

# ESTIMATIVAS NUMÉRICAS DO DESENVOLVIMENTO DE *Bactrocera carambolae* EM TAPEREBÁ E ACEROLA EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DO AMAPÁ

Data de submissão: 24/01/2023

Data de aceite: 01/03/2023

### **Maria Conceição Peres Young Pessoa**

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

### **Ricardo Adaime**

Embrapa Amapá  
Macapá, Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/7470289013873915>

### **Cristiane Ramos de Jesus**

Embrapa Amapá  
Macapá, Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/7128144851170964>

### **Rafael Mingoti**

Embrapa Territorial  
Campinas, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

### **Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos**

Embrapa Semiárido  
Petrolina, Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/6606136052148527>

### **José Victor Torres Alves Costa**

Superintendência Federal de Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento no Amapá  
Macapá, Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/8127154694823949>

**OBSERVAÇÃO:** Publicação autorizada pelo DSV/SDA-MAPA em 13/12/2022 por Despacho Processo SEI n. 21000.050281/2018-59 SEI n. 25546903/ Atividade autorizada pelo DSV/SDA-MAPA em 23/04/2019 por Ofício n. 28/2019/CGPP/DSV/DAS/Mapa (Processo SEI n. 21000.050281/2018-59 SEI n. 7101489).

**RESUMO:** *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) é praga quarentenária presente no estado do Amapá. Os frutos de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) e de taperebazeiro (*Spondias mombin* L.), cuja disponibilidade varia ao longo do ano, são hospedeiros desta praga. A literatura nacional indica períodos de pré-oviposição da fêmea de *B. carambolae* (FPO) diferenciados nesses hospedeiros. Assim, juntamente com as condições térmicas do local de ataque, interferem na duração do ciclo de vida do inseto. As demandas térmicas de *B. carambolae* estão disponíveis em literatura, o que viabiliza estimar seu tempo de desenvolvimento em diferentes condições térmicas. Este trabalho estimou o desenvolvimento de *B. carambolae* em acerola e em taperebá, considerando condições térmicas dos municípios de Macapá e Oiapoque, estado do Amapá.

Temperaturas máxima e mínima médias, obtidas de dados da Base de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia, e informações biológicas e demandas térmicas do inseto, de literatura, foram utilizadas. Os graus-dias acumulados pelo inseto durante cada fase de desenvolvimento foram estimados, separadamente por frutífera em cada município, utilizando calculadora da Universidade da Califórnia (UC-IPM) e orientados pelas respectivas somas térmicas necessárias. Os períodos médios de FPO em cada frutífera, bem como os de disponibilidades de estruturas reprodutivas foram considerados. Para acerola, ao término de um ano foram obtidas 8 gerações em ambos os municípios, com a nona geração em desenvolvimento. Considerando taperebá, para ambos os municípios, as seguintes gerações foram obtidas ao final desses períodos: a) floração (setembro a outubro): uma geração, com a segunda geração em desenvolvimento (fase pupal); b) frutificação (novembro a março): três gerações, com a quarta geração apresentando adultos com três dias de idade; e c) floração e frutificação (setembro a março): cinco gerações, com a sexta geração em desenvolvimento (fase larval). As durações das fases imaturas e da fase de ovo até a ocorrência da fêmea ativa foram determinadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Praga quarentenária; frutíferas; graus-dia; mosca-das-frutas; Brasil

## NUMERICAL ESTIMATES OF THE DEVELOPMENT OF *Bactrocera carambolae* IN YELLOW MOMBIN AND ACEROLA FRUITS IN MUNICIPALITIES OF THE AMAPÁ STATE

**ABSTRACT:** *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) is a present quarantine pest in the state of Amapá, Brazil. Fruits of acerola (*Malpighia emarginata*) and of yellow mombin (*Spondias mombin*) trees, whose availability varies along the year, are hosts of this pest. National literature indicated different pre-egg-laying periods of female *B. carambolae* (FPO) on these hosts. Thus, along with thermic conditions of attacked place, they interfere with the duration of the insect life cycle. Thermal demands of *B. carambolae* are available in literature enabling the estimation of development time on different thermal conditions. The present work estimated the development of *B. carambolae* on acerola and on yellow mombin considering thermal conditions of Macapá and of Oiapoque municipalities, Amapá State. Averages of maximum and minimum temperatures, obtained from data of Meteorological Database (BDMEP) of the National Institute of Meteorology (INMET), and biological information and thermal demands of the insect, from literature, were used. The degree-days accumulated by the insect during each development phase were estimated, separately by fruit tree in each municipality, using the calculator of the University of California (UC-IPM). The FPO mean periods on each fruit tree, as well as the periods of availability of reproductive structures were considered. For acerola, at the end of one year, eight generations were found for both municipalities, with the ninth generation under development. Considering yellow mombin, for both municipalities, the following generations were obtained at the end of these periods: a) blooming (September to October): one generation, with the second under development (pupal stage); b) fruiting (November to March): three generations with the fourth presenting 3-day-old adults; and c) blooming and fruiting (September to March): five generations, with the sixth under development (larval stage). Durations of immature stages and of the period from egg to the appearance of active females were determined.

**KEYWORDS:** Quarantine pest; fruit trees; degree-days; Tephritidae; fruit flies; Brazil.

## 1 | INTRODUÇÃO

O primeiro registro de ocorrência da mosca-da-carambola *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) no Brasil deu-se em 1996, no município do Oiapoque, estado do Amapá (LEMOS et al., 2014). Desde então, essa praga quarentenária presente (PQP), polífaga e nativa do Sudeste da Ásia, vem sendo acompanhada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no âmbito de ações coordenadas desde 1997, e, mais recentemente, disciplinadas pelo seu “Programa de Prevenção, Contenção, Supressão e Erradicação da praga *Bactrocera carambolae*” (Instrução Normativa - IN nº 28, de 20/julho/2017).

Vinte e seis espécies vegetais hospedeiras de *B. carambolae*, pertencentes a nove famílias, já foram identificados no Brasil (BELO et al., 2020; SOUSA et al., 2021, 2019; ADAIME et al., 2016; JESUS-BARROS et al., 2016a,b). Entre esses hospedeiros, no estado do Amapá citam-se *Spondias mombin* L. (*Anacardiaceae*), conhecida pelos nomes comuns de taperebá, cajá, cajarana, cajazinho, entre outros, e *Malpighia emarginata* DC. (*Malpighiaceae*) conhecida como acerola, cereja-das-antilhas, cereja-do-pará, cereja-de-barbados, entre outros (SOUSA et al., 2021; PASINATO et al., 2019).

As características do taperebá e seu cultivo no estado do Amapá, bem como sua importância econômica local, foram descritas por Sousa et al. (2021). O período de maior disponibilidade das estruturas reprodutivas da frutífera foram apresentados por Freitas, Santos e Oliveira (2010), que reportaram picos de florescimento no estado ocorrendo de setembro a outubro e de frutificação de novembro a março. Segundo Costa (2012), citando Silva (1993), os frutos de *S. mombin* possuem pericarpo fino, com mesocarpo raso. Esse fato deixa-os desprotegidos aos ataques de moscas-das-frutas, embora também facilite a exposição de larvas desses insetos ao controle biológico por parasitoides (COSTA, 2012). Sendo consumido também *in natura*, o potencial de transporte de moscas-das-frutas, incluindo *B. carambolae*, por frutos infestados deve ser considerado, o que foi apresentado por Sousa et al. (2021). A biologia de *B. carambolae* em taperebá também já foi avaliada e reportada por Castilho et al. (2019).

O cultivo de acerola também é de grande interesse comercial nacional, pelo elevado teor de vitamina C da fruta (CALGARO e BRAGA, 2012). A frutífera encontra-se distribuída em todas as regiões do país, porém predomina o ano todo nas regiões Norte e Nordeste, onde encontra as exigências de temperaturas médias anuais em torno de 27 °C e de precipitações bem distribuídas durante o ano (1200-1600 mm); esta última, geralmente suprida com irrigação nas áreas com escassez hídrica ou com períodos prolongados de estiagem (PASINATO et al., 2019; CALGARO e BRAGA, 2012). A descrição das características da acerola e do seu cultivo foram apresentadas por Calgare & Braga (2012). A cultura da acerola apresenta potencial para obtenção de várias safras ao ano, com ciclo floral (antese ao amadurecimento do fruto) ocorrendo, geralmente, em menos de um mês

(20-25 dias), conforme aspectos climáticos e favorecimento à ocorrência de polinização cruzada (BARBOZA, TAVARES e MELO, 1996). No Amapá, não existem muitas áreas de produção dessa frutífera, porém ela encontra-se amplamente distribuída nos perímetros urbanos do estado, produzindo o ano todo quando utilizada irrigação. Desse modo, a frutífera serve como hospedeiro alternativo para a mosca-da-carambola nos períodos de ausência ou menor disponibilidade de frutos de outros hospedeiros preferenciais. A biologia de *B. carambolae* em acerola foi apresentada por Pasinato et al. (2019).

Fatores abióticos municipais podem contribuir para o estabelecimento e para o maior número de gerações ou de descendentes de *B. carambolae* de forma diferenciada, mesmo em locais com aptidão à ocorrência do inseto já confirmada. De igual modo, o desenvolvimento de cada geração do inseto pode apresentar um tempo de duração distinto para seus estágios/fases e/ou instares, em decorrência de sazonalidades específicas. Nesse contexto, a literatura técnica vem apontando a importância da temperatura como o fator abiótico de maior influência nas fertilidades, sobrevivências, longevidades e nas demandas térmicas de insetos-pragas e de potenciais bioagentes de controle e, assim, nas disponibilidades e durações das fases imaturas e adultas de seus ciclos de vida, com foco em estratégias de manejo integrado (PESSOA et al., 2022, 2019a,b, 2016a,b; CUI et al., 2018; DANJUMA et al., 2014; PESSOA, MARINHO-PRADO e SÁ, 2014, 2013; JU, WANG & LI, 2011; PEREIRA e BERTI FILHO, 2009; BESERRA et al., 2009; PESSOA, 1994; SALVADOR e PARRA, 1990; SILVEIRA NETO et al, 1976).

Informações de demandas térmicas (somadas térmicas (em graus-dias) e limiares térmicos de desenvolvimentos (em °C)) das fases imaturas de *B. carambolae* estão disponíveis em literatura (DANJUMA et al., 2014), assim como informações biológicas do inseto em acerola e taperebá (CASTILHO et al., 2019; PASINATO et al., 2019; JESUS-BARROS et al., 2017).

Este trabalho apresenta as estimativas numéricas de desenvolvimento de *Bactrocera carambolae*, por demandas térmicas, em taperebá e acerola, considerando temperaturas máximas e mínimas médias mensais de Macapá e Oiapoque, estado do Amapá.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As informações de temperaturas dos municípios de Macapá e Oiapoque, estado do Amapá, foram recuperadas das disponibilizadas para as estações climáticas Macapá 82098 (dezembro/1967 a maio/2019) e Oiapoque A242 (setembro/2008 a dezembro/2016), disponibilizadas no Banco de Dados Meteorológicos (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e reorganizadas em planilha Microsoft Excel, separadamente por município, para a obtenção de dados médios mensais de temperaturas máximas (Tmax) e mínimas (Tmin) .

Para as demandas térmicas [temperatura base inferior (Tb) e soma térmica (em

graus-dias (GD em °C) ] requeridas pelas fases imaturas de ovo, larva e pupa de *B. carambolae* foram utilizadas aquelas apresentadas por Danjuma et al. (2014), a saber Tb de 12,4 °C, 11,2 °C e 11,6 °C e somas térmicas de 25,1 GD, 161,9 GD e 184,3 GD, respectivamente. Os cálculos de graus-dia, considerando as Tmax e Tmin municipais e as demandas térmicas do inseto, foram realizados em programa de cálculo de graus-dia da Divisão de Agricultura e Recursos Naturais da Universidade da Califórnia-Davis (UNIVERSITY OF CALIFORNIA-UCP/IPM, 2022).

Cada cenário municipal foi avaliado separadamente, por frutífera, acompanhando as demandas térmicas e as mudanças de fases do ciclo de desenvolvimento de *B. carambolae* dentro de cada período examinado de disponibilidade da frutífera. Para acerola, este último foi considerado como sendo o período anual (janeiro a dezembro), dado que no Amapá a aceroleira produz o ano todo com irrigação. A duração do período considerado de pré-oviposição da fêmea de *B. carambolae* (FPO) em acerola foi  $17,6 \pm 1,38$  dias (PASINATO et al., 2019). Já para taperebá foram considerados, separadamente, três períodos diferenciados, a saber, de setembro a outubro (de maior disponibilidade de flores), de novembro a março (de maior disponibilidade de frutos) e de setembro a março (período total de maior disponibilidade de estruturas reprodutivas (com flores e frutos)), conforme relatado por Sousa et al., (2021), citando Freitas, Santos e Oliveira (2010). Em taperebá, o período de pré-oviposição da fêmea de *B. carambolae* (FPO) considerado foi  $17,53 \pm 8,26$  dias (CASTILHO et al., 2019).

As durações (em dias) das fases de ovo, de larva e de pupa, bem como a duração total da fase imatura e da fase de ovo até o aparecimento de fêmeas ativas (ou fêmeas aptas ao acasalamento), de cada geração compreendida nos períodos avaliados para cada frutífera, foram determinados e organizados em planilha Excel, que também viabilizou as respectivas estatísticas básicas apresentadas.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máximas e mínimas médias mensais (Tmax e Tmin) foram obtidas para os municípios de Macapá e Oiapoque e apresentadas (**Figuras 1 e 2**). De forma geral, considerando o período de um ano, para o município do Macapá foram obtidas Tmax de  $31,4 \pm 1,2$  °C e Tmin de  $23,7 \pm 0,2$  °C, enquanto para o município do Oiapoque estas deram-se por  $33,8 \pm 1,5$  °C e  $21,0 \pm 0,6$  °C, respectivamente. Quando avaliado o período de setembro a outubro, para o município do Macapá foram obtidas a Tmax de  $33,0 \pm 0,3$  °C e a Tmin de  $23,9 \pm 0,1$  °C. Nesse mesmo período no Oiapoque foram registradas as Tmax de  $35,8 \pm 0,2$  °C e Tmin de  $20,6 \pm 0,6$  °C. No período de novembro a março notaram-se as Tmax e Tmin de  $31,0 \pm 1,4$  °C e de  $23,6 \pm 0,3$  °C, respectivamente para Macapá, e de  $33,3 \pm 1,8$  °C e  $20,9 \pm 0,6$  °C, respectivamente, para o Oiapoque. Já no período de setembro a março observaram-se Tmax de  $31,6 \pm 1,5$  °C e Tmin de  $23,7 \pm 0,3$  °C para Macapá e de

34,0 ± 1,9 °C e 20,8 ± 0,5 °C, respectivamente, para o Oiapoque. Quando consideradas as amplitudes térmicas mensais médias para o Oiapoque notaram-se variações na faixa de 10,1 °C a 15,7 °C, com o valor médio anual de 12,8 ± 1,9 °C, enquanto para o município do Macapá essa amplitude térmica variou na faixa de 6,4 °C a 9,3 °C, com a média anual de 7,7 ± 1,1 °C. Em Macapá, as maiores amplitudes foram observadas de julho a dezembro (8,0 a 9,3 °C), enquanto as menores foram registradas de fevereiro a abril (6,4 a 6,5 °C). Por sua vez no Oiapoque, as maiores amplitudes térmicas registraram-se nos meses de agosto a novembro (14,10 a 15,73 °C), embora também observada no mês de janeiro, enquanto a menor amplitude deu-se em fevereiro (10,1 °C).

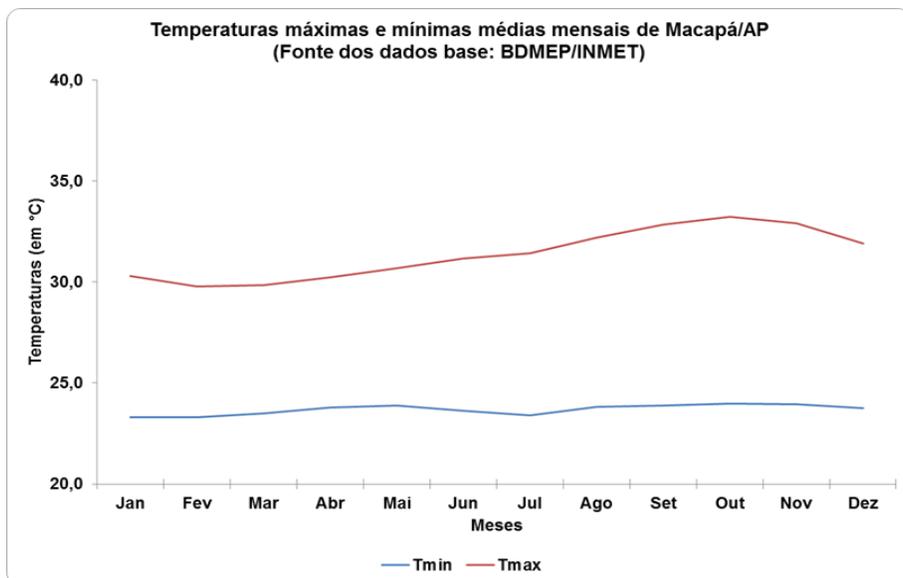


Figura 1. Temperaturas máxima e mínima médias mensais de Macapá/AP

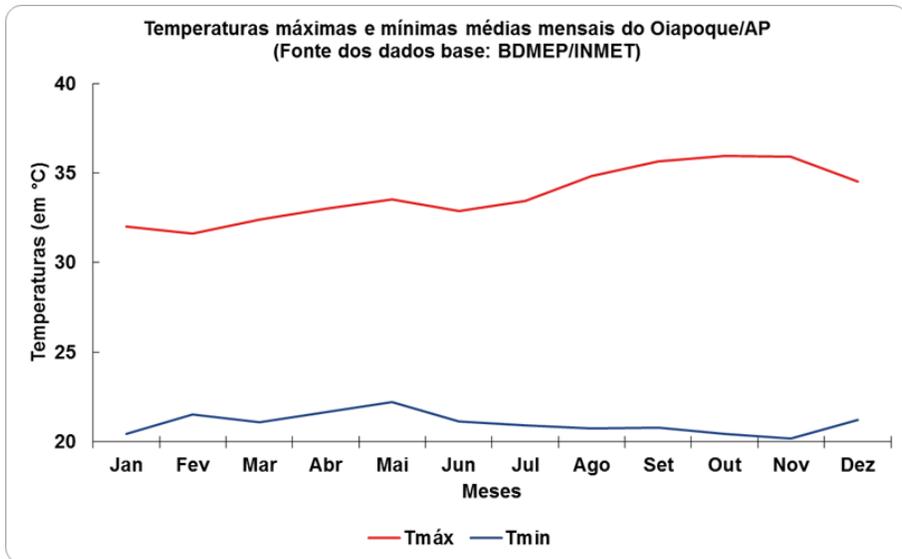


Figura 2. Temperaturas máxima e mínima médias mensais do Oiapoque/AP

Os resultados obtidos para as estimativas do desenvolvimento de *B. carambolae* são apresentados a seguir.

## A1) Estimativas do desenvolvimento de *B. carambolae* em acerola

### A1.1) Macapá/AP

Considerando as temperaturas do município de Macapá/AP, em acerola foi observado potencial para ocorrência de até oito gerações completas de *B. carambolae* no período de um ano (janeiro a dezembro), com adultos da nona geração apresentando machos e fêmeas pré-ovipositoras (FPO) (com oito dias completos ao final do período avaliado) (**Tabela 1**). Com base nos estágios de desenvolvimento completos das gerações obtidas, o tempo médio de desenvolvimento de ovo foi de  $2,0 \pm 0,0$  dias, enquanto o de larva foi de  $10,2 \pm 0,7$  dias (variando de 9 a 11 dias) e o de pupa de  $11,4 \pm 0,7$  dias (variando de 10 a 12 dias). Desse modo, a fase imatura completa de *B. carambolae* nessas condições demandou, em média,  $23,7 \pm 1,2$  dias (variando de 22 a 25 dias), enquanto a duração do período de ovo até a ocorrência de fêmea ativa requereu, em média,  $41,8 \pm 1,3$  dias (variando de 40 a 43 dias).

A maior duração da fase imatura foi de 25 dias, ocorrida nas três primeiras gerações (**Tabela 1**). Esta poderia ser justificada pelos menores valores das Tmin observados, que variaram de 23,3 a 23,5 °C, e pelas Tmax que variaram de 29,8 a 30,3 °C nos meses de janeiro a março. Por sua vez, o menor período para a fase imatura (22 dias) foi obtido nas sétima e oitava gerações (**Tabela 1**), as quais foram potencialmente influenciadas pelas Tmax mais elevadas registradas de setembro a novembro, que variaram de 32,9 a 33,2 °C.

Gerações	Ovo (em dias)	Larva (em dias)	Pupa (em dias)	Imatura (em dias)	Ovo à fêmea ativa (em dias)
1ª ger.	01-02jan 2	03-13jan 11	14-25jan 12	01-25jan 25	01jan-12fev 43
2ª ger.	13-14fev 2	15-25fev 11	26fev-09mar 12	13fev-09mar 25	13fev-27mar 43
3ª ger.	28-29mar 2	30mar-09abr 11	10-21abr 12	28mar-21abr 25	28mar-09mai 43
4ª ger.	10-11mai 2	12-21mai 10	22mai-02jun 12	10mai-02jun 24	10mai-20jun 42
5ª ger.	21-22jun 2	23jun-02jul 10	03-14jul 12	21jun-14jul 24	21jun-01ago 42
6ª ger.	02-03ago 2	04-13ago 10	14-24ago 11	02-24ago 23	02ago-11set 41
7ª ger.	12-13set 2	14-23set 10	24set-03out 10	12set-03out 22	12set-21out 40
8ª ger.	22-23out 2	24out-01nov 9	02-12nov 11	22out-12nov 22	22out-30nov 40
9ª ger.	01-02dez 2	03-12dez 10	13-23dez 11	01-23dez 23	01dez a <b>incompleta</b> (FPO com 8 dias)

Tabela 1. Número de gerações e durações das fases de ovo, larva, pupa, imatura total e de ovo à fêmea ativa de *Bactrocera carambolae* em acerola, considerando o período de janeiro a dezembro na condição climática de Macapá/AP.

### A1.2) Oiapoque/AP

Para as condições de temperaturas do município do Oiapoque/AP, em acerola foram observadas oito gerações completas de *B. carambolae* ocorridas no período de janeiro a dezembro. Ao final desse período avaliado, a nona geração estaria presente já na fase adulta, com machos e fêmeas pré-ovipositoras (FPO) com sete dias de idade (**Tabela 2**).

Considerando os tempos de desenvolvimentos obtidos em cada geração com estágios imaturos completos, registraram-se para o município do Oiapoque o tempo médio de desenvolvimento da fase de ovo de  $2,0 \pm 0,0$  dias, enquanto para a larval de  $10,2 \pm 0,4$  dias (variando de 10 a 11 dias) e pupal de  $11,6 \pm 0,7$  dias (variando de 11 a 13 dias). A fase imatura demandou, em média, neste município  $23,8 \pm 1,1$  dias (variando de 23 a 26 dias). Já o período de ovo até a ocorrência de fêmea ativa requereu, em média,  $41,9 \pm 1,1$  dias (variando de 41 a 44 dias).

O maior tempo de desenvolvimento demandado para a fase imatura no Oiapoque foi de 26 dias, tendo ocorrido na primeira geração (**Tabela 2**), influenciado pelas maiores

durações dos desenvolvimentos larval e pupal. Estes podem ser justificados pelo baixo valor da T<sub>min</sub> (20,4 °C) registrado em janeiro. A menor duração da fase imatura completa (23 dias) foi observada na 4<sup>a</sup> e da 6<sup>a</sup> até a 9<sup>a</sup> geração (**Tabela 1**). Na 4<sup>a</sup> geração foi notadamente influenciada pela maior T<sub>min</sub> registrada no mês de maio (22,2 °C), enquanto nas demais gerações pelos valores da T<sub>max</sub> mais elevados ocorridos de agosto a dezembro (variando na faixa de 34,9 a 36,0 °C) além das maiores amplitudes térmicas registradas neste mesmo período (variando na faixa de 5,1 a 6,8 °C).

Gerações	Ovo (em dias)	Larva (em dias)	Pupa (em dias)	Imatura (em dias)	Ovo à fêmea ativa (em dias)
1 <sup>a</sup> ger.	01-02jan 2	03-13jan 11	14-26jan 13	01-26jan 26	01jan-13fev 44
2 <sup>a</sup> ger.	14-15fev 2	16-26fev 11	27fev-10mar 12	14fev-10mar 25	14fev-28mar 43
3 <sup>a</sup> ger.	29-30mar 2	31mar-09abr 10	10-21abr 12	28mar-21abr 24	29mar-09mai 42
4 <sup>a</sup> ger.	10-11mai 2	12-21mai 10	22mai-01jun 11	10mai-01jun 23	10mai-19jun 41
5 <sup>a</sup> ger.	20-21jun 2	22jun-01jul 10	02-13jul 12	20jun-13jul 24	20jun-31jul 42
6 <sup>a</sup> ger.	01-02ago 2	03-12ago 10	13-23ago 11	01-23ago 23	01ago-10set 41
7 <sup>a</sup> ger.	11-12set 2	13-22set 10	23set-03out 11	11set-03out 23	11set-21out 41
8 <sup>a</sup> ger.	22-23out 2	24out-02nov 10	03-13nov 11	22out-13nov 23	22out-01dez 41
9 <sup>a</sup> ger.	02-03dez 2	04-13dez 10	14-24dez 11	02-24dez 23	25dez a <b>incompleta</b> (FPO com 7 dias)

Tabela 2. Número de gerações e durações das fases de ovo, larva, pupa, imatura total e de ovo à fêmea ativa de *Bactrocera carambolae* em acerola, considerando o período de janeiro a dezembro na condição climática do Oiapoque/AP.

## A2) Taperebá

### A2.1) Período de setembro a outubro (maior disponibilidade de flores)

#### A2.1.1) Macapá/AP

Considerando as temperaturas de Macapá durante o período de setembro a outubro foi observado potencial para ocorrência de uma geração completa de *B. carambolae* em taperebá, com pupas da 2ª geração ainda em desenvolvimento ao término do período avaliado (com 10 dias completos e 172 GD acumulados, dos 184,3 GD necessários para completar a fase) (**Tabela 3**). Desse modo, com base nos estágios de desenvolvimento completos, a duração da fase de ovo foi de  $2,0 \pm 0,0$  dias, enquanto a larval de  $9,5 \pm 0,7$  dias (variando de 9 a 10 dias). O tempo de desenvolvimento de pupa da 1ª geração foi de 10 dias. Desse modo, considerando os estágios de desenvolvimento completos, a duração da fase imatura demandou 22 dias e a do período de ovo até a ocorrência de fêmea ativa requereu 40,0 dias.

Os maiores tempos de desenvolvimentos das fases larval e pupal (incompleta, mas já com 10 dias) da segunda geração ocorreram em outubro, influenciados pela maior amplitude térmica favorecida pela elevada Tmax deste mês ( $33,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), a mais elevada de todo o ano, e pela Tmin de  $24,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , acima da média observada para esse parâmetro (**Figura 1**).

Gerações	Ovo (em dias)	Larva (em dias)	Pupa (em dias)	Imatura (em dias)	Ovo à fêmea ativa (em dias)
1ª ger.	01-02set 2	03-12set 10	13-22set 10	01-22set 22	01set-10out 40
2ª ger.	11-12out 2	13-21out 9	<b>22out a incompleta (com 10 dias)</b>	Incompleta	Incompleta

Tabela 3. Número de gerações e durações das fases de ovo, larva, pupa, imatura total e de ovo à fêmea ativa de *Bactrocera carambolae* em taperebá, considerando o período de setembro a outubro na condição climática de Macapá/AP

#### A2.1.2) Oiapoque

Para o município do Oiapoque foi observado que, durante o período de maior disponibilidade de flores de taperebá, ocorreu uma geração completa de *B. carambolae*, sendo que ao final do período avaliado (setembro a outubro) ainda estariam em desenvolvimento as pupas da 2ª geração do inseto (com 8 dias completos; 147,8 GD acumulados, dos 184,3 GD necessários) (**Tabela 4**).

Gerações	Ovo (em dias)	Larva (em dias)	Pupa (em dias)	Imatura (em dias)	Ovo à fêmea ativa (em dias)
1ª ger.	01-02set 2	03-12set 10	13-23set 11	01-23set 23	01set-11out 41
2ª ger.	12-13out 2	14-23out 10	24out a <b>incompleta</b> (com 8 dias)	Incompleta	Incompleta

Tabela 4. Número de gerações e durações das fases de ovo, larva, pupa, imatura total e de ovo à fêmea ativa de *Bactrocera carambolae* em taperebá, considerando o período de setembro a outubro na condição climática do Oiapoque/AP

Desse modo, com base nos estágios de desenvolvimento completos, a fase de ovo demandou  $2,0 \pm 0,0$  dias, enquanto a larval necessitou de  $10,0 \pm 0,0$  dias. A duração da fase de pupa da 1ª geração exigiu 11 dias, influenciada principalmente pela T<sub>min</sub> de setembro ( $20,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Por sua vez, na 2ª geração a mesma fase sofreu influência da T<sub>min</sub> de outubro ( $20,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Portanto, a duração da fase imatura completa precisou de 23 dias e o período de ovo até a ocorrência de fêmea ativa de 41,0 dias.

## A2.2) Período de novembro a março (maior disponibilidade de frutos)

### A2.2.1) Macapá/AP

No período de maior disponibilidade de frutos de taperebá, novembro a março, foi observado potencial para ocorrência de três gerações completas de *B. carambolae* nas condições de Macapá/AP, com a 4ª geração presente no início de sua fase adulta (com machos e FPO com dois dias de idade) ao término do período avaliado (**Tabela 5**). Desse modo, com base nos estágios de desenvolvimento completos, a duração da fase de ovo foi de  $2,0 \pm 0,0$  dias, enquanto a larval de  $10,3 \pm 0,96$  dias (variando na faixa de 9 a 11 dias) e a pupal de  $11,5 \pm 0,58$  dias (variando na faixa de 11 a 12 dias). Assim, considerando as gerações completas, o tempo de desenvolvimento da fase imatura demandou, em média,  $23,8 \pm 1,5$  dias (variando na faixa de 22 a 25 dias), enquanto a duração do período de ovo até a ocorrência de fêmea ativa requereu, em média,  $41,33 \pm 1,53$  dias (variando na faixa de 40 a 43 dias).

As maiores durações das fases imaturas deram-se nas 3ª e 4ª gerações, influenciadas pelos maiores tempos de desenvolvimento das fases larval e pupal, ocorridos do mês de janeiro ao final do mês de março. Nesses meses se registraram as menores amplitudes térmicas (variando de  $6,4$  a  $7,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ), quando comparadas àquelas observadas em novembro ( $9,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) e dezembro ( $8,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Gerações	Ovo (em dias)	Larva (em dias)	Pupa (em dias)	Imatura (em dias)	Ovo à fêmea ativa (em dias)
1ª ger.	01-02nov 2	03-11nov 9	12-22nov 11	01-22nov 22	01nov-10dez 40
2ª ger.	11-12dez 2	13-22dez 10	23dez-02jan 11	11dez-02jan 23	11dez-20jan 41
3ª ger.	21-22jan 2	23jan-02fev 11	03-14fev 12	21jan-14fev 25	21jan-04mar 43
4ª ger.	05-06mar 2	07-17mar 11	18-29mar 12	05-29mar 25	05mar a <b>Incompleta</b> (FPO com 02 dias)

Tabela 5. Número de gerações e durações das fases de ovo, larva, pupa, imaturo total e de ovo à fêmea ativa de *Bactrocera carambolae* em taperebá, considerando o período de novembro a março em condição climática de Macapá/AP

### A2.2.2) Oiapoque

No Oiapoque, no período de novembro a março foi observado potencial para ocorrência de três gerações completas de *B. carambolae* em taperebá, com adultos da 4ª geração (machos e FPO com um dia de idade) ao término do período avaliado (**Tabela 6**).

Com base nos estágios de desenvolvimento completos observados, o tempo médio de desenvolvimento da fase de ovo foi de  $2,0 \pm 0,0$  dias, enquanto o de larva foi de  $10,5 \pm 0,60$  dias (variando de 10 a 11 dias) e o de pupa de  $11,5 \pm 0,60$  dias (variando de 11 a 12 dias). Portanto, a fase imatura demandou, em média,  $24,0 \pm 1,2$  dias (variando de 23 a 25 dias), enquanto o período de ovo até a ocorrência de fêmea ativa requereu, em média,  $41,7 \pm 1,2$  dias (variando de 41 a 43 dias).

Gerações	Ovo (em dias)	Larva (em dias)	Pupa (em dias)	Imatura (em dias)	Ovo à fêmea ativa (em dias)
1ª ger.	01-02nov 2	03-12nov 10	13-23nov 11	01-23nov 23	01nov-11dez 41
2ª ger.	12-13dez 2	14-23dez 10	24dez-03jan 11	12dez-03jan 23	12dez-21jan 41
3ª ger.	22-23jan 2	24jan-03fev 11	04-15fev 12	22jan-15fev 25	22jan-05mar 43
4ª ger.	06-07mar 2	08-18mar 11	19-30mar 12	06-30mar 25	06mar a <b>incompleta</b> (FPO com 1 dia)

Tabela 6. Número de gerações e durações das fases de ovo, larva, pupa, imatura total e de ovo à fêmea ativa de *Bactrocera carambolae* em taperebá, considerando o período de novembro a março em condição climática do Oiapoque/AP

Nas condições do Oiapoque, as maiores durações das fases imaturas foram registradas para as 3ª e 4ª gerações (25 dias), cujo desenvolvimento deu-se de janeiro a março, quando houve menores médias de Tmax ( $32,0 \pm 0,40$  °C) e de amplitudes térmicas ( $10,98 \pm 0,76$  °C).

## A2.3) Período de setembro a março (disponibilidade de flores e frutos)

### A2.3.1) Macapá/AP

Examinando o período de disponibilidade de flores e frutos de taperebá, setembro a março, nas condições de Macapá foi observado potencial para ocorrência de cinco gerações completas de *B. carambolae*, com larvas da 6ª geração em desenvolvimento (com 3 dias de idade e 50 GD acumulados) ao término do período avaliado. Com base nos estágios de desenvolvimento completos, a duração da fase de ovo foi  $2,0 \pm 0,0$  dias, enquanto a larval demandou  $10,0 \pm 1,0$  dias (variando de 9 a 11 dias) e a pupal de  $11,4 \pm 0,9$  dias (variando de 10 a 12 dias). Assim, considerando as gerações completas, a fase imatura demandou, em média,  $23,4 \pm 1,5$  dias (variando de 22 a 25 dias), enquanto a duração do período de ovo até a ocorrência de fêmea ativa requereu, em média,  $41,4 \pm 1,5$  dias (variando de 40 a 43 dias). Notam-se as maiores durações das fases imaturas ocorrendo nas 4ª e 5ª gerações (**Tabela 7**), influenciadas pelas temperaturas de janeiro a março de Macapá, quando foram observadas menores médias de T<sub>max</sub> e de T<sub>min</sub>,  $30,0 \pm 0,8$  °C e  $23,4 \pm 0,8$  °C respectivamente, quando comparadas àquelas registradas no período de setembro a dezembro, a saber de  $32,7 \pm 0,57$  °C e  $23,9 \pm 0,10$  °C, respectivamente.

Gerações	Ovo (em dias)	Larva (em dias)	Pupa (em dias)	Imatura (em dias)	Ovo à fêmea ativa (em dias)
1ª ger.	01-02set 2	03-12set 10	13-22set 10	01-22set 22	01set-10out 40
2ª ger.	11-12out 2	13-21out 9	22out-01nov 11	11out-01nov 22	11out-19nov 40
3ª ger.	20-21nov 2	22-30nov 9	01-12dez 12	20nov-12dez 23	20nov-30dez 41
4ª ger.	31dez-01jan 2	02-12jan 11	13-24jan 12	31dez-24jan 25	31dez-11fev 43
5ª ger.	12-13fev 2	14-24fev 11	25fev-08mar 12	12fev-08mar 25	12fev-26mar 43
6ª ger.	27-28mar 2	29 mar a incompleta (com 3 dias)		Incompleta	Incompleta

Tabela 7. Número de gerações e durações das fases de ovo, larva, pupa, imatura total e de ovo à fêmea ativa de *Bactrocera carambolae* em taperebá, considerando o período de setembro a março em condição climática de Macapá/AP

### A2.3.2) Oiapoque

No Oiapoque, no período de setembro a março foi observado potencial para ocorrência de cinco gerações completas de *B. carambolae* em taperebá, com larvas da 6ª geração presentes após recém-eclosão do ovo (com 3,6 GD acumulados) ao término do período avaliado (**Tabela 8**).

Considerando os estágios de desenvolvimento completos observados no período avaliado, a duração da fase de ovo foi de  $2,0 \pm 0,0$  dias, enquanto a da larval de  $10,4 \pm 0,5$  dias (variando de 10 a 11 dias) e a da pupal de  $11,6 \pm 0,9$  dias (variando de 11 a 13 dias).

Gerações	Ovo (em dias)	Larva (em dias)	Pupa (em dias)	Imatura (em dias)	Ovo à fêmea ativa (em dias)
1ª ger.	01-02set 2	03-12set 10	13-23set 11	01-23set 23	01set-11out 41
2ª ger.	12-13out 2	14-23out 10	24out-03nov 11	12out-03nov 23	12out-21nov 41
3ª ger.	22-23nov 2	24nov-03dez 10	04-14dez 11	22nov-14dez 23	22nov-01jan 41
4ª ger.	02-03jan 2	04-14jan 11	15-27jan 13	02-27jan 26	02jan-14fev 44
5ª ger.	15-16fev 2	17-27fev 11	28fev-11mar 12	15fev-11mar 25	15fev-29mar 43
6ª ger.	30-31mar 2	<b>Larvas recém-eclodidas (com 3,6 GD)</b>		Incompleta	Incompleta

Tabela 8. Número de gerações e durações das fases de ovo, larva, pupa, imatura total e de ovo à fêmea ativa de *Bactrocera carambolae* em taperebá, considerando o período de setembro a março em condição climática do Oiapoque/AP

Desse modo, considerando as gerações completas, a fase imatura demandou, em média,  $24,0 \pm 1,4$  dias (variando de 23 a 26 dias), enquanto a duração do período de ovo até a ocorrência de fêmea ativa requereu, em média,  $42,0 \pm 1,4$  dias (variando de 41 a 44 dias).

O maior tempo de desenvolvimento da fase imatura foi observado na 4ª geração (26 dias), que ocorreu em janeiro, em Tmax de  $32^\circ\text{C}$  e Tmin de  $20,45^\circ\text{C}$  e, portanto, inferior àquelas observadas nos períodos das demais gerações; na 1ª geração em Tmax  $35,5^\circ\text{C}$  e Tmin de  $20,80^\circ\text{C}$ , na 2ª geração em média de Tmax de  $35,9 \pm 0,05^\circ\text{C}$  e Tmin de  $20,3 \pm 0,19^\circ\text{C}$ , na 3ª geração em médias de Tmax de  $35,22 \pm 0,97^\circ\text{C}$  e Tmin de  $20,70 \pm 0,75^\circ\text{C}$ , e na 5ª geração em médias de Tmax de  $33,00 \pm 0,57^\circ\text{C}$  e Tmin de  $21,30 \pm 0,28^\circ\text{C}$ .

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para ambos municípios avaliados, não houve variação na duração da fase de ovo de *B. carambolae*, permanecendo a fase com a mesma duração independentemente da fruta hospedeira (acerola e taperebá), da época do ano e da variação das condições climáticas nos municípios estudados. Entretanto, para as demais fases de desenvolvimento do inseto aqui avaliadas constataram-se as influências das maiores amplitudes térmicas, entre as Tmax e Tmin médias, notadamente para o maior tempo de duração das fases no Oiapoque.

Assim sendo, apesar do município apresentar as maiores temperaturas máximas médias mensais, quando comparadas àquelas de Macapá, as influências das amplitudes térmicas mensais locais do Oiapoque resultaram, de forma geral, no desenvolvimento ligeiramente mais rápido das fases de *B. carambolae* por geração quando comparados aos ocorridos em Macapá.

## REFERÊNCIAS

- ADAIME, R. A. da; JESUS-BARROS, C. R. de; BARIANI, A.; LIMA, A. L.; CRUZ, K. R.; CARVALHO, J. P. **Novos registros de hospedeiros da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no Estado do Amapá, Brasil**. Macapá: Embrapa Amapá, 2016. 5 p. (Embrapa Amapá. Comunicado técnico, 146).
- BARBOZA, S.B.S.C.; TAVARES, E.D.; MELO, M.B. de. **Instruções para o cultivo da acerola**. Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1996. 42p. (EMBRAPA-CPATC. Circular técnica. 6). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44461/1/CPATC-DOCUMENTOS-6-INSTRUCOES-PARA-O-CULTIVO-DA-ACEROLA-FL-13124.pdf>
- BELO, A. P. D.; ROCHA, L. M. da S.; CORRÊA, J. M. G.; FERREIRA, R. M. dos A.; COSTA-NETO, S. V. da; SOUSA, M. do S. M. de; ADAIME, R.; LEMOS, L. do N. New host plants records of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Entomological Communications**, v. 2, ec02036, 2020.
- BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M.; SILVA, S. A. de O.; SILVA, L. A. da; SANTOS, J. W. dos. Efeito da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Iheringia, Sér. Zool.** v.99, n.2, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000200004>
- CALGARO, M.; BRAGA, M. B. **O cultivo de acerola**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 144p. (Coleção Plantar, 69). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128278/1/PLANTAR-Acerola-ed03-2012.pdf> Acessado em: 02 jun. 2022.
- CASTILHO, A. P.; PASINATO, J.; SANTOS, J. E. V. dos; COSTA, A. e S. da; NAVA, D. E.; JESUS, C. R. de; ADAIME, R. Biology of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) on four hosts. **Revista Brasileira de Entomologia**, 63, 2019. p. 302-307.
- COSTA, S. S. da. **Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) e de seus parasitoides em diferentes microrregiões do estado de Alagoas**, Rio Largo, AL: Universidade Federal de Alagoas/Centro de Ciências Agrárias, 2012. 115f. (Dissertação (mestrado em Agronomia: Proteção de Plantas). Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/275/1/Biodiversidade%20de%20moscas-das-frutas%20%28Diptera%3A%20Tephritoidea%29%20e%20de%20seus%20parasitoides%20em%20diferentes%20microrregi%C3%B5es%20do%20estado%20de%20Alagoas.pdf>
- CUI, J.; ZHU, S.; BI, R.; XU, W.; GAO, Y.; SHI, S.. Effect of Temperature on the Development, Survival, and Fecundity of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), **Journal of Economic Entomology**, v.111, n.4, August 2018, pp 1940–1946, Available at: <https://doi.org/10.1093/jeet/toy151>
- DANJUMA, S.; THAOCHAN, N; PERMKAM, S. ; SATASOOK, C. 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**, 14, issue 1, 2014. v.14, Issue 1, 2014. p.1-16 (Article 126).

FREITAS, J. da L.; SANTOS, M. M. de L. S.; OLIVEIRA, F. de A. Fenologia reprodutiva de espécies potenciais para arranjo em sistemas agroflorestais, na Ilha de Santana, Amapá. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 53, n.1, p.78-86, jan/jun 2010. doi.10.4322/rca.2011.011

JESUS-BARROS, C. R. de; MOTA JÚNIOR, L. de O.; COSTA, A. e S. da; PASINATO, J.; ADAIME, R. Fecundidade e longevidade de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). **Biotemas**, v. 30, n. 4, p. 7-13, Dec. 2017.

JESUS-BARROS, C. R. de; ADAIME, R.; BARROS NETO, E. L. de. **Ocorrência estacional e estratificação vertical de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras (*Psidium guajava* L.) cultivadas em sistema agroflorestal no Amapá**, Brasil. Macapá: Embrapa Amapá, 2016. 22 p (Embrapa Amapá. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 93).

JESUS-BARROS, C. R. de; SILVA, R. A. da; LIMA, A. L.; BARIANI, A.; BOTTON, M.; PARANHOS, B. A. J. Avanços nas pesquisas sobre a mosca-da-carambola no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 26.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENTOMOLOGIA, 9., 2016, Maceió. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 46.

JU, R. T.; WANG, F.; LI, B. Effects of temperature on the development and population growth of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*. **Journal of insect science (Online)**, 2011, 11, 16. Available at: <https://doi.org/10.1673/031.011.0116>

LEMOS, L. do N.; ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R. de; DEUS, E. da G. de Novos registros de *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) no Brasil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 1.; MEETING OF THE POST-GRADUATE PROGRAM IN TROPICAL BIODIVERSITY, 5., 2014, Macapá. Conservation conflicts: XXI century challenges and solutions: **abstract book**. Macapá: Unifap: Conservação Internacional: Embrapa, 2014. p. 51-52.

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

PEREIRA, M. J. B.; BERTI-FILHO, E. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações da broca-do-fruto *Annona* (*Cerconota anonella*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2278-2284, 2009.

PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; PARANHOS, B. A. J.; MARINHO-PRADO, J. S.; RAMOS, G. G. *Ganaspis brasiliensis* como alternativa de biocontrole de *Drosophila suzukii* no Brasil. II. Estimativas de desenvolvimento por demandas térmicas. In: TULLIO, L. (org.). **Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas**. Ponta Grossa: Atena, 2022. cap. 10, p. 129-148.

PESSOA, M. C. P. Y.; AVILA, C. J.; FLUMIGNAN, D. L. LUCHINI, G. A.; BORGHESI, R. Estimativas de fases imaturas de *Helicoverpa armigera* em Dourados e Ponta Porã em apoio ao biocontrole. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO (SICONBIOL), 16., 2019a, Londrina. **Anais...** Londrina: SEB; UEL; Embrapa, 2019. p. 454.

PESSOA, M. C. P. Y.; AVILA, C. J.; MARINHO-PRADO, J. S.; LUCHINI, G. A.; SOUZA, E. C. S.; RICHETTI, A.; FLUMIGNAN, D. L. **Nível de dano de *Helicoverpa armigera* em fase vegetativa de soja (safra 2016/2017) em Ponta Porã**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019b. 24p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 85).

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; MINGOTI, R.; PRADO, S. de S.; LOVISI FILHO, E.; SA, L. A. N. de; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R. **Avaliação de potencial desenvolvimento de *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) e de três bioagentes de controle exóticos em condições climáticas da Região Norte do Brasil - Estados do Amapá e Roraima**, Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2016a. 2p. (Nota Técnica/Nota Científica).

PESSOA, M. C. P. Y.; PRADO, J. S. M.; MINGOTI, R.; LOVISI FILHO, E.; SILVA, A. de S.; MOURA, M. S. B. de; SILVA FILHO, P. P. da; SA, L. A. N. de; PRADO, S. de S.; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R. **Estimativas de potencial adaptação de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Praga Quarentenária A2) - Estudo de caso para dois perímetros irrigados do Vale do Rio São Francisco**. Campinas, SP: Embrapa Gestão territorial 2016b. 2 p. (Nota Técnica/Nota Científica).

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SA, L. A. N. de. **Avaliação do potencial desenvolvimento de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivo de soja na região de Barretos - norte do estado de São Paulo**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2014. 27p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 63).

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SÁ, L. A. N. de. Desenvolvimento de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro no sudoeste de São Paulo: avaliação por exigências térmicas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 13., 2013, Bonito. Faça bonito: use controle biológico: **Anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 1p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98595/1/2013RA003.pdf>

PESSOA, M. C. P. Y. **Simulação e inteligência artificial aplicadas ao estudo da dinâmica populacional do bicudo do algodoeiro na região de Campinas, SP**. Campinas: UNICAMP, 1994. 208f. Tese Doutorado. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/209583/1/1994TS-Pessoa-Simulacao-2812.pdf>

SALVADORI, J.R.; PARRA, J.R.P. Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *Pseudaletia sequax* (Lepidoptera: Noctuidae), em dieta artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 12, 1990. p.1693-1700,

SILVA, D. M. da. **Efeito de altas temperaturas sobre aspectos biológicos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) e no potencial de infecção por *Bacillus thuringiensis* Berliner**. Curitiba, PA: PPG Ciências Biológicas/Universidade Federal do Paraná, 2010. 67p. (Dissertação) Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24067/Dissertacao%20final%202010-UFPB.%20Debor%20Mello%20da%20Silva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA-NOVA, N. A. **Manual de Ecologia dos Insetos**. Ceres, São Paulo, SP, 1976. 419p.

SOUSA, M. do S. M. de; SANTOS, J. C. R. dos; JESUS, C. R. de; YOKOMIZO, G. K. I.; DEUS, E. da G. de; PEREIRA, J. F.; ADAIME, R. Goiabeiras comuns contribuem para expansão da área de distribuição de *Bactrocera carambolae* na Amazônia brasileira. In: PACHECO, J. T. R.; KAWANISHI, J. Y.; NASCIMENTO, R. do (Org.). **Meio ambiente e desenvolvimento sustentável**. Ponta Grossa: Atena, 2019. cap. 18. p. 196-206. (Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; v. 2).

SOUSA, M. do S. M. de; DEUS, E. da G. de; LIMA, A. L.; JESUS, C. R. de; CIOSTA NETO, S. V. da; LEMOS, L. do N.; MALHADO, A. C. M.; LADLE, R. J.; ADAIME, R. *Spondias mombin* as a reservoir of fruit fly parasitoid populations in the Eastern Amazon: an undervalued ecosystem service. **Peerj**, 2021. p.1-23. Available at: <https://peerj.com/articles/11530/>

UNIVERSITY OF CALIFORNIA- DAVIS. UC-IPM. **Statewide integrated pest management program- Weather, models, & degree-days**, California, USA: University of California (UC)-Davis/Agriculture and Natural Resources (ANR). 2012. Disponível em: <http://ipm.ucdavis.edu/WEATHER/index.html> , Acessado em: janeiro /2022.