Rio São Francisco, possui vários pólos com alta produtividade de frutas e várias safras ao longo do ano (Bustamante, 2009; Santos & Oliveira, 2009; Pederiva *et al.*, 2015).

Um dos principais entraves à produção de frutas em escala comercial no Brasil são as moscas-das-frutas, por causarem danos diretos e indiretos (Silva, Lemos & Zucchi, 2011). No Brasil, moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) de quatro gêneros, *Anastrepha* Schiner, *Ceratitis* Macleay, *Bactrocera* Macquart e *Rhagoletis* Loew possuem importância econômica (Malavasi & Zucchi, 2000). Enquanto *C. capitata* e espécies do gênero *Anastrepha* estão presentes em várias regiões, *Rhagoletis* ocorre só na região Sudeste e *Bactrocera* é restrito à região Norte (Oliveira & Paula-Moraes, 2006).

O gênero *Bactrocera* é nativo do sudeste Asiático e foi registrado pela primeira vez na América do Sul em 1986 no Suriname, representado apenas por *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock. Em 1996, a espécie foi detectada no Brasil, em Oiapoque, estado do Amapá e mais tarde, em Roraima, continuando até hoje restrita a estes dois Estados (Suk-Ling & Keng-Hong, 2007; Lemos, 2014). Sob controle oficial,

B. carambolae é a única espécie de moscas-das-frutas categorizada como Praga Quarentenária Presente no Brasil (Godoy, *et al.*, 2011)

As perdas econômicas associadas a invasões biológicas de moscas-da-frutas ao redor do mundo provocaram uma grande preocupação entre agências governamentais e agricultores com a introdução de *B. carambolae*, na América do Sul (Marchioro, 2016). A mosca-da-carambola é considerada a principal barreira fitossanitária para as exportações do agronegócio da fruticultura, pois os principais compradores de frutas brasileiras, como a União Européia, os países asiáticos, os EUA e os países do MERCOSUL, estabelecem restrições à aquisição de produtos oriundos de países exportadores onde a praga ocorre (Godoy *et al.*, 2011).

As vias de ingresso mais comuns de espécies exóticas são produtos vegetais importados para comércio, pesquisa científica, turismo ou ainda por outras formas, como dispersão natural, correio, lixo e bagagem de passageiros, que permitem a introdução e a dispersão dessas pragas (Godoy *et al.*, 2011). Contudo, a dispersão de *B. carambolae* para outras regiões produtoras de frutas é provável e possível e, segundo Pessoa *et al.* (2016), alguns perímetros do Vale do Rio São Francisco oferecem condições de temperatura e umidade relativa médias favoráveis a ótima adaptação e desenvolvimento da espécie.

Por ser uma praga quarentenária presente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) e do Departamento de Sanidade Vegetal (DSV), através do Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-Carambola (PNEMC), atuam visando o monitoramento e controle da praga (Silva *et al.*, 2005). Nos estados do Amapá e Roraima, como formas de controle da mosca, são utilizados blocos de madeira embebidos numa solução de metil-eugenol e inseticida malationa para aniquilação de machos, pulverizações de isca

tóxica (proteína hidrolisada + espinosina) e a destruição de frutos hospedeiros, nos locais onde forem detectados focos de ocorrência e/ou infestação da mosca (Silva, Lemos & Zucchi, 2011).

Até dezembro de 2016 tinham sido listadas 21 espécies de hospedeiros para *B. carambolae* na região Norte do Brasil, pertencentes a nove famílias botânicas, no entanto, dentre as espécies referidas, apenas em carambola aspectos da biologia de *B. carambolae* foram estudados (Jesus-Barros *et al.*, 2017a). Em outros países, os poucos trabalhos que fornecem informações a respeito da biologia desta espécie foram feitos em dietas artificiais, em laboratório.

Devido à importância quarentenária de *B. carambolae*, a possibilidade desta espécie vir a ocupar outras áreas e a carência de estudos a respeito de aspectos da biologia da mesma, informações sobre a bioecologia da praga são fundamentais para se conhecer o potencial de adaptação da mesma nas diferentes regiões produtoras de frutas. Este trabalho teve como objetivo conhecer a biologia de *B. carambolae* em laboratório utilizando como hospedeiros uva de mesa *Vitis vinifera* da cultivar Itália e acerola (*Malpighia emarginata*). Com os dados obtidos, foi calculada a tabela de vida de fertilidade visando estimar o potencial de crescimento populacional da espécie.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Moscas-das-frutas de importância para fruticultura no Brasil

A produção de frutas ocorre em todas as regiões do Brasil, mas predomina nas áreas de clima tropical e subtropical, onde a presença das moscas-das-frutas representa um dos principais entraves para a expansão da atividade frutícola (Silva, Lemos & Zucchi, 2011). Dentre as preocupações associadas à presença desta praga, pode-se destacar a redução na produtividade e as restrições quarentenárias impostas por países importadores, ocasionando a perda de importantes mercados e redução de empregos gerados pelo segmento (Deus & Silva, 2013; Silva, Lima & Deus, 2013; Querino *et al.*, 2014).

Os danos diretos causados pelas moscas-das-frutas ocorrem no momento da oviposição e pelas larvas que se alimentam da polpa e se desenvolvem no interior dos frutos, inviabilizando-os para o consumo (Salles, 1995). Segundo o autor, a fêmea, através da perfuração do fruto, depositando ou não o ovo, já causa dano irreversível. Outro tipo de dano ocorre pela alimentação das larvas, que consomem a polpa dos frutos e em geral, produzem um apodrecimento da mesma, ficando a área atacada decomposta, úmida e escurecida. Em certos frutos o apodrecimento ocorre somente quando as larvas estão plenamente desenvolvidas, antes, são danos do tipo galerias (Salles, 1995).

As espécies de moscas-das-frutas de Tephritidae têm distribuição por todos os continentes apresentando 4.448 espécies agrupadas em 484 gêneros, na região Neotropical, ocorrem na América do Sul, Central, Caribe, México e no sul dos Estados Unidos da América, (Correa, 2015).

No Brasil, as espécies de moscas-das-frutas de importância econômica pertencem a quatro gêneros: *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Bactrocera* e *Rhagoletis* (Malavasi & Zucchi, 2000). Entretanto, *Anastrepha* e *Ceratitis* são considerados os mais importantes, tendo ampla distribuição no território brasileiro, enquanto que *Rhagoletis* está presente na região Sudeste e *Bactrocera* restrito ao extremo Norte (Oliveira & Paula-Moraes, 2006).

O gênero *Anastrepha* tem distribuição na América Latina e já foram registradas nos últimos levantamentos, 120 espécies, encontradas especialmente em frutos nativos (Malavasi & Zucchi, 2000; Zucchi, 2008). *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) é a espécie com mais hospedeiros associados, sendo 109, entre frutíferas nativas e exóticas (Zucchi, 2008). Segundo o autor, as famílias de plantas com mais espécies de moscas do gênero *Anastrepha* associadas são Sapotaceae (19), Myrtaceae (17), Anacardaceae (11) e Passifloraceae (9).

No Brasil, o gênero *Ceratitis* é representado por apenas uma espécie, a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann), que ocorre com maior frequência em frutos exóticos (Zucchi, 1988; Malavasi & Zucchi, 2000). As famílias de frutíferas com o maior número de espécies relacionadas à *C. capitata* são: Myrtaceae (21), Rutaceae (14) e Rosaceae (9) (Malavasi & Zucchi, 2000; Zucchi, 2008).

O gênero *Rhagoletis* reúne aproximadamente 65 espécies univoltinas (Malavasi & Zucchi, 2000). Cada uma das espécies deste gênero infesta um conjunto único e mutuamente exclusivo de hospedeiros e, no Brasil, apenas quatro espécies estão

assinhaladas, dentre as quais apenas *Rhagoletis pomonella* (Walsh), tem merecido atenção especial por apresentar capacidade de infestar um hospedeiro de importância econômica, a maçã (Malavasi & Zucchi, 2000).

Nativo da região indo-australiana, o gênero *Bactrocera* e todas as espécies incluídas nele pertenciam ao gênero *Dacus*, antes da sua reorganização (Drew & Hancock, 1994). A maioria das espécies ocorre na Ásia tropical, sul do Pacífico e Austrália (Silva, Lemos & Zucchi, 2011). No Brasil este gênero é representado por uma única espécie, a mosca-da-carambola *B. carambolae*, que se encontra restrita aos estados do Amapá e Roraima, sendo a única espécie de moscas-das-frutas considerada praga quarentenária presente no Brasil (Malavasi & Zucchi, 2000; Silva, 2010; Godoy, *et al.*, 2011; BRASIL, 2013)

Uma praga quarentenária é caracterizada pelo Departamento de Sanidade Vegetal (DSV), seguindo os critérios estabelecidos pelas Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias (NIMFs 2 e 11) estabelecidas pela FAO, onde a base técnica e científica é a realização de uma Análise de Risco de Praga (ARP), que consiste em estimar a probabilidade de uma praga ausente estabelecer no país e identificar as possíveis vias de ingresso (Godoy, *et al.*, 2011). Segundo o mesmo autor, as espécies de moscas-das-frutas são definidas como quarentenárias quando são de importância econômica potencial para certa região, ausentes do país, ou quando presentes, não se encontram amplamente distribuídas e estão sob controle oficial. A introdução de pragas quarentenárias pode ter sérios impactos econômicos, sociais e ambientais, dentre os problemas ocasionados destacam-se: redução na produção de cultivos; perda de mercados ou aumento nos custos de exportação de produtos agrícolas, pela imposição de barreiras fitossanitárias, sejam elas domésticas e/ou internacionais; aumento dos gastos com controle fitossanitário, impacto sobre o manejo integrado de pragas em

execução ou em desenvolvimento; contaminação ambiental e de alimentos pelo aumento da necessidade de aplicação de agrotóxicos para o controle da praga introduzida; desemprego pela eliminação ou diminuição de um determinado cultivo ou produto em uma região; redução ou comprometimento de fontes de alimentos importantes para a população; gastos com programas de controle oficial ou medidas emergenciais de contenção (Morais *et al.*, 2016).

2.2 *Bactrocera carambolae*

A mosca-da-carambola *B. carambolae* é originária do sudeste da Ásia, especialmente, da Indonésia, Malásia e Tailândia, onde é considerada uma praga de importância econômica (Suk-Ling & Keng-Hong, 2007). Este tefritídeo tem como hospedeiros preferenciais carambola, *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae) e jambo *Syzygium jambos* (L.) Alston (Myrtaceae) (Suk-Ling & Keng-Hong, 2005). No Suriname, além da carambola e do jambo, *B. carambolae* foi registrada em “curacaoapple” *Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & Perry (Oxalidaceae), nas mirtáceas pitanga *Eugenia uniflora* L. e cereja-das-Índias-Orientais *Malpighia puniceifolia* L. e em manga *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) (Sauers-Muller, 2005).

Bactrocera carambolae foi relatada pela primeira vez na América do Sul em 1975, em Paramaribo, Suriname, em 1989 foi detectada na Guiana Francesa e, em 1996, no estado do Amapá, Brasil (Lemos, 2014). Após a primeira detecção nesse estado, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) iniciou o Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-Carambola, por meio da técnica de aniquilamento de machos, utilizando o paraferomônio metil-eugenol, misturado ao inseticida malationa, coleta de frutos e pulverização de iscas tóxicas (Silva *et al.*, 2005; Godoy *et al.*, 2011).

No Brasil são referidos como hospedeiros, abiu, *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk. (Sapotaceae), acerola, *M. emarginata*, ajuru, *Chrysobalanus icaco* L. (Chrysobalanaceae), ameixa-roxa, *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae), araçá, *Psidium guineense* Swartz (Myrtaceae), araçá-boi, *Eugenia stipitata* McVaugh (Myrtaceae), biribá, *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill. (Annonaceae), caju, *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae), carambola, *A. carambola*, cutite, *Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma (Sapotaceae), goiaba, *Psidium guajava* L. (Myrtaceae), jambo-vermelho, *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry (Myrtaceae), laranja-da-terra, *Citrus aurantium* L. (Rutaceae), manga, cv. Tommy Atkins e a crioula *M. indica*, muruci, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (Malpighiaceae), pimenta-de-cheiro, *Capsicum chinense* Jacq. (Solanaceae), pitanga, *E. uniflora*, sapotilha, *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (Sapotaceae), tangerina, *Citrus reticulata* Blanco (Rutaceae) e taperebá, *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) (Silva *et al.*, 2005; Adaime *et al.*, 2016).

O adulto de *B. carambolae* mede cerca de 7 a 8 mm de comprimento, apresenta a parte superior do tórax de coloração negra, o abdome amarelo e marcado por listras negras que se encontram formando um “T” (Silva *et al.*, 2005). As asas são claras sem faixa transversal, o mesonoto tem duas faixas longitudinais amarelas e o escutelo é amarelo (Silva *et al.*, 2004; Jesus-Barros *et al.*, 2017b).

Em relação ao ciclo biológico, Malavasi (2001) referiu que em condições controladas (26 °C; 70% UR), a fase de ovo dura de um a dois dias, a larval seis a nove dias e a pupal de oito a nove dias. Os adultos atingem a maturidade sexual oito a dez dias após a emergência, com longevidade média de 30 a 60 dias na natureza, podendo viver até seis meses (Silva, 2010). Segundo o autor, as fêmeas fazem puncturas em frutos verdes ou próximos a maturação, podendo depositar de três a cinco ovos imediatamente abaixo do epicarpo. As larvas passam por três ínstares, alimentando-se

da polpa e formando galerias. A pupação ocorre no solo, a uma profundidade de 2 a 7 cm.

O efeito de três diferentes dietas artificiais: a base de grãos, tofu e tapioca, a 27-33 °C, sobre o ciclo biológico de *B. carambolae* foi comparado por Himawan, Karindah & Hendrawan (2012), os quais constataram que a duração dos períodos embrionário (dois dias) e pupal (oito dias) foram semelhantes entre os insetos mantidos nas três dietas. Entretanto, os autores verificaram que quando alimentados com a dieta a base de grãos, o período larval foi menor (6,33 dias), o peso pupal maior (1,31 mg), assim como a longevidade (35 dias) e a fecundidade média (643,33 ovos/fêmea).

Danjuma *et al.* (2014) observaram o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento e sobrevivência de estágios imaturos de *B. carambolae* criados em dieta a base de goiaba e registraram que o período embrionário variou de 1,1 dias a 35 °C a 5,5 dias, a 15 °C. Os autores também verificaram um aumento em relação à duração da fase larval, de 6,1 dias a 35 °C, para 28,9 dias a 15 °C e o mesmo quanto à pupal, de 7,7 dias, a 30 °C, para 30,1 dias, a 15 °C. Os autores não constataram emergência a 35 °C.

Estudando a fecundidade e a longevidade de *B. carambolae*, em laboratório, sendo as larvas alimentadas com dieta a base de bagaço de cana ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase 12h), a partir de 20 casais recém-emergidos, Jesus-Barros *et al.* (2017a) registraram que o período de pré-oviposição durou em média $25,15 \pm 3,54$ dias, o de oviposição $62,73 \pm 7,84$ dias e o pico de oviposição foi no 28º dia. Os autores verificaram que cada fêmea colocou em média $1.088,26 \pm 167,82$ ovos ao longo da vida e sobreviveram, em média, $90,70 \pm 9,97$ dias.

O tamanho das posturas de *B. carambolae* foi caracterizado por Jesus-Barros *et al.* (2017b), em laboratório, expondo frutos de carambola, por 48 horas. Estes autores

observaram que as fêmeas não ovipositaram em frutos verdes e a maioria delas (70%) realizou pelo menos uma postura no fruto oferecido. Verificaram ainda que os ovos são sempre depositados em grupos, sendo o número de ovos/postura, em média, de $12,87 \pm 1,13$ ovos.

Apesar de *B. carambolae* estar restrita a dois estados brasileiros, muito têm sido questionado sobre o risco de dispersão da espécie para outras áreas, tendo em vista o seu comportamento polífago, e por ser uma praga quarentenária (Marchioro, 2016). Este autor realizou um trabalho com o objetivo de identificar áreas climáticas adequadas para a ocorrência de *B. carambolae* em escala global e inferir áreas brasileiras, com potencial para a propagação da praga, com foco nos riscos de invasão nas grandes áreas de produção de frutas no Brasil. O autor identificou áreas climáticas adequadas em regiões tropicais e subtropicais da América Central e do Sul, da África, costa oeste e leste da Índia e norte da Austrália, sugerindo que *B. carambolae* pode expandir seu alcance real na América do Sul, se medidas preventivas efetivas não forem tomadas. O autor concluiu ainda que, na fruticultura brasileira, a produção de caju é a que estaria em maior risco, com quase 90% de sua área cultivada dentro da faixa adequada para o desenvolvimento de *B. carambolae*, seguida por papaia (78%), tangerina (51%), goiaba (38%), limão (30%), laranja (29%), manga (24%) e abacate (20%). No mesmo sentido, Pessoa *et al.* (2016) também apresentaram considerações quanto ao potencial de adaptação de *B. carambolae* em regiões de dois perímetros irrigados do Vale do Rio São Francisco, Bebedouro (Petrolina,PE) e Mandacaru (Juazeiro,BA). Com base em dados de temperatura e umidade médias anuais, das estações meteorológicas localizadas nessas áreas irrigadas, estes autores indicaram condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de *B. carambolae* nestas regiões, que acrescidas à oferta de fruteiras hospedeiras preferenciais, apresentam potencial para adaptação da praga.

2.3 Cultura da videira

A videira pertence ao gênero *Vitis* L. (Vitaceae) que abrange aproximadamente 80 espécies botânicas (Alvarenga *et al.*, 1998). O seu centro de origem provável é a atual Groelândia e outras regiões hiperbóreas, pois, foram nestas áreas que se encontraram os fósseis mais antigos de plantas ancestrais das atuais videiras cultivadas (Souza, 1996). Segundo o autor, as videiras primitivas se dispersaram, seguindo basicamente duas direções principais: uma Américo-Asiática, outra Euro-Asiática, sendo que desta última se originou a *Vitis sezannensis* Saporta, consagrada como a mais importante *Vitis* terciária, elo da evolução para a *Vitis vinifera* L. A videira selvagem transformou-se aos poucos em cultivada, sendo que duas linhagens divergiram: cultivares apropriadas à vinificação, caracterizadas por cachos compactos, pequenos ou médios, de cor variável e as de mesa, com cachos e bagas grandes e, algumas variedades, sem sementes (Pommer, 2003).

No Brasil, o cultivo da videira teve início em torno do ano de 1535 na Capitania de São Vicente por portugueses que trouxeram cultivares europeias, porém, somente com a chegada dos imigrantes italianos, no final do século XIX, é que começou a ganhar importância no País (Souza, 1996). No Rio Grande do Sul, segundo o mesmo autor, o início da viticultura ocorreu nos chamados Sete Povos das Missões com uvas espanholas, entretanto, a expansão do cultivo também esteve associado à imigração italiana a partir de 1870-1875.

A fisiologia da videira é fortemente influenciada por elementos como temperatura, radiação solar, umidade atmosférica e disponibilidade hídrica no solo, que condicionam o crescimento, desenvolvimento e a produtividade, além de limitarem a difusão do cultivo nas diversas regiões do mundo (Teixeira *et al.*, 2002; Back *et al.*, 2013). A viticultura de clima temperado caracteriza-se por um ciclo anual, seguido de

um período de dormência induzido pelas baixas temperaturas do inverno (Camargo, Tonietto & Hoffmann, 2011). No entanto as cultivares americanas, devido a sua própria origem, são menos exigentes em frio que as europeias (Back *et al.*, 2013; Teixeira & Tonietto, 2013).

No Brasil, em 2017 a área plantada com videira foi de 76.583 hectares e a colhida de 75.773 hectares (IBGE, 2017), pouco inferior as registradas no ano de 2016, 78.830 hectares e 76.995 hectares, respectivamente (IBGE, 2016). No entanto, a produção em 2017 (1.547.264 toneladas) foi superior a de 2016 (984.451 toneladas) (IBGE, 2017).

No Rio Grande do Sul, maior estado produtor de uvas, em 2017 foram produzidas 750,60 milhões de quilos de uva (CONAB, 2017) sendo esta a maior safra a ser processada no Estado desde 2011. (IBRAVIN, 2017).

No vale do São Francisco, no ano de 2015 a área plantada com videira era de 6.140 hectares e a colheita de uvas foi de 251 mil toneladas, sendo que as duas principais regiões produtoras se encontram no polo de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) (Carvalho *et al.*, 2016). Na Bahia, em 2014, a área plantada com videira foi de 2.864 hectares com produção de 77.504 toneladas e em 2015, 2.861 hectares, produzindo 77.401 toneladas (Mello, 2016). Em Pernambuco, a área cultivada em 2014 e 2015 foi igual, 6.833 hectares, mas a produção se elevou de 236.767 toneladas para 237.367 toneladas em 2015 (Mello, 2016).

A uva tem dois mercados distintos: o dos fermentados e destilados alcoólicos e o da fruta de mesa e suco natural, cujas características de oferta e demanda são diferentes, além das propriedades relacionadas com o aroma, cor, paladar e tamanho das bagas (Teixeira *et al.*, 2002).

A produção de uvas no Brasil se dá por variedades americanas e híbridas para elaboração de sucos e vinhos e, por americanas e européias, para consumo *in natura*, tanto para o mercado interno como para exportação (Fachinello *et al.*, 2011).

O cultivo de videira, no Brasil, até a década de 60, esteve restrito às regiões Sul e Sudeste, mantendo as características de cultura de clima temperado, onde, após o ciclo de colheita, a videira passava por um período de repouso nas baixas temperaturas do inverno. A partir desta década, a uva ‘Itália’ passou a ser introduzida com sucesso na região semiárida do vale do submédio São Francisco, marcando o início da viticultura tropical no Brasil (Wendler, 2009).

As principais regiões produtoras de uva de mesa no País se concentram no vale do rio São Francisco (Juazeiro, BA e Petrolina, PE), nos estados do Paraná (região de Maringá), São Paulo (Pilar do Sul, São Miguel Arcanjo, Porto Feliz, Jales e Louveira) e em Minas Gerais (região de Pirapora) (Melo, 2007), enquanto que o Rio Grande do Sul se destaca como o principal produtor de uvas para processamento (Camargo *et al.*, 2008; Camargo, *et al.*, 2011; Formolo *et al.*, 2011).

A produção de vinhos finos brasileiros teve origem no Rio Grande do Sul, porém, o clima quente do vale do São Francisco, aliado a novas tecnologias de cultivo e irrigação que permitem mais de uma safra por ano, proporcionou que também no semiárido fossem produzidas uvas destinadas à produção de vinhos a partir da década de 80 (Debastiani *et al.*, 2015).

A cultivar Itália foi obtida por Ângelo Pirovano, em 1911, na Itália, por meio do cruzamento entre ‘Bicane’ x ‘Moscatel de Hamburgo’ (Leão, 2016). A ‘Itália’ é a mais importante cultivar de uvas finas no Brasil e tem sua produção concentrada nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e na região do vale do São Francisco, no Nordeste (Pommer, 2003; Leão *et al.*, 2013). A preferência desta cultivar por produtores se deve à

demanda dos consumidores, à adaptação ao cultivo sob plástico, à estabilidade de produção e ao tamanho dos cachos e bagas (Formolo *et al.*, 2011).

Os cachos têm a forma cilíndrica cônica, são grandes (400 a 800 g), um tanto alongados e naturalmente compactos, com boa resistência ao transporte e ao armazenamento, podendo ser conservados em câmaras frigoríficas. As bagas são grandes (8 a 12 g), ovaladas, com textura trincante, cor amarelada e sabor neutro levemente moscatel, quando bem maduras. A aderência ao pedicelo é boa, bem como a resistência ao rachamento, entretanto, apresenta baixa resistência a doenças e pragas (Pommer, 2003).

A duração dos estádios fenológicos da ‘Itália’, do começo da frutificação ao início do amadurecimento e até o final deste varia em função da época do ano, sendo o ciclo fenológico, em média, de 126 dias no primeiro semestre e de 123 dias no segundo, no semiárido brasileiro (Leão *et al.*, 2013). Na região de São Paulo o ciclo desta mesma cultivar é de aproximadamente 150 a 180 dias (Murakami *et al.*, 2002). Nas regiões mais frias do sul do Brasil, apresenta apenas um ciclo anual, no qual a planta, após a poda, inicia a brotação, floresce, frutifica, amadurece e entra novamente em repouso vegetativo (Kishino & Marur, 2007).

2.4 Cultura da aceroleira

Malpighia emarginata D. C. (Malpighiaceae), comumente conhecida como aceroleira ou cereja-das-antilhas é uma planta frutífera de porte arbustivo (Barbosa *et al.*, 1996; SEBRAE, 2015b). O centro de origem desta espécie não é bem definido, parece ter sempre existido na região do Caribe, de onde se propagou para outras áreas (Costa & Andrade, 2003). A espécie é referida como originária das Antilhas, no norte da América do Sul, América Central e Sul do México (Barbosa *et al.*, 1996).

O elevado teor de vitamina C contido nas acerolas fez com que o interesse pela planta aumentasse, impulsionando, a partir de 1946, o seu cultivo em diversos países como Cuba, Estados Unidos da América e Brasil (Barbosa *et al.*, 1996; Calgaro & Braga, 2012).

A aceroleira é uma planta dicotiledônea, arbustiva ou arbórea de pequeno a médio porte, que pode atingir até quatro metros de altura quando cresce espontaneamente, mas em condições de plantio comercial, atinge de 1,5 a 2,0 metros de altura (Barbosa *et al.*, 1996). Segundo os autores, as plantas apresentam tronco único ou ramificado, ramos densos e espalhados e, geralmente, curvados para baixo; as folhas são opostas com pecíolo curto, ovaladas ou elíptico-lanceoladas, medindo de 2,5 a 7,5 cm, de coloração verde-escuro e brilhante na face superior e verde pálido na inferior. Ainda conforme os autores, possuem inflorescências com, em média, duas a quatro flores hermafroditas, de coloração rósea a violeta esbranquiçada e, do aparecimento do botão floral a antese da flor, decorre, em geral, sete dias e o ciclo floral, da antese até o amadurecimento do fruto, é de 21 a 25 dias. A floração não é uniforme provocando a presença de flores e frutos em diversos estágios de desenvolvimento simultaneamente (Pio, 2003).

Os frutos da aceroleira podem ser arredondados, ovalados, ou cônicos, de coloração vermelha, roxa ou amarela, quando maduras (Freitas *et al.*, 2016). A frutificação pode ocorrer isolada ou em cachos de dois ou mais frutos, sempre na axila das folhas e estes podem atingir de 3 a 16 g, dependendo do genótipo e das condições ambientais (Barbosa *et al.*, 1996; Freitas *et al.*, 2016). As acerolas apresentam uma casca fina, sua polpa apresenta aproximadamente 73% de água e possuem teor de ácido ascórbico (vitamina C) variando entre 1% a 5% (peso/volume), o que corresponde a até 80 vezes a quantidade encontrada em limões e laranjas (Freitas *et al.*, 2016).

A aceroleira começa a frutificar entre 1,8 a 2 anos quando oriunda de estacas, entre 2 a 2,5 anos, proveniente de sementes e, em condições de irrigação, a produção inicia por volta dos 6 a 7 meses após o plantio (Barbosa *et al.*, 1996; Pio, 2003). Em plantios comerciais, a produção varia de 20 a 100 kg/planta/ano (Pio, 2003). Os frutos devem ser colhidos, preferencialmente, pelo período da manhã e o estágio ideal de colheita é quando a casca começa adquirir coloração vermelha, o que garante maior vida pós-colheita dos frutos (Freitas *et al.*, 2016).

O cultivo da aceroleira apresenta destaque na fruticultura nacional, em 2003 o país ocupava o primeiro lugar na produção e exportação de acerolas, em razão da existência de condições favoráveis de clima e solo para o cultivo (Pio, 2003). No vale do São Francisco, a aceroleira é uma das principais frutíferas cultivadas sob irrigação e uma importante fonte de renda para pequenos e médios produtores (Freitas *et al.*, 2016).

A área cultivada no Brasil é superior a 11.000 ha, com produção aproximada de 33.000 toneladas por ano, tendo destaque a região Nordeste que detém 66% da produção nacional (Oliveira *et al.*, 2015). Em 2012, no Brasil, a área plantada com aceroleiras era de aproximadamente 7.200 ha com uma produtividade de 150 mil toneladas de frutas por ano (Calgaro & Braga, 2012). Em 2008, o distrito irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí produziu em média 56 t/ha/ano, superando a produção do pólo de Petrolina, referência internacional na produção desta fruta, que produziu 20 t/ha/ano (Martins *et al.*, 2016).

A grande importância desta frutífera se deve ao alto teor de ácido ascórbico (vitamina C) presente nos frutos, tornando-os altamente requisitados no mercado mundial para o preparo de sucos e o consumo *in natura* (Pio, 2003). Outra grande vantagem do cultivo da aceroleira é o elevado número de safras/ano, geralmente quatro,

podendo chegar a sete no caso de cultivos irrigados, sendo que em pomares irrigados na região do submédio São Francisco, é possível ter-se produção o ano inteiro (Pio, 2003).

2.5 Danos de mosca-das-frutas em videira e aceroleira

No submédio do vale do São Francisco, *C. capitata* tem sido apontada causando danos em videira (Pacheco, 2016). Danos de indivíduos desta espécie em uva ‘Italia’, deixam as bagas com manchas escuras, na forma de riscos sinuosos, logo abaixo da casca (Pommer, 2003). Ainda nesta região foi constatado que *C. capitata* não só ovipositava, mas completava o ciclo biológico, em diversas variedades de uva (Habibe *et al.*, 2006).

No sul do Brasil, dentre os insetos que danificam as bagas, *A. fraterculus*, mosca-das-frutas sul-americana, é a mais frequente (Zart, 2008). Adultos desta espécie podem causar diferentes prejuízos à uva de mesa, que vão desde a queda de bagas, quando as fêmeas ovipositam na fase de grão ervilha, até o desenvolvimento de larvas que produzem galerias, depreciando a fruta para o comércio *in natura* (Zart *et al.*, 2009). De acordo com os autores, inicialmente, as puncturas são de difícil visualização a olho nu, porém, pode-se observar uma “marca” ocasionada pela perfuração do acúleo da fêmea. Quando a postura acontece no estágio de grão ervilha e no início da compactação de cachos pode ocorrer deformação das bagas, caracterizada pelo murchamento das mesmas (Zart, Botton & Fernandes, 2011). Além do dano direto, os autores relataram que as injúrias da praga facilitam a entrada de microrganismos fitopatogênicos, ampliando as perdas na pré-colheita.

Na acerola já foi relatada a infestação por *Anastrepha obliqua* Macquart, no estado do Pará (Ohashi *et al.*, 1997), também foram relatados danos de *C. capitata*

causando queda precoce dos frutos, alteração do gosto destes e depreciação para comercialização (Barbosa *et al.*, 1996; Pio, 2003).

2.6 Referências bibliográficas

ADAIME, R. et al. **Novos registros de hospedeiros da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no estado do Amapá, Brasil**. Macapá: EMBRAPA Amapá, 2016. 5p. (Comunicado técnico, 146).

ALVARENGA, A. A. et al. Origem e classificação botânica da videira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 104, p. 5-8, 1998.

BACK, A. J.; DELLA BRUNA, E.; DALBÓ, M. A. Mudanças climáticas e a produção de uva no Vale do Rio do Peixe - SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 159-169, 2013.

BARBOZA, S. B. S. C.; TAVARES, E. D.; MELO, M. B. **Instruções para o cultivo da acerola**. Aracaju: EMBRAPA / CPATC, 1996. 42 p. (Circular técnica, 6).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 59, de 18 de dezembro de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 dez. 2013. Seção 1. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/cefiti/leg/IN59-2013.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

BUSTAMANTE, P. M. A. C. A Fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: vantagens e desafios. **Revista Eletrônica do Nordeste**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 153-171, 2009.

CALGARO, M.; BRAGA, M. B. (Ed.). **A cultura da acerola**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA Semiárido, 2012. 144 p. (Coleção Plantar, 69).

CAMARGO, A. U. Impactos das cultivares brasileiras de uva no mercado interno e potencial no mercado internacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 12., 2008, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2008. p. 37-42.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progresso na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 144-149, 2011. Número especial.

CARVALHO, C. et al. **Anuário brasileiro da uva 2016**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2016. 64 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Uva industrial**. Brasília, 2017. 4p.

CORREA, S. C. **Suscetibilidade de diferentes variedades de uva à infestação das moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)**. 2015. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

COSTA, F. A.; ANDRADE, W. D. C. **A cultura da acerola no Brasil e no Pará: aspectos estruturais de produção e mercado**. Belém: ADS/Amazônia, 2003. 103p.

DANJUMA, S. et al. Effect of temperature on the development and survival of immature stages of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae*, and the Asian papaya fruit fly, *Bactrocera papaya*, reared on guava diet. **Journal of Insect Science**, Annapolis, v. 14, [art.] 126, 2014.

DEBASTIANI, G. et al. Cultura da uva, produção e comercialização de vinhos no Brasil: Origem, realidades e desafios. **Revista Cesumar Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, Maringá, v. 20, n. 2, p. 471-485, 2015.

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

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 109-120, 2011. Número especial.

FORMOLO, R. et al. Diagnóstico da área cultivada com uva fina de mesa (*Vitis vinifera* L) sob cobertura plástica e do manejo de pragas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 103-110, 2011.

FREITAS, S. T. et al. **Colheita e armazenamento de acerola destinada ao consumo in natura**. Petrolina, Embrapa Semiárido, 2016. (Instruções Técnicas, 126).

GODOY, M. J. S. et al. 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. 135-172.

HABIBE, T. C. et al. Infestation of grape *Vitis vinifera* by *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Sub-Medium Sao Francisco Valley, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE FROM BASIC TO APPLIED KNOWLEDGE, 7., 2006, Salvador. **Proceedings...** Salvador: SBPC, 2006. p. 183-185.

HIMAWAN, T.; KARINDAH, S.; HENDRAWAN, D. Growth and development of *Bactrocera carambolae* Drew & Handcock (Diptera: Tephritidae) on three artificial diets. **Journal Tropical Plant Protection**, Brawijaya, v. 1, n.1, p. 14-21, 2012.

IBGE -INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados de previsão de safra**: produção, área plantada, área colhida. Brasília, 2016. Disponível

em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=26&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Levantamento sistemático da produção agrícola: dezembro 2017. Brasília, 2017.

Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

IBRAVIN - INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Safra de uva 2017 é recorde no Rio Grande do Sul.** Bento Gonçalves: IBRAVIN, 2017. Disponível em:

<<http://www.ibravin.org.br/Noticia/safra-de-uva-2017-e-recorde-no-rio-grande-do-sul/281>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

JESUS-BARROS, C. R. et al. Fecundidade e longevidade de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). **Biotemas**, Florianópolis, v. 30, n. 4, p.7-13, 2017a.

JESUS-BARROS, C. R. et al. Tamanho das posturas de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) em carambola (*Averrhoa carambola*).

Entomotópica, Maracay, 2017b. Não publicado.

KISHINO, A. Y.; MARUR, I. P. H. Fatores climáticos e o desenvolvimento da videira.

In: KISHINO, A. Y. et al. **Viticultura tropical**. Londrina: IAPAR, 2007. p. 59-86.

LEÃO, P. C. S. et al. **Caracterização fenológica de cultivares de uvas de mesa do banco de germoplasma da EMBRAPA Semiárido**. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2013. 23 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106).

LEÃO, P. C. S. Cultivares. In: **Cultivo da videira**. 2. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. (Sistema de Produção, 1). Disponível em:

<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1gal1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=4102&p_r_p_-996514994_topicoId=1307>. Acesso em: 13 jul. 2016.

LEMOS, L. N. **Mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) em sistemas de cultivo e entorno no estado do Amapá, Brasil**. 2014. 80 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014.

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.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 327p.

MARCHIORO, C. A. Global potential distribution of *Bactrocera carambolae* and the risks for fruit production in Brazil. **PLoS One**, São Francisco, v. 11 n. 11, 2016.

MARTINS, E. A. et al. Rentabilidade da produção de acerola orgânica sob condição determinística e de risco: estudo do distrito de irrigação Tabuleiro Litorâneo do Piauí. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 54, n. 1, p. 9-28, 2016.

MELO, A. L. F. Uva. **Revista Hortifruti**, Piracicaba, v. 6, n. 64, p. 30-31, 2007.

MELLO, L. M. R. **Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2016. Disponível em: <<https://www.EMBRAPA.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/9952204/artigo-desempenho-da-vitivinicultura-brasileira-em-2015>> Acesso em: 05 fev. 2018.

MORAIS, E. G. F. et al. Pragas de expressão quarentenária na Amazônia. In: SILVA, N. et al. **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. Brasília: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2016. p. 528-533.

MURAKAMI, K. R. N. et al. Caracterização fenológica da videira cv. 'Italia' (*Vitis vinifera* L.) sob diferentes épocas de poda na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 615-617, 2002.

OHASHI, O. S. et al. **Ocorrência de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) em acerola, *Malpighia puniceifolia* L. no estado do Pará**. Santo Antônio de Goiás: Sociedade Entomologica do Brasil, 1997. v. 26. (Comunicado científico).

OLIVEIRA, J. E. M.; NICODEMO, D.; OLIVEIRA, F. F. Contribuição da polinização entomófila para a produção de frutos de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 56-65, 2015.

OLIVEIRA, M. R. V.; PAULA-MORAES, S. V. **Mosca-das-frutas (Diptera; Tephritidae) com potencial quarentenário para o Brasil**. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

PACHECO, M. G. **Bioecologia e tratamento quarentenário de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) com raios X em uvas de mesa no submédio do Vale do São Francisco**. 2016. 152 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

PEDERIVA, C. J. et al. Produção de frutíferas na região sul do Brasil. In: SIMPÓSIO DE AGRONOMIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2., 2015, Itapiranga. **Anais...** Itapiranga: Faculdades de Itapiranga, 2015.

PESSOA, M. P. C. Y. et al. **Estimativa de potencial adaptação de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Praga Quarentenária A2): estudo de caso para dois perímetros irrigados do vale do Rio São Francisco**. Campinas, SP: EMBRAPA Gestão Territorial, 2016. 2p. (Nota Técnico-Científica).

PIO, R. **O cultivo da acerola**. Piracicaba: ESALQ, 2003. 28p.

POMMER, C. V. **Uva tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 778p.

QUERINO, R. B. et al. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) community in guava orchards and adjacent fragments of native vegetation in Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 97, n. 2, 2014.

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

SANTOS, R. C.; OLIVEIRA, G. B. Um estudo sobre o cultivo de frutas como alternativa de desenvolvimento do sub-médio São Francisco. **Revista das Faculdades Santa Cruz**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 31-47, 2009.

SAUERS-MULLER, A. V. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 203-214, 2005.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Mercado de fruticultura: panorama do setor no Brasil**. Brasília, 2015a.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **O cultivo e o mercado da acerola**. Brasília, 2015b.

SILVA, R. A.; LIMA, A. L.; DEUS, E. G. Controle biológico de moscas-das-frutas na Amazônia: um caminho para desenvolvimento sustentável da fruticultura. **Inclusão Social**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 90-99, 2013.

SILVA, R. A. et al. **Mosca-da-carambola: uma ameaça a fruticultura brasileira**. Amapá: EMBRAPA Amapá, 2004. 15 p. (Circular técnica, 31).

SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Amapá: EMBRAPA Amapá, 2011. 299 p.

SILVA, R. A. et al. Ocorrência da mosca-da-carambola no estado do Amapá. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 4, n. 7, 2005.

SILVA, S. F. **Abordagem biogeográfica: potencial de distribuição e extensão geográfica da mosca-da-carambola *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (1994), no Brasil**. 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

SOUZA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791 p.

SUK-LING, W.; KENG-HONG, T. Female sexual response to male rectal volatile constituents in the fruit fly, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 40, n. 2, p. 365-372, 2005.

SUK-LING, W.; KENG-HONG, T. Temporal accumulation of phenylpropanoids in male fruit flies, *Bactrocera dorsalis* and *B. carambolae* (Diptera: Tephritidae) following methyl eugenol consumption. **Chemoecology**, Basel, v. 17, p. 81-85, 2007.

TEIXEIRA, A. H. C. et al. Aptidão agroclimática da cultura da videira no estado da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p.107-111, 2002.

TEIXEIRA, A. H. C.; TONIETTO, J. Caracterização das condições termo-hidrológicas da cultura da videira para vinho na região semiárida brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 18., 2013, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2013.

WENDLER, D. F. **Sistema de gestão ambiental aplicado a uma vinícola**: um estudo de caso. 2009. 176 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

ZART, M. **Bioecologia de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em videira**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

ZART, M.; FERNANDES, O. A.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2009. 8 p. (Circular Técnica, 81).

ZART, M.; BOTTON, M.; FERNANDES, O. A. Injurias causadas por mosca-das-frutas Sul-americana em cultivares de videira. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 64-71, 2011.

ZUCCHI, R. A. **Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Brazil: *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2008. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

ZUCCHI, R. A. Mosca-das-frutas (Dip.:Tephritidae) no Brasil: taxonomia, distribuição geográfica e hospedeiros. In: SOUSA, H. M. L. (Coord.). **Mosca-das-frutas no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 1-10.

3 CAPÍTULO 1

Biologia da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) em uva 'Itália' e acerola

3.1 Introdução

A mosca-da-carambola *B.carambolae* é uma espécie nativa do sudeste Asiático, presente na América do Sul desde 1986 (Malavasi & Zucchi, 2000; Silva, Lemos & Zucchi, 2011). No Brasil, foi registrada pela primeira vez em 1996 e está restrita aos estados do Amapá e Roraima (Godoy *et al.*, 2011; Morais *et al.*, 2016). Apresenta o status de praga quarentenária presente, encontrando-se sob controle oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) através do Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-carambola (PNEMC) (BRASIL, 2013). Trata-se de uma das pragas de maior impacto na fruticultura, especialmente por ser considerada a principal barreira fitossanitária para as exportações (Godoy *et al.*, 2011; Ferreira & Rangel, 2015).

A fruticultura é um dos setores de maior destaque no agronegócio brasileiro, com uma grande variedade de culturas produzidas em todo o país e em diversos climas, sendo o Brasil, o terceiro maior produtor de frutas no mundo (SEBRAE, 2015). O Sul do Brasil e o Nordeste destacam-se como importantes pólos de produção de frutas, sendo que neste último, os modernos sistemas de irrigação aliados às altas temperaturas durante todo o ano, permitem uma produção contínua (Bustamante, 2009; Pederiva *et al.*, 2015).

A possível dispersão da espécie para outras regiões do país poderia colocar em risco a produção de frutas, dependendo da capacidade de multiplicação da mosca nas diferentes culturas (Marchioro, 2016; Pessoa *et al.*, 2016; Jesus-Barros *et al.*, 2017a). Além disso, trata-se de uma praga de grande expressão econômica em razão de restrições quarentenárias impostas por países importadores que não a possuem em seus territórios (Silva, *et al.*, 2005).

Dentre as frutíferas, destacam-se no Brasil a videira amplamente cultivada na região Nordeste e Sul e recentemente a aceroleira na Norte e Nordeste, cujo interesse no mercado mundial foi despertado, pelo alto teor de vitamina C nos frutos (Calgaro & Braga, 2012; Pederiva *et al.*, 2015).

A produção de uvas tem grande importância econômica para o País, especialmente no Nordeste, pela alta produtividade e a possibilidade de mais de uma safra ao longo do ano (Debastiani *et al.*, 2015). Segundo os autores, a maior parcela das uvas e seus derivados são destinados ao consumo interno e, para o mercado externo, destacam-se o suco de uva concentrado e a uva de mesa.

O Brasil é considerado o maior produtor, consumidor e exportador mundial de acerola, destacando-se a região Nordeste como maior produtora e a aceroleira, da mesma forma que a videira, apresenta várias safras durante o ano naquela região (Calgaro & Braga, 2012). Frente à importância de *B. carambolae* para a fruticultura nacional e o pouco conhecimento que se tem a respeito dos parâmetros biológicos da mesma, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a biologia de *B. carambolae* em *V. vinífera* cv. Itália e em acerola, *M. emarginata* e calcular parâmetros da tabela de vida de fertilidade.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Criação da mosca-da-carambola

A criação artificial de *B. carambolae* foi estabelecida no ano de 2013 e mantida no Laboratório de Proteção de Plantas da EMBRAPA Amapá, em Macapá, AP. As larvas foram mantidas em sala climatizada (28 ± 1 °C; $80 \pm 10\%$ UR; sem fotofase) e alimentadas com dieta artificial a base de bagaço de cana-de-açúcar. Os ovos foram

coletados através de substrato artificial de oviposição. A dieta foi disposta em placas de Petri (15 x 2,5 cm), onde os ovos foram depositados sobre uma camada de papel filtro (4 x 6 cm) umedecido. As placas com a dieta e os ovos foram colocadas sobre bandejas plásticas (38 x 53 x 8 cm) contendo aproximadamente 1,5 cm de vermiculita fina no fundo, para que as larvas empupassem. Os pupários permaneceram até a emergência em potes plásticos (500 ml) também contendo vermiculita no fundo, em câmara incubadora (26 ± 1 °C; 12 h de fotofase). Os adultos foram mantidos em sala climatizada (27 ± 1 °C; $70 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase), em gaiolas confeccionadas com caixa plástica transparente (53 x 37 x 35 cm), cerca de 150 casais por gaiola, recebendo alimento à base de proteína (Bionis[®] YE MF) e açúcar refinado na proporção de 1:3 e água (Bariani et al., 2016).

3.2.2 Biologia de *B. carambolae* em uva ‘Itália’ e acerola

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Proteção de Plantas da EMBRAPA Amapá, em Macapá, AP, de outubro de 2016 a maio de 2017, com insetos oriundos da criação. Os adultos utilizados nos experimentos com a uva e a acerola foram da sexta e da sétima geração de laboratório, respectivamente.

As uvas utilizadas foram provenientes de cultivo do Vale do São Francisco, cujas aplicações de inseticidas haviam se encerrado 60 dias antes da colheita e foram colhidas no ponto de colheita comercial. Na ocasião do recebimento foi separada uma amostra de 20 bagas e estas foram medidas, pesadas e quantificados os sólidos solúveis (°Brix) através de refratômetro digital (Hanna, modelo - HI 96801) e os valores médios registrados foram $2,14 \pm 0,03$ cm, $0,008 \pm 0,0003$ g e $15,1 \pm 0,61$, respectivamente. As bagas começaram a ser oferecidas aproximadamente sete dias após terem sido colhidas.

Seis grupos de 20 casais oriundos de uma das gaiolas da criação, sexualmente maduros (20 a 28 dias de idade), foram separados em potes de plástico (21 x 14 x 12 cm), com o mesmo alimento utilizado na criação e água. Para cada grupo foram oferecidas dez bagas de *V. vinifera* cultivar 'Itália', para que as moscas adquirissem um contato prévio com este substrato de oviposição (experiência), por um período de 24 horas. Antes de serem oferecidas às moscas, as uvas foram inspecionadas, para garantir a ausência de puncturas de oviposição provenientes do campo e permaneceram imersas em solução de hipoclorito a 0,005% por uma hora, depois foram lavadas e secas (Menezes & Assis, 2004). Após este período, diariamente, por nove dias foram oferecidas dez uvas para cada grupo de casais, por um período de três horas e meia (11h às 14h30min), totalizando uma amostra de 540 bagas. Logo após a exposição, todas as bagas foram observadas sob estereomicroscópio binocular, para registro das puncturas de oviposição, as quais foram marcadas com caneta esferográfica. Posteriormente, cada baga foi individualmente acondicionada em pote plástico (200 ml) contendo no fundo uma camada de 0,5 cm de vermiculita fina (tipo B), esterilizada e estes foram mantidos em sala climatizada ($28 \pm 1^\circ\text{C}$; $80 \pm 10\%$ UR; sem fotofase).

Cinco dias após exposição uma amostra de 270 bagas, cinco de cada conjunto exposto, foram abertas para contagem do número de ovos viáveis e inviáveis. As outras 270 bagas permaneceram nos potes com vermiculita na mesma câmara até o trigésimo dia, sendo estes diariamente examinados para registro de larvas e/ou pupários. Cada pupário foi pesado em balança de precisão (Adventurer™, modelo - AR3130-3L0) e individualizado em tubos de vidro com o fundo chato (8,5 x 1,5 cm), contendo vermiculita esterilizada, papel filtro umedecido e fechado com parafilme (Parafilm M®). Os frascos com pupários foram mantidos em estufa incubadora ($26 \pm 1^\circ\text{C}$; fotofase 12 h) até a emergência.

Os pupários foram diariamente observados registrando-se a emergência, o sexo e o percentual de adultos deformados. Com os adultos sem deformação, formaram-se casais, separados em potes plásticos (21 x 14 x 12 cm) recebendo água e a mesma dieta utilizada na criação. Para cada casal, a partir do sétimo dia de vida, foi oferecido um substrato artificial de oviposição conforme descrito por Bariani *et al.* (2016) e no seu interior, foi colocada uma mistura de água e polpa de uva da mesma cultivar. Diariamente, os substratos foram substituídos e os ovos contados. Vinte ovos de cada dia ou todos, quando o número era inferior a vinte, foram colocados sobre tecido esponja umedecido com água destilada e mantidos em estufa incubadora (26 ± 1 °C; fotofase 12 h) para registro da eclosão. Este procedimento foi repetido por todo o período de oviposição. Os ovos foram avaliados diariamente por seis dias anotando-se o número de larvas em cada dia. Os casais foram mantidos até a morte.

As variáveis registradas foram o número de puncturas, o total de ovos, ovos viáveis e pupários, o peso dos pupários, a duração das fases ovo-pupa, pupa e ovo-adulto, razão sexual, longevidade, fecundidade, fertilidade e a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição.

As acerolas foram oriundas de pomar orgânico situado na área rural de Macapá, Amapá. Os frutos, com cerca de 0,5 cm de diâmetro, dois a três dias após a floração, foram protegidos por sacos confeccionados com tecido do tipo voile. No início da maturação (quando a coloração do epicarpo passava de verde a amarelo) os frutos foram colhidos a cada dois dias e levados para o laboratório. Uma amostra de 20 frutos foi separada e estes foram medidos, pesados e quantificados os sólidos solúveis (°Brix) através de refratômetro digital (Hanna, modelo - HI 96801) e os valores médios registrados foram de $2,5 \pm 0,03$ cm, $0,008 \pm 0,0002$ g e $6,8 \pm 0,09$, respectivamente.

A metodologia seguida com acerola de desinfecção, infestação e avaliação foi a mesma utilizada com as uvas. Em relação à acerola, não puderam ser registrados as puncturas e o número de ovos depositados, devido à coloração e consistência da polpa, que não permitia uma avaliação segura, assim com este fruto foram realizadas avaliações a partir da fase de pupa.

3.2.3 Análise estatística

Foram calculadas médias, erros padrões e percentuais de viabilidade para cada aspecto avaliado. As médias foram submetidas ao teste de homocedasticidade e, de acordo com o resultado, comparadas por ANOVA ou Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5%, utilizando o programa Bioestat[®] 5.0 (Ayres et al., 2007). Foram calculados parâmetros da tabela de vida de fertilidade, segundo Silveira Neto *et al.* (1976), determinando-se: taxa líquida de reprodução (R_0); intervalo entre gerações; taxa intrínseca de aumento (r_m) e razão finita de aumento (λ). A sobrevivência foi calculada através de curvas de sobrevivência pelo método Kaplan-Meier pelo programa IBM SPSS Statistics 23 (IBM, 2013).

3.3 Resultados e discussão

Foram constatadas puncturas (Figura 1A) em 99% das bagas oferecidas aos casais de *B. carambolae* ao longo de nove dias. A média de puncturas por fêmea foi de $1,48 \pm 0,05$ e não diferiu entre os dias ($F = 2,1093$; $gl = 8$; $p = 0,0542$). A presença de puncturas de oviposição em bagas de duas cultivares de videira, 'Itália' e 'Niágara Rosada' já foi relatada para outro Tephritidae, *A. fraterculus* (Zart, Fernades & Botton, 2010). A lesão de punctura realizada por esta espécie pode causar deformação e queda

das bagas (Zart, Botton & Fernandes, 2011). No presente estudo foi possível detectar que as fêmeas de *B. carambolae* realizaram puncturas nas bagas de uva ‘Itália’ demonstrando o potencial que esta espécie tem para causar este mesmo tipo de injúria. O número médio de puncturas por fêmea da mosca-da-carambola registrado foi inferior ao constatado em carambola (*A. carambola*) ($2,57 \pm 0,27$) por Jesus-Barros *et al.* (2017b). Tendo em vista que cada carambola foi exposta a apenas uma fêmea de *B. carambolae*, os resultados sugerem que a presença de muitos indivíduos (20) nas uvas, pode ter gerado competição, reduzindo o número de puncturas por indivíduo. O tamanho do fruto também pode ter interferido no número de puncturas, uma vez que as uvas, embora tenham sido oferecidas em número superior (10), a área disponível para oviposição/fêmea quando comparada a da carambola era menor. O estágio de maturação das carambolas quando ofertadas às moscas era verde e verde-maduro enquanto que as uvas já estavam maduras, possivelmente menos atrativas, fator que pode ser responsável pelo maior número de puncturas/fêmea observado por Jesus-Barros *et al.* (2017b).

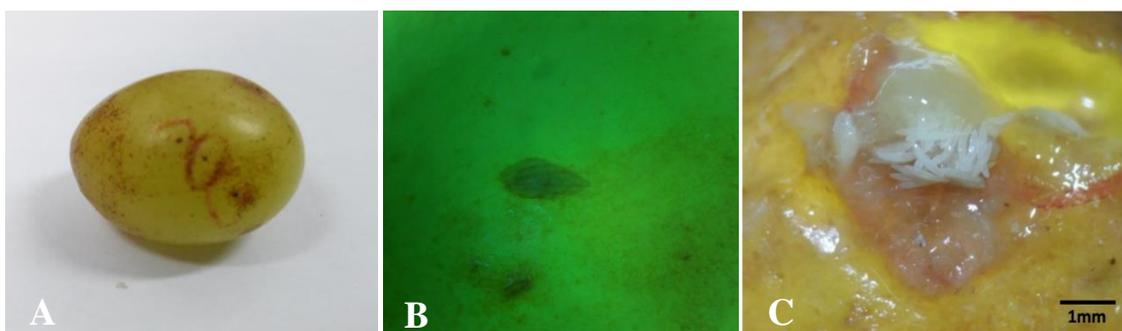


FIGURA 1. Bagas de *Vitis vinifera* ‘Itália’ com puncturas de oviposição por *Bactrocera carambolae* (A); grupo de ovos depositados abaixo do epicarpo em uva ‘Italia’ (B); ovos expostos após rompimento do epicarpo da бага (C).

Bactrocera carambolae depositou ovos nas bagas em grupos e logo abaixo do epicarpo (Figura 1B e 1C), semelhante ao descrito para *A. fraterculus* por Paranhos (2008) e Godoy *et al.* (2011). Em *Bactrocera dorsalis* (Hendel) Xu *et al.* (2012) também

verificaram que em uvas, os ovos foram colocados em grupos e a aproximadamente 1-2 mm abaixo do epicarpo. É importante salientar que nas uvas, em algumas puncturas não foram encontrados ovos, deste modo *B. carambolae* mesmo não infestando as bagas, pode causar danos lesionando o epicarpo com o ovipositor.

O número médio de ovos por fêmea em uvas foi de $9,87 \pm 0,36$. Cada punctura continha em média $7,3 \pm 0,22$ ovos sendo que em 15% destas constatou-se de um a três ovos. O número médio de ovos/fêmea constatado nas bagas foi inferior ao observado por Jesus-Barros *et al.* (2017b), também em laboratório, em carambolas ($33,09 \pm 4,49$). Esta diferença pode estar relacionada ao tempo em que cada fruto foi exposto, enquanto cada carambola foi ofertada por 48 horas, as uvas permaneceram com as moscas por apenas por três horas e meia. Em relação ao número de ovos depositado por *B. carambolae* por punctura, os valores aqui observados nas uvas, inferiores aos registrados por Jesus-Barros *et al.* (2017b) e superiores aos de Chua (1994), ambos em carambolas em laboratório, parece não estar relacionado nem a espécie nem a quantidade de frutos hospedeiros. Conforme demonstrou Chua (1994) em laboratório, o tamanho dos grupos de ovos depositados por *B. carambolae* em carambolas, não estava associado ao fato das fêmeas terem à disposição apenas um fruto ou vários. Em pomar de caramboleiras naturalmente infestadas por *B. carambolae* Chua & Khoo (1995) verificaram um número variável de ovos/punctura, o que os autores atribuíram a uma estratégia para evitar a competição intraespecífica e/ou para escapar de inimigos naturais. Na espécie *B. dorsalis* Xu *et al.* (2012) constataram que as fêmeas responderam ao aumento da oferta de frutos, colocando grupos menores em um maior número de hospedeiros.

A média de ovos viáveis por baga $0,4 \pm 0,06$ foi extremamente baixa, visto que do total de 10.658 ovos contabilizados, apenas 1.142 foram viáveis (10,7%). Apesar do

grande número de ovos depositados por *B. carambolae* a viabilidade foi baixa, este resultado pode estar relacionado ao tipo de alimento no qual as larvas foram criadas, uma dieta cujo elemento estrutural é o bagaço de cana-de-açúcar e a fonte protéica a proteína de soja (Bariani *et al.*, 2016). Outro fator que pode ter também influenciado a viabilidade é o endocruzamento que ocorre quando uma criação é mantida no laboratório, sem a introdução periódica de indivíduos selvagens, neste caso os insetos utilizados eram da sexta geração de laboratório.

Apesar do alto número de ovos encontrado nas uvas, a média de pupários por baga ($0,1 \pm 0,02$) foi baixa, com um mínimo de zero e um máximo de quatro, indicando baixa viabilidade para a fase larval, 1,5%. Das 300 bagas observadas, em 95,3% não houve formação de pupário e a viabilidade pupal foi de 82,4%. O reduzido número de pupários formados nas uvas também evidencia a baixa viabilidade da fase larval a qual pode estar tanto associada ao fato da uva não ser um hospedeiro nutricionalmente adequado, como à competição intraespecífica alta, uma vez que apenas 25% das larvas presentes em uma baga atingiram a fase pupal. Outro fator que pode explicar esta baixa viabilidade é o fato das uvas terem sido expostas já maduras às moscas, reduzindo assim o tempo em que estariam fornecendo nutrientes adequados para o desenvolvimento larval. De acordo com Chu & Tung (1996), a viabilidade larval em *B. dorsalis*, em uvas, foi dependente do estágio de maturação destas. Em *C. capitata*, Krainacker, Carey & Vargas (1987) verificaram que a qualidade nutricional do fruto é o principal fator que afeta a performance larval, o que também foi constatado por Zanardi *et al.* (2011), que compararam o desenvolvimento larval desta mesma espécie em caqui, maçã, pêsego e uva verificando que esta última, embora apresentasse um maior valor de proteínas totais, também possuía a maior quantidade de ácidos solúveis e de pH, o que pode afetar o desenvolvimento do tefritídeo dentro da baga. Segundo Dukas, Prokopy &

Duan (2001), há variação da qualidade nutricional dentro de um mesmo fruto, assim em infestações altas, a ingestão de tecidos menos nutritivos é mais provável.

No experimento com acerolas as puncturas de oviposição e ovos presentes na polpa dos frutos não puderam ser contabilizados visto que a cor do epicarpo e a consistência da polpa (Figura 2) não permitiram uma avaliação segura, assim, os registros para este fruto foram feitos a partir dos pupários.

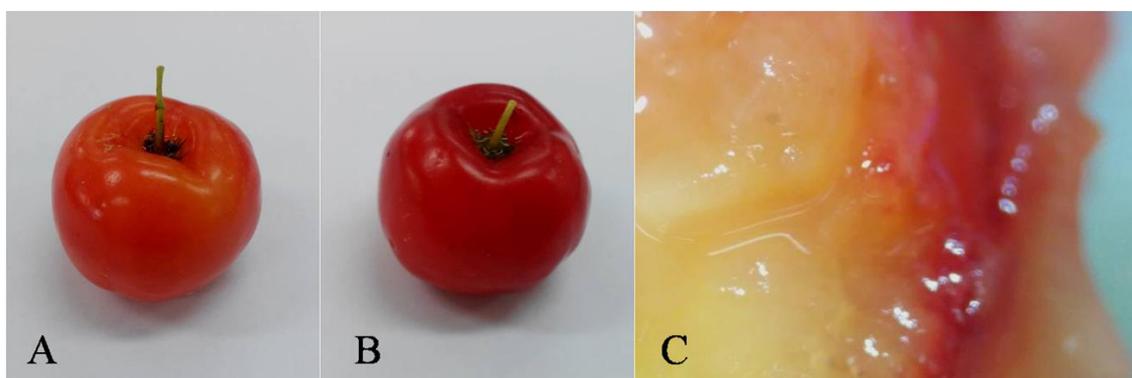


FIGURA 2. Acerola (*Malpighia emarginata*), antes de ser oferecida para oviposição a *Bactrocera carambolae* (A); acerola após ser oferecida para oviposição a *Bactrocera carambolae* (B); polpa de acerola após rompimento do epicarpo, na qual não é possível visualizar ovos ao microscópio estereoscópico (C).

Em relação à acerola, a média de pupários por fruto foi de $0,5 \pm 0,10$ (mínimo zero e máximo 16), maior que a observada nas uvas. Das 540 acerolas avaliadas, 80,4% continha pupários e a viabilidade da fase pupal foi de 70,6%. O número de pupários formados nas acerolas expostas à mosca-da-carambola foi maior do que nas uvas. De fato, a acerola já foi relatada como sendo hospedeiro da mosca-da-carambola, tanto no Suriname, por Sauers-Muller (2005), como no Brasil por Adaime *et al.* (2016).

Embora as fases de ovo e larva tenham apresentado uma baixa viabilidade para uva, a pupal (82,4%) foi alta, o mesmo foi observado em acerola (70,6%). Estes valores são corroborados pelos registrados por Himawan, Karindah & Hendrawan (2012),

embora alimentando as larvas de *B. carambolae* com dietas a base de grãos (92,1%) e de tofu (83,2%).

O peso médio de pupários dos insetos mantidos na uva ($11 \pm 0,7$ mg), variou de 3 a 14 mg e foi maior ($H = 8,3839$; $gl = 1$; $p = 0,0038$) que os oriundos de acerolas ($8 \pm 0,3$ mg) cuja variação foi de 1 a 10 mg. O menor peso dos pupários obtidos em acerola em comparação à uva pode ser explicado pelo maior número destes observados por fruto, o que fez com que o recurso alimentar disponível fosse dividido por um número maior de larvas. Zart, Fernades & Botton (2010) mantendo *A. fraterculus*, em uva 'Itália', obtiveram pupários mais pesados ($15,1 \pm 0,31$ mg) e valores similares também foram detectados para *Anastrepha* sp. em frutos de mirtáceas (Salles & Leonel, 1996). Estes últimos autores mencionaram que os pupários mais pesados eram constatados quando os frutos possuíam menor número destes.

A duração média do período de ovo-pupa em uva foi maior ($H = 12,4094$; $gl = 1$; $p = 0,0004$) que em acerola, assim como opupal ($H = 25,3680$; $gl = 1$; $p < 0,0001$) e do período ovo-adulto ($H = 27,7148$; $gl = 1$; $p < 0,0001$) (Tabela 1). A duração do período ovo-pupa, pupal e ovo-adulto foi significativamente menor para os insetos que se desenvolveram em acerola, diferença esta que pode ser decorrente da qualidade nutricional distinta entre estes dois hospedeiros. As acerolas podem ter ofertado recursos adequados e suficientes para as larvas, permitindo assim que o ciclo biológico fosse menor, tendo em vista que a única diferença entre os dois grupos foi o fruto hospedeiro.

Não foi detectada diferença entre as fêmeas de *B. carambolae* provenientes de bagas de uva 'Itália' e de acerolas para a duração dos períodos de pré-oviposição ($H = 0,1379$; $gl = 1$; $p = 0,7103$), oviposição ($H = 0,6791$; $gl = 1$; $p = 0,4099$) e pós-oviposição ($H = 0,6014$; $gl = 1$; $p = 0,4380$) (Tabela 2).

TABELA 1. Duração média (\pm EP) (dias) e intervalo de variação (IV) dos períodos ovo-pupa, pupal e ovo-adulto de *Bactrocera carambolae* mantidas em bagas de uva *Vitis vinifera* 'Itália' e em acerola (*Malpighia emarginata*), em laboratório (26 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; fotofase 12 h). (N = número de insetos avaliados)

Período	Uva			Acerola		
	N	Média (\pm EP)	IV	N	Média (\pm EP)	IV
Ovo – Pupa	17	10,6 \pm 0,29a*	9 – 14	281	9,2 \pm 0,17b	6 – 16
Pupal	14	14,7 \pm 1,27a	6 – 24	281	9,5 \pm 0,17b	3 – 17
Ovo – Adulto	14	25,8 \pm 1,10a	17 – 35	317	19,7 \pm 0,21b	16 – 40

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem pelo teste de Dunn ($p > 0,05$).

Fêmeas de *B. carambolae* oriundas de carambolas e mantidas nas mesmas condições de laboratório também apresentaram períodos de pré-oviposição e oviposição longos (Jesus-Barros *et al.* 2017a). Fêmeas de tefritídeos pelo fato de serem sinovigênicas, necessitam ingerir alimento, especialmente proteico, para maturação de oócitos ao longo da vida (Tsiropoulos, 1983; Zucoloto, 2000). Assim a duração do período de pré-oviposição observada para *B. carambolae* parece ser semelhante ao de outras espécies deste grupo.

As primeiras oviposições de *B. carambolae* oriundas de uva foram verificadas entre o 13° e 18° dia após a emergência e estenderam-se até o 100° dia (Figura 3). Entre o 20° e 70° dia, a quantidade de ovos depositada apresentou acentuada variação entre os dias. Nas fêmeas que se desenvolveram em acerola, as primeiras posturas ocorreram entre o oitavo e o 14° dia após a emergência, no entanto, uma fêmea ovipositou apenas a partir do 92° dia de vida e manteve a atividade até o 134° dia (Figura 1). A maior

quantidade de ovos foi depositada entre o 11º e 31º dia, durante este período esta ficou num mesmo patamar, decrescendo a seguir.

TABELA 2. Duração média (\pm EP) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (dias) e longevidade média (\pm EP) (dias) e respectivos intervalos de variação (IV) de adultos de *Bactrocera carambolae* acasalados mantidos em bagas de *Vitis vinifera* ‘Itália’ e em acerolas (*Malpighia emarginata*), em laboratório (26 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; fotofase 12 h) (N = número de insetos avaliados).

Parâmetro	Uva			Acerola		
	N	Média (\pm EP)	IV	N	Média (\pm EP)	IV
Período (dias)						
Pré-oviposição	5	$14,8 \pm 0,80^1$	13 – 17	62	$17,6 \pm 1,38^1$	10 – 92
Oviposição	5	$46,8 \pm 14,28^1$	6 – 87	61	$60,3 \pm 4,87^1$	1 – 132
Pós-oviposição	4	$18,8 \pm 7,75^1$	5 – 41	59	$46,7 \pm 6,25^1$	1 – 158
Longevidade (dias)						
Fêmeas	5	$70,8 \pm 12,16^1$	23 – 89	76	$88,1 \pm 5,81^1$	1 – 188
Machos	5	$83,8 \pm 22,20^1$	2 – 127	69	$76,2 \pm 6,16^1$	2 – 200
Total	10	$77,3 \pm 12,13^1$	2 – 127	145	$82,4 \pm 4,24^1$	1 – 200

¹Diferença não significativa entre uva e acerola para os parâmetros avaliados pelo teste de Tukey ou Dunn ($p > 0,05$).

O número médio de ovos/fêmea/dia para as oriundas de uva e de acerola foi, respectivamente, $19,4 \pm 1,78$ e $1,4 \pm 0,14$. Nos dois grupos, em alguns dias constataram-se fêmeas que não ovipositaram, porém em outros, as oriundas de uva chegaram a depositar em um dia 60 ovos e as da acerola 10. O padrão de oviposição observado neste trabalho é corroborado pelo constatado por Jesus-Barros *et al.* (2017a), em laboratório para este mesmo tefritídeo. Nossos resultados e os de Jesus-Barros *et al.* (2017a) permitem afirmar que o longo período de oviposição apresentado por *B. carambolae*, poderá potencializar seus danos de forma expressiva em campo. Em outros tefritídeos, como *A. fraterculus* mantida também em uva ‘Itália’, Zart, Fernandes & Botton (2010) verificaram um período médio de oviposição de $20,70 \pm 2,76$ dias, inferior indicando um potencial menor de causar danos, comparativamente à mosca-da-

carambola. Para *C.capitata*, Zanardi *et al.* (2011) registraram períodos de oviposição maiores que os de *A. fraterculus*, porém, inferiores aos observados para *B. carambolae*. A duração do período de oviposição em tefritídeos, parece ser uma característica intrínseca à espécie.

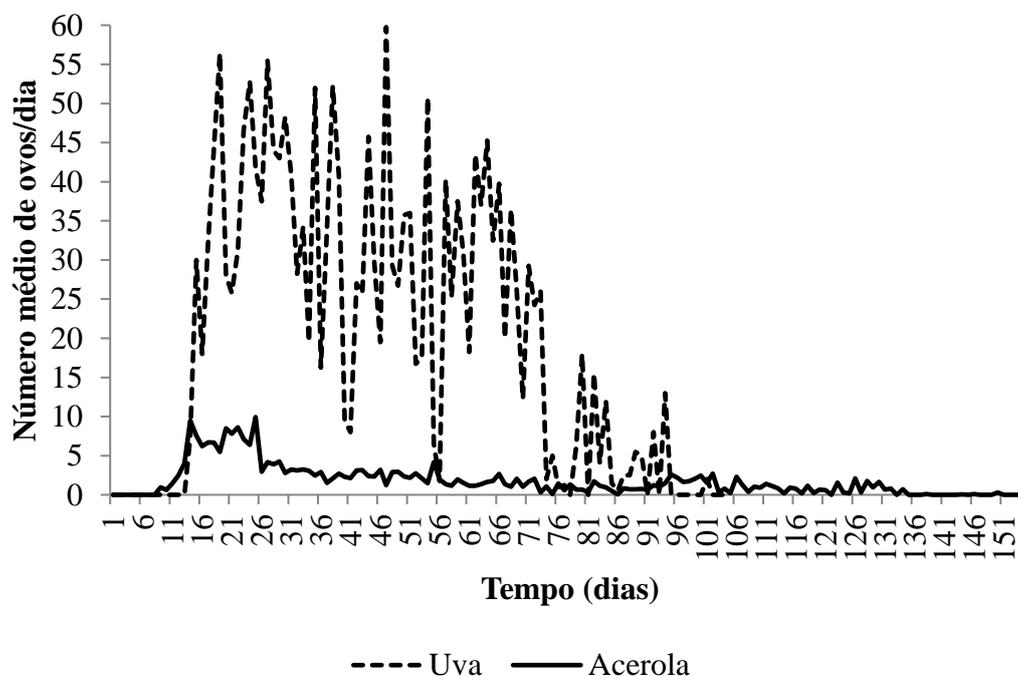


FIGURA 3. Ritmo diário de oviposição de *Bactrocera carambolae* em uva (*Vitis vinifera*) 'Itália' e em acerola (*Malpighia emarginata*), em laboratório (26 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; fotofase 12 h).

A fecundidade média total, em fêmeas oriundas de uva foi de $1.663,8 \pm 501,02$ ovos (mínimo de 248 e máximo de 2.641), enquanto que para as oriundas de acerola foi de $206,9 \pm 26,21$ ovos. A viabilidade dos ovos originados dos adultos cujas larvas se desenvolveram em uva cv Itália e em acerola foi de 5,6% e 12,5%, respectivamente. A fecundidade média das moscas oriundas de uva seguiram o padrão referido para a espécie por Godoy *et al.* (2011) e Malavasi, Midgarden & Meyer (2013) que é de colocar 1.000 a 3.000 ovos ao longo da vida em laboratório e, de 1.200 a 1.500 a campo. Entretanto, para o grupo oriundo das acerolas, os valores médios de fecundidade

foram inferiores. Tendo em vista foram utilizados substratos artificiais de oviposição contendo ou polpa de uva ou de acerola, os resultados sugerem que a uva é mais atrativa para *B. carambolae*. Em Diptera, Broufas, Pappas & Koveos (2009) apontaram que a qualidade de hospedeiros afeta a dinâmica de oviposição e a maturação ovariana e, conforme Papaj (2005), a própria oviposição estimula a maturação de ovos. A viabilidade, entretanto, comparativamente à registrada para fêmeas que haviam se alimentado com dieta de bagaço de cana-de-açúcar foi superior em ambos os hospedeiros sugerindo que estes frutos são nutricionalmente melhores.

Em relação à longevidade média das moscas mantidas em uva, machos e fêmeas não diferiram ($F = 0,2638$; $gl = 1$; $p = 0,6254$), assim como os mantidos em acerola ($H = 2,3847$; $gl = 1$; $p = 0,1225$). Adultos mantidos em uva apresentaram longevidade semelhante aos de acerola ($H = 0,2312$; $gl = 1$; $p = 0,6307$) (Tabela 2). A sobrevivência dos insetos mantidos em acerola variou de um a 200 dias enquanto que em uva a mínima foi de dois e a máxima de 127 dias (Figura 2). A longevidade média não diferiu entre adultos oriundos dos dois hospedeiros. O número pequeno de adultos avaliados provenientes da uva ($n = 10$, cinco machos e cinco fêmeas) pode ter sido o responsável por não detectarmos diferença significativa. Neste estudo, os adultos apresentaram uma longevidade média de $82,4 \pm 4,24$ dias na acerola, com sobrevivência mínima de um e máxima de 200 dias, enquanto na uva foi $77,3 \pm 12,13$ com mínima de dois e máxima de 127 dias (Figura 4). Estes resultados, embora em laboratório, sugerem que a mosca-da-carambola tem possibilidade de sobreviver por longo período, durante o qual, além de causar danos pode deixar uma prole grande. Os nossos resultados são corroborados pelos de Jesus-Barros *et al.* (2017a) que registraram, para as fêmeas desta espécie sobrevivência mínima de 15 e máxima de 150 dias.

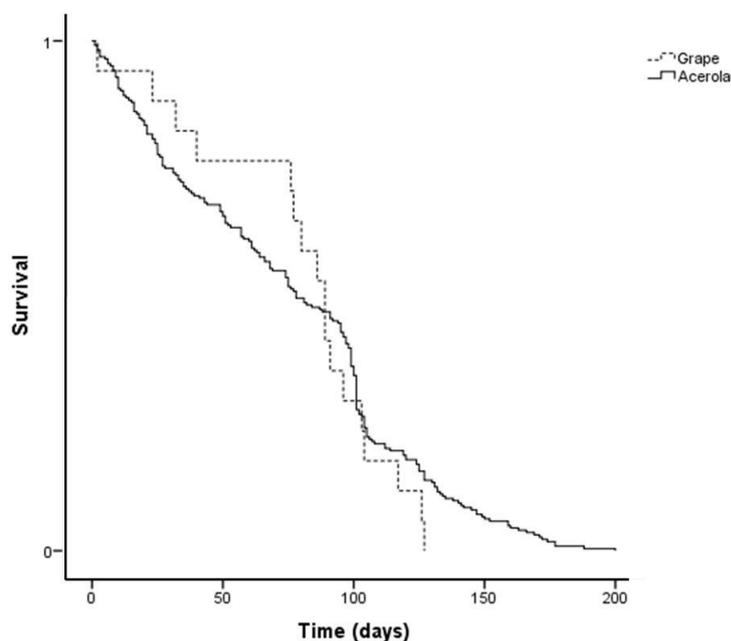


FIGURA 4. Curvas de sobrevivência de adultos de *Bactrocera carambolae* criados em uva *Vitis vinifera* 'Itália' e acerola (*Malpighia emarginata*).

Não foram constatados adultos com deformação no grupo oriundo da uva, talvez pelo pequeno número de insetos que emergiram. Na acerola foi registrado 2,8% de adultos com deformações nas asas, a qual pode estar associada a ausência ou um nível baixo de hormônios que controlam o processo de ecdise e metamorfose, da mesma forma, condições de umidade baixa e a deficiência nutricional podem afetar o processo de emergência (Gullan & Cranston, 2012). Himawan, Karindah & Hendrawan (2012) relataram também que a boa qualidade do imago é dependente da dieta que os imaturos receberam, pois esta precisa fornecer nutrientes que garantam boa nutrição. No presente estudo, o percentual pequeno de deformação parece não estar associado à qualidade nutricional do hospedeiro.

O intervalo entre gerações (IGM) ou tempo médio de uma geração foi de 25,8 e 19,7 dias, respectivamente, para uva e acerola, os demais parâmetros da tabela de vida de fertilidade, como taxa líquida de reprodução (R_0), taxa intrínseca de crescimento (rm)

e razão finita de aumento (λ) foram superiores para acerola (Tabela 3). A taxa líquida de reprodução (R_0), ou seja, o total de descendentes fêmeas produzido por fêmea, durante todo o período de reprodução, que chega à geração seguinte, para os insetos que se desenvolveram em uva foi de 1,2 enquanto que para os de acerola o valor foi cerca de 33 vezes maior (39,2), o que indica que a acerola é um hospedeiro mais adequado para *B. carambolae*. Entretanto, mesmo com valores de R_0 baixo, a uva permitiu a multiplicação da espécie. Para outra espécie do mesmo gênero, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) os valores de R_0 observados por Yu-Bing & Hsin (2012) também variaram em função do hospedeiro, nas cucurbitáceas, *Cucumis sativus* L. foi 137,8 e em *Luffa cylindrica* Mill, 172,3 e na apiácea *Daucus carota* L. foi de 46,8. Avaliando também uva 'Itália' como hospedeiro para *A. fraterculus*, Zart, Fernades & Botton (2010) encontraram valor semelhante (1,71) ao que observamos para *B. carambolae* neste mesmo hospedeiro, mostrando que embora permita completar o ciclo biológico, de fato a uva parece não ser um bom hospedeiro para as moscas-das-frutas.

A taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) ou a capacidade inata de aumentar em número foi muito baixa em uva (Tabela 3), apontando que neste hospedeiro o aumento da população seria lento.

A razão finita de aumento (λ) ou o número de vezes que a população multiplica em uma unidade de tempo (Tabela 3), em uva foi de 1,01, igual ao que Zart, Fernades & Botton (2010) obtiveram para *A. fraterculus* em uva 'Itália'. Para *B. cucurbitae*, Yu-Bing & Hsin (2012) alimentando as larvas em pepino, bucha e cenoura também encontraram valores entre 1,07 e 1,15 similares aos deste estudo. Este parâmetro parece não apresentar grande variação entre as espécies de moscas-das-frutas mesmo em distintos hospedeiros.

TABELA 3. Intervalo entre gerações (IGM) (dias) taxa líquida de reprodução (Ro), taxa intrínseca de crescimento (r_m) e taxa finita de aumento (λ) de *Bactrocera carambolae* mantida em bagas de *Vitis vinifera* 'Itália' e em acerolas

Hospedeiro	IGM	Ro	r_m	Λ
Uva	25,8	1,2	0,0007	1,01
Acerola	19,7	39,2	0,186	1,20

(*Malpighia emarginata*), em laboratório (26 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; fotofase 12 h).

Apesar de *B. carambolae* não estar diretamente relacionada com o cultivo da videira, uma vez que no seu centro de origem a mesma não é cultivada, os resultados obtidos neste trabalho indicam que a praga reconhece a uva como substrato de oviposição e, apesar da mesma parecer não ser um bom hospedeiro, o grande número de puncturas registrado nas bagas apontam que o potencial de dano que esta mosca poderá ocasionar na cultura é grande. A acerola, de forma diferente, já é relatada como hospedeiro da espécie e os resultados observados demonstram que a cultura é um bom hospedeiro para o desenvolvimento da mesma, aumentando o risco de estabelecimento da espécie, uma vez que a aceroleira vem sendo cultivada em outras regiões do Brasil, apresentando grande interesse comercial.

3.4 Referências bibliográficas

ADAIME, R. et al. **Novos registros de hospedeiros da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no estado do Amapá, Brasil**. Macapá: EMBRAPA Amapá, 2016. 5p. (Comunicado técnico, 146).

AYRES, M. et al. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 354 p.

BARIANI, A. et al. **Técnicas para criação da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock) em laboratório para pesquisa científica**. Macapá: EMBRAPA Amapá, 2016. 31 p. (Documentos, 97).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 59, de 18 de dezembro de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 dez. 2013. Seção 1. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/cefiti/leg/IN59-2013.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

BROUFAS, G.; PAPPAS, M. L.; KOVEOS, D. S. Effect of relative humidity on longevity, ovarian maturation, and egg production in the olive fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 102, p. 70-75, 2009.

BUSTAMANTE, P. M. A. C. A Fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: vantagens e desafios. **Revista Eletrônica do Nordeste**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 153-171, 2009.

CALGARO, M.; BRAGA, M. B. (Ed.). **A cultura da acerola**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA Semiárido, 2012. 144 p. (Coleção Plantar, 69).

CHU, Y. I.; TUNG, C. H. The laboratory observations on the attack of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel) on grapes. **Plant Protection Bulletin**, Taipei, v. 38, p. 49-57, 1996.

CHUA, T. C. Egg batch size of the carambola fruit fly *Bactrocera* Sp. (Malaysian A) (Diptera: Tephritidae). **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, Serdang, v. 17, n. 2, p. 107-109, 1994.

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. **Population Ecology**, Tokyo, v. 37, n. 2, p. 151-157, 1995.

DEBASTIANI, G. et al. Cultura da uva, produção e comercialização de vinhos no Brasil: Origem, realidades e desafios. **Revista Cesumar Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, Maringá, v. 20, n. 2, p. 471-485, 2015.

DUKAS, R.; PROKOPY, R. J.; DUAN, J. J. Effects of larval competition on survival and growth in Mediterranean fruit flies. **Ecological Entomology**, London, v. 26, p. 587-593, 2001.

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. et al. (Ed.). **Defesa vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas**. Belo Horizonte: SBDA Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. p. 275-292.

GODOY, M. J. S. et al. 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. 135-172.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 4. ed. São Paulo: Roca, 2012. 480 p.

HIMAWAN, T.; KARINDAH, S.; HENDRAWAN, D. Growth and development of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) on three artificial diets. **Journal Tropical Plant Protection**, Brawijaya, v. 1, n.1, p. 14-21, 2012.

IBM CORPORATION. **IBM SPSS statistics for windows**: versão 22.0. Armonk, 2013.

JESUS-BARROS, C. R. et al. Fecundidade e longevidade de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). **Biotemas**, Florianópolis, v. 30, n. 4, p.7-13, 2017a.

JESUS-BARROS, C. R. et al. Tamanho das posturas de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) em carambola (*Averrhoa carambola*). **Entomotropica**, Maracay, 2017b. Não publicado.

KRAINACKER, D. A.; CAREY, J. R.; VARGAS, R. I. Effect of larval host on life history 646 traits of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. **Oecologia**, Berlin, v. 73, n. 4, p. 583-590, 1987.

MALAVASI, A.; MIDGARDEN, D.; MEYER, M. *Bactrocera* species that pose a threat to Florida: *B. carambolae* and *B. invadens*. In: PEÑA, J. (Ed.). **Potential invasive pests of agricultural crops**. Florida: CABI, 2013. 464 p.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 327p.

MARCHIORO, C. A. Global potential distribution of *Bactrocera carambolae* and the risks for fruit production in Brazil. **PLoS One**, São Francisco, v. 11 n. 11, 2016.

MORAIS, E. G. F. et al. Pragas de expressão quarentenária na Amazônia. In: SILVA, N. et al. **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. Brasília: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2016. p. 528-533.

PAPAJ, D. R. Ovarian dynamics in relation to host quality in the Walnut-infesting fly, *Rhagoletis juglandis*. **Functional Ecology**, Oxford, v. 19, p. 396-404, 2005.

PARANHOS, B. J. Mosca-das-frutas que oferecem risco a fruticultura brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA, 2008, Petrolina. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2008.

PEDERIVA, C. J. et al. Produção de frutíferas na região sul do Brasil. In: SIMPÓSIO DE AGRONOMIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2., 2015, Itapiranga. **Anais...**Itapiranga: Faculdades de Itapiranga, 2015.

PESSOA, M. P. C. Y. et al. **Estimativa de potencial adaptação de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Praga Quarentenária A2): estudo de caso para dois perímetros irrigados do vale do Rio São Francisco.** Campinas, SP: EMBRAPA Gestão Territorial, 2016. 2p. (Nota Técnico-Científica).

SALLES, L. A. B.; LEONEL, M. A. H. Influência do hospedeiro no desenvolvimento larval e pupal de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, p. 373-375, 1996.

SAUERS-MULLER, A. V. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 203-214, 2005.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Mercado de fruticultura: panorama do setor no Brasil.** Brasília, 2015.

SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira diversidade, hospedeiros e inimigos naturais.** Amapá: EMBRAPA Amapá, 2011. 299 p.

SILVA, R. A. et al. Ocorrência da mosca-da-carambola no estado do Amapá. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 4, n. 7, 2005.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos.** Ceres: Piracicaba, 1976. 419p.

TSIROPOULOS, G. J. The importance of dietary aminoacids on the reproduction and longevity of adult *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae). **Archives Internationales de Physiologie et de Biochimie**, Liege, v. 91, p. 159-164, 1983.

XU, L. et al. Insect oviposition plasticity in response to host availability: the case of the tephritid fruit fly *Bactrocera dorsalis*. **Ecological Entomology**, London, v. 37, p. 446-452, 2012.

YU-BING, H.; HSIN, C. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. **Insect Science**, Wallingford, v. 19, p. 263-273, 2012.

ZANARDI, O. Z. et al. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caquizeiro, macieira, pessegueiro e videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 7, p. 682-688, 2011.

ZART, M.; FERNADES, O. A.; BOTTON, M. Biology and fertility life table of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* on grape. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 63, n. 2, p. 237-242, 2010.

ZART, M.; BOTTON, M.; FERNANDES, O. A. Injurias causadas por mosca-das-frutas Sul-americana em cultivares de videira. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 64-71, 2011.

ZUCOLOTO, F. S. Nutrição e alimentação. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 67-80.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi o primeiro no Brasil que avaliou, em laboratório, a biologia de *B. carambolae* em uvas e acerolas. Os resultados evidenciaram que a mosca-da-carambola oviposita tanto em uva ‘Italia’ quanto em acerola. Apesar de não haver histórico de infestação por esta espécie em uva no seu centro de origem, o grande número de puncturas registrado nas bagas apontam o potencial de dano que esta mosca poderá ocasionar, caso venha colonizar as regiões de cultivo de videira em outras regiões do Brasil. O estudo de Marchioro (2016) demonstrou, com base nos fatores climáticos, que a dispersão de *B. carambolae* para outras regiões do País é provável e possível.

A baixa viabilidade larval constatada em uva ‘Itália’ indica que a espécie não é um hospedeiro multiplicador da espécie. No entanto, os poucos indivíduos que atingiram o estágio adulto, mostraram alta fecundidade e fertilidade e foram longevos, aspectos importantes a serem considerados quando se estuda o potencial de um inseto tornar-se uma praga, como exemplo, pode ser citado outro tefritídeo exótico, *C. capitata*, que está presente em vários estados brasileiros, e que apresentou sucesso adaptativo, sendo atualmente, no vale do rio São Francisco, um dos principais problemas encontrado por produtores de uva de mesa naquela região. O fato de o trabalho ter sido conduzido com bagas maduras pode ter influenciado os resultados, assim, seriam importantes outros estudos acerca da biologia de *B. carambolae*

utilizando bagas em outros estádios de maturação, uma vez que é relatada a preferência da espécie por ovipositar em frutos verde-maduros.

Na acerola, embora não tenham sido visíveis as puncturas de oviposição, coletou-se um grande número de pupários, mostrando que as fêmeas realizaram posturas nos frutos e ocorre o desenvolvimento larval. A acerola já é relatada como hospedeiro de *B. carambolae* (Sauers-Muller, 2005; Adaime *et al.*, 2016), sendo que os resultados demonstram que essa frutífera é um bom hospedeiro para o desenvolvimento da espécie. Na acerola foi registrado um grande número de indivíduos que embora tenham apresentado fecundidade e fertilidade inferiores às constatadas em uva, foram igualmente longevos. Tendo em vista a ampliação da área de cultivo de acerola em diferentes regiões a mesma pode ser uma espécie multiplicadora de *B. carambolae*, aumentando o risco de estabelecimento da espécie.

Considerando a possibilidade de dispersão da espécie para outras áreas e a importância que a fruticultura tem no Brasil, tanto para o mercado interno quanto externo, aliada as barreiras quarentenárias impostas, o trabalho deixa claro que tanto a videira como a aceroleira podem ser danificadas pela espécie e que medidas de controle da praga devem continuar a ser adotadas visando preservar os produtores desse prejuízo.

4.1 Referências bibliográficas

ADAIME, R. et al. **Novos registros de hospedeiros da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no estado do Amapá, Brasil.** Macapá: EMBRAPA Amapá, 2016. 5p. (Comunicado técnico, 146).

MARCHIORO, C. A. Global potential distribution of *Bactrocera carambolae* and the risks for fruit production in Brazil. **PLoS One**, São Francisco, v. 11 n. 11, 2016.

SAUERS-MULLER, A. V. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 203-214, 2005.