



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: FITOTECNIA**

**OVIPOSIÇÃO DE TEFRITÍDEOS (DIPTERA: TEPHRITIDAE)
E BIOLOGIA DE *Ceratitis capitata* EM BANANA**

MICAELA MATOS DOS SANTOS

**VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA – BRASIL
2023**

MICAELA MATOS DOS SANTOS

**OVIPOSIÇÃO DE TEFRITÍDEOS (DIPTERA: TEPHRITIDAE)
E BIOLOGIA DE *Ceratitis capitata* EM BANANA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Aparecida
Castellani

Coorientadora: Dra Suzany Aguiar Leite

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA-BRASIL

2023

S236o

Santos, Micaela Matos dos.

Oviposição de trefritídeos (Diptera: Tephritidae) e biologia de *Ceratitis capitata* em banana. / Micaela Matos dos Santos, 2023.

72 f.

Orientador (a): Dr^a. Maria Aparecida Castellani.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2023.

Inclui referência F. 57 – 61.

1. Banana - Cultivares de *Musa* sp. 2. Defesa Fitossanitária. 3. *Anastrepha obliqua*. 4. Mosca-do- Mediterrâneo. 5. Ciclo biológico. I. Castellani, Maria Aparecida. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. T.

CDD: 634.772

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista -BA



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia**

Campus de Vitória da Conquista, BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “OVIPOSIÇÃO DE TEPFRITÍDEOS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) E
BIOLOGIA DE *Ceratitis capitata* EM BANANA”**

AUTOR (A): Micaela Matos dos Santos

**Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM
AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela seguinte Banca
Examinadora:**

Maria Aparecida Castellani, D.Sc. (UESB)

Antonio Souza do Nascimento D.Sc. (EMBRAPA Mandioca e Fruticultura)

Documento assinado digitalmente
 IARA SORDI JOACHIM BRAVO
Data: 01/12/2023 15:42:21-0300
Verifique em <https://validar.jo.gov.br>

Iara Sordi Joachim Bravo, D.Sc. (UFBA)

Data de realização: 30 de Novembro de 2023.

Estrada do Bem Querer, Km 4, CEP 45031-900, Caixa Postal 95, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil
Telefone: (77) 3425-9383, e- mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me guiar sempre pelo caminho certo.

À minha mãe, Valda, pelo amor, apoio, incentivo, por ser meu alicerce e por nunca me deixar desistir. Minha eterna gratidão!

Ao meu noivo, Willian, por sempre estar comigo, me apoiando, sustentando e cuidando de mim nos momentos mais difíceis. Obrigada por seu amor e companheirismo.

À minha irmã, Duda, pelo amor e carinho. Amo você, minha pequena!

À minha orientadora, Dra. Maria Aparecida Castellani, pela orientação, ensinamentos, confiança e por acreditar no meu potencial. Muito obrigada!

À Dra. Suzany, minha coorientadora, pela dedicação, apoio e disponibilidade na condução deste trabalho. Obrigada, Suzy!

Ao Dr. Antonio Nascimento e à Dra. Iara Sordi Joachim-Bravo, pelas contribuições com este estudo.

À Xica, pela parceria, amizade e pela disposição em sempre me ajudar. Um presente que a Uesb me deu e que levarei para a vida.

Ao Óscar, pela amizade e pela disponibilidade em ajudar, principalmente com as análises estatísticas. Gratidão!

Aos amigos do laboratório de entomologia: Xica, Óscar, Ana, Benício, Jaslém, Jislane, Ariel, Denilson e Talytha, pela amizade, risadas, momentos de descontração e por me ajudarem na montagem dos experimentos. Agradeço, também, Bia e Jaque, pelo apoio e colaboração neste trabalho.

Ao Alessandro, pela parceria e disponibilidade em trazer os cachos de bananas; e à Fruticultura Kolger, pela doação dos frutos.

Ao professor Alcebíades Rebouças São José, Matheus Ferreira e Virgiane, por ter disponibilizado os equipamentos e aparelhos para as análises físico-químicas dos frutos de banana.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pelos conhecimentos transmitidos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO GERAL

SANTOS, M. M. dos. **OVIPOSIÇÃO DE TEFRITÍDEOS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) E BIOLOGIA DE *Ceratitis capitata* EM BANANA**. Vitória da Conquista - BA, UESB, 2023. 72p. (Dissertação: Mestrado em Agronomia; Área de Concentração: Fitotecnia)*

A banana é a fruta mais produzida no mundo e o Brasil é o quarto maior produtor, com exportações crescentes. Contudo, as pragas quarentenárias interferem no mercado internacional. Associações de banana com moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são escassas na literatura mundial e, no Brasil, são recentes, porém envolvendo *Ceratitis capitata* (Wiedemann), espécie quarentenária. Outros tefritídeos apresentam importância quarentenária, como *Anastrepha obliqua* (Macquart), praga-chave da manga, mas suas interações com banana são desconhecidas. Os objetivos do estudo foram avaliar a oviposição de *C. capitata* e *A. obliqua*, bem como a biologia de *C. capitata* em cultivares de banana, em diferentes estádios de maturação da fruta, com a finalidade de se conhecer o potencial dessas moscas em atingir o *status* de praga na cultura. A oviposição de *C. capitata* foi estudada em bioensaio com sete estádios de maturação (E1 a E7) e cultivares de banana, BRS Princesa, Nanica e Prata-Anã. A unidade experimental constou de um fruto e 10 casais da mosca. Para *A. obliqua*, foram utilizadas as mesmas cultivares e estádios de maturação E1 e E2, e duas fêmeas. Avaliou-se o número de posturas, ovos e puncturas. Foram realizadas análises físico-químicas dos frutos. A biologia de *C. capitata* foi estudada em dois bioensaios: 1) mesmas cultivares e estádios E1 e E2, usando porções de frutos infestados com larvas de primeiro instar (Metodologia 1); e 2) mesmas cultivares e estádios de maturação E1, E2 e E3 e inoculação de frutos com ovos de *C. capitata* (Metodologia 2). Avaliou-se o período e a sobrevivência larval; o período, a viabilidade e a massa pupal; e a emergência dos adultos. Utilizou-se o modelo linear generalizado (GLM) para número de puncturas, posturas e de ovos de *C. capitata* e *A. obliqua*; e modelo linear misto generalizado (GLMER) para as características químicas e físicas das bananas e variáveis biológicas de *C. capitata*. A oviposição das duas espécies de moscas-das-frutas sofreu efeito dos dois fatores (Cultivar e estádio de maturação), porém, ovipositaram em todas as cultivares. *Ceratitis capitata* preferiu os estádios E4 (BRS Princesa), E5 (Prata-Anã), E6 e E7 (Nanica). *Anastrepha obliqua* ovipositou nas três cultivares nos dois estádios de maturação (E1 e E2). As metodologias possibilitaram resultados biologicamente diferentes, principalmente quanto à Nanica, recomendando-se que sejam complementares. Em laboratório, *C. capitata* completou seu ciclo de vida em Nanica (E2), BRS Princesa e Prata-Anã (E1, E2 e E3), com melhor performance em Prata-Anã no estádio E1. Observou-se que menor firmeza e maiores teores de sólidos solúveis totais propiciaram maior oviposição de *C. capitata*.

Palavras-chave: Defesa Fitossanitária; *Anastrepha obliqua*, Ciclo biológico; Mosca-do-Mediterrâneo; *Musa* sp.

* **Orientadora:** Profa. Dra. Maria Aparecida Castellani, UESB e **Coorientadora:** Dra. Suzany Aguiar Leite, Pós-Doc Estratégico/CAPES.

GENERAL ABSTRACT

SANTOS, M. M. dos. **OVIPOSITION OF TEPRITIDS (DIPTERA: TEPRITIDAE) AND BIOLOGY OF *Ceratitis capitata* IN BANANA**. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2023. 72 p. (Dissertation: Master Science in Agronomy; Area of Concentration: Crop Science)*

Banana is the most produced fruit in the world, and Brazil is the fourth largest producer, with growing exports. However, quarantine pests interfere with the international market. Associations of bananas with fruit flies (Diptera: Tephritidae) are scarce in the world literature and in Brazil they are recent, but involve *Ceratitis capitata* (Wiedemann), a quarantine species. Other tephritids are of quarantine importance, such as *Anastrepha obliqua* (Macquart), a key pest of mango, but their interactions with bananas are unknown. The objectives of the study were to evaluate the oviposition of *C. capitata* and *A. obliqua*, as well as the biology of *C. capitata*, in banana cultivars at different stages of fruit maturation, with the aim of understanding the potential of these flies to reach the pest status in culture. *C. capitata* oviposition was studied in a bioassay with seven maturation stages (E1 to E7) and banana cultivars, BRS Princesa, Nanica and Prata-Anã. The experimental unit contained a fruit and 10 fly pairs. For *A. obliqua*, the same cultivars and maturation stages E1 and E2 were used and two females. The number of ovipositions, eggs, and punctures were evaluated. As physical-chemical analyses of the fruits were conducted. The biology of *C. capitata* was studied in two bioassays: 1) same cultivars and stages E1 and E2, using portions of fruits infested with first instar larvae (Methodology 1); and 2) same cultivars and stages E1, E2, and E3, and the fruits were inoculated with *C. capitata* eggs (Methodology 2). The larval period and survival; pupal period, viability, and pupal mass; as well as adult emergence, were evaluated. The generalized linear model (GLM) was used for the number of punctures, ovipositions, and eggs of *C. capitata* and *A. obliqua*, and the generalized linear mixed-effects model (GLMER) for the chemical and physical characteristics of bananas and biological variables of *C. capitata*. The oviposition of the two fruit flies species was affected by both factors (Cultivar and maturation stages), but they oviposited in all cultivars. *Ceratitis capitata* preferred stages E4 (BRS Princesa), E5 (Prata-Anã), E6 and E7 (Nanica). *Anastrepha obliqua* oviposited in the three cultivars at both maturation stages (E1 and E2). The methodologies allowed different biological results, especially regarding Nanica, recommending that they be complementary. In the laboratory, *C. capitata* completes its cycle in Nanica (E2), BRS Princesa and Prata-Anã (E1, E2 and E3), with best performance in Prata-Anã in the E1 stage. Lower firmness and higher Total soluble solids levels led to greater *C. capitata* oviposition.

Keywords: Phytosanitary defense; *Anastrepha obliqua*, Biological cycle; Mediterranean Fly; *Musa* sp.

* **Advisor:** Profa. Dra. Maria Aparecida Castellani, UESB and **Coadvisor:** Dra. Suzany Aguiar Leite, Pós-Doc Estratégico/CAPES.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Número de puncturas, posturas e ovos de <i>C. capitata</i> em cultivares e estádios de maturação dos frutos de banana.....	37
Tabela 1.2 - Potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (ATT), sólidos solúveis totais (SST), firmeza, luminosidade, croma (C) e ângulo hue (H°) dos frutos de banana, em função das cultivares e estádios de maturação dos frutos.	38
Tabela 1.3 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as características físico-químicas e o número de puncturas, posturas e ovos de <i>C. capitata</i> nas cultivares de banana.....	40
Tabela 2.1 - Período (dias) e sobrevivência larval (%); período (dias), viabilidade (%) e massa pupal (mg); e emergência dos adultos (%) de <i>Ceratitidis capitata</i> em porções de frutos da cultivar Prata-Anã no estádio E1 de maturação dos frutos de banana.....	64

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 - Número de posturas de *Ceratitis capitata* em cultivares e estádios de maturação de frutos de banana. “n.s.” indica não haver diferença entre cultivares em diferentes estádios (contraste após GLMER; $p > 0,05$).....42
- Figura 1.2 - Número de ovos de *Ceratitis capitata* em cultivares e estádios de maturação de frutos de banana. “n.s.” indica não haver diferença entre cultivares em diferentes estádios de maturação (contraste após GLMER; $p > 0,05$).....42
- Figura 1.3 - Número de puncturas de *Ceratitis capitata* em cultivares e estádios de maturação de frutos de banana. “n.s.” indica não haver diferença entre cultivares em diferentes estádios de maturação dos frutos (contraste após GLMER; $p > 0,05$).....43
- Figura 1.4 - Número de ovos de *Anastrepha obliqua*: A) de entre as cultivares de banana, B) entre os estádios de maturação E1 e E2 dos frutos de banana. Médias iguais indicam semelhança entre os tratamentos.....44
- Figura 1.5 - Número de puncturas de *Anastrepha obliqua*: A) entre as cultivares de banana, B) entre os estádios de maturação E1 e E2 dos frutos de banana. Médias iguais indicam semelhança entre os tratamentos.....45
- Figura 2.1 - Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana obtidos pela Metodologia 1 (porções de frutos infestados com larvas): (A) Período larval (dias), (B) sobrevivência larval (%), (C) período pupal (dias), (D) massa pupal (mg), (E) viabilidade pupal (%) e (F) emergência dos adultos (%) em três cultivares de banana no estágio E2 de maturação da banana. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.....65
- Figura 2.2 - Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) Período larval (dias) entre cultivares; (B) período larval entre os estádios E1, E2 e E3 de maturação; Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.....66
- Figura 2.3 - Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): A) Sobrevivência larval (%) entre cultivares e (B) Sobrevivência larval (%) entre os estádio E1, E2 e E3 de maturação. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.....67
- Figura 2.4 - Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) Período pupal (dias) entre cultivares; (B) período pupal entre os estádios E1, E2 e E3 de maturação. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.....68

Figura 2.5 - Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) viabilidade pupal (%) entre cultivares; Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.....69

Figura 2.6 - Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) Massa pupal (mg) de entre cultivares; (B) massa pupal (mg) entre os estádios E1, E2 e E3 de maturação; Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.....70

Figura 2.7 - Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) emergência do adulto (%) entre cultivares; e (B) emergência do adulto (%) entre os estádios E1, E2 e E3 de maturação. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.....71

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ATT	Acidez titulável
°C	Graus celsius
G	Gramas
GLM	<i>Generalized Linear Models</i>
GLMER	<i>Generalized Linear Mixed-Effects Model</i>
H°	Ângulo Hue
L	Litro
mL	Mililitro
N	Newton
NaOH	Hidróxido de sódio
SST	Sólidos Solúveis Totais
=	Igual
>	Maior
<	Menor
+	Mais
±	Mais ou menos
%	Porcentagem
°	Graus
Ø	Diâmetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
3 ARTIGO 1: Oviposição de <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann) e <i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart) (Diptera: Tephritidae) em cultivares de <i>Musa</i> sp. em diferentes estádios de maturação do fruto	20
3.1 RESUMO.....	21
3.2 INTRODUÇÃO.....	22
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.3.2 Obtenção dos adultos de <i>C. capitata</i> e de <i>A. obliqua</i>	24
3.3.1 Obtenção e caracterização dos frutos.....	25
3.3.3 Oviposição de <i>Ceratitis capitata</i>	25
3.3.4 Oviposição de <i>Anastrepha obliqua</i>	26
3.3.5 Análises estatísticas.....	26
3.4 RESULTADOS.....	27
3.4.1 Oviposição de <i>Ceratitis capitata</i>	27
3.4.1 Oviposição de <i>Anastrepha obliqua</i>	29
3.5 DISCUSSÃO.....	29
3.6 AGRADECIMENTOS.....	31
3.7 REFERÊNCIAS.....	31
4.0 ARTIGO 2: Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) em banana (<i>Musa</i> sp.).....	47
4.1 RESUMO.....	48
4.2 INTRODUÇÃO.....	49
4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	50
4.3.1 Obtenção dos adultos de <i>Ceratitis capitata</i> e dos frutos de banana.....	50
4.3.2 Biologia de <i>Ceratitis capitata</i>	51
4.3.3 Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> em porções de frutos de banana (Metodologia 1)....	51
4.3.4 Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> a partir de inoculação de ovos em frutos de banana (Metodologia 2).....	51
4.3.5 Análises estatísticas.....	52
5 RESULTADOS.....	52
5.1 Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> em porções de frutos de banana.....	52

5.2 Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> a partir de inoculação de ovos em frutos de banana...	53
6 DISCUSSÃO.....	55
7 AGRADECIMENTOS.....	58
8 REFERÊNCIAS.....	58
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com produção anual superior a 40 milhões de toneladas, e inserção gradativa no mercado internacional. As exportações de frutas frescas, produzidas no Brasil no início 2023, foram de 420,3 mil toneladas (CONAB, 2023) e, dentre aquelas destinadas ao mercado internacional, a banana tem se destacado. Clima favorável, grande extensão de terras cultiváveis e disponibilidade de recursos hídricos são algumas potencialidades do Brasil que favorecem a produção em grande escala dessa fruta (Santos; Souza, 2019).

A bananeira (*Musa* sp.) pertence à família Musaceae e o seu fruto é um dos mais consumidos mundialmente (Anwar et al., 2010). A cultura assume grande importância econômica e social, sendo cultivada em mais de 130 países, ao longo dos trópicos e subtropicais de Capricórnio (Mohaprata et al., 2010). O Brasil é o quarto maior produtor de banana do mundo, com produção anual em torno de 7.000.000 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 468 mil hectares (IBGE, 2023). O estado de São Paulo é o maior produtor, com 1,026 milhões de toneladas, seguido dos estados da Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina e Pará (IBGE, 2022). Apesar desse volume produzido, as exportações da fruta representam apenas 2% do que é produzido (Comexstat, 2022).

As principais pragas quarentenárias da banana, que impactam negativamente as exportações, são o moko da bananeira (*Ralstonia solanacearum* Smith, Raça 2), sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. cubense, Raça 4), BBTV (*Banana bunchy top virus*) e BBrMV (*Banana bract mosaic virus*) (Brandão et al., 2017; MAPA, 2018).

Na fruticultura mundial, as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são as principais pragas quarentenárias que limitam as exportações, devido às restrições quarentenárias impostas pelos países livres de moscas-das-frutas. São pragas que, durante a fase larval, alimentam-se e desenvolvem-se no interior dos frutos. As frutas infestadas geralmente caem prematuramente, resultando em redução na produção e na qualidade dos frutos, inviabilizando o consumo. Os orifícios de puncturas deixados pelas fêmeas, no momento da oviposição, podem induzir a queda prematura dos frutos e servir como porta de entrada para microrganismos patogênicos, acarretando perdas adicionais à produção (Lanzavecchia et al., 2014; Botton et al., 2016; Machota et al., 2016; Ono et al., 2021). Cerca de 1 bilhão de dólares no mundo são perdidos anualmente em decorrência do ataque dessas pragas (Godoy et al., 2011).

Bactrocera musae (Tryon) e *Bactrocera dorsalis* (Hendel) são espécies de moscas-das-frutas de importância econômica no mundo, sendo registradas como pragas importantes da banana. No entanto, não há registros dessas espécies no Brasil (Manrakhan, 2022; Royer, 2022). Com relação à associação da banana com *Ceratitidis capitata*, Back e Pemberton (1916), já relataram a preocupação com essa praga nas Ilhas Havaianas em inspeções de campo e experimentos de laboratório, no entanto, os autores observaram ausência de infestação de *C. capitata* em bananas verdes e maduras destinadas à exportação. Da mesma forma, Armstrong (1983), em estudos de infestação em campo, com *C. capitata* e bananas das cultivares “Brasileira”, “Valery” e “William’s” no Havaí, observaram que as cultivares de banana não são hospedeiras naturais da mosca-das-frutas-do-mediterrâneo.

No Brasil, Joachim-Bravo et al. (2001) observaram em laboratório que a banana (*Musa paradisiaca* L.) foi o segundo hospedeiro escolhido por *C. capitata* para oviposição, em relação à maçã (*Pyrus malus* L.) e à laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. O primeiro registro de infestação natural de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em banana é recente no Brasil, e descreve índices de infestação na cultivar Prata-Anã, em pomar localizado no submédio do Vale do São Francisco, Juazeiro, BA (Sá et al., 2019), maior polo exportador de frutas do Brasil, fato que despertou a atenção de órgãos governamentais, pesquisadores e do setor produtivo pelo potencial impacto nas exportações brasileiras.

Ceratitidis capitata é uma praga polífaga, cosmopolita, multivoltina, de ampla distribuição territorial, uma praga potencial, principalmente quando se visa o mercado externo. No Brasil, anualmente, são perdidos cerca de 242 milhões de dólares, devido aos danos ocasionados por essa praga (Oliveira et al., 2013). Originária do continente Africano, foi relatada pela primeira vez no Brasil, em 1901, no município de São Paulo (Ihering, 1901) e, atualmente, encontra-se presente em todas as regiões do Brasil, exceto no Amapá e Amazonas (Zucchi; Moraes, 2023). É uma das principais pragas quarentenárias do país, infestando hospedeiros nativos e exóticos (Gómez et al., 2019); se desenvolve em 116 espécies hospedeiras pertencentes a 31 famílias botânicas, dentre as mais importantes, destacam-se Myrtaceae, Rutaceae, Rosaceae, Anacardiaceae e Sapotaceae (Zucchi e Moraes, 2023).

Outros tefritídeos também merecem atenção quanto ao potencial de causar danos em banana, por serem de ocorrência comum nos polos de fruticultura do Brasil, a exemplo de *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Nascimento et al., 2023). Apesar de estar associada principalmente às plantas da família Anacardiaceae, esta mosca infesta 72 hospedeiros

diferentes, pertencentes às famílias Apocynaceae, Combretaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Oxalidaceae, Rubiaceae, Rosaceae, Rutaceae e Sapotaceae (Zucchi; Moraes, 2023).

Na Bahia, além do polo de fruticultura do submédio do Vale do São Francisco, no Sudoeste, Oeste e Chapada Diamantina, pomares de banana e manga compõem boa parte das áreas cultivadas com frutas e *A. obliqua* é abundante e, em alguns casos, predominante dentre as espécies de *Anastrepha* (Nascimento et al., 2023). A ocorrência de *A. obliqua* nos polos de fruticultura da Bahia, associada à sua capacidade de adaptação a novos hospedeiros, a exemplo de sua associação com palma forrageira (Leite et al., 2017), eleva essa espécie a uma categoria de risco potencial para a banana, considerando-se a pressão de infestação que pode ocorrer nos polos de fruticultura com áreas expressivas cultivadas com manga e banana.

O sucesso adaptativo das moscas-das-frutas está relacionado com aspectos fisiológicos, morfológicos e comportamentais (Yuval; Hendrichs, 1999). A escolha do hospedeiro é uma etapa decisiva na manutenção do ciclo de vida de alguns tefritídeos. Insetos polípagos, como *C. capitata*, apresentam flexibilidade comportamental, o que garante sua sobrevivência mesmo na ausência de um hospedeiro favorável (Leite et al., 2019). Um hospedeiro adequado é aquele capaz de garantir o desenvolvimento e sobrevivência dos imaturos, desde a oviposição até a emergência do adulto (Armstrong 1994). Além disso, as fêmeas exibem hierarquia de preferência de hospedeiro (Joachim-Bravo; Silva Neto, 2004).

Existem diversas lacunas de conhecimento sobre as interações entre moscas-das-frutas e banana que precisam ser esclarecidas. Assim, o presente estudo foi idealizado para testar as seguintes hipóteses: a) *C. capitata* e *A. obliqua* utilizam frutos de banana para oviposição; b) há hierarquia de preferência de oviposição de *C. capitata* e *A. obliqua* entre cultivares e estádios de maturação do fruto; c) *C. capitata* completa seu desenvolvimento em banana; d) há hierarquia de performance larval e pupal em função de cultivares e estádios de maturação do fruto; e d) as metodologias para estudo da biologia, com uso de porções de fruto infestadas com larvas de primeiro ínstar e de inoculação de ovos nos frutos inteiros, proporcionam resultados biológicos similares.

Diante do exposto, os objetivos do estudo foram avaliar a oviposição de *C. capitata* e de *A. obliqua*, bem como a biologia de *C. capitata*, em diferentes cultivares de banana e estádios de maturação da fruta, com a finalidade de se conhecer o potencial dessas moscas em atingir o *status* de praga na cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anwar, J.; Shafique, U.; Salman, M.; Dar, A.; Anwar, S. Removal of Pb (II) and Cd (II) from water by adsorption on peels of banana. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 6, p. 1752-1755, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.10.021>

Armstrong, J.W. Commodity resistance to infestation by quarantine pests. In: Sharp, J. L.; Hallman, G.J. (Eds). *Quarantine Treatments for Pests and Food Plants*. Boulder, CO: Westview, 1994, p 199–211.

Armstrong, J, W. Infestation biology of three fruit fly (Diptera: Tephritidae) species on ‘Brazilian,’ ‘Valery,’ and ‘William’s’ cultivars of banana in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, n. 3, p. 539-543, 1983. <https://doi.org/10.1093/jee/76.3.539>

Back, E. A.; Pemberton, C. E. Banana as a host fruit of the Mediterranean fruit fly. Department of Agriculture. **Journal of Agricultural Research**, v. 17, p. 793-812, 1916. <https://doi.org/10.1093/jee/76.3.539>

Botton, M.; Arioli, C.J.; Machota Júnior, R.; Nunes, M.Z.; Da Rosa, J.M. Moscas-das-frutas na fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 2, p. 103-108, 2016.

Brandão, S. C. N.; Barbosa, C. D. J.; de Oliveira, M. Z. A.; Silva, S. D. B. Vírus quarentenários para a bananicultura brasileira: *Banana Bunchy Top vírus* (BBTV) e *Banana bract mosaic virus* (BBrMV), Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Comunicado Técnico**, 163, 2017.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Boletim Hortigranjeiro**, Brasília, DF, v. 9, n. 6, junho, 2023.

Comexstat. Importações e exportações brasileiras, 2022. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/92951>. Acesso em Junho de 2023.

Godoy, M.J.S.; Pacheco, W.S.P.; Malavasi, A. Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. Silva, R.A.; Lemos, W.P.; Zucchi, R.A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Embrapa. Macapá, Amapá, Brasil, p. 111, 2011.

Gómez, M.; Paranhos, B. A.; Silva, J. G.; De Lima, M. A.; Silva, M. A.; Macedo, A. T.; Walder, J. M. Oviposition preference of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) at different times after pruning ‘Italia’ table grapes grown in Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 1, p. 16, 2019. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey136>

Ihering, H. V. Laranjas bichadas. **Revista Agrícola**, v. 70, p. 179-181, 1901.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html>. Acesso em agosto de 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html>. Acesso em agosto de 2023.

Joachim-Bravo, I. S., Fernandes, O. A., Bortoli, S. A., & Zucoloto, F. S. Oviposition preference hierarchy in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae): influence of female age and experience. **Iheringia. Série Zoologia**, p. 93-100, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212001000200014>

Joachim-Bravo, I.S.; Silva-Neto, A.M. Aceitação e preferência de frutos para oviposição em duas populações de *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). **Iheringia. Série Zoológica**, v. 94, p.171- 176, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212004000200009>

Lanzavecchia, S.B.; Juri, M.; Bonomi, A.; Gomulski, L.; Scannapieco, A.C.; Segura, D.F.; Malacrida, A.; Cladera, J. L.; Gasperi, G. Microsatellite markers from the ‘South American fruit fly’ *Anastrepha fraterculus*: a valuable tool for population genetic analysis and SIT applications. **BMC Genetics**, v. 15, p. 1-8, 2014. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-15-S2-S13>

Leite, S.A.; Castellani, M.A.; RIBEIRO, A.E.L.; COSTA, D.R.D.; BITTENCOURT, M.A.L.; Moreira, A.A. Fruit flies and their parasitoids in the fruit growing region of Livramento de Nossa Senhora, Bahia, with records of unprecedented interactions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 39, e-592. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017592>

Leite, S.A.; Costa, D.R.D.; Ribeiro, A.E.L.; Moreira, A.A.; Sá Neto, R.J.D.; Castellani, M. A. Oviposition preference and biological performance of *Ceratitis capitata* in Anacardiaceae, Cactaceae and Vitaceae fruit. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, 2019. <https://doi.org/10.1590/1808-1657001282018>

Machota, R.; Bortoli, L.C.; Cavalcanti, F.R.; Botton, M.; Grützmacher, A.D. Assessment of injuries caused by *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) on the incidence of bunch rot diseases in table grape. **Neotropical Entomology**, v. 45, n. 4, p. 361-368, 2016. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0377-y>

Manrakhan, A. ‘*Bactrocera dorsalis* (Oriental fruit fly)’, CABI Compendium. CABI. doi: 10.1079/cabicompendium.17685, 2022.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa Nº 38, de 1º de outubro de 2018, ed.192, 8 p. Disponível em: <https://portal-homol.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-38-de-1-de-outubro-de-2018-43882970>

Mohapatra, D.; Mishra, S.; Sutar, N. Banana and its by-product utilisation: An overview. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 69, p. 323–329, 2010.

Nascimento, A.S.; Castellani, M.A.; Roriz, A.K.P.; Souza, J.S.; Sá, R.F; Aguiar, W.M.M.; Moreira, A.A.; Paranhos, B.A.; Joaquim-Bravo, I.A. **Moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides no estado da Bahia**. In: Zucchi, R.A.; Malavasi, A.; Adaime, R.; Nava, D.E. Moscas-das-frutas no Brasil – Conhecimento Básico e Aplicado. Piracicaba: FEALQ, v.2, 87-99, 2023.

Oliveira, C.M., Auad, A. M., Mendes, S.M.; Frizzas, M.R. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. **Journal of Applied Entomology**, v. 137, n. 1-2, p. 1-15, 2013. <https://doi.org/10.1111/jen.12018>

Ono, H.; Hee, A.; Jiang, H. Recent advancements in studies on chemosensory mechanisms underlying detection of semiochemicals in Dacini fruit flies of economic importance (Diptera: Tephritidae). **Insects**, v. 12, n. 2, p. 106, 2021. <https://doi.org/10.3390/insects12020106>

Royer, J. '*Bactrocera musae* (banana fruit fly)', CABI Compendium. CABI. doi: 10.1079/cabicompendium.8725, 2022.

Sá, R.F.D; Oliveira, A.D.S; Oliveira, R.D.C.C.D; Santos, J.C.M.D; Moreira, A.A; Castellani, M.A. First record of the association of banana (*Musa* sp.) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, p. 1-5, 2019. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019091>

Santos, J.L.S.; Sousa, L.P. Competitividade das exportações brasileiras de banana. **Revista Estudo & Debate**, v. 26, n. 2, 2019. <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v26i2a2019.1962>

Yuval B.; Hendrichs. J. Behavior of Flies in the Genus *Ceratitis* (Dacinae: Ceratitidini). In: Aluja, M.; Norrbom, A. (Eds). **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Flórida, 1999, p. 429-449

Zucchi, R. A.; Moraes, R.C.B. Fruit flies in Brazil - **Anastrepha species their host plants and parasitoids**. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>. Acesso em: 25 de setembro de 2023

Zucchi, R. A.; Moraes, R.C.B. **Fruit flies in Brazil – Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly, 2023**. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitis>. Acesso em: 12 de agosto de 2023

ARTIGO I

Oviposição de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) e *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) em cultivares de *Musa* sp. em diferentes estádios de maturação do fruto*

* Situação: Submetido

Oviposição de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) e *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) em cultivares de *Musa* sp. em diferentes estádios de maturação do fruto*

Micaela Matos dos Santos¹, Suzany Aguiar Leite¹, Maria Aparecida Castellani^{1*}

¹Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 45.031-900, Brazil

RESUMO

Ceratitis capitata (Wiedemann) e *Anastrepha obliqua* (Macquart) são moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica no Brasil, apresentando notável plasticidade ecológica, com relatos recentes de associações com cactáceas (*A. obliqua* e *C. capitata*) e musácea (*C. capitata*). O objetivo do estudo foi avaliar a oviposição de *C. capitata* e de *A. obliqua* em cultivares de banana em diferentes estádios de maturação dos frutos. Para *C. capitata*, estudos foram conduzidos sem chance de escolha, em esquema fatorial 7x3, sendo os fatores sete estádios de maturação (E1 ao E7) e as cultivares Prata-Anã, Nanica e BRS Princesa, com 10 repetições. Para *A. obliqua*, o esquema fatorial foi 3x2, com as mesmas cultivares e os estádios E1 e E2. Foram realizadas análises físico-químicas dos frutos. Avaliou-se o número de posturas, ovos e puncturas 24 horas após a infestação. Utilizou-se o modelo linear generalizado (GLM) para avaliar o efeito das cultivares e estádios de maturação nas variáveis quantitativas de *C. capitata* e de *A. obliqua*; e o modelo linear misto generalizado (GLMER) para analisar as características físico-químicas dos frutos. A oviposição das duas espécies de moscas-das-frutas sofreu efeito dos dois fatores, mas houve oviposição em todas as cultivares. *Ceratitis capitata* preferiu os estádios mais avançados de maturação, E4 (BRS Princesa), E5 (Prata-Anã), E6 e E7 (Nanica). *Anastrepha obliqua* ovipositou nas três cultivares e nos dois estádios iniciais de maturação (E1 e E2) e preferiu a cultivar BRS Princesa. Menor firmeza do fruto e maiores teores de sólidos solúveis totais propiciaram maior oviposição de *C. capitata*.

Palavras-chave: Defesa Fitossanitária; *Anastrepha obliqua*; Maturação; Mosca-do-mediterrâneo; *Musa* sp.

1 INTRODUÇÃO

Ceratitis capitata (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) é uma das principais espécies-praga da fruticultura mundial, causando perdas significativas na produção (Guillem-Amat et al., 2020; Papanastasiou et al., 2020). Polífaga, cosmopolita e multivoltina, este inseto tem sido registrado infestando mais de 350 hospedeiros (Liquido et al., 1991; Qin et al., 2015). Originária da África Tropical, encontra-se distribuída em diversas áreas tropicais e temperadas do mundo (Godoy et al., 2011) e em quase todo o território brasileiro, utilizando, para seu desenvolvimento, 116 espécies diferentes de hospedeiras, pertencentes a 31 famílias botânicas (Zucchi; Moraes, 2023). Desde sua introdução em 1901, no município de São Paulo, *C. capitata* vem se adaptando às mais diversas condições edafoclimáticas e famílias botânicas (Sá et al., 2019). Framboesa (*Rubus idaeus* L.) (Custódio et al., 2016), quiabento (*Rhodocactus bahiensis* Gürke), palma forrageira [*Opuntia ficus indica* (L.) Mill] (Leite et al., 2017), araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh) (Silva et al., 2019), jenipapo (*Genipa americana* L.) (Holanda et al., 2019) e banana (*Musa* sp) (Sá et al., 2019; Santos, 2020) são algumas adaptações recentes de *C. capitata*.

A associação de *C. capitata* com banana é recente no Brasil. Back e Pemberton (1916) já demonstravam preocupação com essa associação nas Ilhas Havaianas, no entanto, observaram ausência de infestação de *Ceratitis capitata* em bananas verdes e maduras destinadas à exportação. Armstrong (1983) observou que as cultivares de banana “Brasileira”, “Valery” e “William's”, no Havaí, não eram hospedeiras naturais da mosca-da-fruta-do-mediterrâneo, ao realizar estudos de infestação em campo. No entanto, em laboratório, os mesmos autores observaram que bananas no estágio 3 a 6 de maturação são preferidas para oviposição, em relação aos estádios 1 e 2. No Brasil, Joachim-Bravo et al. (2001), em laboratório, observaram que a banana (*Musa paradisiaca* L.) foi o segundo hospedeiro escolhido por *C. capitata* para oviposição, em relação à maçã (*Pyrus malus* L.) e laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. Sá et al. (2019) detectaram a presença de *C. capitata* em bananas da cultivar Prata-Anã no estágio de maturação E5 (amarelo com ponta verde). Santos (2020), avaliando a oviposição de *C. capitata* em diferentes cultivares e estádios de maturação de banana, observou oviposição nas cultivares Maçã, Nanica, Prata e Terra, com preferência das cultivares Nanica e Prata, nos estádios de maturação E1 (totalmente verde) e E3 (mais verde que amarelo), respectivamente.

Nos principais polos de fruticultura do Nordeste brasileiro, a exemplo do que ocorre na Bahia, pomares de banana estão próximos a pomares de manga, onde *Anastrepha obliqua* (Macquart) é abundante e, em alguns casos, predomina (Nascimento et al., 2023). Trata-se de

uma espécie polífaga, cosmopolita e com ampla distribuição geográfica (Guillén et al., 2017; Norrbom, 2022). No Brasil, está presente em todas as regiões do país, apresentando uma ampla diversidade de hospedeiros. Atualmente, infesta 72 hospedeiros, pertencentes a dez famílias botânicas (Zucchi; Moraes, 2023). Frutos da família anarcadiaceae são hospedeiros preferidos (Guillén et al., 2017). A ocorrência de *A. obliqua* nos polos de fruticultura da Bahia, associada à sua capacidade de adaptação a novos hospedeiros, a exemplo de sua associação com palma forrageira (Leite et al., 2017), eleva essa espécie a uma categoria de risco potencial para a banana.

A diversidade de plantas hospedeiras utilizadas pelos tefritídeos está relacionada a inúmeras adaptações da espécie, incluindo alterações no comportamento de oviposição (Yuval; Hendrichs, 1999). A escolha do hospedeiro é uma etapa crítica na manutenção do ciclo de vida de alguns tefritídeos (Leite et al., 2019). A sobrevivência das moscas imaturas (larvas e pupas) dependem dos recursos nutricionais selecionados pelas fêmeas no momento da oviposição. Assim, um fruto considerado hospedeiro é aquele capaz de garantir todo o desenvolvimento e sobrevivência dos imaturos, desde a oviposição até a emergência do adulto (Armstrong, 1994).

Fatores físicos e químicos dos frutos influenciam a oviposição, tais como tamanho, cor, composição química da fruta, resistência à penetração do ovipositor, presença ou ausência de feromônio de marcação, odor da planta hospedeira e grau de maturação dos frutos (Prokopy et al., 1984; Días-Fleischer; Aluja, 2003; Socolsky et al., 2008). *Ceratitis capitata* apresenta preferência por ovipositar em frutos semimaduros e maduros (Joachim-Bravo et al., 2001; Silva et al., 2021), enquanto que *A. obliqua* oviposita em frutos verdes (Silva et al., 2021), semimaduros e maduros (Lopez-Ley et al., 2015; Cortés-Martínez et al., 2021). A escolha pode ser influenciada pelo aumento no teor de açúcares, diminuição da firmeza e ausência de látex, e resina nos frutos maduros (Diaz-Fleischer; Aluja, 2003; Rattaanapun et al., 2009). Além disso, as moscas podem exibir hierarquia de preferência de oviposição, assim como ocorre com *C. capitata* (Joachim-Bravo; Silva Neto, 2004). Estudos realizados por Da Costa et al. (2021) observaram que frutos mais firmes e com menor luminosidade reduzem a oviposição de *C. capitata* nos frutos de uva (*Vitis vinifera* L.) da cultivar Itália.

Dessa forma, compreender os aspectos da oviposição de *C. capitata* e de *A. obliqua* em frutos de banana em diferentes cultivares, incluindo aquelas com maior potencial para exportação, e estádios de maturação dos frutos, são necessários para caracterizar essas interações bitróficas, do ponto de vista econômico, ou seja, seu potencial para atingir o status de praga na cultura, bem como para traçar e aplicar estratégias adequadas de manejo.

Diante disso, o estudo teve como objetivo avaliar a oviposição de *C. capitata* e de *A. obliqua* nas cultivares de banana BRS Princesa, Nanica e Prata-Anã, em diferentes estádios de

maturação dos frutos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram conduzidos no Laboratório de Moscas-das-Frutas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, no período de agosto de 2022 a setembro de 2023.

2.1 Obtenção dos adultos de *C. capitata* e de *A. obliqua*

Foram utilizadas espécimes de *C. capitata* oriundas da colônia híbrida, mantida em laboratório, em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e 70% de umidade relativa). A colônia foi iniciada há aproximadamente 15 anos e, durante esse período, era realizada, pelo menos uma vez ao ano, introdução de espécimes selvagens. Os ovos foram coletados das gaiolas de criação, assepsiados em hipoclorito de sódio 0,5% e, posteriormente, colocados em dieta à base de farelo de aveia, levedo de cerveja, farelo de soja, açúcar, água destilada, além de conservantes, de acordo com metodologia adaptada de Tanaka et al. (1969). Após as larvas atingirem o terceiro ínstar, foram transferidas para recipientes plásticos, com uma fina camada de vermiculita, visando à pupação e, posteriormente, à emergência dos adultos. Estes foram transferidos para gaiolas de acrílico (30cm x 30cm x 30cm) e alimentados *ad libitum* com dieta a base de açúcar e Biones®, na proporção de 3:1 (Leite et al., 2019).

Os adultos de *A. obliqua*, utilizados nos experimentos, foram obtidos da criação do laboratório de Moscas-das-frutas da UESB, iniciada há cinco anos a partir de pupas doadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura. Foram mantidos em gaiola de acrílico (30cm x 30cm x 30cm) e alimentados *ad libitum*, com dieta à base de açúcar e extrato de levedura (Biones®), na proporção 3:1, além de algodão umedecido em água (Leite et al., 2019). Para obtenção das larvas, a cada dois dias, frutos de goiaba da cultivar Paluma foram expostos na gaiola para oviposição. Posteriormente, foram transferidos para recipientes plásticos contendo uma fina camada de vermiculita para posterior obtenção das larvas. Os frutos foram triados e as larvas e pupas obtidas eram colocadas em potes plásticos (500 mL) com vermiculita, visando à emergência dos adultos. Os adultos emergidos foram mantidos em sala climatizada, na temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e 70% de umidade relativa.

2.2 Obtenção e caracterização dos frutos

Os frutos de banana utilizadas no experimento foram oriundos da Fazenda Fruticultura Kolger, localizada no município de Bom Jesus da Lapa, BA, situada nas coordenadas 13°14'08'' de

latitude sul e 43°31'08" de longitude oeste. Os cachos de bananas foram coletados e transportados de carro até o laboratório de Entomologia da UESB, onde foram colocados sobre papel Kraft e mantidos em sala climatizada (16 °C) até a montagem dos experimentos. Foram utilizadas bananas das cultivares BRS Princesa (AAAB), Prata-Anã (AAB) e Nanica (AAA), nos estádios de maturação E1 (totalmente verde) no qual foi feita a colheita do cacho, E2 (verde com traços amarelos), E3 (mais verde que amarelo), E4 (mais amarelo que verde), E5 (amarelo com ponta verde), E6 (amarelo) e E7 (amarelo com áreas marrons), de acordo com a escala de maturação Von Loesecke (1950). Essas cultivares foram escolhidas por pertencerem aos principais grupos de banana (Maçã, Prata e Cavendish) e por serem cultivares comerciais.

Antes dos bioensaios, os frutos foram submetidos às seguintes análises físico-químicas: firmeza, teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT) e cor. Foram utilizados 10 frutos para cada estágio de maturação e cultivar. A firmeza foi determinada utilizando-se um penetrômetro (*Fruit Firmness Tester*) com ponta de 8mm de diâmetro, as medições foram realizadas em dois pontos equidistantes na região mediana do fruto, e os resultados expressos em Newton (N). Os sólidos solúveis totais foram obtidos utilizando-se um refratômetro digital (Soonda) e as leituras foram feitas em amostras da polpa da banana macerada com água destilada na proporção de 1:1.

O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro (Adamo), leitura direta em uma amostra de 5 gramas do fruto macerado e homogeneizado com 40 mL de água destilada. A acidez titulável total da maceração de 5,0 gramas da polpa com adição de 50 mL de água destilada foi determinada por titulação da amostra com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, e indicador fenolftaleína a 1%. Os resultados foram expressos em equivalente grama de ácido málico/100g de polpa, calculados pela seguinte equação ATT: $\frac{V \times F \times M \times PM}{10 \times P \times n}$ em que, V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL; M = molaridade da solução de hidróxido de sódio; P = massa da amostra em g; PM = peso molecular do ácido málico em g; n = número de hidrogênios ionizáveis; F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio (AOAC, 1992; IAL, 2008).

Análises da cor dos frutos foram determinadas usando-se o colorímetro (CR-400, Minolta®, Osaka, Japão). Foram determinados os valores de L*, a*, b*, C* e H*, que significam, respectivamente, luminosidade, que varia de zero a 100 (preto/branco); intensidade de vermelho/verde (+/-); intensidade de amarelo/azul (+/-); Croma, que representa a saturação ou intensidade da cor; e o ângulo Hue, que corresponde à tonalidade da cor (Lemoyne et al., 2008). Para o cálculo do cromina e do ângulo hue (matiz), foram utilizadas as seguintes fórmulas [C = (a² + b²)^{1/2}], H° = arctan ($\frac{b^*}{a^*}$), quando a > 0 e b > 0 ou H° = 180 + arctan ($\frac{b^*}{a^*}$), quando a < 0, respectivamente

(Hernández-Guerrero et al., 2020).

2.3 Oviposição de *Ceratitis capitata*

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 7 x 3, sem chance de escolha, sendo os fatores os sete estádios de maturação dos frutos de banana (de acordo com a escala de maturação de Von Loesecke, 1950) e três cultivares de banana (Prata-Anã, Nanica e BRS Princesa), com 10 repetições. A unidade experimental foi composta de uma gaiola do tipo baleiro (2 L), contendo um fruto de banana. Os frutos foram parcialmente cobertos com parafina, deixando-se uma área de 4,0 cm² sem parafina, para delimitar a superfície para oviposição, de acordo com a metodologia adaptada de Leite et al. (2019). Em seguida, foram colocados, em cada gaiola, algodão umedecido com água e dieta artificial para adultos à base de açúcar e Biones® (3:1). Posteriormente, foram liberados 10 casais de *C. capitata*, com 8 a 10 dias de idade (Leite et al., 2019). Após 24 horas, os frutos foram retirados, identificados e mantidos sob refrigeração (3°C), para posterior contagem do número de puncturas, posturas e ovos. Foram considerados puncturas os orifícios de oviposição sem a presença de ovos, enquanto que, para postura, foram considerados os orifícios que continha ovos. O experimento foi conduzido em sala climatizada, com temperatura de 25 ± 2°C, e umidade relativa de 70 ± 10%.

2.4 Oviposição de *Anastrepha obliqua*

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, sendo os fatores as três cultivares de banana (Prata-Anã, Nanica e BRS Princesa) e dois estádios de maturação dos frutos, E1 (totalmente verde) e E2 (verde com traços amarelos), de acordo com a escala de maturação de Von Loesecke (1950), com 10 repetições.

A unidade experimental foi composta de uma gaiola do tipo baleiro (2 L), contendo um fruto de banana. Os frutos foram parcialmente cobertos com parafina, deixando-se uma área de 4,0 cm² sem parafina, para delimitar a superfície para oviposição, de acordo com a metodologia adaptada de Leite et al. (2019). Em seguida, foram colocados, em cada gaiola, algodão umedecido com água e dieta artificial para adultos à base de açúcar e Biones® (3:1). Posteriormente, foram liberadas duas fêmeas acasaladas de *A. obliqua* de 15 dias de idade (Galvão-Silva et al., 2023). Após 24 horas, os frutos foram retirados, identificados e mantido sob refrigeração (3°C), para posterior contagem das puncturas e ovos. Foram considerados puncturas os orifícios de oviposição sem a presença de ovos. O experimento foi conduzido em sala climatizada, com temperatura de 25 ± 2°C, e umidade relativa de 70 ± 10%.

2.5 Análises estatísticas

A influência das cultivares e estádios de maturação de banana na oviposição da *C. capitata* e de *A. obliqua* foram avaliadas. Utilizou-se modelo linear generalizado (GLM) para avaliar o efeito das cultivares e estádios de maturação da banana no número de puncturas, posturas e de ovos. Com o pacote MASS, criou-se modelo com erro de distribuição negativa binomial para dados de contagem. Usou-se a função Anova do pacote car para obter significância do modelo (*Likelihood Ratio Chisquare*).

Características químicas e físicas das cultivares de banana apresentaram resíduos não normalmente distribuídos (teste de Shapiro-Wilk, $p < 0.001$). Usou-se modelo linear misto generalizado (GLMER), com erro de distribuição Gamma (ligação log), para analisar características químicas e físicas das cultivares de banana. Repetição ($n=10$) foi considerada como factor aleatório. O modelo foi implementado com o pacote lme4 da R. Em ambos os modelos, GLM e GLMER, os efeitos das cultivares e estádios de maturação foram comparados com os pacotes lsmeans e multcomp. Realizou-se correlação de Pearson para verificar a relação das propriedades físicas e químicas da banana com o número de puncturas, número de posturas e de ovos. Antes da análise de correlação de Pearson, as variáveis foram transformadas $\log(x+1)$. Utilizou-se *software R 4.2.2 (R Development Core Team, 2023)*.

3. RESULTADOS

3.1 Oviposição de *Ceratitis capitata*

Cultivares e estádios de maturação da banana influenciaram a postura de *C. capitata* (GLM, LR $X^2=92,25$, $gl=12$, $p < 0,001$). Não houve diferença entre as cultivares no estádio E1 e E7 (Figura 1). Nos estádios E2 e E3, a BRS Princesa apresentou maior número de postura, diferindo-se significativamente da cultivar Prata-Anã (Figura 1). No estádio E5, a cultivar Prata-Anã apresentou maior número de posturas em relação às demais (Figura 1).

O número de ovos diferiu-se entre as cultivares e estádios de maturação (LR $X^2=102,80$, $gl=12$, $p < 0,001$) (Figura 2; Tabela 1). Nos estádios E1, E5, E6 e E7, as cultivares não se diferiram entre si. Nos estádios E2 e E4, a cultivar BRS Princesa diferiu-se da cultivar Nanica e, no estádio E3, diferiu-se da cultivar Prata. Em ambas as situações, a BRS Princesa apresentou maior quantidade de ovos. Com relação aos estádios de maturação, maior número de ovos na cultivar BRS Princesa foram observados no estádio E4; na cultivar Prata-Anã, no E5; e na cultivar Nanica, nos estádios E6 e E7 (Figura 2).

O número de puncturas de *C. capitata* não se diferiu entre cultivares e estádios de maturação da banana (GLM, LR $X^2=33,98$, $gl=12$, $p < 0,001$) (Figura 3; Tabela 1).

Com relação às análises físico-químicas dos frutos de banana, foram constatados efeitos significativos da cultivar e do estágio de maturação dos frutos em todas as variáveis estudadas: pH (GLMER, $X^2=725,49$, $gl=12$, $p<0,001$), acidez total titulável (ATT) (GLMER, $X^2=242,06$, $gl=12$, $p<0,001$), (GLMER, $X^2=725,49$, $gl=12$, $p<0,001$), sólidos solúveis totais (SST) (GLMER, $X^2=126,39$, $gl=12$, $p<0,001$), luminosidade (GLMER, $X^2=89,39$, $gl=12$, $p<0,001$), croma (GLMER, $X^2=228,74$, $gl=12$, $p<0,001$), Ângulo hue (H°) (GLMER, $X^2=52,33$, $gl=12$, $p<0,001$) e firmeza (GLMER, $X^2=256,46$, $gl=12$, $p<0,001$) (Tabela 2).

Em todos os estágios de maturação, a cultivar BRS Princesa foi a que apresentou os maiores valores de pH. Em uma mesma cultivar, observou-se diferença entre os estágios, com redução do pH, à medida que o fruto avançava de estágio de maturação (Tabela 2).

A acidez total titulável (ATT) foi maior na cultivar BRS Princesa, nos estágios E1, E2, E5 e E7, não se diferenciando da Nanica, nos estágios E3, E4 e E6; e da Prata, no estágio E6. Nas cultivares BRS Princesa e Nanica, o ATT diferiu-se entre os estágios, aumentando à medida que o fruto amadurece. O ATT, na cultivar Prata-Anã, diferiu-se entre os estágios de maturação, exceto para os estágios E1 e E3, que foram semelhantes (Tabela 2).

Com relação ao teor de sólidos solúveis totais (SST), diferenças significativas entre as cultivares ocorreram em todos os estágios de maturação, exceto no E5. Dentro de uma mesma cultivar, observou-se que à medida que o fruto amadurece, o teor de SST aumenta (Tabela 2).

As cultivares BRS Princesa, Nanica e Prata-Anã não se diferenciaram em relação à variável firmeza, nos estágios E1 e E3. Nas três cultivares, entre estágios de maturação, observou-se que à medida que o fruto mudava de estágio, havia redução na firmeza, com exceção da cultivar BRS Princesa, que apresentou, no estágio E4, frutos menos firmes (Tabela 2).

A variável luminosidade não se diferenciou entre as cultivares, nos estágios E3, E4, E5. No estágio E6, a BRS Princesa apresentou maior luminosidade, ocorrendo o mesmo para a cultivar Prata no estágio E7. Para as cultivares BRS Princesa e Nanica, não houve diferença entre os estágios E1 e E2 e os estágios E4, E5 e E6. Na Prata, a luminosidade foi semelhante, nos estágios E4, E5 e E6 (Tabela 2).

Com relação ao Croma, não houve diferença entre cultivares, nos estágios E1, E3 e E6. Dentro da cultivar BRS Princesa, não houve diferença entre os estágios E1, E2, E3 e E4. Para Nanica, os estágios E1, E2, E3 e E7 foram semelhantes quanto ao croma e diferentes nos estágios E4, E5 e E6. Na Prata-Anã, os estágios E1, E2, E3, E4, E5 e E6 foram semelhantes (Tabela 2).

Não houve diferença entre as cultivares, nos estágios E1, E3, E5 e E7, para a variável ângulo hue (H°). Valores no intervalo de 122,8 a 124,2, no estágio E1; e de 119,5 e 121,7, no estágio E3, evidenciam a tonalidade verde semelhante entre as cultivares analisadas. Dentro de

uma mesma cultivar, ocorreu diferença significativa entre os estádios de maturação para todas as cultivares analisadas. Observou-se que à medida que o fruto avançava de estágio de maturação, o ângulo hue reduzia (Tabela 2).

As variáveis pH, ângulo hue (H°) e firmeza correlacionaram-se positivamente com número de puncturas, enquanto que, para o número de posturas e ovos, essa correlação foi negativa. Para as variáveis acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e luminosidade, a correlação foi positiva para o número de posturas e ovos, e negativa para o número de puncturas. Não houve correlação significativa para a variável croma, em todos os parâmetros avaliados (Tabela 3).

3.2 Oviposição de *Anastrepha obliqua*

Cultivares de banana influenciaram o número de ovos de *A. obliqua* (GLM, LR $X^2=35,757$, $gl=2$, $p<0,001$). A BRS Princesa apresentou maior número de ovos em comparação com a Prata-Anã e a Nanica, que foram semelhantes entre si (Figura 4 A). Os estádios de maturação não influenciaram o número de ovos de *A. obliqua* (GLM, LR $X^2=2,171$, $gl=1$, $p<0,1406$). Não houve diferenças significativas no número de ovos de *A. obliqua* entre os estádios E1 e E2 de maturação (Figura 4 B). O número de puncturas de *A. obliqua* não se diferiu entre cultivares (GLM, LR $X^2=17,74$, $gl=2$, $p=0,0001$) (Figura 5A), mas se diferiu entre estádios de maturação da banana (GLM, LR $X^2=20,23$, $gl=1$, $p=0,0001$). Maior número de puncturas foi observado no estágio E2 de maturação (Figura 5B).

4. DISCUSSÃO

De modo geral, embora tenham sido verificados efeitos das cultivares e estádios de maturação dos frutos, constatou-se que as duas espécies de moscas, *C. capitata* e *A. obliqua*, ovipositaram nos frutos de banana das três cultivares estudadas.

Ceratitis capitata ovipositou nas cultivares BRS Princesa e Nanica, em todos os estádios de maturação, ou seja, E1 (totalmente verde), E2 (verde com traços amarelos), E3 (mais verde que amarelo), E4 (mais amarelo que verde), E5 (amarelo com ponta verde), E6 (amarelo), E7 (amarelo com áreas marrons), mostrando preferência pelo estágio E4 da cultivar BRS Princesa, e E6 e E7 da cultivar Nanica. Na cultivar Prata-Anã, houve oviposição nos estádios E2, E4, E5, E6 e E7, preferindo ovipositar no estágio E5 de maturação. Observou-se que, em todas as cultivares e estádios de maturação da banana, houve posturas de *C. capitata* (exceção para a Prata-Anã nos estádios E1 e E3) e puncturas (exceção para a BRS Princesa no estágio E7).

Anastrepha obliqua realizou puncturas e ovipositou em todas as cultivares e nos dois estádios de maturação (E1 e E2) avaliados.

O número de ovos de *C. capitata*, em frutos de banana, foi maior nos estádios de maturação mais avançados (E4, E5, E6 e E7), com maior número de ovos, no estádio E4, da cultivar BRS Princesa; no estádio E5, da cultivar Prata; e nos estádios E6 e E7, da cultivar Nanica. Esses dados corroboram com os de Armstrong (1983), que observou que bananas nos estádios E3 a E6 de maturação das cultivares “Brasileira”, “Valery” e “William’s” são preferidas para oviposição por *C. capitata*. Em contrapartida, Santos (2020) observou que *C. capitata* preferiu ovipositar em frutos das cultivares Nanica e Prata, nos estádios de maturação E1 e E3. De acordo com Gómez et al. (2019), fêmeas de *C. capitata* tendem a escolher substratos mais doces e com menor teor de ácidos, o que favorece o bom desenvolvimento dos estádios imaturos.

Anastrepha obliqua ovipositou em todas as cultivares analisadas e nos estádios de maturação E1 (totalmente verde) e E2 (verde com traços amarelos). Esses dados corroboram os de Silva et al. (2021), que observaram que fêmeas de *A. obliqua* preferiram ovipositar em frutos verdes e semi-maduros de manga. Em contrapartida, estudos realizados por López-Ley et al. (2015), que avaliaram a preferência de oviposição em diferentes estádios de maturação de frutos de carambola da cultivar Maha, observaram que fêmeas de *A. obliqua* preferiram ovipositar em frutos semimaduros e maduros de carambola, não ovipositando em frutos de carambola verde. Cortés-Martínez et al. (2021) observaram que *A. obliqua* foi atraída por goiabas maduras e semimaduras a goiabas verdes. No presente estudo, observou-se que fêmeas de *A. obliqua* ovipositaram tanto no E1 quanto no estádio E2. Isso já era esperado, uma vez que fêmeas de *A. obliqua* tem ovipositor longo e oviposita em frutos nos estádios de maturação inicial (verde) (Silva et al., 2021). A preferência de oviposição de moscas-das-frutas nos diferentes estádios de maturação está relacionada com as alterações nas características físico-químicas dos frutos, durante o processo de amadurecimento (Gómez et al., 2019). Mudança na coloração da casca, aumento nas concentrações de açúcares, redução da firmeza e pH dos frutos são alterações que ocorrem no processo de amadurecimento (Diaz-Fleischer; Aluja, 2003; Chitarra; Chitarra, 2005; Rattanapun et al., 2009). Frutos menos firmes propiciaram maior oviposição de *C. capitata*, fato observado em nossos estudos com a cultivar BRS Princesa no estádio E4 de maturação. Também observamos que os frutos, à medida que passavam de um estádio de maturação para outro, nas três cultivares analisadas, havia aumentado a quantidade ovos de *C. capitata*, podendo estar relacionado com o aumento dos sólidos solúveis totais e com a redução da firmeza ao longo do processo de amadurecimento (Gómez et al., 2019).

No presente estudo, observou-se que a cultivar BRS Princesa apresentou maior pH para todos estádios de maturação avaliados, em comparação com as outras cultivares. Nas cultivares Nanica e Prata-Anã, observou-se uma redução do pH à medida que os frutos avançavam de

estádios de maturação. Este fato pode estar associado ao acúmulo de açúcar e de constituintes ácidos durante o amadurecimento dos frutos (Nascimento Junior et al., 2008). Maior teor de sólidos solúveis (Rattanapun et al., 2009) são considerados ideais para o desenvolvimento de *C. capitata*. O teor de sólidos solúveis aumentou à medida que os frutos das cultivares de banana amadureceram, devido à hidrólise do amido em açúcar, tornando os frutos doces (Pimentel et al., 2010).

Houve oviposição de *C. capitata* em frutos de banana, nos estádios iniciais de maturação. De acordo com Joachim-Bravo et al. (2001), a oviposição de *C. capitata* em hospedeiros inadequados ao desenvolvimento larval não é algo incomum. Isso representa uma estratégia de sobrevivência de *C. capitata*, que escolhe um hospedeiro desfavorável nutricionalmente, quando o hospedeiro de preferência é escasso (Krainacker et al., 1987; Gómez et al., 2019; Leite et al., 2019).

Em todos os estádios de maturação da banana, nos experimentos com *C. capitata*, foram observadas puncturas, mesmo naqueles iniciais (verde). Esses resultados eram esperados, uma vez que *C. capitata* tem ovipositor curto e a fêmea tem preferência por ovipositar em frutos com pericarpos mais macios e de estádios de maturação mais avançados (Armstrong et al., 1983; Balagawi et al., 2005; Papachristos et al., 2008; Rattanapun et al., 2009; Da Costa et al., 2021). O fato de *C. capitata* ter dificuldade em realizar a oviposição pode estar relacionado com a liberação de látex nos frutos de banana verde, tornando difícil a deposição de ovos. Além disso, frutos de banana, nos estádios de maturação verde, tem alto teor de tanino, que é o principal fator para a inviabilidade larval e pupal de *C. capitata* (Back; Pemberton, 1916). A localização de um hospedeiro por moscas-das-frutas é realizada principalmente por estímulos físicos, perceptíveis pela visão, como cor, tamanho e forma dos frutos (Lemoyne et al., 2008). Em nosso estudo, foi possível observar aumento no número de ovos de *C. capitata*, independentemente da cultivar, quando os frutos estavam maduros. Isso pode estar relacionado com alterações da cor ao longo do processo de amadurecimento (Chitarra; Chitarra, 2005). No momento da oviposição, fêmeas de *C. capitata* são atraídas pela coloração amarela (Katsoyannos, 1986; Prokopy et al., 2000). O ângulo hue aumentou à medida que os frutos avançavam de estágio de maturação, ou seja, mudança na tonalidade da casca de verde para amarelo; quanto maior a luminosidade, maior a oviposição de *C. capitata*.

Nesse contexto, em laboratório, *C. capitata* oviposita nas cultivares BRS Princesa, Nanica e Prata, e apresenta preferência de oviposição pelos estádios de maturação E4 (BRS Princesa), E5 (Prata-Ãna), E6 e E7 (Nanica), enquanto que *A. obliqua* oviposita nas cultivares BRS Princesa, Nanica e Prata-Anã, nos estádios E1 e E2 maturação.

5. AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS

- AOAC - Association of Official Agricultural Chemists., 1992. Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists. Washington: AOAC, **12**.
- Armstrong, J.W., 1983. Infestation biology of three fruit fly (Diptera: Tephritidae) on ‘Brazilian,’ ‘Valery,’ and ‘William’s’ cultivars of banana in Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 76, 539-543. <https://doi.org/10.1093/jee/76.3.539>
- Armstrong, J.W., 1994. Commodity resistance to infestation by quarantine pests. In: Sharp, J. L; Hallman, G.J. (Eds). *Quarantine Treatments for Pests and Food Plants*. Boulder, CO: Westview, 199–211.
- Back, E.A., Pemberton, C.E., 1916. Banana as a host fruit of the Mediterranean fruit fly. Department of Agriculture. *J. Agric. Res.* 17, 793-812.
- Balagawi, S., Vijaysegaran, S., Drew, R.A., Raghu, S., 2005. Influence of fruit traits on oviposition preference and offspring performance of *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae) on three tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) cultivars. *Aust. J. Entomol.* 44, 97-103. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2005.00459.x>
- Chitarra, M. I., Chitarra, A.B., 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras.
- Cortés-Martínez, F., Cruz-López, L., Liedo, P., Rojas, J.C., 2021. The ripeness stage but not the cultivar influences the attraction of *Anastrepha obliqua* to guava. *Chemoecology.* 31, 115-123. <https://doi.org/10.1007/s00049-020-00332-2>
- Custódio, A.C., Donnaruma, T.L., Souza-Filho, M.F., Louzeiro, L.R.F., Raga, A., 2016. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associadas as suas plantas hospedeiras no estado de São Paulo. *Biológico*, 78, 36.
- Da Costa, D.R., Leite, S.A., Moreira, A.A., Perez-Maluf, R., Novaes, Q.S., Santos, M.P. dos, Santos, M.M., Joachim-Bravo, I.S., Castellani, M.A., 2021. Mineral and natural films change the physical–chemical properties of grapes and modulate oviposition behaviour of *Ceratitidis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). *Bull. Entomol. Res.* 111, 568-578. <https://doi.org/10.1017/S0007485321000250>
- Dias, N.P., Nava, D.E., Smaniotto, G., Garcia, M.S., Valgas, R.A., 2019. Rearing two fruit

- flies pests on artificial diet with variable pH. *Braz. J. Biol.* 79, 104-110.
<https://doi.org/10.1590/1519-6984.179347>
- Díaz-Fleischer, F., Aluja, M., 2003. Clutch size in frugivorous insects as a function of host firmness: The case of the tephritid fly *Anastrepha ludens*. *Ecol. Entomol.* 28, 268–277.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2003.00517.x>
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4ª Edição, 1ª Edição digital, São Paulo, 2008. 1020p.
- Hernández-Guerrero, S.E., Balois-Morales, R., Palomino-Hermosillo, Y.A., López-Guzmán, G.G., Berumen-Varela, G., Bautista-Rosales, P.U., Alejo-Santiago, G., 2020. Novel edible coating of starch-based stenopermocarpic mango prolongs the shelf life of mango “ataulfo” fruit. *J. Food. Qual.* 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/1320357>
- Holanda, M.J.A., Silva, A.S.G., Souza-Filho, M.F., 2019. Ocorrência de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) em jenipapo, *Genipa americana* L. (Rubiaceae). 32ª Reunião Anual do Instituto Biológico (RAIB), *Biológico/Suplemento* 81, p. 40, São Paulo, SP.
10.31368/1980-6221r00282019
- Galvão-Silva, F.L., Araújo, A.S., Moreira, B.S., Oliveira, C.P., Joachim-Bravo, I.S., 2023. Oviposition behavior of *Anastrepha obliqua* (Maquart, 1835) (Diptera: Tephritidae) and preference between two mango (*Mangifera indica* L.) varieties. *Entomol Commun.* 5, ec05019. <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec05019>
- Godoy, M.J.S., Pacheco, W. da S.P., Malavasi, A., 2011. Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. In Silva, R.A., Lemos, W.P., Zucchi, R.A. Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Embrapa. Macapá, Amapá, Brasil, p.111.
- Gómez, M., Paranhos, B.A., Silva, J.G., Lima, M.A. de, Silva, M.A., Macedo, A.T., Walder, J.M., 2019. Oviposition preference of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) at different times after pruning ‘Italia’ table grapes grown in Brazil. *J. Insect Sci.* 19, 16.
<https://doi.org/10.1093/jisesa/iey136>
- Guillem-Amat, A., Sánchez, L., López-Erassquín, E., Ureña, E., Hernández-Crespo, P., Ortego, F., 2020. Field detection and predicted evolution of spinosad resistance in *Ceratitidis capitata*. *Pest Manag. Sci.* 76, 3702-3710. <https://doi.org/10.1002/ps.5919>
- Guillén, L., Adaime, R., Birke, A., Velázquez, O., Angeles, G., Ortega, F.; Ruiz, E., Aluja, M., 2017. Effect of resin ducts and sap content on infestation and development of immature stages of *Anastrepha obliqua* and *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in four mango (Sapindales: Anacardiaceae) cultivars. *J. Econ. Entomol.* 110, 719-730.

<https://doi.org/10.1093/jee/tow279>

- Joachim-Bravo, I.S., Fernandes, O.A., Bortoli, S.A., Zucoloto, F.S., 2001. Oviposition preference hierarchy in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae): influence of female age and experience. *Iheringia*. 91, 93-100. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212001000200014>
- Joachim-Bravo, I.S., Silva-Neto, A.M., 2004. Aceitação e preferência de frutos para oviposição em duas populações de *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). *Iheringia. Série Zoológica*, 94, 171- 176. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212004000200009>
- Katsoyannos, B.I., Panagiotidou, K., Kechagia, I., 1986. Effect of color properties on the selection of oviposition site by *Ceratitis capitata*. *Entomol. Exp. Appl.* 42, 187-193. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1986.tb01020.x>
- Krainacker, D.A., Carey, J.R., Vargas, R.I., 1987. Effect of larval host on life history traits of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Oecologia*, 73, 583-590. <https://doi.org/10.1007/BF00379420>
- Leite, S.A., Castellani, M.A., Ribeiro, A.E.L., Costa, D.R., Bittencourt, M.A.L., Moreira, A.A., 2017. Fruit flies and their parasitoids in the fruit growing region of Livramento de Nossa Senhora, Bahia, with records of unprecedented interactions. *Rev. Bras. Frut.* 39, e-592. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017592>
- Leite, S.A., Costa, D.R. da, Ribeiro, A.E.L., Moreira, A.A., Sá Neto, R.J. de, Castellani, M. A., 2019. Oviposition preference and biological performance of *Ceratitis capitata* in Anacardiaceae, Cactaceae and Vitaceae fruit. *Arq. Inst. Biol.* 86. 1-8. <https://doi.org/10.1590/1808-1657001282018>
- Lemoyne, P., Vincent, C., Gaul, S., Mackenzie, K., 2008. Kaolin affects blueberry maggot behavior on fruit. *J. Econ. Entomol.* 101, 118–125. <https://doi.org/10.1093/jee/101.1.118>
- Liquido, N.J., Shinoda, L.A., Cunningham, R.T., 1991. Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. *Misc. Publ. Entomol. Soc. Am.* 77: 1–57. <https://doi.org/10.4182/CMLT2950.77.v>
- López-Ley, J.U., Toledo, J., Malo, E.A., Gomez, J., Santiesteban, A., Rojas, J.C., 2015. Carambola cultivar, fruit ripeness, and damage by conspecific larvae influence the host-related behaviors of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *J.Econ. Entomol.* 109, 154-160. <https://doi.org/10.1093/jee/tov280>
- Nascimento, A.S., Castellani, M.A., Roriz, A.K.P., Souza, J.S., Sá, R.F., Aguiar, W.M.M., Moreira, A.A., Paranhos, B.A., Joaquim-Bravo, I.A., 2023. Moscas-das-frutas, suas

- plantas hospedeiras e parasitoides no estado da Bahia. In: Zucchi, R.A.; Malavasi, A.; Adaime, R.; Nava, D.E. Moscas-das-frutas no Brasil – Conhecimento Básico e Aplicado. Piracicaba: FEALQ. 2, 87-99
- Nascimento Junior, B.B.D., Ozorio, L.P., Rezende, C.M., Soares, A.G., Fonseca, M.J.D.O., 2008. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicao ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. Food Sci. Technol. 28, 649-658. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000300022>
- Norrbom, A., 2022. *Anastrepha obliqua* (West Indian fruit fly), *CABI Compendium*. CABI. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.5659>.
- Papachristos, D.P., Papadopoulos, N.T., Nanos, G.D., 2008. Survival and development of immature stages of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in citrus fruit. J. Econ. Entomol. 101, 866-872. <https://doi.org/10.1093/jee/101.3.866>
- Papanastasiou, S.A., Ioannou, C.S., Papadopoulos, N.T., 2020. Oviposition-deterrent effect of linalool—a compound of citrus essential oils—on female Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Pest Manag. Sci. 76, 3066-3077. <https://doi.org/10.1002/ps.5858>
- Pimentel, R.M.A., Guimarães, F.N., Santos, V.M., Resende, J.C.F. (2010) Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e ‘Prata-Anã’ cultivados no norte de Minas Gerais. Rev. Bras. Frut. 32, 407-413. <https://doi.org/10.1590/S010029452010005000047>
- Prokopy, R. J., McDonald, P. T., Wong, T.T., 1984. Inter-population variation among *Ceratitis capitata* flies in host acceptance pattern. Entomol. Exp. Appl. 35, 65-69. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1984.tb03361.x>
- Prokopy, R.J., Miller, N.W., Duan, J.J., Vargas, R.I., 2000. Local enhancement of arrivals of *Ceratitis capitata* females on fruit mimics. Entomol. Exp. Appl. 97, 211-217. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00732.x>
- Qin, Y., Paini, D.R., Wang, C., Fang, Y., Li, Z., 2015. Global establishment risk of economically important fruit fly species (Tephritidae). PloS One. 10, e0116424. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116424>
- R Development Core Team, 2023. A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Rattanapun, W., Amornsak, W., Clarke, A.R., 2009. *Bactrocera dorsalis* preference for and performance on two mango varieties at three stages of ripeness. Entomol. Exp. Appl. 131, 243-253. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2009.00850.x>
- Sá, R.F. de, Oliveira, A. da S., Santos, R. de C.C. dos, Moreira, J.C.M., Moreira, A.A.,

- Castellani, M.A., 2019. First record of the association of banana (*Musa* sp.) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) in Brazil. *Rev. Bras. Frut.* 41, 1-5.
<https://doi.org/10.1590/0100-29452019091>
- Santos, Z.C., 2020. Infestação natural e biologia de *Ceratitis capitata* em banana na Bahia. 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista – BA.
- Silva, D.R. de B., Roriz, A.K.P., Petitinga, C.S.C.D’A., Lima, I.V.G., Nascimento, A.S. do, Joachim-Bravo, I.S., 2021. Competitive interactions and partial displacement of *Anastrepha obliqua* by *Ceratitis capitata* in the occupation of host mangoes (*Mangifera indica*). *Agricul. For. Entomol.* 23, 70-78. <https://doi.org/10.1111/afe.12406>
- Silva, M.E.S., Wochner, M.A., Sousa, M.S.M., Barreto, M.R., Adaime, R., 2019. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), suas plantas hospedeiras e parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) no norte do estado de Mato Grosso, Brasil. *Nativa.* 7, 513-519.
<https://doi.org/10.31413/nativa.v7i5.7461>
- Socolsky, C., Fascio, M.L., D’Accorso, N.B., Salvatore, A., Willink, E., Asakawa, Y., Bardon, A., 2008. Effects of p-vinylphenyl glycosides and other related compounds on the oviposition behavior of *Ceratitis capitata*. *J. Chem. Ecol.* 34, 539-548.
- Tanaka, N., Steiner, L.F., Ohinata, K., Okamoto, R., 1969. Low-cost larval rearing medium for mass production of oriental and Mediterranean fruit flies. *J.Econ.Entomol.* 62, 967–968.
- Von Loesecke, H.W., 1950. Bananas: Chemistry, Physiology. Technology. 189p.
- Yuval B., Hendrichs, J., 1999. Behavior of Flies in the Genus *Ceratitis* (Dacinae: Ceratitidini). In: Aluja, M., Norrbom, A. (Eds). *Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior*. Flórida, p. 429-449.
- Zucchi, R.A., Moraes, R.C.B., 2023. Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitis>.
- Zucchi, R.A., Moraes, R.C.B., 2023. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>.

Tabela 1. Número de puncturas, posturas e ovos de *C. capitata* em cultivares e estádios de maturação dos frutos de banana

Variáveis	Cultivares	Estádio de Maturação*						
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Punctura (Nº)	BRS Princesa	0.6±0.0a	2.3±0.0a	1.4±0.0a	0.1±0.0a	0.2±0.0a	0.9±0.0a	0.0±0.0a
	Nanica	1.7±0.0a	1.7±0.0a	1.0±0.0a	0.3±0.0a	1.0±0.0a	0.1±0.0a	0.1±0.0a
	Prata	0.7±0.0a	3.0±0.0a	0.6±0.0a	0.7±0.0a	0.2±0.0a	0.3±0.0a	0.3±0.0a
Postura (Nº)	BRS Princesa	0.3±0.0a	1.2±0.0a	1.0±0.0a	4.2±0.0a	2.4±0.0b	1.1±0.0b	4.3±0.0a
	Nanica	0.2±0.0a	0.1±0.0ab	0.2±0.0ab	0.8±0.0b	1.2±0.0b	3.4±0.0a	3.4±0.0a
	Prata	0.0±0.0a	0.4±0.0b	0.0±0.0b	3.0±0.0a	4.7±0.0a	2.3±0.0ab	1.4±0.0a
Ovos (Nº)	BRS Princesa	1.6±0.74a	13.7±5.43a	7.6±3.07a	91.1±35.4a	24.1±9.45a	9.3±3.72a	26.5±10.38a
	Nanica	1.9±0.85a	0.3±0.21b	1.3±0.62ab	5.3±2.17b	10.5±4.19a	37.9±14.78a	43.8±17.07a
	Prata	0.0±0.0a	1.2±0.58ab	0.0±0.0b	30.2±11.8ab	66.1±25.7a	37.5±14.63a	16.0±6.31a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pela comparação múltipla a 5 % de probabilidade ajustada pelo método de Tukey

*Estádios de Maturação: E1 (totalmente verde), E2 (verde com traços amarelos), E3 (mais verde que amarelo), E4 (mais amarelo que verde), E5 (amarelo com ponta verde), E6 (amarelo) e E7 (amarelo com áreas marrons)

Tabela 2. Potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (ATT), sólidos solúveis totais (SST), firmeza, luminosidade, croma e ângulo hue (H°) dos frutos de banana, em função das cultivares e estádios de maturação dos frutos

Variáveis*	Cultivares	Estádio de Maturação**						
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
pH	BRS Princesa	5.82±0.03Aa	5.84±0.03Aa	5.77±0.03Aa	5.08±0.03Ba	5.14±0.03Ca	5.12±0.03Da	5.22±0.03Ca
	Nanica	5.72±0.03Ab	5.74±0.03Ab	5.62±0.03Bb	4.80±0.02Db	4.68±0.02Db	4.74±0.02CDb	4.83±0.02Cb
	Prata	5.70±0.03Ab	5.70±0.03Ab	5.49±0.03Bc	4.66±0.02Dc	4.65±0.02Db	4.55±0.02CDc	4.65±0.02Cc
ATT	BRS Princesa	0.206±0.01Ba	0.154±0.01Aa	0.195±0.01ABa	0.446±0.03Ca	0.468±0.03CDa	0.586±0.04DEa	0.708±0.44Ea
	Nanica	0.163±0.01Bb	0.115±0.01Ab	0.168±0.01BCab	0.432±0.03BCa	0.340±0.02Cb	0.504±0.03Da	0.407±0.03Eb
	Prata	0.152±0.01Bb	0.101±0.01Ab	0.149±0.01Bb	0.201±0.01DEb	0.247±0.02Dc	0.481±0.03Ea	0.227±0.01Cc
SST (°Brix)	BRS Princesa	1.278±0.11Da	1.147±0.09Da	2.068±0.17Ca	2.492±0.21Cb	3.947±0.3B3a	4.634±0.39Bb	11.868±0.99Aa
	Nanica	0.960±0.08Db	0.739±0.06Db	1.724±0.15Cab	2.317±0.2Cb	4.108±0.35Ba	10.535±0.89Aa	11.374±0.96Aab
	Prata	0.670±0.06Fc	1.056±0.09Ea	1.540±0.13Db	3.667±0.31Ca	3.407±0.29Ca	6.026±0.51Bb	8.647±0.73Ab
Firmeza (N)	BRS Princesa	30.87±3.12Aa	43.93±4.44Aa	34.07±3.44Aa	1.54±0.16Dc	4.73±0.48Bb	3.66±0.37BCb	2.98±0.30Cb
	Nanica	36.67±3.70Aa	30.78±3.11Ab	27.46±2.77Aa	6.23±0.63Bb	5.37±0.54Bb	5.77±0.58Ba	4.14±0.42Bab
	Prata	32.10±3.24Aa	41.22±4.16Aab	33.26±3.36Aa	17.52±1.77Ba	9.66±0.98Ca	4.50±0.46Dab	4.26±0.43Da
Luminosidade	BRS Princesa	54.5±0.99Cab	54.2±0.98Cb	61.6±1.12Ba	75.6±1.37Aa	77.6±1.40Aa	77.8±1.41Aa	59.1±1.07Bb
	Nanica	56.6±1.02Ca	56.9±1.03Cab	63.7±1.15Ba	71.4±1.29Aa	75±1.36Aa	72.4±1.31Ab	57.0±1.03Cb
	Prata	51.5±0.93Db	60.4±1.09Ca	62.1±1.12BCa	71.9±1.30Aa	73.9±1.34Aa	73.3±1.33Ab	66.2±1.20Ba
Croma	BRS Princesa	39.8±1.0Ca	41.1±1.05BCa	41.1±1.05BCa	39.8±1.02Cb	46±1.18Aa	44.6±1.14ABa	33.1±0.85Db

	Nanica	38.5±0.98Ba	37.5±0.96Bb	39.5±1.01Ba	44.7±1.14Aa	48.5±1.24Aa	45.5±1.16Aa	35.8±0.91Bb
	Prata	40.9±1.04BCa	40.3±1.03BCab	38.2±0.98Ca	37±0.95Cb	38.9±0.99BCb	42.6±1.09Ba	49.4±1.26Aa
	BRS Princesa	123.2±0.87Aa	123.3±0.87Aab	121.7±0.86Aa	107.3±0.76Ba	101.4±0.72Ca	93.7±0.66Da	81.9±0.58Ea
H°	Nanica	124.2±0.88Aa	124±0.88Aa	119.7±0.85Ba	103.7±0.74Cb	100.1±0.71Da	88.5±0.63Eb	80.4±0.57Fa
	Prata	122.8±0.87Aa	120.6±0.86Ab	119.5±0.85Aa	106.8±0.76Ba	101.2±0.72Ca	93.1±0.66Da	82.1±0.58Ea

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pela comparação múltipla a 5 % de probabilidade ajustada pelo método de Tukey

*Variáveis: Potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (ATT), sólidos solúveis totais (SST), firmeza, luminosidade e ângulo hue (H°)

**Estádio de Maturação: E1 (totalmente verde), E2 (verde com traços amarelos), E3 (mais verde que amarelo), E4 (mais amarelo que verde), E5 (amarelo com ponta verde), E6 (amarelo) e E7 (amarelo com áreas marrons)

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre as características físico-químicas e o número de puncturas, posturas e ovos de *C. capitata* nas cultivares de banana

Parâmetro	Propriedades químicas e físicas de banana						
	pH	ATT	SST	Croma	Luminosidade	H°	Firmeza
N° Puncturas	0.429**	-0.398**	-0.410**	0.057	-0.251**	0.404**	0.443**
N° Posturas	-0.587**	0.589**	0.574**	-0.085	0.365**	-0.409**	-0.558**
N° Ovos	-0.601**	0.574**	0.569**	-0.031	0.408**	-0.342**	-0.590**

**p<0.01

Legenda das figuras

Figura 1. Número de posturas de *Ceratitis capitata* em cultivares e estádios de maturação de frutos de banana. “n.s.” indica não haver diferença entre cultivares em diferentes estádios (contraste após GLMER; $p > 0,05$).

Figura 2. Número de ovos de *Ceratitis capitata* em cultivares e estádios de maturação de frutos de banana. “n.s.” indica não haver diferença entre cultivares em diferentes estádios de maturação (contraste após GLMER; $p > 0,05$).

Figura 3. Número de puncturas de *Ceratitis capitata* em cultivares e estádios de maturação de frutos de banana. “n.s.” indica não haver diferença entre cultivares em diferentes estádios de maturação dos frutos (contraste após GLMER; $p > 0,05$).

Figura 4. Número de ovos de *Anastrepha obliqua*: A) entre as cultivares de banana, B) entre os estádios de maturação E1 e E2 dos frutos de banana. Letras iguais indicam semelhança entre os tratamentos.

Figura 5. Número de puncturas de *Anastrepha obliqua*: A) entre as cultivares de banana, B) entre os estádios de maturação E1 e E2 dos frutos de banana. Letras iguais indicam semelhança entre os tratamentos.

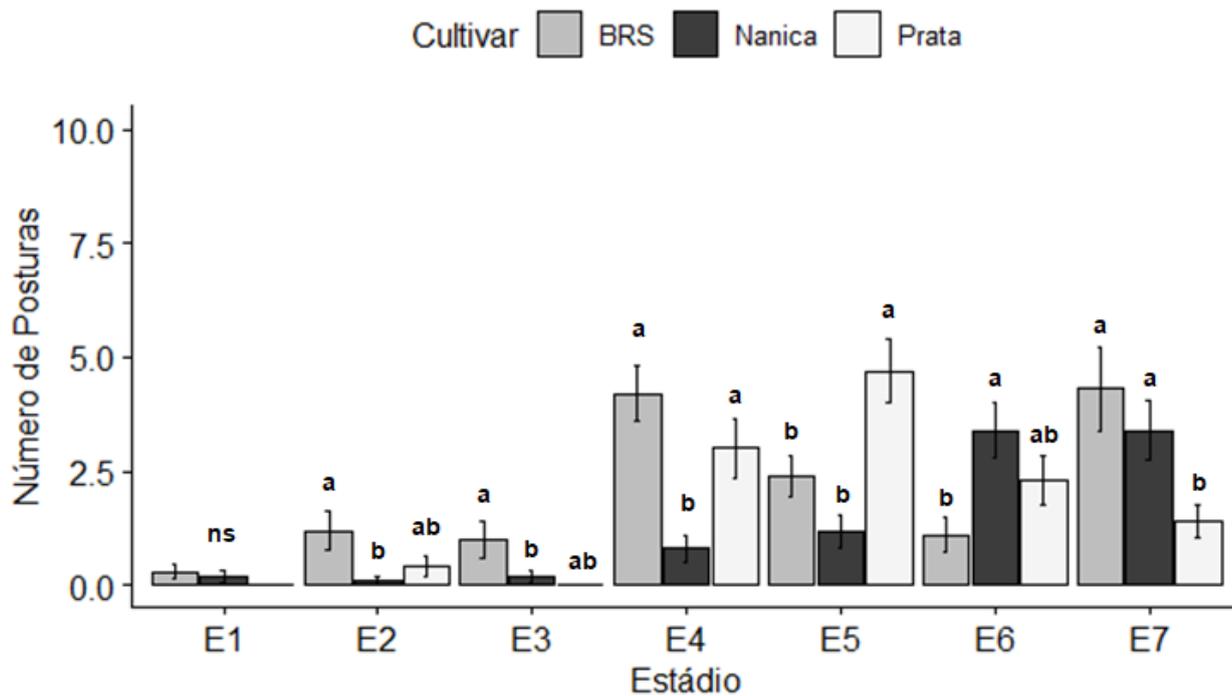


Figura 1.

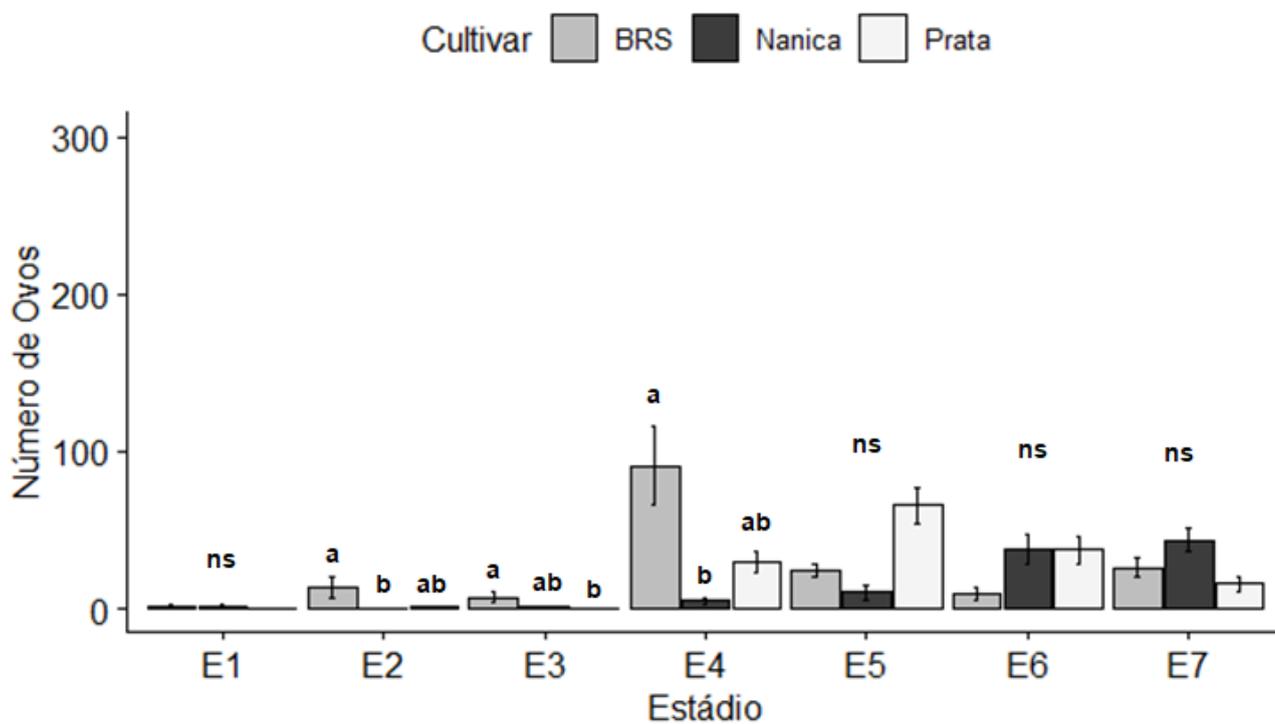


Figura 2.

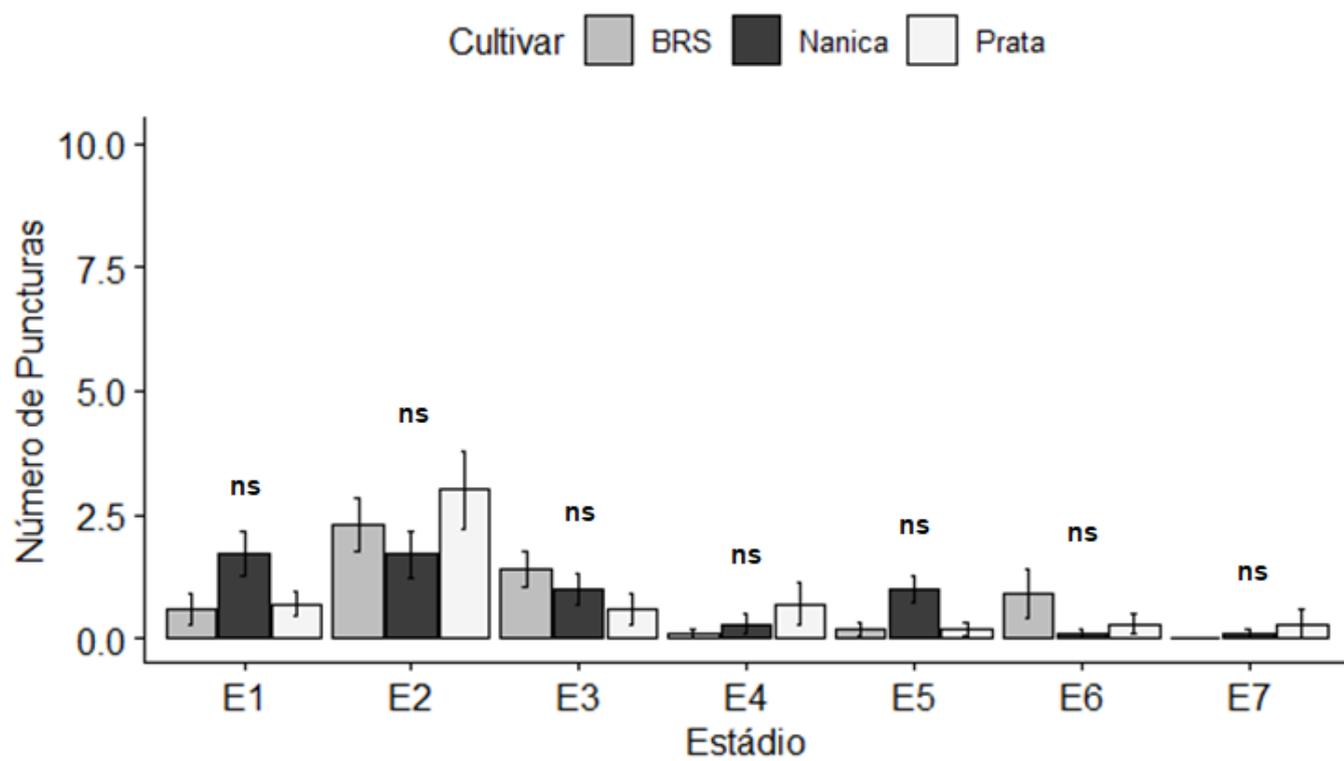


Figura 3.

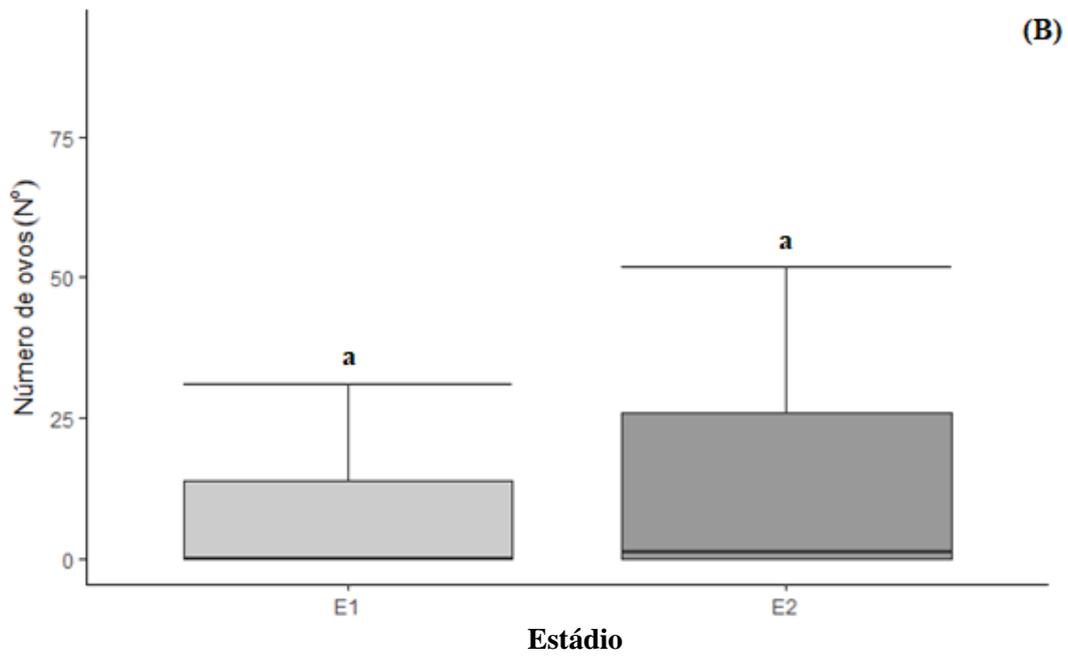
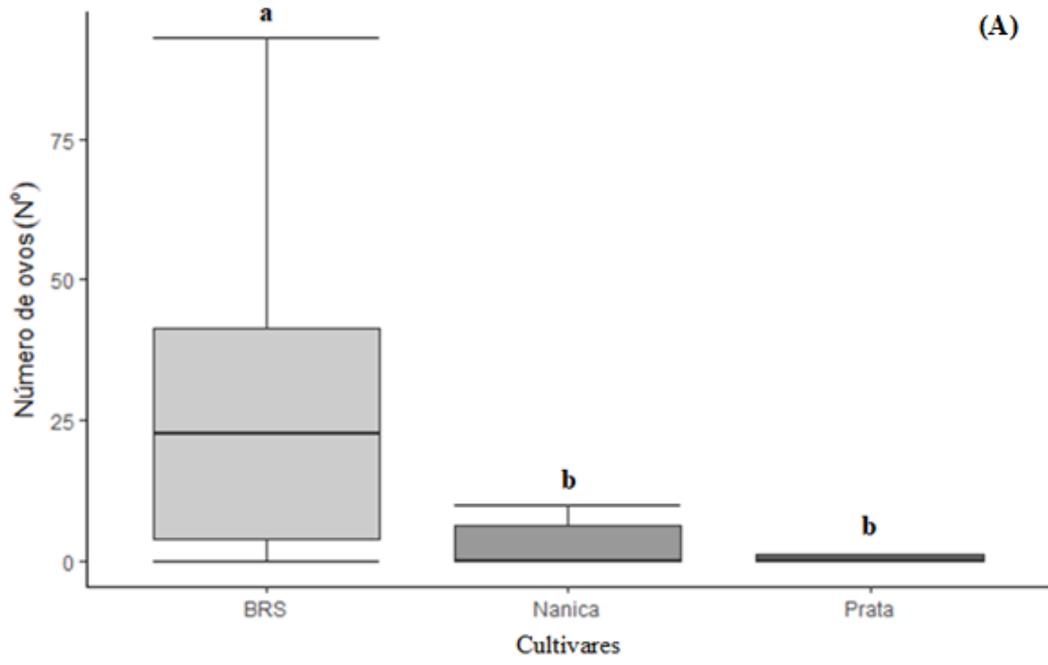


Figura 4.

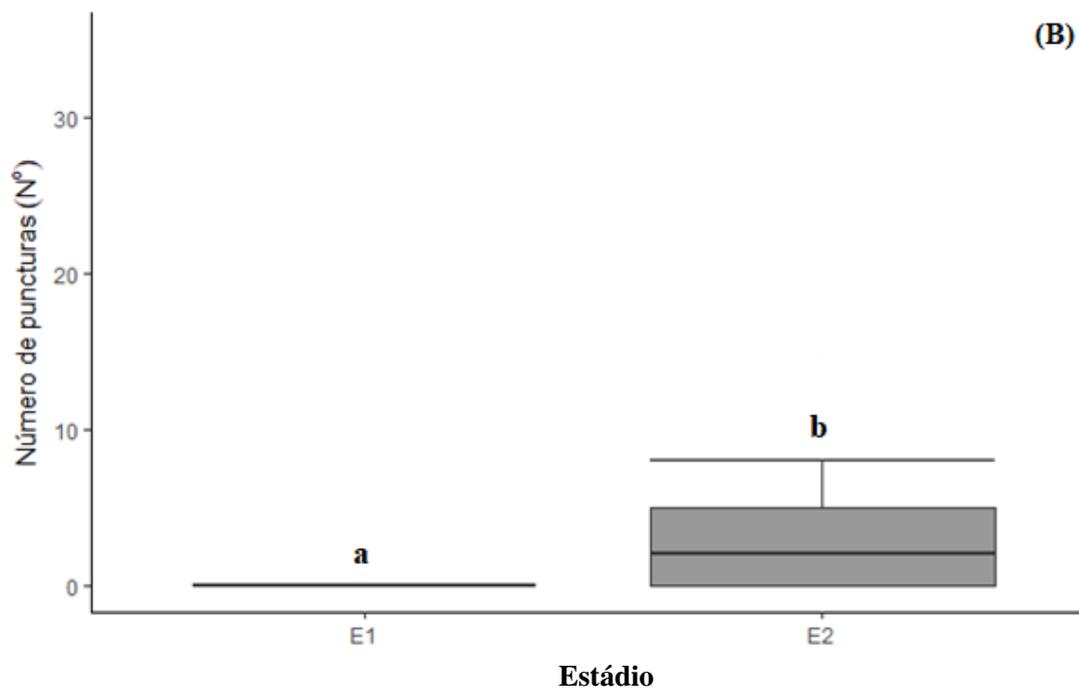
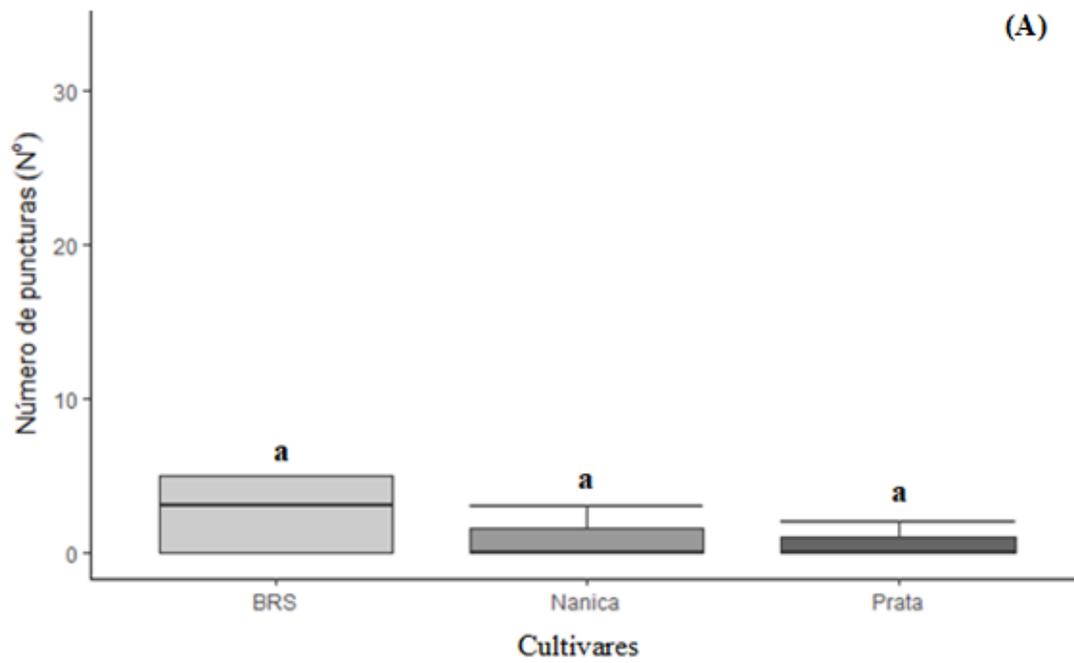


Figura 5.

ARTIGO II

Biologia de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) em banana (*Musa* sp.)*

*Situação: não submetido

Biologia de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) em banana (*Musa* sp.)

Micaela Matos dos Santos¹, Suzany Aguiar Leite¹, Maria Aparecida Castellani^{1*}

¹Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 45.031-900, Brazil

Resumo: *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) é uma praga-chave da fruticultura mundial. Adaptada às diversas famílias botânicas, foi relatada infestando banana (*Musa* sp.). Diante da importância da bananicultura para o Brasil, torna-se necessário o conhecimento da biologia dessa espécie nesses frutos, uma vez que *C. capitata* é uma praga quarentenária, limitando as exportações de frutas *in natura*. O objetivo do estudo foi avaliar a biologia de *C. capitata* em cultivares de banana e estádios de maturação dos frutos, em duas metodologias de infestação. A primeira metodologia (denominada Metodologia 1) foi estudada em esquema fatorial 3x2, sendo três cultivares (BRS Princesa, Prata-Anã e Nanica) e dois estádios de maturação (E1 e E2), com oferecimento de porções de frutos de banana para 20 larvas de *C. capitata* de 1º instar. A segunda (Metodologia 2) foi em fatorial 3x3, utilizando-se as mesmas cultivares e os estádios de maturação E1, E2 e E3, com inoculação de ovos nos frutos. Foram avaliados o período e sobrevivência larval; período, viabilidade e massa pupal; e porcentagem de emergência dos adultos. Utilizou-se o modelo linear misto generalizado (GLMER) para analisar os dados biológicos de *C. capitata*. As metodologias proporcionaram resultados biológicos diferentes, principalmente para a Nanica. Constatou-se que Nanica, no estádio E2, e BRS Princesa e Prata-Anã, nos estádios E1, E2, e E3, são hospedeiras de *C. capitata*, possibilitando que a mosca complete seu ciclo biológico, inclusive no estádio de colheita (E2). Em laboratório, *C. capitata* completa seu ciclo em Nanica (E2), BRS Princesa e Prata-Anã (E1, E2 e E3), com melhor performance em Prata-Anã no estádio E1.

Palavras-chave: Ciclo de vida; Mosca-do-mediterrâneo; *Musa* sp.

Introdução

As moscas-das-frutas pertencem à família Tephritidae e são os principais insetos-praga da fruticultura mundial, devido aos danos econômicos diretos e às rígidas restrições quarentenárias impostas por países importadores de frutos *in natura* (Oliveira et al., 2014; Follet et al., 2021; Grechi et al., 2021). Dentre as espécies de importância econômica, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) destaca-se por apresentar plasticidade ecológica, ampla gama de hospedeiros, polifagia e cosmopolitismo (Malacrida et al., 2007; Behar et al., 2008), que fazem dessa espécie uma praga-chave, principalmente quando se visa o mercado externo.

No Brasil, *C. capitata* desenvolve-se em 116 espécies hospedeiras, pertencentes a 31 famílias de espécies vegetais (Zucchi et al., 2023). Relatos recentes mostram adaptação de *C. capitata* a hospedeiros das mais variadas famílias botânicas, como framboesa (*Rubus idaeus* L.) (Custódio et al., 2016), quiabento (*Pereskia bahiensis* Gürke) e palma forrageira [*Opuntia ficus indica* (L.) Mill] (Leite et al., 2017), araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh) (Silva et al., 2019), jenipapo (*Genipa americana* L.) (Holanda et al., 2019) e, recentemente, banana (*Musa* sp.) (Sá et al., 2019; Santos, 2020).

Durante a fase larval, *C. capitata* alimenta-se e desenvolve-se no interior dos frutos, os quais geralmente caem prematuramente, acarretando redução na produção e depreciação da qualidade dos frutos. Os orifícios deixados pelas fêmeas, no momento da oviposição, podem induzir à queda prematura dos frutos e servir de porta de entrada para microrganismos patogênicos (Godoy et al., 2011; Zacharopoulou et al., 2017).

No Brasil, a relação da banana com *Ceratitis capitata* é recente. Nas Ilhas Havaianas, Back e Pemberton (1916) observaram ausência de infestação de *Ceratitis capitata* em bananas verdes e maduras destinadas à exportação. Armstrong (1983), em estudos de infestação no campo, observou que as cultivares de banana “Brasileira”, “Valery” e “William's” não são hospedeiras da mosca-da-fruta-do-mediterrâneo no Havaí. Joachim-Bravo et al. (2001) observaram, em laboratório, que a banana (*Musa paradisiaca* L.) foi o segundo hospedeiro escolhido por *C. capitata* para oviposição, em relação à maçã (*Pyrus malus* L.) e laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. Santos (2020), em estudos de biologia de *C. capitata* em cultivares de banana, observou que a banana Prata é hospedeira de *C. capitata*, nos estádios de maturação E1 (verde) e E3 (mais verde que amarelo), e que a cultivar Nanica é hospedeira de *C. capitata* no estádio E3 (mais verde que amarelo) de maturação.

Fatores abióticos (umidade relativa, temperatura e precipitação) e bióticos são

determinantes no ciclo de vida das moscas-das-frutas (Krainacker et al., 1987; Guillén et al., 2022). Dentre os bióticos, o tipo de hospedeiro escolhido pela fêmea, no momento da oviposição, interfere diretamente na sobrevivência das larvas e pupas, taxa de reprodução e longevidade dos adultos (Liedo et al., 2010). A escolha do hospedeiro é crucial para a sobrevivência da prole, uma vez que as larvas não conseguem se mover para outro hospedeiro (Joachim-Bravo; Silva Neto, 2004; Ruiz et al., 2015).

Considerando que a banana apresenta potencial de crescimento nas exportações e que *C. capitata* é praga quarentenária para os mercados americano e japonês, é de suma importância conhecimentos sobre as possibilidades dessa mosca infestar a banana antes de ser colhida, ou seja, no estágio E1 de maturação (casca totalmente verde), e completar o seu desenvolvimento até chegar no destino. Além disso, conhecimentos sobre a biologia de *C. capitata* são essenciais para o desenvolvimento de estratégias de manejo populacional dessa praga.

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar a biologia de *C. capitata* nas cultivares de banana BRS Princesa, Nanica e Prata-Anã, nos estádios iniciais de maturação dos frutos, ou seja, E1 (totalmente verde), E2 (verde com traços amarelos) e E3 (mais verde que amarelo).

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Moscas-das-frutas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, BA, no período de julho a novembro de 2023.

Obtenção dos adultos de Ceratitis capitata e dos frutos de banana

Utilizou-se exemplares de *C. capitata* oriundas da colônia híbrida do Laboratório de Moscas-das-Frutas. Os ovos foram coletados das gaiolas de criação, assepsiados em hipoclorito de sódio 0,5% e, posteriormente, colocados em dieta à base de farelo de aveia, levedo de cerveja, farelo de soja, açúcar, água destilada, ácido cítrico e éter metílico do ácido para-hidroxi-benzóico (nipagin), de acordo com metodologia adaptada de Tanaka et al. (1969). Após as larvas atingirem o terceiro ínstar, foram transferidos para recipientes plásticos com uma fina camada de vermiculita, visando a pupação e, posteriormente, a emergência dos adultos. Após a emergência, os adultos foram transferidos para gaiolas de acrílico (30 x 30 x 30 cm) e alimentados *ad libitum*, com dieta à base de açúcar e Biones®, na proporção de 3:1 (Leite et al., 2019).

Os frutos de banana utilizadas no experimento foram oriundos da fazenda Fruticultura Kolger, localizada no município de Bom Jesus da Lapa, BA, situada nas coordenadas 13°14'08" de latitude sul e 43°31'08" de longitude oeste. Os cachos de bananas foram coletados no estádio de maturação E1 (totalmente verdes) e transportados de carro até o laboratório, onde foram colocados sobre papel Kraft e mantidos em sala climatizada (16 °C) até a montagem dos experimentos.

Biologia de Ceratitis capitata

Foram utilizadas bananas das cultivares BRS Princesa (AAAB), Prata-Anã (AAB) e Nanica (AAA), nos estádios de maturação E1 (totalmente verde), E2 (verde com traços amarelos), E3 (mais verde que amarelo), de acordo com a escala de maturação de Von Loesecke (1950). Para as infestações, foram empregadas as metodologias adaptadas de Nascimento et al. (2000) e Joachim-Bravo et al. (2010), resultando em dois bioensaios.

Biologia de Ceratitis capitata em porções de frutos de banana (Metodologia 1)

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 3x2, sendo os tratamentos as três cultivares de banana, BRS Princesa (AAAB), Prata-Anã (AAB) e Nanica (AAA), e dois estádios de maturação dos frutos E1 (totalmente verde), E2 (verde com traços amarelos), com 10 repetições, sendo as parcelas constituídas de Placas de Petri (9 cm de Ø, 1,5 cm de altura) contendo fragmentos de frutos infestados com larvas.

Frutos de banana foram descascados, cortados e oferecidos em quatro pedaços de 5 gramas, totalizando uma porção de 20 g, para 20 larvas de primeiro ínstar de *C. capitata*. Os frutos cortados foram colocados em placas de Petri forradas com papel filtro (9 cm de Ø) umedecido em água. As porções de frutos foram trocados a cada 3 dias e, após 7 dias, os frutos foram triados e as larvas e pupas obtidas eram colocados em recipientes plásticos contendo uma fina camada de vermiculita, visando à emergência dos adultos.

Foram realizadas avaliações diárias para estimar o período (dias) e sobrevivência larval (%) (larvas que chegaram à fase de pupa), período (dias), viabilidade (%) e massa pupal (mg) (pupários pesados com idade de 24 horas) e emergência adultos (%). Após a emergência, os adultos foram transferidos para gaiolas de plástico transparente, com capacidade de 2 L, contendo algodão umedecido e dieta à base de açúcar e Biones®.

Biologia de Ceratitis capitata a partir da inoculação de ovos em frutos de banana (Metodologia 2)

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, sendo os tratamentos as cultivares de banana BRS Princesa (AAAB), Prata-Anã (AAB) e Nanica (AAA) e três estádios de maturação dos frutos, E1 (totalmente verde), E2 (verde com traços amarelos) e E3 (mais verde que amarelo), com 10 repetições, sendo as parcelas constituídas de recipientes plásticos contendo frutos inoculados com ovos.

Foram utilizados ovos de *C. capitata* obtidos através da postura das fêmeas em gaiolas da criação, os quais foram higienizados em hipoclorito de sódio a 0,5% e, com auxílio de um pincel, foram separados e inoculados nos frutos. Estes foram cortados com uma lâmina estéril de bisturi (Solidor®) até formar uma câmara com profundidade de 1,5 cm. Cada fruto foi inoculado com 20 ovos, cinco em cada orifício em torno do fruto, totalizando quatro orifícios por fruto. Após a inoculação, os orifícios foram fechados com a casca do fruto e vedados com parafina aquecida. Após a inoculação, os frutos foram individualizados em recipientes plásticos, contendo uma fina camada de vermiculita como substrato para pupação.

Foram avaliados o período ovo-larva (terceiro ínstar), sobrevivência larval (larvas que chegaram à fase de pupa), período, viabilidade e massa pupal (pupários pesados com idade de 24 horas), e emergência dos adultos. Os adultos foram mantidos em gaiolas de plástico transparente, com capacidade de 2 L, contendo algodão umedecido e dieta à base de açúcar e Biones®, que foram trocados a cada três dias.

Análises estatísticas

A influência das cultivares e dos estádios de maturação da banana na biologia de *C. capitata* foi avaliada com modelo linear misto generalizado (GLMER) do pacote glmmTMB. No modelo, os fatores explicativos foram estádios de maturação e cultivares de banana e as repetições foram consideradas como fator de efeito aleatório. Para variáveis de contagem (período larval e pupal), usou-se o erro de distribuição de Poisson ou binominal negativa, quando se verificava superdispersão dos erros. Erro de distribuição Gamma foi usado para análise da massa pupal. Erro de distribuição Beta foi usado para variáveis de porcentagem (sobrevivência larval, viabilidade pupal e emergência). Foi verificada a significância dos fatores fixos com a função Anova do pacote car (Fox; Weisberg, 2019). Médias estimadas foram comparadas com o pacote emmeans (Lenth, 2016) e multcomp (Bretz et al., 2010) do software R 4.2.2 (R Development Core Team, 2023).

Resultados

Biologia de Ceratitis capitata em porções de frutos de banana (Metodologia 1)

No estágio de maturação E1, as moscas se desenvolveram apenas na cultivar Prata-Anã, com período larval de 8 dias e sobrevivência larval de 12%. O período pupal foi de aproximadamente 12 dias, com viabilidade e massa pupal de 11,5 % e 9,88 mg, respectivamente. Foi observada baixa emergência dos adultos (7,5%) (Tabela 1).

No estágio E2, *C. capitata* se desenvolveu nas três cultivares estudadas. Para o período larval, não houve diferenças significativas entre as cultivares de banana (GLMER, $X^2=0,998$ gl=2, $p<0,6071$), sendo de 7,0; 6,0; e 5,6 dias, para BRS Princesa, Prata-Anã e Nanica, respectivamente (Figura 1A). A sobrevivência larval diferiu-se entre as cultivares analisadas (GLMER, $X^2=23,74$ gl=2, $p<0,001$), sendo maior na Prata-Anã, com 38,38%. A BRS Princesa e a Nanica foram semelhantes entre si, com sobrevivência larval de 18,76% e 9,90%, respectivamente (Figura 1B). Para o período pupal, não houve diferenças significativas entre as cultivares analisadas (GLMER, $X^2=0,6245$ gl=2, $p<0,7318$), sendo de 10, 11 e 11 dias para as cultivares BRS Princesa, Nanica e Prata-Anã, respectivamente (Figura 1C). A massa pupal diferiu-se entre as cultivares analisadas (GLMER, $X^2=11,481$ gl=2, $p<0,003$), sendo maior na cultivar Prata-Anã em relação às demais (Figura 1D). A viabilidade pupal diferiu-se entre as cultivares analisadas (GLMER, $X^2=24,936$ gl=2, $p<0,001$), sendo maior na Prata-Anã com 34,96% de pupas viáveis, enquanto que as cultivares BRS Princesa e Nanica foram semelhantes entre si, com viabilidade pupal de 16,54% e 9,00%, respectivamente (Figura 1E).

A emergência dos adultos foi afetada pelas cultivares, sendo a Nanica a cultivar mais desfavorável, com emergência de 9,5%, enquanto que a emergência nas cultivares BRS Princesa e Prata-Anã alcançou 24,66% e 15,6%, respectivamente, não havendo diferenças significativas entre estas cultivares (GLMER, $X^2=19,993$ gl=2, $p<0,001$) (Figura 1F).

Biologia de Ceratitis capitata a partir da inoculação de ovos em frutos de banana (Metodologia 2)

O sucesso no desenvolvimento e sobrevivência larval ocorreu nas cultivares BRS Princesa e Prata-Anã. A cultivar Nanica não se mostrou um hospedeiro favorável à *C. capitata* nos três primeiros estádios de maturação dos frutos. Diante disso, as avaliações ocorreram somente nas cultivares BRS Princesa e Prata-Anã, nos estádios de maturação estudados.

Para o período ovo-larva de 3º instar, não foram observadas diferenças significativas entre cultivares, com períodos de 12,7 e 12,3 dias para BRS Princesa e Prata-Anã, respectivamente (Figura 2 A). Por outro lado, houve efeito do estágio de maturação no período ovo-larva, com destaque para o E1 com período maior (14,5 dias) em relação ao E3 (10,5 dias) (Figura 2 B). Para esta mesma variável, não houve interação entre estádios de maturação e cultivares (GLMER, $X^2=1,0871$ gl=2, $p<0,580$).

Com relação à sobrevivência larval, houve interação entre as cultivares e estádios de maturação analisados (GLMER, $X^2=53,508$ gl=2, $p<0,001$). Com relação à sobrevivência larval na cultivar BRS Princesa, observou-se diferenças significativas entre os estádios de maturação. Nos estádios E2 (38,1%) e E3 (39,2%), as porcentagens de sobrevivência larval foram semelhantes entre si e se diferiram significativamente do estágio E1 (12,7%). Enquanto que, na cultivar Prata-Anã, a sobrevivência larval foi maior no estágio E2 (47,3%) e menor no E3 (33,5%) (Figura 3A). No estágio E3, não houve diferença entre as cultivares, com sobrevivência de 33,5% e 39,2%, para as cultivares Prata-Anã e BRS Princesa, respectivamente (Figura 3B).

Para o período pupal, não houve interação entre as cultivares e os estádios de maturação (GLMER, $X^2=4,66$ gl=2, $p<0,0973$). Para esta variável, não ocorreram diferenças significativas entre as cultivares, sendo de 11,3 e 11,0 dias para as cultivares BRS Princesa e Prata-Anã, respectivamente (Figura 4A), e entre estádios de maturação, com períodos de 11,5; 11,5; e 10,5 dias para os estádios E1, E2, E3, respectivamente (Figura 4B).

Para a variável viabilidade pupal, houve interação significativa entre as cultivares e estádios de maturação avaliados (GLMER, $X^2=50,15$ gl=2, $p<0,001$). Dentro da cultivar BRS Princesa, os estádios E2 e E3 diferiram-se do E1, apresentando 36,8%, 37,8% e 12,7% de pupas viáveis. Com relação à cultivar Prata-Anã, ocorreu diferenças entre os estádios E2 e E3, com viabilidade pupal de 40,0% e 30,4%, respectivamente (Figura 5A).

Considerando a massa pupal, houve interação entre as cultivares e estádios de maturação avaliados (GLMER, $X^2=32,056$ gl=2, $p<0,001$). Dentro da cultivar BRS Princesa, o estágio E2 proporcionou maior massa pupal em relação aos demais. Dentro da cultivar Prata-Anã, houve variação significativa da massa pupal, com valores decrescentes do E1 para o E3 (Figura 6A). Dentro do estágio E1, maior massa pupal foi obtida para Prata-Anã. Por outro lado, nos estádios E2 e E3, maior massa pupal foi proporcionada pela cultivar BRS Princesa (Figura 6B).

Para a variável emergência dos adultos, houve interação significativa entre as cultivares e estádios de maturação avaliados (GLMER, $X^2=22,80$ gl=2, $p<0,001$). Na cultivar

BRS Princesa, os estádios E2 e E3 possibilitaram maiores porcentagens de emergência, diferindo-se significativamente da emergência ocorrida no estádio E1. Com relação à cultivar Prata-Anã, no estádio E2, a emergência de adultos foi significativamente maior em relação ao estádio E3 (Figura 7A). Dentro do estádio de maturação E1, a cultivar Prata-Anã diferiu-se da BRS Princesa, apresentando maior emergência, enquanto que, para os estádios E2 e E3, não ocorreram diferenças significativas entre as cultivares (Figura 7B).

Discussão

A alimentação na fase larval é um dos principais fatores para o crescimento e desenvolvimento de moscas-das-frutas. O desenvolvimento ocorre tanto em frutos verdes quanto em frutos maduros e isso depende do tipo de hospedeiro. Se o hospedeiro não for adequado (química e fisicamente), pode haver a oviposição e eclosão das larvas, no entanto, pode haver grande mortalidade (Nava et al., 2023).

Em nossos estudos, observamos que frutos de bananas da cultivar Nanica, no estádio de maturação E1, não são hospedeiros de *C. capitata*, pois não houve sobrevivência e desenvolvimento larval nas duas metodologias (porções de frutos com infestação de larvas e inoculação de ovos) avaliadas. Para a cultivar BRS Princesa, não foi observada sobrevivência larval na Metodologia 1, no estádio E1 de maturação, contudo, para a Metodologia 2, foi possível avaliar todas as variáveis, já que houve sobrevivência larval. Na cultivar Prata-Anã, observou-se que, nas duas metodologias avaliadas, houve sobrevivência larval, mostrando que a cultivar Prata-Anã é hospedeira de *C. capitata*. Um hospedeiro adequado é aquele que garante todo o desenvolvimento e sobrevivência dos imaturos, desde a oviposição até a emergência do adulto (Armstrong, 1994).

Na Metodologia 1, no estádio E1 de maturação, só foi possível avaliar a cultivar Prata-Anã, com estimativas do período larval (8 dias), sobrevivência larval (12%), período pupal (12 dias), viabilidade pupal (11,5 %), massa pupal (9,88 mg) e emergência dos adultos (7,5%). Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Santos (2020), sobre biologia de *C. capitata* em bananas da cultivar Prata, no estádio de maturação E1.

Na Metodologia 1, no estádio E2 de maturação, foi possível avaliar todas as variáveis, nas três cultivares de banana (Prata-Anã, BRS Princesa e Nanica). Em nossos estudos, observamos período larval entre 6 e 7 dias para todas as cultivares analisadas. O período larval observado em banana foi relativamente inferior àqueles reportados por Leite et al. (2019), para manga (8,08 dias), palma forrageira (8,25 dias) e quiabento (8,63 dias); e por Zanardi et al. (2011), para pêssego (11,34 dias), caqui (16,97 dias) e maçã (11,07 dias).

A sobrevivência larval, no estágio E2 (metodologia 1), no presente estudo, foi de 38,38%, 18,76% e 9,9%, para as cultivares Prata-Anã, BRS Princesa e Nanica, respectivamente. Santos (2020) observou sobrevivência larval de 12,91% e 48,33% em frutos de banana Prata, nos estádios E1 e E3, respectivamente; enquanto que Leite et al. (2019) observaram sobrevivência larval de 6,67% e 45,83% em frutos de quiabento e palma, respectivamente.

O período pupal (Metodologia 1) foi de 10 a 11 dias para as cultivares analisadas, no E2 de maturação, relativamente inferior aos relatados por Santos (2020), que observou período pupal de 19,52 dias para o estágio de maturação E1, da banana Prata.

Observamos, no presente estudo (Metodologia 1), viabilidade pupal de 34,96%, 16,54% e 9,00%, para as cultivares Prata-Anã, BRS Princesa e Nanica, respectivamente. Santos (2020) observou viabilidade pupal da cultivar Prata de 7,9% e 37,1%, para os estádios verde (E1) e mais verde que amarelo (E3).

A emergência dos adultos (Metodologia 1) que se desenvolveram no estágio E2 foi 24,66%, 15,60% e 9,50% para Prata-Anã, BRS Princesa e Nanica, respectivamente. Esses resultados são inferiores aos encontrados por Joachim-Bravo et al. (2001) em frutos de banana (*Musa paradisiaca* L), que foi de 72,67% para a mesma espécie de mosca. No entanto, provavelmente, Joachim-Bravo et al. (2001) trabalharam com frutos em estádios mais avançados de maturação. Costa et al. (2011) observaram emergência de 87.3%, 76.6%, 60.7%, 45.3% e 28.7% para graviola, goiaba, carambola, cajú e acerola, respectivamente.

Na Metodologia 2, o período ovo-larva (3º instar), no estágio de maturação E1, foi de 12,7 dias e 12,3 dias para BRS Princesa e Prata-Anã, respectivamente. Esses dados são inferiores aos de Gómez et al. (2008), que registraram período ovo-pupa de *C. capitata* de 19,1 e 18,8 dias para uvas de mesa (*Vitis vinifera* L.) das variedades Benitaka e Festival, respectivamente. No estágio E3, foi observado menor período ovo-larva, indicando que este estágio é o mais adequado, dentre os estudados, para o desenvolvimento de *C. capitata*.

A sobrevivência larval para a cultivar BRS Princesa foi menor no estágio E1 de maturação (12,7%) na Metodologia 2, e isso era esperado, uma vez que frutos verdes de banana podem não ser tão propícios ao desenvolvimento de *C. capitata* (Back; Pemberton, 1916). Para a cultivar Prata-Anã, foi observado maior sobrevivência larval, no estágio E2 (47,3%), em relação ao estágio E3 (33,5%), o que de certa forma não era esperado, uma vez que frutos de banana no estágio de maturação verde apresentam alto teor de tanino que é considerado o principal fator de inviabilidade larval e pupal de *C. capitata* (Back; Pemberton, 1916). A hipótese para isso pode estar relacionada à liberação do etileno no processo de

amadurecimento dos frutos de banana (Chitarra; Chitarra, 2005). Ao abrir orifícios na banana, nesse estágio de maturação, para inoculação dos ovos, pode ter ocorrido amadurecimento precoce dos frutos, o que facilitou o desenvolvimento dos imaturos de *C. capitata* após a eclosão.

A massa pupal obtida na cultivar Prata-Anã foi menor no estágio E3 de maturação (9,55 mg), em comparação com E1 (11,92) e E2 (10,73). Na BRS Princesa, a maior massa foi observada no estágio E2 (12,63). Apesar de haver diferença entre os estágios de maturação, os nossos dados são superiores aos de Santos (2020), que observou massa pupal de 7,81 e 6,72 mg para os estágios E1 e E3, respectivamente. Nossos resultados foram semelhantes aos de Dias et al. (2017), que observaram massa pupal de *C. capitata* de 11,5 mg em frutos de laranja. Maior massa pupal indica que o hospedeiro dispõe de uma boa qualidade nutricional para o desenvolvimento de *C. capitata* (Nava et al., 2023).

A viabilidade pupal da cultivar BRS Princesa foi menor no E1 (12,7%), em comparação com os estágios E2 (36,8%) e E3 (37,8%). Na cultivar Prata-Anã, a viabilidade pupal foi maior no estágio E2 (40,0%) e menor no estágio E3 (30,4%). Esses resultados estão de acordo aos reportados por Santos (2020), que observou viabilidade pupal de 7,9% e 37,1%, para os E1 e E3 na cultivar Prata.

A emergência foi maior no estágio E2, para a cultivar Prata-Anã (25,56%), em comparação com a cultivar BRS Princesa (8,42%). Entre os estágios, dentro da cultivar BRS Princesa, o estágio E1 teve menor emergência (8,42%), em comparação com os estágios E2 (27,02%) e E3 (23,08%). Na cultivar Prata-Anã, no estágio E2 (33,42%), ocorreu maior emergência em relação ao estágio E3 (19,49%). Esses dados são inferiores aos relatados por Joachim-Bravo et al. (2010), que observaram emergência de *C. capitata* de 68,3% e 70,0 % em frutos de laranja e mamão, respectivamente.

A escolha da metodologia de infestação de frutos a ser empregada em estudos dessa natureza é uma etapa importante da pesquisa, pois podem proporcionar resultados diferentes. Nos nossos estudos, os dados biológicos obtidos nas duas metodologias estudadas, infestação de porções de frutos com larvas e inoculação de ovos, foram similares apenas para a cultivar Prata-Anã, a qual permitiu o desenvolvimento completo de *C. capitata* em todos os estágios de maturação estudados (E1, E2 e E3), com performance superior em algumas variáveis biológicas (sobrevivência larval, viabilidade pupal, emergência). Para a cultivar BRS Princesa, *C. capitata* não se desenvolveu apenas no estágio E1, quando se usou a metodologia 1. A maior discrepância ocorreu com a cultivar Nanica, que só se desenvolveu no estágio E2 da metodologia 1, ou seja, a inoculação de ovos nos frutos dessa cultivar, nos três estágios de

maturação (E1, E2 e E3), demonstrou insucesso de *C. capitata* para explorar o hospedeiro banana.

As metodologias de infestação forçada, utilizadas neste estudo, podem ser empregadas de maneira complementar em laboratório para detectar prováveis hospedeiros de moscas-das-frutas e nortear estudos de infestação natural em gaiolas de campo, com a finalidade de obtenção de dados mais próximos da condição de campo.

Nesse contexto, em laboratório, pode-se confirmar que as cultivares Nanica, no estádio E2 (verde com traços amarelos), BRS Princesa e Prata-Anã, nos estádios de maturação E1 (totalmente verde), E2 (verde com traços amarelos), E3 (mais verde que amarelo), são hospedeiras de *C. capitata*.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Referências

- Armstrong, JW (1983) Infestation biology of three fruit fly (Diptera: Tephritidae) species on ‘Brazilian,’ ‘Valery,’ and ‘William’s’ cultivars of banana in Hawaii. *Journal of Economic Entomology* **76**, 539-543. <https://doi.org/10.1093/jee/76.3.539>
- Armstrong, JW (1994) Commodity resistance to infestation by quarantine pests. In Sharp, J. L; Hallman, G.J. (Eds). Quarantine treatments for pests of food plants. Boulder, CO: Westview, 199–211.
- Back EA and Pemberton CE (1916). Banana as a host fruit of the Mediterranean fruit fly. Department of Agriculture. *Journal of Agricultural Research* **17**, 793-812.
- Behar A, Yuval B and Jurkevitch, E (2008) Gut bacterial communities in the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) and their impact on host longevity. *Journal of Insect Physiology* **54**, 1377-1383. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2008.07.011>
- Bretz F, Hothorn T and Westfall P (2010) Multiple Comparisons Using R, CRC Press, Boca Raton.
- Chitarra MI and Chitarra AB (2005) Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras.
- Costa AM, Amorim FDO, Anjos-Duarte CS and Joachim-Bravo IS (2011). Influence of different tropical fruits on biological and behavioral aspects of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera, Tephritidae). *Revista Brasileira de Entomologia* **55**, 355-360. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262011005000039>

- Custódio AC, Donnaruma TL, Souza-Filho MF, Louzeiro LRF and Raga A (2016). Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associadas as suas plantas hospedeiras no estado de São Paulo. *Biológico* **78**, 36.
- Dias NP, Ongaratto S, Garcia MS and Nava DE (2017) Oviposition of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in citrus fruits, and development in relation to maturity of orange fruits. *Florida Entomologist* **100**, 468-473. <https://doi.org/10.1653/024.100.0209>
- Follett PA, Haynes FE and Dominiak BC (2021) Host suitability index for polyphagous tephritid fruit flies. *Journal of Economic Entomology* **114**, 1021-1034. <https://doi.org/10.1093/jee/toab035>
- Fox J and Weisberg S (2019) An R Companion to Applied Regression, Third Edition, Sage.
- Godoy MJS, Pacheco WSP and Malavasi A (2011) Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. In Silva, RA, Lemos, WP, Zucchi, RA. Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Embrapa. Macapá, Amapá, Brasil, p. 111.
- Gómez M, Paranhos BA, Silva JG, Lima MA de, Silva MA, Macedo AT, Virginio JF and Walder JM (2019) Oviposition preference of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) at different times after pruning ‘Italia’ table grapes grown in Brazil. *Journal of Insect Science* **19**, 16;1-7. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey136>
- Gómez M, Paranhos B, Damasceno I, Castro R, Campo D, Andrade K, Silva M, Nascimento AS and Malavasi A (2008). Biología de la mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) en dos variedades de uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) en el Nordeste brasileño. *Revista CitriFrut* **25**, 18-23. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey136>
- Guillén L, Monribot-Villanueva JL, Guerrero-Analco JA, Ortega R, Altúzar-Molina A, Mena V, Ruiz-May E and Aluja M (2022). Influence of sunlight incidence and fruit chemical features on oviposition site selection in mango by *Anastrepha obliqua*: Implications for management *Insects* **13**, 141. <https://doi.org/10.3390/insects13020141>
- Grechi I, Preterre AL, Caillat A, Chiroleu F and Ratnadass A (2021) Linking mango infestation by fruit flies to fruit maturity and fly pressure: A prerequisite to improve fruit fly damage management via harvest timing optimization. *Crop Protection* **146**, 105663. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105663>
- Holanda MJA, Silva ASG and Souza-Filho MF (2019) Ocorrência de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) em jenipapo, *Genipa americana* L. (Rubiaceae). 32ª Reunião Anual do Instituto Biológico (RAIB), Biológico/Suplemento **81**, 40, São Paulo, SP. 10.31368/1980-6221r00282019
- Joachim-Bravo IS, Fernandes OA, Bortoli SA and Zucoloto FS (2001) Oviposition preference hierarchy in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae): influence of female age and experience. *Itheringia* **91**, 93-100. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212001000200014>

- Joachim-Bravo IS, Guimarães AN, Magalhães TC and Nascimento AS (2010) Desempenho de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) em frutos: comparação de duas populações criadas em laboratório. *Entomologia Neotropical* **39**, 9-14. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000100002>
- Joachim-Bravo IS and Silva-Neto AMD (2004) Aceitação e preferência de frutos para oviposição em duas populações de *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). *Iheringia Série Zoologia* **94**, 171-176. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212004000200009>
- Krainacker DA, Carey JR and Vargas RI (1987) Effect of larval host on life history traits of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Oecologia* **73**, 583-590. <https://doi.org/10.1007/BF00379420>
- Leite SA, Castellani MA, Ribeiro AEL, Costa DR, Bittencourt MAL and Moreira AA (2017) Fruit flies and their parasitoids in the fruit growing region of Livramento de Nossa Senhora, Bahia, with records of unprecedented interactions. *Revista Brasileira de Fruticultura* **39**, e-592. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017592>
- Leite SA, Costa DRD, Ribeiro AEL, Moreira AA, Sá-Neto RJ and Castellani MA (2019) Oviposition preference and biological performance of *Ceratitis capitata* in Anacardiaceae, Cactaceae and Vitaceae fruit. *Arquivos do Instituto Biológico* **86**, 1-8. <https://doi.org/10.1590/1808-1657001282018>
- Lenth RV (2016) Least-Squares Means: The R Package lsmeans. *Journal of Statistical Software* **69**, 1–33.
- Liedo P, Oropeza A and Carrey JR (2010) Demografía y sus Implicaciones en los Programas de Control. In: Montoya P, Toledo J, Hernández E. (eds.), Moscas de la fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo. S y G editores. 81-90.
- Malacrida AR, Gomulski LM, Bonizzoni M, Bertin S, Gasperi G and Guglielmino CA (2007) Globalization and fruitfly invasion and expansion: the medfly paradigm. *Genética* **131**, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10709-006-9117-2>
- Manrakhan A (2022) '*Bactrocera dorsalis* (Oriental fruit fly)', *CABI Compendium*. CABI. doi: 10.1079/cabicompndium.17685.
- Nascimento AS, Matrangolo WJR, Barbosa CJ, Marques OM and Habibe TC (2000) Associação de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) com a "meleira do mamoeiro" (*Carica papaya* L.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* **29**, 821-827. <https://doi.org/10.1590/S0301-80592000000400024>
- Nava DE, Dias NP and Muller FA (2023) Biologia das moscas-das-frutas. In: Zucchi, RA, Malavasi, A, Adaime, R, Nava, DE Moscas-das-frutas no Brasil – Conhecimento Básico e

- Aplicado. Piracicaba: FEALQ, v.1, 159-180.
- Oliveira PCDC, Fonseca ED, Alvarenga CD, Giustolin TA, Rabelo MM and Coutinho CR (2014) Efeito da idade das larvas de *Ceratitis capitata* (Wied.) sobre a qualidade biológica do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead). *Arquivos do Instituto Biológico* **81**, 244-249. <https://doi.org/10.1590/1808-1657001262012>
- R Development Core Team, 2023. A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Royer J (2022) '*Bactrocera musae* (banana fruit fly)', CABI Compendium. CABI. doi: 10.1079/cabicompndium.8725.
- Ruiz MJ, Juárez ML, Alzogaray RA, Arrighi F, Arroyo L, Gastaminza G, Willink E, Bardón A and Vera MT (2015) Oviposition behaviour and larval development of *Anastrepha fraterculus* from Argentina in citrus. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **157**, 198-213. <https://doi.org/10.1111/eea.12357>
- Sá RF de, Oliveira A da S, Oliveira R de CC de, Santos JCM dos, Moreira AA and Castellani MA (2019) First record of the association of banana (*Musa* sp.) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura* **41**,1-5. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019091>
- Santos ZC (2020) Infestação natural e biologia de *Ceratitis capitata* em banana na Bahia. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista – BA.
- Silva MES, Wochner MA, Sousa MSM, Barreto MR and Adaime R (2019). Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), suas plantas hospedeiras e parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) no norte do estado de Mato Grosso, Brasil. *Nativa* **7**, 513-519. 10.31413/nativa.v7i5.7461
- Von Loesecke HW (1950). Bananas: Chemistry, Physiology. Technology. 189p.
- Tanaka N, Steiner LF, Ohinata K and Okamoto R (1969) Low-cost larval rearing medium for mass production of oriental and Mediterranean fruit flies. *Journal of Economic Entomology* **62**, 967–968. <https://doi.org/10.1093/jee/62.4.967>
- Zacharopoulou A, Augustinos AA, Drosopoulou E, Tsoumani KT, Gariou-Papalexiou A, Franz G, Mathiopoulos KD, Bourtzis K and Mavragani-Tsipidou, P (2017) A review of more than 30 years of cytogenetic studies of Tephritidae in support of sterile insect technique and global trade. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **164**, 204-225. <https://doi.org/10.1111/eea.12616>
- Zanardi OZ, Nava DE, Botton M, Grützmacher AD, Machota-Jr R and Bisognin M (2011) Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caqui, macieira,

pessegueiro e videira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **46**, 682-688.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000700002>

Zucchi RA and Moraes RCB (2023) Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitid>

Legenda das figuras

Figura 1. Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana, obtidos pela Metodologia 1 (porções de frutos infestados com larvas): (A) Período larval (dias), (B) sobrevivência larval (%), (C) período pupal (dias), (D) massa pupal (mg), (E) viabilidade pupal (%) e (F) emergência dos adultos (%) em três cultivares de banana, no estágio E2 de maturação da banana. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.

Figura 2. Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana, obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) Período larval (dias) entre cultivares; (B) período larval entre os estádios E1, E2 e E3 de maturação. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.

Figura 3. Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana, obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) Sobrevivência larval (%) entre cultivares e (B) Sobrevivência larval (%) entre os estádios E1, E2 e E3 de maturação. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.

Figura 4. Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana, obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) Período pupal (dias) entre cultivares; (B) período pupal entre os estádios E1, E2 e E3 de maturação. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.

Figura 5. Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana, obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) viabilidade pupal (%) entre cultivares; Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.

Figura 6. Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana, obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) Massa pupal (mg) de entre cultivares; (B) massa pupal (mg) entre os estádios E1, E2 e E3 de maturação. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.

Figura 7. Dados biológicos de *Ceratitis capitata* em banana, obtidos pela Metodologia 2 (frutos inoculados com ovos): (A) emergência do adulto (%) entre cultivares; e (B)

emergência do adulto (%) entre os estádio E1, E2 e E3 de maturação. Mesmas letras indicam semelhanças entre tratamentos.

Tabela 1. Período (dias) e sobrevivência larval (%); período (dias), viabilidade (%) e massa pupal (mg); e emergência dos adultos (%) de *Ceratitis capitata* em porções de frutos da cultivar Prata-Anã no estágio E1 de maturação dos frutos de banana

Variável Biológica	Prata-Anã
Período larval (dias)	8,0 ± 0,0
Sobrevivência larval (%)	12,0 ± 4,83
Período pupal (dias)	12,0 ± 0,0
Viabilidade Pupal (%)	11,5 ± 5,30
Massa pupal (mg)	9,88 ± 1,62
Emergência dos adultos (%)	7,5 ± 5,40

Médias ± Desvio-padrão

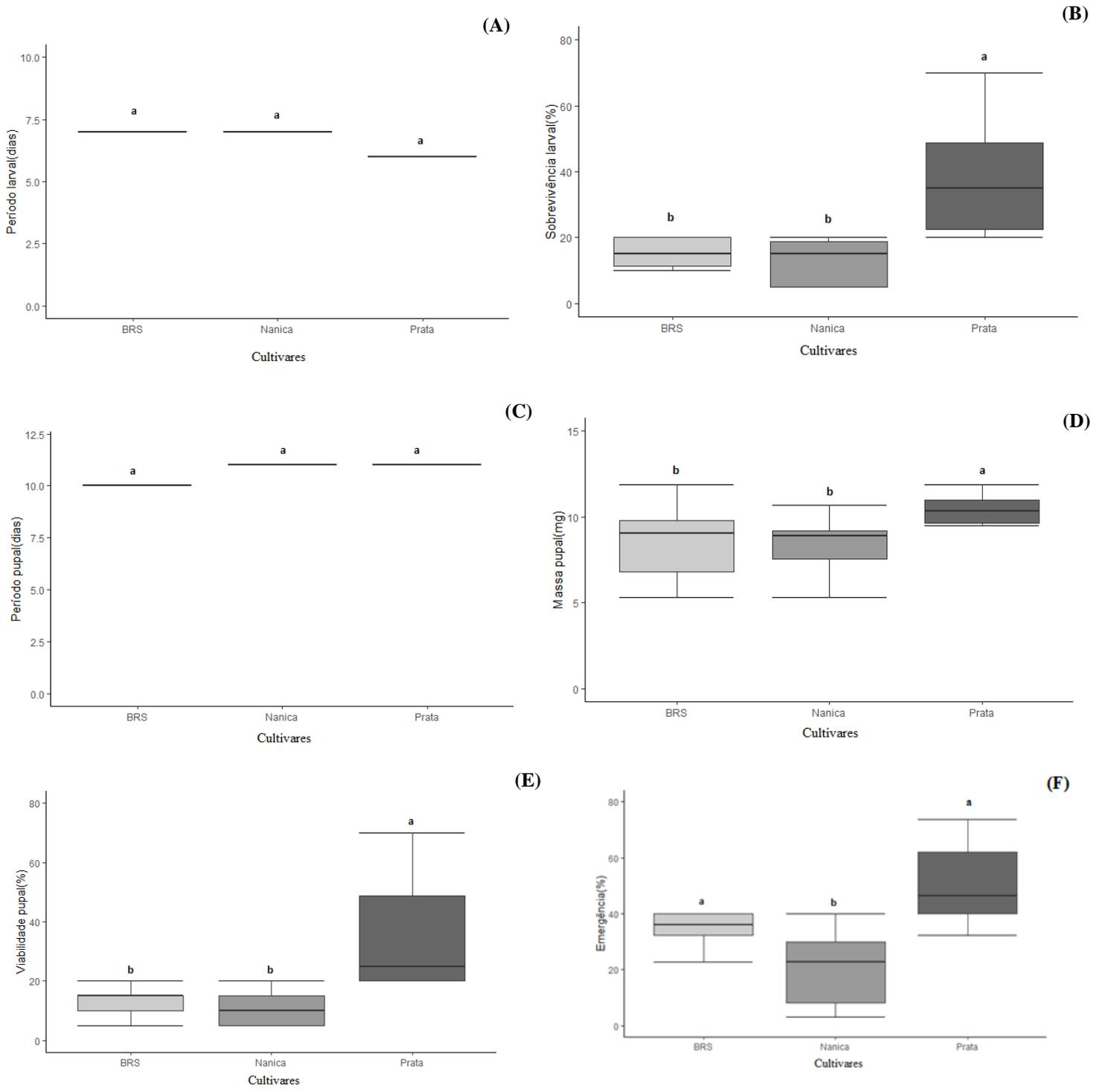


Figura 1.

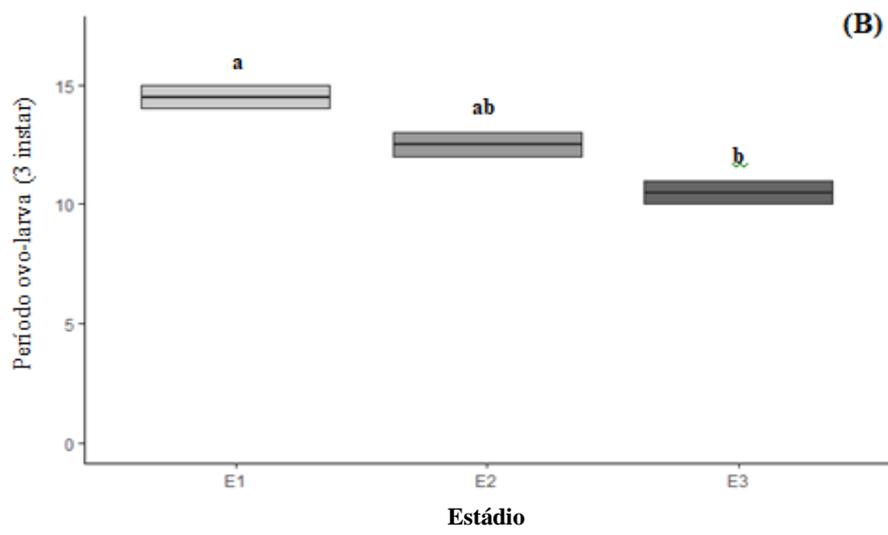
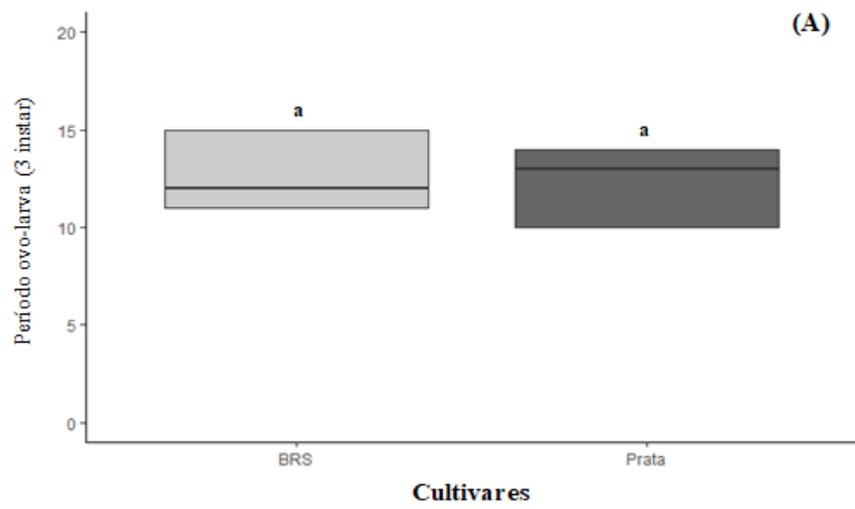


Figura 2.

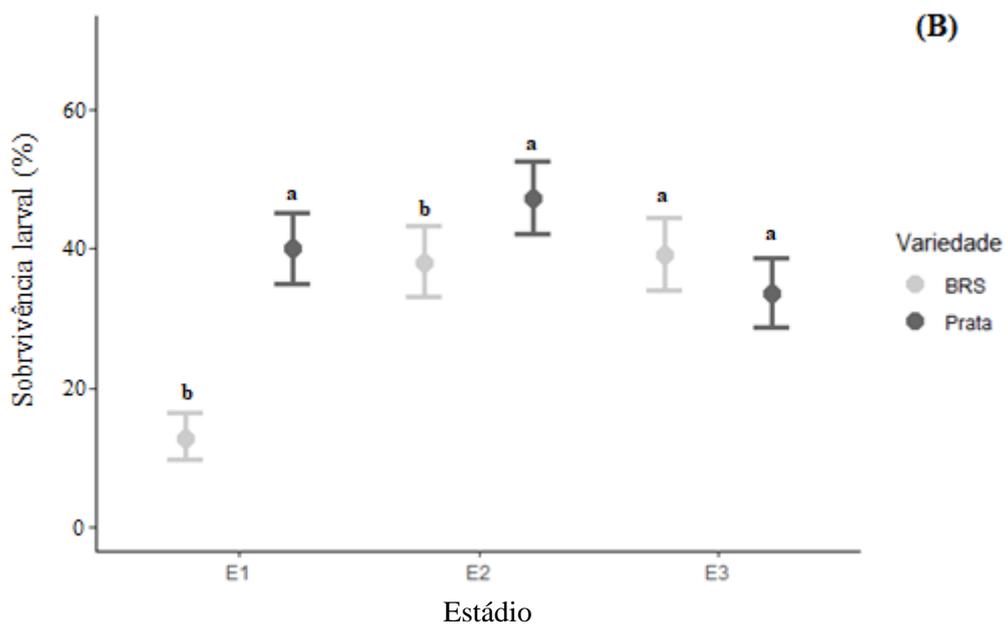
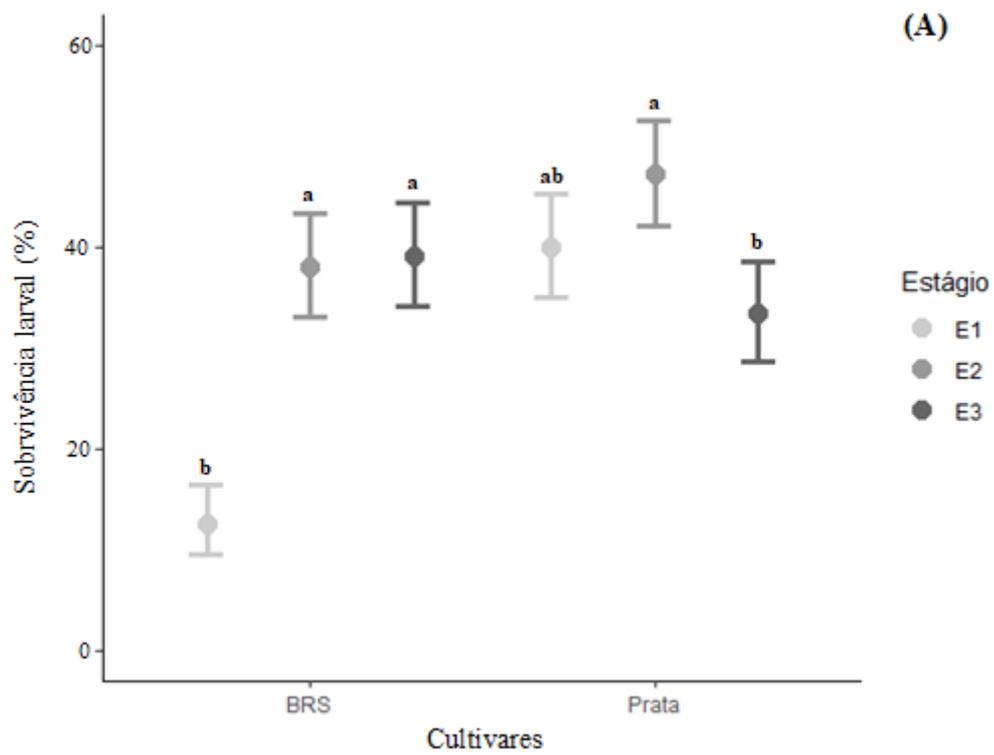


Figura 3.

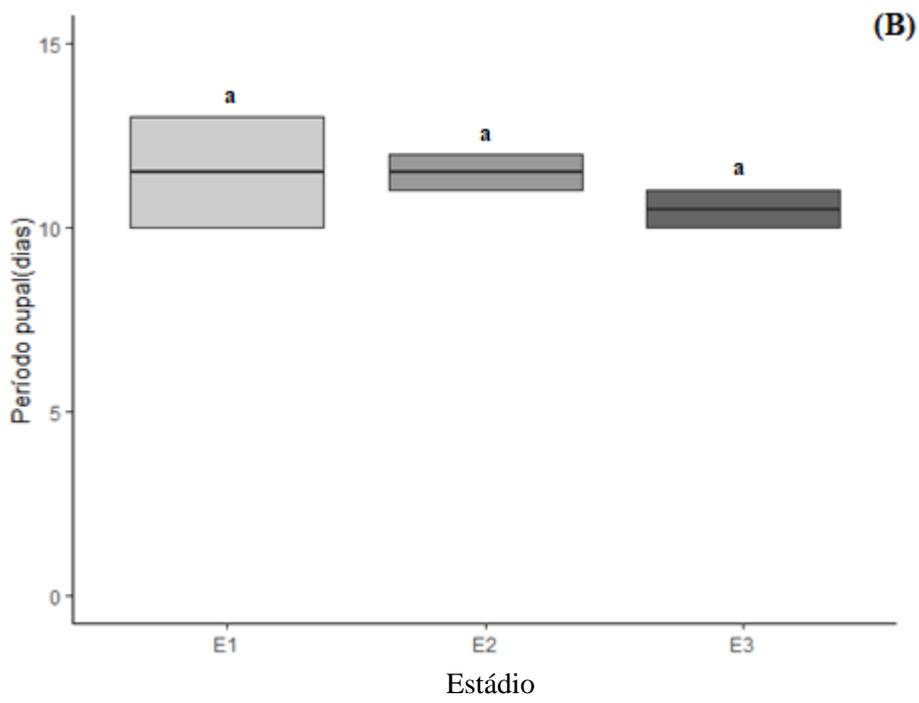
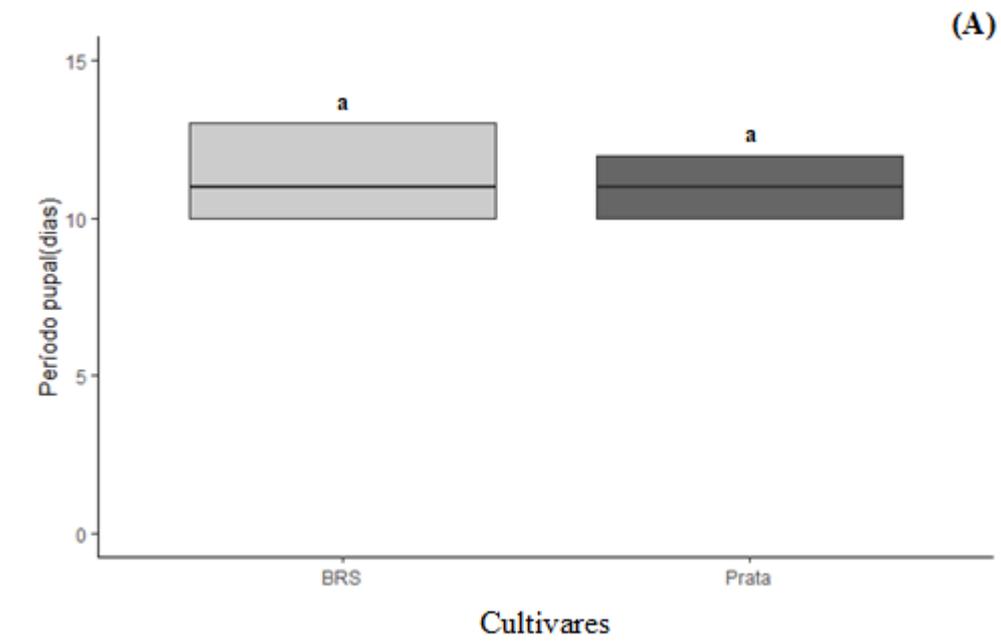


Figura 4.

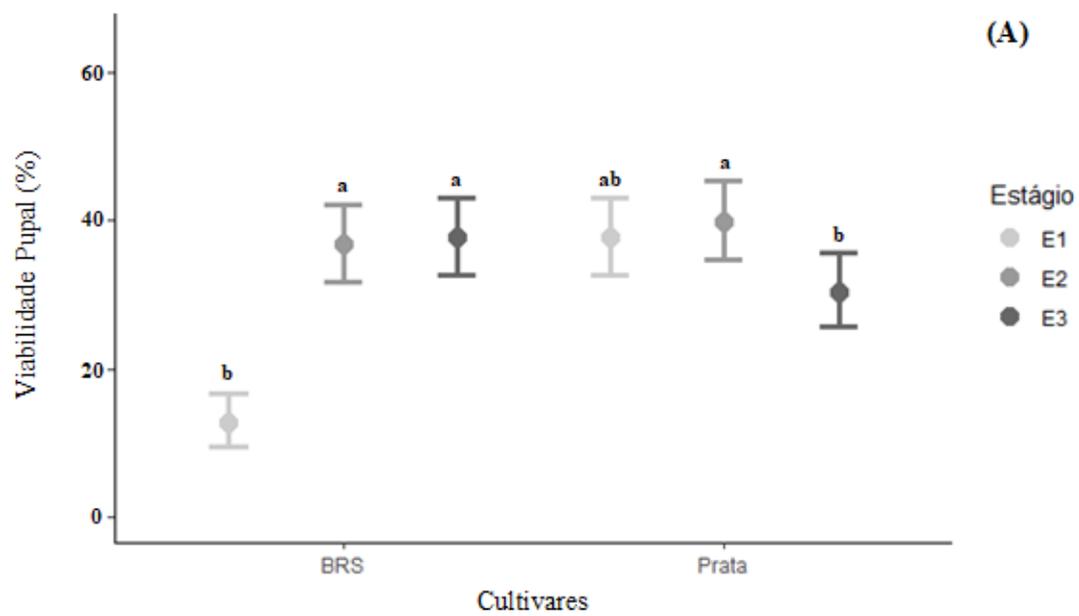


Figura 5.

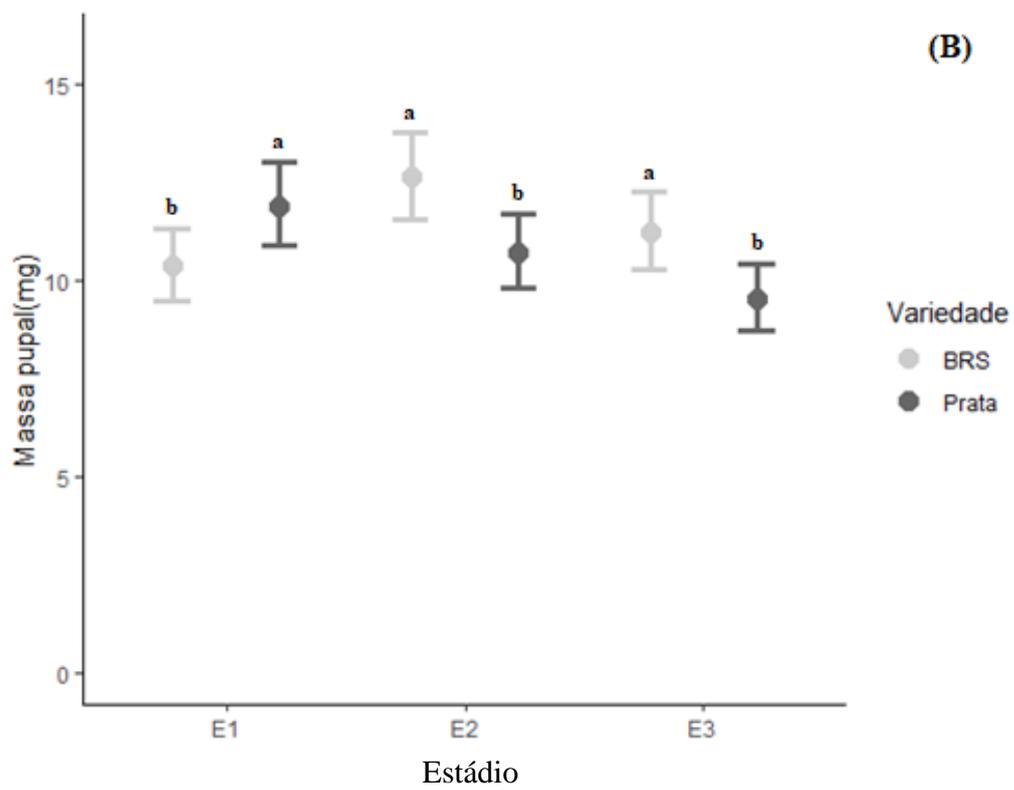
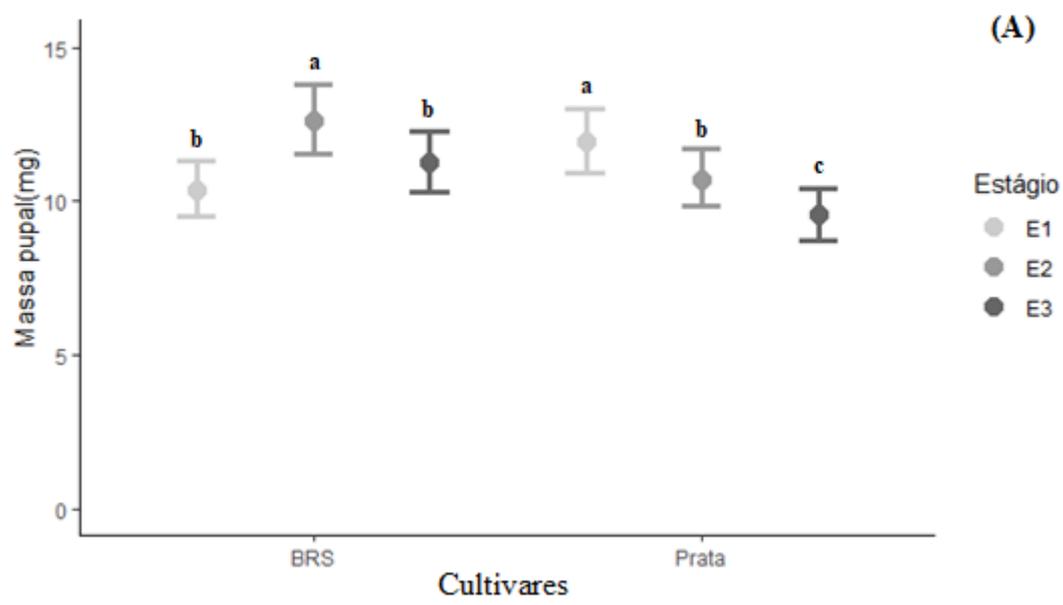


Figura 6.

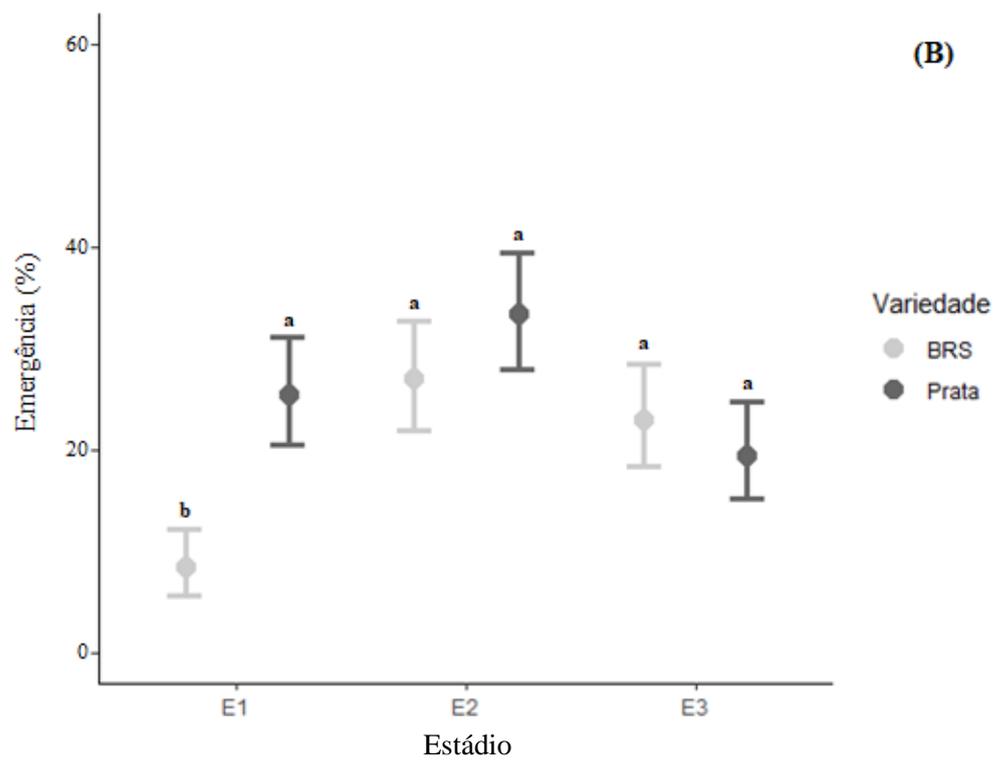
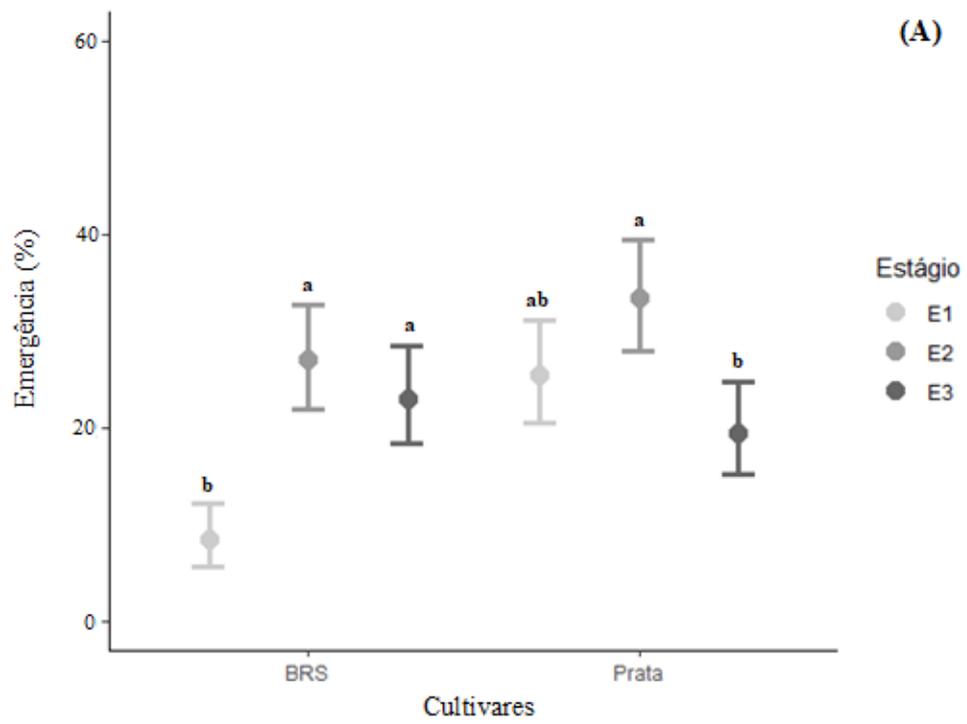


Figura 7.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que, em condições de laboratório, fêmeas de *Ceratitis capitata* ovipositam em todos os estádios de maturação dos frutos de banana, das cultivares BRS Princesa e Nanica, mostrando preferência pelos estádios E4 da BRS Princesa e E6 e E7 da cultivar Nanica. Para a cultivar Prata-Anã, não verificou oviposição nos estádios E1 e E3, com preferência de oviposição do estádio E5.

Foi observada, em condições de laboratório, com infestação forçada de fêmeas de *Anastrepha obliqua* em frutos de bananas das cultivares BRS Princesa, Nanica e Prata-Anã, que essa espécie tem potencial de atingir o status de praga na cultura da banana, uma vez que ovipositaram em frutos nos estádios de maturação E1 e E2, sendo que o E2 é considerado o ponto ideal de colheita dos frutos de banana. Os resultados com *Anastrepha obliqua* são inéditos no Brasil.

Com relação aos estudos de biologia, observou-se que as duas metodologias são complementares e que a cultivar Prata-Anã promove um melhor desenvolvimento de *Ceratitis capitata* no estádio E1 de maturação.

De modo geral, considerando os dados de oviposição de *C. capitata* nas três cultivares, obtidos no artigo 1, essa mosca apresenta baixo potencial para infestar frutos nos estádios iniciais de maturação, especialmente E1. No entanto, se nas condições de campo as fêmeas conseguirem ovipositar, terão sucesso nas performances larval e pupal.