



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

**INFESTAÇÃO NATURAL E**  
**BIOLOGIA DE *Ceratitis capitata* EM BANANA NA BAHIA**

**ZENÓBIA CARDOSO DOS SANTOS**

**VITÓRIA DA CONQUISTA**

**BAHIA- BRASIL**

**2020**

**ZENÓBIA CARDOSO DOS SANTOS**

**INFESTAÇÃO NATURAL E BIOLOGIA DE *Ceratitidis capitata* EM  
BANANA NA BAHIA**

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:

Prof. *D.Sc.* Aldenise Alves Moreira

Coorientadora:

Prof. *D.Sc.* Maria Aparecida Castellani

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA-BRASIL  
2020

**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:** *Biologia e infestação de Ceratitis capitata em banana na Bahia.*

**Autor:** Zenóbia Cardoso dos Santos

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



---

Prof. Dra. Aldenise Alves Moreira (UESB)  
Presidente



---

Prof. Dra. Clarice Diniz Corsato Alvarenga (UNIMONTES)



---

Prof. Dra. Raquel Pérez-Maluf (UESB)

Data de realização: 28 de agosto de 2020.

S233i

Santos, Zenóbia Cardoso dos.

Infestação natural e biologia de *Ceratitis capitata* em banana na Bahia. / Zenóbia Cardoso dos Santos, 2020.

76f.

Orientador (a): D. Sc. Aldenise Alves Moreira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2020.

Inclui referência F.51– 55.

1. *Musa* spp – Cultivo Bananeira. 2. Mosca do mediterrâneo. 3. Tephritidae. 4. Oviposição. I. Moreira, Aldenise Alves. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. T.

*Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890*  
UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

“O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário”.

Einstein, Albert

Aos meus amados pais, Elpídio e Elza, pelo esforço que fizeram para que eu chegasse até aqui.  
As minhas irmãs e meus irmãos, pelo apoio e incentivo.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meu caminho e ser meu refúgio em momentos difíceis;

À minha família de sangue: Tony, Zé Raimundo, Cardoso, Luiz, Cida, Daniel, Ezequiel, Maria da Paz, Tiago, Betânia, em especial, Elpídio e Elza, pelo amor incondicional, apoio, incentivo, confiança e por ser sempre meu porto seguro, reconhecendo o motivo de minha ausência;

À minha família do coração: Rol, Rosa, Matheus, Deuseni, Bruno e Juan, pelo amor, carinho e apoio;

À Maria Caroline, pelo amor, companheirismo, amizade e parceria. Minha amiga das tristezas e alegrias, meu braço forte. Serei sempre grata;

À minha orientadora, professora D.Sc. Aldenise Alves Moreira, pela dedicação, credibilidade, carinho e ensinamentos transmitidos. Minha eterna gratidão!

À professora D. Sc. Maria Aparecida Castellani, pela coorientação, paciência, dedicação, por todo o apoio e ensinamentos transmitidos, obrigada!

À professora Raquel Perez-Maluf, pelo apoio, incentivo e pelas conversas descontraídas;

À professora D. Sc. Clarice Diniz Alvarenga Corsato, pelo carinho, dedicação e principalmente pelos ensinamentos ao longo de minha formação. Obrigada!

Aos professores da Pós- Graduação em Agronomia, pelos ensinamentos transmitidos;

Aos colegas da pós-graduação, pela amizade, companheirismo e momentos de descontração, em especial, Manoel Nelson, Elismar, Genilson e *Ranyelly*;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia– UESB, pela contribuição na minha formação pessoal e profissional;

À FAPESB e CAPES, pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa e pela bolsa de estudos concedida;

Aos meus amigos: Débora, Pedro Thiago, Leo, Carlos Gustavo, Mara, Helena, Matheus e, em especial, Maria Josiane, pela amizade e companheirismo;

Aos amigos do Laboratório de Moscas-das-frutas: Eloito, Willian, Guga, Dena, Daniela, Micaela, Carol Plácido, Nanda, Daniel, Larissa, Flávia, Beatriz, Filipe, Jamil, Gabriela, Mateus, Suzy, Manu, Naiara e Jack, pelo apoio, companheirismo e auxílio durante a condução do experimento e realização das análises laboratoriais, pelos momentos alegres e descontraídos durante o tempo em que trabalhamos juntos;

À Agência de Defesa Agropecuária da Bahia – ADAB, pela parceria na realização desta pesquisa;

Aos Fiscais Estaduais Agropecuários, Alessandro da Silva e Ricardo Falcão, pela parceria e coletas dos frutos de banana;

À Patrícia e Daniel, pela amizade e pelas dicas. Valeu demais!

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta importante etapa de minha vida.

Muito obrigada!

## RESUMO GERAL

SANTOS, Zenóbia Cardoso dos. **Infestação natural e biologia de *Ceratitis capitata* em banana na Bahia**. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2020. 76p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)\*

A mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) se destaca pela ampla distribuição geográfica e gama de hospedeiros, com relatos recentes da utilização de frutos de *Musa* sp. no Brasil. Essa espécie ocasiona danos diretos em frutos e impede exportação, devido às barreiras quarentenárias. No Brasil, há relatos de ataques de *C. capitata* em várias frutíferas, inclusive na cultura da banana, onde foi constatada a infestação de bananais no estado da Bahia. No entanto, ainda não se conhece quais cultivares e estágios de maturação da banana permitem a oviposição e o desenvolvimento dessa mosca. Diante dessas questões, os objetivos do presente estudo foram diagnosticar a situação dos principais polos de produção de banana da Bahia quanto à infestação natural por moscas-das-frutas e gerar conhecimentos sobre o comportamento de oviposição e a biologia de *C. capitata* em frutos de bananeira de diferentes cultivares e estágios de maturação. Frutos foram coletados em 52 unidades de produção (Ups) e em 18 municípios das regiões Norte, Oeste, Centro-Oeste, Sudoeste, Sul, Extremo Sul, Centro Sul e Baixo Sul da Bahia, Brasil. Para os bioensaios, foram utilizadas as cultivares Maçã (AAB), Nanica (AAA), Prata (AAB) e Terra (AAB), nos estágios de maturação E1 (verde), E3 (mais verde que amarela), E6 (amarela) e E7 (amarela com manchas marrons). Foram realizadas análises físico-químicas dos frutos utilizados. Os parâmetros biológicos de *C. capitata* foram avaliados em dois bioensaios, um utilizando a cultivar Prata (nos estágios E1 e E3) e outro com a Nanica, também nos estágios de maturação E1 e E3. Foram oferecidas porções de frutos de banana às larvas de primeiro ínstar de *C. capitata*. Diariamente foram quantificados o período e sobrevivência larval, período, viabilidade e massa pupal, longevidade dos adultos e razão sexual. Em três das Ups amostradas, ocorreu a infestação por *C. capitata* nos frutos das cultivares Prata, Pratinha e Terra. Em laboratório, *C. capitata* ovipositou nos frutos das cultivares Maçã, Nanica, Prata e Terra, exibindo preferência por Nanica e Prata nos estágios de maturação E1 e E3. Características dos frutos interferiram na oviposição. A banana da cultivar Prata é capaz de hospedar *C. capitata* nos estágios de maturação verde e mais verde que amarelo, no entanto, no estágio mais verde que amarelo é uma hospedeira mais adequada. *C. capitata* se desenvolve em banana da cultivar Nanica apenas no estágio de maturação mais verde que amarelo.

**Palavras-chave:** *Musa* spp.; mosca do mediterrâneo; Tephritidae; oviposição.

---

\*Orientadora: Aldenise Alves Moreira, D. Sc., UESB.

Coorientadora: Maria Aparecida Castellani, D. Sc., UESB.

## GENERAL ABSTRACT

SANTOS, Zenóbia Cardoso dos. Natural infestation and biology of *Ceratitis capitata* in banana in Bahia. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2020. 76p. (Dissertation - Master in Agronomy, Plant production Concentration Area)\*

Fruit flies *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) stand out for being widely distributed and having a broad host range, with recent reports on the use of banana fruits as hosts in Brazil. This species directly damages fruits, making them unsuitable for exportation due to quarantine barriers. In Brazil, reports of *C. capitata* attacks on several fruit trees have been reported, including bananas, with infestations in banana orchards being observed in Bahia state. However, the banana cultivars and maturation stages that allow oviposition and development of the fly are not known yet. Therefore, the objectives of this study were to investigate natural infestation by fruit flies and to generate knowledge about the oviposition behavior and the biology of *C. capitata* in banana fruits of different cultivars and at different maturation stages. Fruits were collected from 52 production units (PUs), in 18 municipalities in North, West, Center-West, Southwest, South, Far South, Center South and Low South regions of Bahia, Brazil. In bioassays, bananas of the cultivars Apple (AAB), Nanica (AAA), Prata (AAB) and Terra (AAB) were tested when at E1 (green), E3 (greener than yellow), E6 (yellow) and E7 (yellow with brown spots) maturation stages. Physicochemical analyzes were performed on the fruits. Biological parameters of *C. capitata* were evaluated in two bioassays, one using Prata bananas and the other using Nanica bananas, both at E1 and E3 maturation stages. Portions of banana fruits were offered to first instar *C. capitata* larvae. Larval period, larval survival, pupal viability, pupal weight, adult longevity and sex ratio were measured daily. In three sampled PUs, infestation by *C. capitata* occurred in fruits of the cultivars Prata, Pratinha and Terra. In the laboratory, *C. capitata* oviposited in bananas of the cultivars Apple, Nanica, Prata and Terra, showing preference for Nanica and Prata cultivars at E1 and E3 maturation stages. Fruit characteristics interfered with oviposition. Bananas of Prata cultivar can host *C. capitata* at green and yellow than green maturation stages; however, the greener than yellow stage is the most preferred stage. *C. capitata* grows in Nanica bananas only at greener than yellow maturation stage.

**Keywords:** *Musa* spp.; Mediterranean fly; Tephritidae; oviposition.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Unidade de Produção de banana ( <i>Musa</i> sp.), em função da Região, município, panorama da vegetação, área cultivada com banana e área total (ha) e coordenadas geográficas dos locais de coleta de frutos.....	35
Tabela 1.2 Local de coleta de frutos de banana <i>Musa</i> sp. (Unidade de Produção), cultivar, local de coleta do fruto (planta e no solo), estágio de maturação dos frutos, pupário (nº) e adultos (nº), viabilidade pupal (%) e índice de infestação (pupário kg de fruto <sup>-1</sup> ).....	38
Tabela 2.1 Coeficiente de correlação de Pearson entre as características físico-químicas e a oviposição de <i>C. capitata</i> nos estágios de maturação E1, E3, E6 e E7 de <i>Musa</i> sp. cultivar Prata. ....	53
Tabela 2.2 Coeficientes de correlação de Pearson entre as características físico-químicas e a oviposição de <i>C. capitata</i> nas diferentes cultivares de banana <i>Musa</i> sp. ....	53

## LISTA DE FIGURAS

<p>Figura 1.1. Mapas do Brasil e do estado da Bahia, com indicação dos pontos de coleta de banana (<i>Musa</i> sp.).....</p>	40
<p>Figura 2.1 Oviposição de <i>Ceratitidis capitata</i> em banana, cultivar Prata nos estágios de maturação E1, E3, E6 e E7 combinados dois a dois. E1 x E3 (A), E1x E6 (B), E1 x E7 (C), E3x E6 (D), E3x E7 (E), E6 x E7(F). Médias seguidas da mesma letra nas barras, não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Dados transformados em log (x+1). .....</p>	51
<p>Figura 2.2 Valores de pH (A), Acidez titulável (B), Firmeza (C), Cromaticidade (D), Luminosidade (E), Ângulo Hue (F), de banana, cultivar Prata nos estágios de maturação, E1: Verde; E3: Mais verde que amarelo; E6: Amarelo e E7: Amarelo com áreas marrons. Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.....</p>	52
<p>Figura 2.3 Oviposição (número de ovos) de <i>Ceratitidis capitata</i> em cultivares de <i>Musa</i> sp. (Maçã, Nanica, Prata e Terra) com chance de escolha. Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados transformados em log (x+1).....</p>	54
<p>Figura 2.4 Número de ovos de <i>C. capitata</i> em diferentes cultivares de <i>Musa</i> sp.com chance de escolha. No ensaio com chance de escolha com oferecimento e Nanica x Prata(A); Maçã x Prata (B); Prata x Terra (C); Maçã x Nanica (D); Nanica x Terra(E); e Maçã x Terra (F). Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. B=Teste de Bartlett, SW=Teste de Shapiro Wilk. Dados transformados em log (x+1).....</p>	55
<p>Figura 2.5 Valores de pH (A), Acidez titulável (B), Firmeza (C), Cromaticidade (D), Luminosidade (E), Ângulo Hue (F) nas cultivares <i>Musa</i> sp. (Maçã, Nanica, Prata e Terra). Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% probabilidade.....</p>	56
<p>Figura 2.6 Oviposição de <i>Ceratitidis capitata</i> nas cultivares de <i>Musa</i> sp. (com chance de escolha), nos estágios de maturação E1(A) e E3 (B). Médias seguidas da mesma letra nas</p>	

barras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade..... 57

Figura 2.7. Período larval (A), sobrevivência larval (B), período pupal (C), viabilidade pupal (D), Massa pupal (E) e Razão sexual (F) de *Ceratitidis capitata* em função dos estágios de maturação Verde (E1) e Mais verde que amarelo (E3) de banana da cultivar Prata. Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). Vitória da Conquista, BA, 2020..... 59

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de variância
FV	Fonte de variação
G	Gramas
H	Horas
Kg	Quilo
LM	Larva morta
Log	Logaritmo
Mg	Miligramas
Mm	Milímetros
NM	Número de moscas
PI	Pupa inviável
RS	Razão sexual
TP	Taxa de parasitismo
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
°C	Graus Celsius
=	Igual
>	Maior
±	Mais ou menos
%	Porcentagem
°	Graus
”	Minutos
Ø	Diâmetro

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
3 ARTIGO I - Infestação natural de <i>Ceratitis capitata</i> (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em banana ( <i>Musa</i> sp.) .....	21
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
3.1 INTRODUÇÃO .....	25
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.3 RESULTADOS.....	29
3.4 DISCUSSÃO.....	30
3.5 AGRADECIMENTOS .....	32
3.6 REFERÊNCIAS.....	33
4 ARTIGO II - Oviposição e biologia de <i>Ceratitis capitata</i> em frutos de <i>Musa</i> sp.....	41
RESUMO: .....	42
ABSTRACT: .....	43
4.1 INTRODUÇÃO.....	44
.	44
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	46
4.2.1 Local experimental, adultos e larvas de moscas-das- frutas.....	46
4.2.2 Oviposição de <i>C. capitata</i> em banana.....	46
4.2.2.1 Cultivares de banana e análises físico-químicas dos frutos.....	46
4.2.2.2 Oviposição de <i>C. capitata</i> em frutos da cultivar Prata nos estágios de maturação E1, E3, E6 e E7 com chance de escolha.....	46
4.2.2.3 Oviposição de <i>C. capitata</i> em cultivares de banana nos estágios de maturação E6, com e sem chance de escolha.....	48
4.2.2.4 Oviposição de <i>C. capitata</i> em cultivares de banana, nos estágios E1 e E3, com chance de escolha.....	48
4.2.2.5 Procedimentos estatísticos para os biensaios de oviposição.....	49

4.2.3	Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> em banana.....	49
4.3	RESULTADOS .....	50
4.3.1	Oviposição de <i>C. capitata</i> em banana.....	50
4.3.1.1	Oviposição de <i>C. capitata</i> em frutos da cultivar Prata nos estágios de maturação E1, E3, E6 e E7 com chance de escolha.....	50
4.3.1.2	Oviposição de <i>C. capitata</i> em cultivares de banana no estágio de maturação E6, com e sem chance de escolha.....	54
4.3.1.3	Oviposição de <i>C. capitata</i> em cultivares de banana, nos estágios E1 e E3, com chance de escolha.....	56
4.3.2	Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> em frutos de banana da cultivar Prata em dois estágios de maturação.....	58
4.3.3	Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> em frutos de banana da cultivar Nanica em dois estágios de maturação.....	60
4.4	DISCUSSÃO .....	60
4.4.1	Oviposição de <i>C. capitata</i> em banana.....	60
4.4.2	Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> em frutos de banana da cultivar Prata, em dois estágios de maturação.....	64
4.4.3	Biologia de <i>Ceratitis capitata</i> em frutos de banana da cultivar Nanica em dois estágios de maturação .....	66
4.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A bananicultura brasileira é uma das atividades mais promissoras da fruticultura nacional, posicionando o Brasil como quarto maior produtor mundial (FAO, 2019). A quantidade produzida de banana pelo Brasil, em 2018, foi de 6,7 milhões de toneladas, com o Sudeste e o Nordeste concentrando 67% dessa produção, sendo que a maioria do que é produzido é destinado ao mercado interno (IBGE, 2018). Até junho de 2020, as exportações somaram 53,22 mil toneladas, 17,18% mais elevadas em relação ao mesmo período de 2019. Os principais destinos foram União Europeia e, principalmente, o Mercosul, Argentina (CONAB, 2020). A Bahia é o segundo maior estado produtor de banana, com área colhida de 67.026 ha e produção de 825.422 t (IBGE, 2018). No entanto, a produtividade média da bananicultura baiana é inferior à dos estados mais tecnificados, como o Rio Grande do Norte (CARVALHO et al., 2017).

Cerca de 40% das perdas na produção ocorrem por problemas fitossanitários, como pragas e doenças (COSTA et al., 2017; FERREIRA et al., 2016). Na Bahia, recentemente, a Agência de Defesa Agropecuária registrou pela primeira vez a presença de mosca-das-frutas *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) em banana da cultivar Prata. Essa espécie é cosmopolita e considerada a mais prejudicial e invasora dentre todos os tefritídeos, pois causa mais danos à agricultura do que qualquer outra representante dessa família (ALUJA et al., 2014; MALAVASI et al., 2000).

Tanto a fase adulta quanto a jovem da mosca-das-frutas causam danos nos frutos. As puncturas deixadas pelas fêmeas, durante a oviposição, tornam-se porta de entrada para patógenos oportunistas e, assim que eclodem, as larvas se alimentam da polpa dos frutos, que ficam impróprios para o comércio (MARCHIORI et al., 2007). *C. capitata* também ocasiona danos indiretos, com perda de mercado internacional em decorrência das rígidas barreiras quarentenárias impostas por países importadores de frutos *in natura*, nos pomares (AROURI et al., 2015; MALAVASI et al., 2000; MCQUATE e LIQUIDO, 2017).

O ciclo biológico de *C. capitata* é afetado tanto por fatores abióticos quanto bióticos, como: temperatura, umidade relativa do ar, condições fisiológicas, tipo de hospedeiro, entre outros (KRAINACKER et al., 1987; HERNANDEZ-ORTIZ e ALUJA, 1993; VARGAS et al., 2000; ARREDONDO et al., 2010). A espécie hospedeira utilizada para oviposição e desenvolvimento larval influencia significativamente na sobrevivência dos estágios imaturos (larvas e pupas) e na taxa de reprodução e longevidade dos adultos

(KRAINACKER et al., 1987; LIEDO et al., 2010).

*Ceratitis capitata* apresenta adaptação a uma gama de hospedeiros das mais variadas famílias botânicas, conforme observado em quiabento (*Pereskia bahiensis* Gürke), palma forrageira [*Opuntia ficus indica* (L.) Mill], banana (*Musa* spp), carambola (*Averrhoa carambola*), dentre outros (LEITE et al., 2017; SÁ et al., 2019; SANTOS, 2016).

Diante disso, os objetivos do presente estudo foram diagnosticar a situação dos principais polos de produção de banana da Bahia quanto à infestação natural por moscas-das-frutas e gerar conhecimentos sobre o comportamento de oviposição e a biologia de *C. capitata* em frutos de bananeira de diferentes cultivares e estágios de maturação.

## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aluja, M.; Sivinski, J.; Driesche, R.V.; Anzures-Dadda, A.; Guillén, L. Pest Management Through Tropical Tree Conservation. **Biodiversity and Conservation**, V.23, P.831- 853, 2014.

Arouri, R., Le Goff, G., Hemden, H., Navarro Lopis, V., M'saad, M., Castañera, P.,E. Ortego, F. Resistance To Lambda-Cyhalothrin In Spanish Field Populations Of *Ceratitis capitata* and Metabolic Resistance Mediated By P450 In A Resistant Strain, **Pest Management Science**, V. 71, N. 4, P. 1281-1291, 2015.

Arredondo, J.; Díaz-Fleischer, F.; Pérez-Staples, D. Biología Y Comportamiento. In: Montoya, P.; Hernández, E. Moscas de la fruta: **Fundamentos Y Procedimientos Para Su Manejo**. México, Df: Iica, P. 91-106, 2010.

Carvalho, C. Et Al. **Anuário Brasileiro De Fruticultura 2017**. Santa Cruz Do Sul-Rs: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2017. 88p. Disponível em: <[http://Www.Editoragazeta.Com.Br/Sitewp/Wp-Content/Uploads/2017/03/Pdf-Fruticultura\\_2017.Pdf](http://Www.Editoragazeta.Com.Br/Sitewp/Wp-Content/Uploads/2017/03/Pdf-Fruticultura_2017.Pdf)>. Acesso em: 20 março 2020.

Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, 2020. Boletim Hortigranjeiro,6, 1-74.

Costa, A. de F. S.; Costa, A.; Ventura, J. A. Importância do polo de banana no desenvolvimento regional sustentável no Espírito Santo. In: Congresso Brasileiro De Agronomia, 15, Guarapari, ES. **Anais [...]**. Do Congresso Brasileiro de Agronomia, 2017. Disponível em: <https://Biblioteca.Incaper.Es.Gov.Br/Digital/Bitstream/Item/257/1/Artigo-7.Pdf>. Acesso em: 17 março 2020.

Fao. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat. Fao, 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/qc/visualize>>. Acesso em: 09 agosto 2020.

Ferreira, C. F.; Silva, S. O.; Amorim, E. P.; Santos-Serejo, J. A. (Eds). **O Agronegócio da Banana**. Embrapa, Brasília, DF. 832p, 2016.

Hernandez-Ortiz, V.; Aluja, M. Listado Del Espécies Del Genero Neotropical *Anastrepha* Con Notas Sobre Su Distribucion Y Plantas Hospederas. **Folia Entomology Mex**, V. 88, P. 89-105, 1993.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística- Ibge - **Produção Agrícola Municipal**, 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/5457#notas-tabela>>. Acesso em: 09 agosto 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema Ibge de Recuperação Automática – Sidra Ibge, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6616#resultado> Acesso em: 09 agosto 2020

Krainacker, D. A.; Carey, J. R.; Vargas, R. I. Effect Of Larval Host On Life History Traits Of The Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata*. **Oecologia**, Berlin, v. 73, n. 4, p. 583-590, 1987.

Leite, S. A., Castellani, M. A., Ribeiro, A. E. L., Costa, D. R. D., Bittencourt, M. A. L., Moreira, A. A. Flies and Their Parasitoids In The fruit growing region of Livramento de Nossa Senhora, Bahia, with records Of Unprecedented Interactions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 4, e-592, 2017.

Liedo, P., Oropeza, A. And Carey, J. R. 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, 2010. p. 81-90.

Malavasi, A.; Zucchi, R. A.; Sugayama, R.L. Biogeografia. In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Eds.). **Moscas-das-Frutas de Importância Econômica no Brasil - Conhecimento Básico E Aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 93-98.

Marchiori, C. H.; Silva Filho, O. M. Espécies de moscas-da-fruta (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em Itumbiara-Go. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research In The Tropics)**. v. 30, n. 2, p. 73-76, 4 2007.

Mcquate, G. T.; Liquido, N. J. Host plants of invasive tephritid fruit fly species of economic importance. **International Journal of Plant Biology & Research**, v. 5, n. 4, p. 1072-1077, 2017.

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* (widemann, 1824) in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 1, 2019.

Santos, O. O. **Estudos Sobre Moscas Frugívoras (Tephritidae e Lonchaeidae) Na Bahia: Atratividade de Compostos, Hospedeiros, Diversidade e Parasitoides**. 2016. Tese (Doutorado Em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, 2016.

Vargas, R. I., Walsh, W. A., Kanehisa, D., Stark, J. D., Nishida, T. Comparative demography of three hawaiian fruit flies (diptera: tephritidae) alternating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**. College Park, v. 93, n. 1, p.75-81, 2000.

**3 ARTIGO I**

Infestação natural de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em banana (*Musa*  
sp.)

---

\* **Situação:** submetido

[https://academic.oup.com/jee/pages/General\\_Instructions](https://academic.oup.com/jee/pages/General_Instructions)

1 Submitted to: *Journal of Economic Entomology*

2 Section:

3

4

Aldenise Alves Moreira

5

Departamen of Crop Science and Animal Science

6

State University Southwestern Bahia

7

Vitória da Conquista, BA 45083-300, Brazil

8

Phone: +55 77 34259396

9

E-mail: aldenise.moreira@gmail.com

10

11 **Infestação natural de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera:**  
12 **Tephritidae) em banana (*Musa* sp.**

13 Zenóbia C. dos Santos<sup>a</sup>, Aldenise A. Moreira<sup>a</sup>, Alessandro O. da Silva<sup>b</sup>, Ricardo  
14 F. de Sá<sup>b</sup>, Maria Caroline A. Amaral<sup>a</sup>, Suzany A. Leite<sup>a</sup> and Maria A. Castellani<sup>a</sup>

15 <sup>a</sup>*Departamen of Crop Science and Animal Science, State University Southwestern Bahia,*  
16 *Vitória da Conquista, BA 45.083-300, Brazil.*

17 <sup>b</sup>*Bahia Agricultural Defense Agency - ADAB, Vitória da Conquista, BA 45000-000,*  
18 *Brazil*

19

20 **Resumo**

21 Várias espécies de moscas (Diptera: Tephritidae) causam impacto na fruticultura  
22 mundial, pelos danos e importância quarentenária. *Ceratitis capitata* (Wied.) se destaca  
23 pela ampla distribuição geográfica e gama de hospedeiros, com relatos recentes de  
24 utilização de frutos de *Musa* sp. no Brasil. O objetivo foi caracterizar os polos de produção  
25 de banana do Estado da Bahia, Brasil, quanto à infestação natural por moscas-das-frutas  
26 (Tephritidae). Frutos de diferentes cultivares foram coletados em 52 unidades de  
27 produção, em 18 municípios das regiões Norte, Oeste, Centro-Oeste, Sudoeste, Sul,  
28 Extremo Sul, Centro Sul e Baixo Sul da Bahia, Brasil e os índices de infestação foram  
29 calculados. A infestação ocorreu em três Unidades de Produção, nas cultivares Prata,  
30 Pratinha e Terra (Grupo Genômico AAB) e em estágios finais de maturação de frutos  
31 coletados na planta e no solo. A espécie *C. capitata* foi o único tephritídeo responsável  
32 pela infestação. Há necessidade de melhoria nos procedimentos de colheita da fruta,  
33 devendo-se evitar a manutenção de frutos maduros no pomar.

34

35 **Palavras-chave:** Bioecologia, Cultivares, Hospedeiro, Moscamed,

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45 **Abstract**

46 Various species of flies (Diptera: Tephritidae) have impact on world fruit culture due to  
47 28 their damage and quarantine importance. *Ceratitis capitata* (Wied.) stands out for its  
48 29 wide geographical distribution and high number of hosts, with recent reports of 30  
49 infestation in *Musa* sp. fruits in Brazil. The aim of this study was to characterize banana  
50 31 production regions of the state of Bahia, Brazil, regarding natural infestation by fruit  
51 32 flies (Tephritidae), consisting of the first systematic survey of tefritids in commercial  
52 33 banana orchards in Brazil. Fruits of different cultivars were collected from 52 34  
53 production units in 18 municipalities in the Northern, Western, Midwestern, 35  
54 Southwestern, Southern, Far-Southern, Mid-Southern and Lower-Southern regions of 36  
55 Bahia, Brazil and infestation rates were calculated. Infestation was observed in three 37  
56 Production Units in ‘Prata’, ‘Pratinha’ and ‘Terra’ cultivars (AAB Genomic Group) at 38  
57 final maturation stages of fruits collected from the plant and from the ground. Infested 39  
58 cultivars are marketed and consumed on the Brazilian inner market. *Ceratitis capitata* 40  
59 was the only tephritid responsible for infestation. There is need for improvement in the  
60 41 fruit harvesting procedures, avoiding the maintenance of ripe fruits in the orchard.

61

62 **Keywords:** bioecology, cultivars, host, moscamed

63

64

65

66

67

68 **3.1 Introdução**

69 A produção mundial de frutas apresenta crescimento contínuo, destacando-se a China,  
70 Índia e Brasil como maiores produtores, contribuindo com 45,9% do total mundial (FAO  
71 2020). No Brasil, a banana é a segunda fruta em volume produzido com 6,7 milhões de  
72 toneladas colhidas, correspondentes a 16,5% do volume das frutas, e o estado da Bahia  
73 figura como segundo maior produtor (SEAB-PR 2020). Em 2019, o Brasil bateu recorde  
74 nas exportações de frutas, atingindo US\$ 1 bilhão em negócios, superando 1 milhão de  
75 toneladas (MAPA 2020). A banana assume grande importância nesse cenário econômico  
76 brasileiro, atingindo aumento de 17,18% nas exportações até junho de 2020 em relação  
77 ao mesmo período de 2019, tendo como destinos principais a União Europeia e o  
78 Mercosul (CONAB 2020).

79 A questão fitossanitária assume maior relevância nesse cenário de crescimento do  
80 mercado mundial de frutas, principalmente para aqueles organismos que apresentam  
81 importância quarentenária, como várias espécies de moscas-das-frutas (Diptera:  
82 Tephritidae). Estas constituem um grupo de insetos que assumem o status de pragas  
83 agrícolas de importância mundial, que podem causar prejuízos anuais mundiais da ordem  
84 de bilhões de dólares (USDA 2019), pelos danos diretos em frutas cultivadas e não  
85 cultivadas comercialmente (Radonjic et al. 2019).

86 A família Tephritidae possui aproximadamente 4.000 espécies de moscas distribuídas  
87 em 500 gêneros (White and Elson-Harris 1992), com cerca de 1.500 espécies relacionadas  
88 a frutas, das quais aproximadamente 250 assumem importância econômica (Li et al.  
89 2013). A mosca do Mediterrâneo *Ceratitis capitata* Wiedemann apresenta ampla  
90 distribuição geográfica e alto grau de polifagia, infestando mais de 300 espécies frutíferas  
91 (Peñarrubia-María et al. 2014). A espécie *C. capitata* causa danos diretos pela oviposição  
92 nos frutos e pelo desenvolvimento larval na polpa dos mesmos, tornando-os inviáveis  
93 para a comercialização (Macedo et al. 2017). As frutas infestadas geralmente caem

94 prematuramente, resultando em decréscimo na produção (Genç;Yücel 2017). Com a  
95 expansão do comércio internacional de frutas, *C. capitata* e outros tefritídeos assumiram  
96 importância quarentenária (Suckling et al. 2014), desencadeando a implementação de  
97 programas internacionais de quarentena (USDA 2019) e de erradicação desse grupo de  
98 pragas (Kean et al. 2020). Devido às relevantes consequências econômicas, os países  
99 livres desses tefritídeos como Chile, Japão, Nova Zelândia e Estados Unidos proíbem a  
100 importação de produtos “in natura” de países onde essas pragas são endêmicas e têm  
101 programas ativos de detecção e resposta a emergências para manter seus frutos com status  
102 de área livre (Nojosa et al. 2015).

103 No Brasil, *C. capitata* foi introduzida em 1901 e, desde então, vem expandindo sua  
104 distribuição geográfica e gama de hospedeiros, com frutos de 96 espécies vegetais  
105 confirmados como seus hospedeiros naturais (Zucchi; Moraes 2012). Vários desses  
106 registros são recentes, incluindo cactáceas (Leite et al. 2017) e banana (Sá et al. 2019)  
107 nos polos de Fruticultura de Livramento de Nossa Senhora e Vale do São Francisco,  
108 respectivamente, no estado da Bahia. A primeira infestação em banana em campo de  
109 produção foi confirmada em frutos da cultivar Prata Anã (*Musa* sp.), no estágio de  
110 maturação 5 (amarela com ponta verde), segundo a escala de Von Loesecke (1950),  
111 atingindo até 146.08 pupários kg fruto<sup>-1</sup>, valor considerado alto, porém num estágio de  
112 maturação posterior à colheita do fruto (Sá et al. 2019). Este fato não evidenciaria, num  
113 primeiro momento, que o inseto poderia atingir o status de praga em banana e impactar  
114 negativamente as exportações brasileiras, uma vez que o fruto é colhido nos estágios  
115 iniciais de maturação E1 (totalmente verde) e E2 (verde com traços amarelos).

116 No mundo, embora algumas relações entre banana e tefritídeos sejam conhecidas, a  
117 exemplo de espécies do complexo *Bactrocera dorsalis*, como *B. musae* (Tryon 1927)  
118 (CABI 2020) e *B. invadens* Drew (Rwomushana et al. 2008), que não ocorrem no Brasil,

119 são raros os trabalhos que detalham a interação entre banana e *C. capitata*. No entanto, a  
120 preocupação com a existência dessa associação não é recente, com primeiros relatos feitos  
121 por Back e Pemberton (1916), sobre monitoramento de frutos de bananas produzidas no  
122 Havaí e destinadas à exportação, sem, contudo, confirmação da infestação. Da mesma  
123 forma, frutos das cultivares “Brazilian” *Musa acuminata* (Hybrid AAB), “Valery”  
124 (=Taiwan) *M. acuminata* (AAA Robusta) e “William’s” *Musa acuminata* (AAA Giant  
125 Cavendish), procedentes do Havaí, não se mostraram hospedeiros naturais de *C. capitata*  
126 (Armstrong 1983). Posteriormente, no Havaí, Krainacker et al. (1987) confirmaram o  
127 desenvolvimento de *C. capitata* em banana (*Musa acuminata*) após infestação forçada  
128 em laboratório com 30 diferentes hospedeiros. No Brasil, Joachim-Bravo et al. (2001),  
129 também em laboratório, demonstraram que banana (*Musa parasidisiaca* L.) foi o segundo  
130 fruto selecionado por *C. capitata* para oviposição, em relação ao mamão (*Carica papaya*  
131 L.) (fruto preferido), maçã (*Pyrus malus* L.) e laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck].

132 Considerando que na Bahia são reconhecidas 12 regiões produtoras de banana com  
133 mais de 2.800 Unidades de Produção (ADAB 2018), após a constatação que banana da  
134 cultivar Prata Anã é hospedeiro natural de *C. capitata*, vários questionamentos surgiram  
135 sobre a real importância dessa associação, incluindo a abrangência geográfica da  
136 infestação no estado, a capacidade de infestação natural da mosca nas principais cultivares  
137 comerciais de banana e estágios de maturação da fruta preferidos para oviposição e  
138 desenvolvimento larval (Sá et al. 2019), dentre outros aspectos relacionados ao manejo  
139 da colheita. Assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar os polos de  
140 produção de banana da Bahia, Brasil, quanto à infestação natural por tefritídeos, por meio  
141 do monitoramento larval em frutos de diferentes cultivares e estágios de maturação.

142

### 143 **3.2 Material e Métodos**

144 As coletas dos frutos foram realizadas de agosto de 2018 a outubro de 2019, em oito  
145 regiões produtoras de banana da Bahia (Norte, Oeste, Centro Oeste, Sudoeste, Extremo  
146 Sul, Centro Sul, Baixo Sul e Sul), representadas por 18 municípios e 52 Unidades  
147 Produtoras, seguindo-se a metodologia descrita por Nascimento et al. (2000) (Tabela 1;  
148 Fig. 1). Cada amostra foi constituída de 1 a 6 kg de frutos, dependendo da disponibilidade,  
149 os quais foram coletados na planta e no solo (Tabela 2) e, em seguida, transportados em  
150 bandejas plásticas (67cm x 44cm x 18cm), cobertas com tecido de polipropileno  
151 calandrado, e etiquetadas com o número da amostra, data da coleta, nome da propriedade  
152 e estágio de maturação dos frutos, segundo a escala de Von Loesecke (1950). Para cada  
153 amostra foram tomadas as coordenadas geográficas, área total da propriedade e área  
154 cultivada com bananeiras (Tabela 1). Ainda, foram feitas observações com base no  
155 conceito de “paisagem epidemiológica” (Bergamin et al. 2016), considerando  
156 características da paisagem que aumentariam o risco de ocorrência de *C. capitata* e outros  
157 tefritídeos (Sá et al. 2019).

158 As amostras dos frutos de banana foram separadas, identificadas quanto ao local e data  
159 de coleta, pesadas, quantificando-se o número de frutos, com acondicionamento dos  
160 mesmos em bandejas plásticas contendo vermiculita como substrato para pupação das  
161 larvas. As amostras foram mantidas em condições de temperatura e umidade ambiente,  
162 durante quinze dias, após os quais os frutos em decomposição foram examinados para  
163 localização de larvas tardias. Após a retirada das larvas, a vermiculita era peneirada para  
164 obtenção de pupários, os quais foram individualizados e transferidos para recipientes  
165 plásticos contendo uma fina camada de vermiculita e fechados com tecido *voil*, visando  
166 à emergência dos adultos. Após a emergência, os exemplares de *C. capitata* foram  
167 separados, contados e a identificação confirmada por meio das descrições de Zucchi  
168 (2000). Foram calculados os índices de infestação em pupários kg de fruto<sup>-1</sup>.

169

### 170 **3.3 Resultados**

171 As 52 Unidades de Produção amostradas compreendem cerca de 1.099,0 ha de área  
172 plantada com banana, representando aproximadamente 12,8% da área total de todas as  
173 propriedades visitadas (8.594,1 ha) (Table 1). Foram coletados 207 kg de frutos, sendo  
174 163,06 kg na planta e 43,94 kg no solo, em vários estágios de maturação. As cultivares  
175 amostradas foram Prata, Prata Anã, Prata Pacovan, Prata Rio, Nanica, Pratinha, Terra,  
176 Terra Maranhão e Terra D'Angola, com destaque para os grupos Prata e Terra,  
177 encontrados em 30 (57,6%) e 18 (35,3%) das Unidades de Produção, respectivamente.  
178 Frutos de banana infestados por moscas-das-frutas foram obtidos em apenas três  
179 Unidades de Produção: Lote 301 (Região Norte - Município de Juazeiro) em frutos de  
180 Prata Anã coletados na planta no estágio de maturação E5; Fazenda Limoeiro (Região  
181 Sul - Itagimirim) em frutos da cultivar Terra coletados na planta no estágio de maturação  
182 E7; e Sítio Goiabeira (Região Sul – Município de Gandu) em frutos maduros da cultivar  
183 Pratinha coletados no solo (E6 e E7) (Tabela 2).

184 Foram obtidos 68 pupários, dos quais cinco em frutos de Prata Anã coletados na planta  
185 no estágio E5 de maturação, 39 pupários na banana Terra em frutos da planta no Estágio  
186 E7 e 24 em frutos da cultivar Pratinha coletados no solo nos estágios E6 e E7. A  
187 viabilidade pupal foi de 80,0 e 100,0% para as cultivares Prata Anã e Pratinha,  
188 respectivamente, não emergindo adultos dos pupários obtidos da cultivar Terra. Os  
189 índices de infestação (pupários kg fruto<sup>-1</sup>) foram de 3,06 na Prata Anã; 5,94 na Pratinha;  
190 e 56,52 na banana Terra (Tabela 2). Todos os adultos emergidos (28) eram *C. capitata*.

191

### 192 **3.4 Discussão**

193 Os resultados do presente trabalho confirmaram que a banana pode ser utilizada como  
194 hospedeiro natural de *C. capitata*, em frutos deixados na planta e no solo após a colheita  
195 e nos últimos estágios de maturação (E5, E6 e E7) das cultivares Prata Anã (região Norte),  
196 Terra (região Sul) e Pratinha (região Sul), todas do Grupo Genômico AAB. Não foram  
197 detectados frutos infestados no primeiro estágio de maturação (E1) e no estágio de  
198 colheita (E2), indicando risco mínimo de comercialização de frutos infestados dessas  
199 cultivares.

200 Vários aspectos podem interferir na seleção e uso de hospedeiros pelas moscas-das-  
201 frutas, com ênfase nos aspectos físico-químicos dos frutos. O alto teor de tanino em foi  
202 atribuído como principal fator para a inviabilidade larval e pupal de *C. capitata* em frutos  
203 verdes de banana (Back & Pemberton 1916).

204 A pressão de *C. capitata* em frutos de banana Prata Anã da região Norte da Bahia é  
205 alta, em função de outros hospedeiros predominantes no polo de Fruticultura do  
206 Submédio São Francisco, como manga, uva e goiaba, o que poderia explicar a infestação  
207 observada naquela região em 2018 (Sá et al. 2019) e, também, no presente trabalho. No  
208 Norte do estado há predominância de *C. capitata* em relação a espécies e *Anastrepha*  
209 Schiner, 1868, e o inverso ocorre na região Sul, com predominância de *Anastrepha* spp.  
210 (Santos 2016). Nessa situação de grande pressão da praga, a banana madura abandonada  
211 nos pomares passa a representar um hospedeiro secundário de manutenção da população  
212 no polo de fruticultura, concordando com um dos trabalhos pioneiros sobre infestação de  
213 banana por *C. capitata* (Back; Pemberton 1916).

214 O cacau, associado ao cultivo de banana Pratinha (Tabela 2), não está relacionado, até  
215 o momento, como hospedeiro de *C. capitata* (Zucchi; Moraes 2012), não sendo um

216 elemento da paisagem que implicaria em risco para ocorrência da mosca nos bananais ou  
217 no aumento das infestações em frutos de banana do entorno das áreas cultivadas com  
218 cacau. Outros hospedeiros presentes em propriedades vizinhas podem estar relacionados  
219 à presença de *C. capitata* no pomar amostrado.

220 A infestação de frutos da cultivar Terra não era esperada, uma vez que apresentam  
221 características morfológicas bastante diferenciadas das demais cultivares amostradas.  
222 Esta cultivar apresenta cachos mais pesados (25 kg), frutos com aproximadamente o  
223 dobro da massa (200g) e comprimento (25 cm) em relação a cultivar Prata, cujos cachos  
224 atingem 14 kg e frutos de 101 g e 13 cm, de massa e comprimento, respectivamente (Silva  
225 et al. 2004). Ainda, os frutos da banana Terra apresentam maior firmeza e são consumidos  
226 cozidos ou fritos.

227 De modo geral, a utilização de banana por *C. capitata* não está generalizada nos polos  
228 de produção da Bahia, Brasil. Os índices de infestação (pupário kg fruto<sup>-1</sup>) foram  
229 relativamente baixos para Prata Anã (3,06) e Pratinha (5,94), enquanto que, para a cultivar  
230 Terra ultrapassou o limite de infestação (30 pupário kg fruto<sup>-1</sup>) atribuído para caracterizar  
231 um hospedeiro como primário (Araújo 2002). No entanto, dos frutos da cultivar Terra,  
232 nenhum adulto emergiu, enquanto que, para a Pratinha, apesar do baixo índice de  
233 infestação, a viabilidade pupal foi máxima, indicando provável adequabilidade do fruto  
234 como substrato para desenvolvimento larval de *C. capitata*. Krainacher et al. (1987),  
235 estudando várias características que determinam a taxa de crescimento populacional de  
236 *C. capitata* em 24 hospedeiros, incluindo banana, demonstraram que essa mosca é uma  
237 espécie frugívora generalista de sucesso, porque possui a habilidade para compensar uma  
238 característica específica do hospedeiro que tende a diminuir a taxa de crescimento por  
239 outra que promova seu crescimento, mantendo, ao final, uma taxa de crescimento líquido  
240 relativamente alta. Contudo, Joachim-Bravo et al. (2001), demonstraram que *C. capitata*

241 apresenta hierarquia de oviposição em laboratório, exibindo preferências por  
242 determinados frutos em detrimento a outros, a exemplo de banana em relação à maçã e  
243 laranja.

244 De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, as cultivares com maior  
245 potencial para exportação não foram confirmadas como hospedeiros de *C. capitata*. No  
246 Brasil, existem inúmeras cultivares de banana, no entanto, poucas apresentam potencial  
247 agrônômico para fins comerciais, principalmente para exportação. Com relação às  
248 cultivares de mesa (para consumo in natura), somente as do grupo AAA, subgrupo  
249 Cavendish (Nanicão, Grand Naine, Williams), satisfazem os requisitos para exportação.  
250 As cultivares mais difundidas no Brasil são a Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore,  
251 Terra e D'Angola do Grupo AAB, e utilizadas para o mercado interno, enquanto que  
252 Nanica, Nanicão e Grande Naine, do Grupo AAA, são cultivadas principalmente para  
253 exportação (Silva et al., 2001).

254 Um aspecto de destaque durante as visitas nas propriedades, era a presença de cachos  
255 com frutos em diferentes estágios de maturação no solo do bananal, expostos às  
256 infestações, possibilitando a manutenção das populações da praga na propriedade, fato  
257 também verificado por Sá et al. (2019).

258

### 259 **3.5 Agradecimentos**

260 We are grateful to the Foundation for Research Support of the State of Bahia (FAPESB),  
261 and the CAPES Foundation (Brazilian Ministry of Education; Finance Code 001) for  
262 financial support.

263

### 264 **3.6 Referências**

265

266 ADAB, Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia. 2018. Relatório de  
267 unidades de produção por municípios, 762.

268 Araújo, E.L., R.A. Zucchi. 2002. Hospedeiros e Níveis de Infestação de *Neosilba*  
269 *Pendula* (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae) Na Região De Mossoró/Assu, RN. Arq.  
270 Inst. Biol. 69: 91-94.

271 Armstrong, J.W.1983. Infestation biology of three fruit fly (Diptera: Tephritidae)s on  
272 ‘Brazilian,’Valery,’ and ‘William’s’ cultivars of banana in Hawai. J. Econ.  
273 Entomol. 76: 539-543.

274 Back, E.A., C. E. Pemberton. 1916. Banana as a host fruit of the Mediterranean fruit fly.  
275 J. Agric. Res. 5: 793-812.

276 Bergamin, F. A., A. K. Inoue-nagata, R.B. Bassanezi, J. Belasque Jr., L. Amorim, M. A.  
277 Macedo, J. C. Barbosa, L. Willocquet, S. Savary. 2016. The importance of primary  
278 inoculum and area-wide management to crop health and food security. Food Secur.  
279 8: 221-238.

280 CABI, Centre for Agriculture and Biosciences International.2019. *Ceratitidis capitata*  
281 (mosca da fruta do Mediterrâneo). Disponível em:  
282 <<https://www.cabi.org/isc/datasheet/12367>. (accessed 09 August 2020).

283 CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. 2020. Boletim Hortigranjeiro,6, 1-74

284 FAO, Food And Agriculture Organization Of The United Nations. FAOSTAT, Roma.  
285 2020. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. (accessed 20 August  
286 2020).

287 Genç, H., S. Yücel. 2017. Determination of Host Preferences of Medfly, *Ceratitidis*  
288 *capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), in the Laboratory. J. Agric. Nat. Sci.  
289 4: 292–301.

290 Joachim-Bravo, I. S., O. A. Fernandes, S. A. Bortoli, and F. S. Zucoloto. 2001.  
291 Oviposition preference hierarchy in *Ceratitidis capitata* (Diptera, Tephritidae):  
292 influence of female age and experience. Iheringia 91: 93-100.

293 Kean, J.M., D. M. Suckling, N. J. Sullivan, P. C. Tobin, L. D. Stringer, G. R. Smith, B.  
294 Kimber, D. C. Lee, R. Flores-Vargas, J. Fletcher, F. Macbeth, D. G. McCullough,  
295 D. A. Herms et al. 2020. Global eradication and response database.  
296 URL: <http://b3.net.nz/gerda> (accessed 10 August 2020).

297 Krainacker, D.A., J.R. Carey, and R. I. Vargas. 1987. Effect of larval host on life  
298 history traits of the mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*. Oecologia 73: 583-  
299 590.

300 Leite, S. A., M. A. Castellani, A. E. L. Ribeiro, D. R. da Costa, M. A. L. Bittencourt,  
301 and A. A. Moreira. 2017. Fruit flies and their parasitoids in the fruit growing region  
302 of Livramento de Nossa Senhora, Bahia, with records of unprecedented  
303 Interactions. Rev. Bras. Fruticultura 39: 1-10.

304 Li, B.S., G. P. Zhan, Y. J. Wang, L. L. Ren, B. Liu, T. X. Li . 2013. Thermal death kinetics of  
305 fruit flies *Bactrocera dorsalis*, *B. papayae* and *B. correcta* (Diptera: Tephritidae). Acta  
306 Entomol Sin 56:1404-1412.

307 Macedo M., S. AVILA, R. ZUCCHI, F. FARIA. 2017. Mid-level image representation  
308 for fruit fly identification (Diptera: Tephritidae). Conference: IEEE International  
309 Conference on Science, At Auckland, New Zealand. pp. 1-10.

310 MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2020. URL:  
311 <http://www.agricultura.gov.br/>.(accessed 20 August 2020).

312 Nascimento, A. S. do, R.da S. Carvalho, A. Malavasi, 2000. Monitoramento  
313 Populacional. In: A. Malavasi, and R. A. Zucchi (eds.). Moscas-das-frutas de  
314 importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado. Holos, Ribeirão  
315 Preto, Brazil, pp.109-112.

- 316 Nojosa, G. B. A., G. P. Henz, F. G. L. Sathler, F. G. L. 2015. A Introdução de Pragas e  
317 Seu Impacto Sobre O Acesso a Mercados. *In* R. L. Sugayama, M. L. Silva, S. X. B.  
318 Silva, L. C. Ribeiro, L. E. O. Rangel (eds.), *Defesa Vegetal - Fundamentos,*  
319 *Ferramentas, Políticas e Perspectivas, Sociedade Brasileira De Defesa*  
320 *Agropecuária, Belo Horizonte, Brazil, pp. 103-124.*
- 321 Peñarrubia María, I. E., S. Quilici, C. Schmitt, L. A. Escudero Colomar. 2014.  
322 Evaluation of candidate systems for mass trapping against *Ceratitis* spp. on La  
323 Réunion Island. *Pest Manag. Sci.* 70: 448-453.
- 324 Radonjić, S., S. Hrnčić, T. Perović. 2019. Overview of fruit flies important for fruit  
325 production on the Montenegro seacoast. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 23: 46-  
326 56.
- 327 Rwomushana, I.; Sunday, E.; Gordon, I.; Ogol, K. P. O., 2008 Fruit Fly Research and  
328 Development in Africa -Towards a Sustainable. *Africa. Entomological Society of*  
329 *America*, 101, 332-340.
- 330 Sá, R. F. de, A. da S. Oliveira, R. de C. C. de Oliveira, J. C. M. dos Santos, A. A.  
331 Moreira, M. A. Castellani. 2019. First record of the association of banana (*Musa*  
332 sp.) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) in Brasil. *Rev. Bras. Fruticultura* 41:  
333 e-091.
- 334 Santos O. O., 2016. - Estudos sobre moscas frugívoras (Tephritidae e Lonchaeidae) na  
335 Bahia: Atratividade de compostos, hospedeiros, diversidade e parasitoides. pp. 156.  
336 Tese Doutorado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista,  
337 Bahia, Brazil.
- 338 SEAB-PR, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. 2020. Fruticultura  
339 Análise da Conjuntura. URL:  
340 [http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/20](http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf)  
341 [20-01/fruticultura\\_2020.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf). (accessed 20 August 2020).
- 342 Silva, S. de O., M. T. Souza Junior, E. J. Alves, J. R. S. Silveira, M. B. Lima. 2001.  
343 Banana breeding program at Embrapa. *Crop Breed. Appl. Biot.* 1: 1-38.
- 344 Silva, S. O., J. A. Santos-Serejo, Z. J. M. Cordeiro. 2004. Variedades 2004. *In*: Borges,  
345 A. L., L. da Souza (eds.). *O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa*  
346 *Mandioca e Fruticultura*, p. 279.
- 347 Suckling, D.M., L. D. Stringer, A. E. A. Stephens, B. Woods, D. G. Williams, G. Baker,  
348 A. M. El-Sayed, 2014. From integrated pest management to integrated pest  
349 eradication: technologies and future needs. *Pest Manag. Sci.* 70:179-189.
- 350 USDA, United States Department of Agriculture. 2019. NRCS. The PLANTS Database,  
351 Greensboro. NC: National Plant Data Team. URL <https://usda.gov> (accessed 16  
352 November 2019).
- 353 Tryon, H. 1927. Queensland Fruit Flies (Trypetidae), Series 1. *In* *Proceedings of the*  
354 *Royal Society of Queensland* 38: 176-224.
- 355 Von Loesecke, H. W. 1950. *Bananas: 2 ed.* Interscience, New York.
- 356 White, I.M., M. M. Elson-Harris. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance; Their*  
357 *Identification and Bionomics; CAB International: Wallingford, UK.*
- 358 Zucchi, R. A. 2000. Taxonomia. *In* A. Malavasi, R. A. Zucchi (eds.), *Moscas-das-frutas*  
359 *de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado, Holos,*  
360 *Ribeirão Preto, Brazil, pp. 13-24.*
- 361 Zucchi, R. A., R. C. B. Moraes. 2012. Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the  
362 Mediterranean fruit fly. Available from: <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/>,  
363 updated on July 8, 2020/. (accessed 25 July 2020)
- 364

365 **Tabela 1.1.** Unidade de Produção de banana (*Musa* sp.), em função da Região, município, panorama da vegetação, área cultivada com banana  
 366 e área total (ha) e coordenadas geográficas dos locais de coleta de frutos.

Unidade de Produção	Região	Município	Panorama	Área (ha)		Cultivar	Longitude	Latitude
				Banana	Total			
Lote 286	Norte	Juazeiro	Banana; Manga	27	147	Prata Anã	-40°15'10.7"	-09°14'54"
Lote 279	Norte	Juazeiro	Banana; Goiaba	7	7	Prata Anã	-40°35'57"	-09°35'05.5"
Lote 75	Norte	Juazeiro	Banana; Acelora; Goiaba	6	6	Prata Anã	-40°36'53.1"	-09°32'25.2"
Mandacaru I	Norte	Juazeiro	Banana; Mamão; Acelora	4	4	Prata Pacovan	-40°24'14.3"	-09°23'48.2"
Lote 301	Norte	Juazeiro	Banana; Manga; Goiaba	6	6	Prata Anã	-40°26'15.6"	-09°34'31.8"
Fazenda Estrela	Oeste	Santa Maria da Vitória	Banana	32	200	Prata Anã	-44°19'25.0"	-13°23'11.2"
Fazenda Barriguda	Oeste	Santa Maria da Vitória	Banana; Mamão	3	13	Prata Anã	-44°26'54.8"	-13°25'24.6"
Fazenda Nova Colônia	Oeste	Santa Maria da Vitória	Laranja; Manga	1	18	Prata Anã	-44°20'19.6"	-13°31'17.3"
Fazenda Sementes Formoso	Oeste	Santa Maria da Vitória	Banana	6	6	Prata	-44°22'56.5"	-13°36'33.1"
Fazenda Acácia	Centro-Oeste	Bom Jesus da Lapa	Banana; Mamão	230	3,000	Prata e Nanica	-43°51'45.6"	-13°19'33.3"
Lote 1414	Centro-Oeste	Bom Jesus da Lapa	Banana; Manga	7	7	Nanica	-43°41'22.6"	-13°14'44.2"
Lote 767	Centro-Oeste	Bom Jesus da Lapa	Banana	6	6	Prata Anã	-43°36'22.7"	-13°14'17.5"
Lote 1188	Centro-Oeste	Bom Jesus da Lapa	Banana	10	18	Prata	-43°34'26.7"	-13°14'58.6"
Lote 1161	Centro-Oeste	Bom Jesus da Lapa	Banana	30	50	Prata Anã	-43°32'24.7"	-13°15'16.0"
Lote 1316	Centro-Oeste	Bom Jesus da Lapa	Banana	18	52	Prata Anã	-43°39'57.1"	-13°11'48.2"
Lote 190	Sudoeste	Livramento de Nossa Senhora	Banana; Manga	0.5	5	Prata	-41°49'36.3"	-13°43'40.5"
Lote 285	Sudoeste	Livramento de Nossa Senhora	Banana; Manga	0.5	1	Prata Anã	-41°50'40.5"	-13°43'91.6"
Lote 78	Sudoeste	Livramento de Nossa Senhora	Banana; Manga; Mamão	0.3	5	Prata	-41°50'25.2"	-13°41'23.1"

Sítio Jussiape	Sudoeste	Jussiape	Banana; Mamão	5	50	Prata	-41°36'25.6"	-13°30'38.1"
Lote 252	Sudoeste	Urandi	Banana; Manga	2	5	Prata Rio	-42°48'57.4"	-14°46'20"
Estreito I	Sudoeste	Urandi	Banana; Pinha	2	5	Prata Anã	-42°48'17.0"	-14°45'37.5"
Estreito I	Sudoeste	Urandi	Banana	4	5	Prata Anã	-42°49'1.2"	-14°45'42.2"
Estreito I Lote 305	Sudoeste	Urandi	Banana	1	5	Prata Anã	-42°48'41"	-14°45'11.9"
Fazenda São Pedro	Sudoeste	Malhada	Banana	200	3,000	Prata Anã	-43°44'26.4"	-14°24'29.6"
Fazenda Santa Maria	Sudoeste	Malhada	Banana	100	-	Nanica	-43°42'47.9"	-14°19'47.1"
Fazenda Montes Claros	Sul	Eunápolis	Banana; Café	38	-	Terra	-39°33'57.4"	-16°26'37.4"
Fazenda Juliana	Sul	Itabela	Banana; Café	25	25	Terra	-39°29'35.6"	-16°27'49.0"
Fazenda Correntão	Sul	Itabela	Banana; Café	18	139	Prata	-39°37'16.4"	-16°33'50.1"
Fazenda Santa Fé	Sul	Itabela	Banana; Café	5	360	Terra	-39°31'31.7"	-16°40'7.2"
Fazenda Limoeiro	Sul	Itagimirim	Banana	12	50	Terra	-39°41'56.4"	-16°7'7.2"
Fazenda Conjunto São José	Sul	Belmonte	Banana; Cacau; Mamão	3	45	Prata	-39°05'42.5"	-16°2'37.7"
Fazenda Samira	Sul	Porto Seguro	Banana; Mamão	100	100	Prata	-39°16'27.6"	-16°22'27.6"
Fazenda Boa Sorte Santa Maria	Oeste	Porto Seguro	Banana; Café; Citros	1	10	Prata	-39°21'43.7"	-16°26'57.8"
Fazenda Lara	Sul	Teolândia	Banana; Cacau	5	100	Terra	-39°28'35.4"	-13°33'43.7"
Fazenda Santo Antônio	Sul	Teolândia	Banana; Graviola; Cacau	10	71	Terra	-39°27'21.9"	-13°33'17.3"
Fazenda Alto da Boa Esperança	Sul	Teolândia	Banana; Cacau	1.5	79	Terra Maranhão	-39°25'54.9"	-13°32'50.2"
Sítio Benedito	Sul	Teolândia	Banana	0.5	0.5	Nanica	-39°26'59.2"	-13°32'28.8"
Fazenda Vacaraci	Sul	Teolândia	Banana; Cacau; Mamão	1	105	Terra Maranhão	-39°29'16"	-13°35'60"
Fazenda Marilândia	Extremo Sul	Itabela	Banana; Café	52	393	Prata	-39°32'3.7"	-16°39'41.6"
Fazenda Conjunto Bahia	Extremo Sul	Itabela	Banana; Café	50	120	Terra	-39°31'30.8"	-16°40'58.3"
Fazenda Pancada Formosa	Extremo Sul	Itabela	Banana; Café	12	150	Prata	-39°31'56.2"	-16°42'30.4"

Fazenda Providência Divina	Sul	Ibirapitanga	Banana; Graviola	39	58	Terra Maranhão	-39°28'28.9"	-13°57'39"
Fazenda Pedra Branca	Sul	Piraí do Norte	Banana	1	5	Terra Maranhão	-39°22'11.7"	-13°45'2.6"
Sítio Presente de Deus	Sul	Gandu	Banana; Cacau	2	2.5	Terra D'Angola	-39°32'7.4"	-13°44'53.7"
Fazenda Jardim Limoeiro	Sul	Gandu	Banana; Cacau	1.6	-	Terra Maranhão	-39°33'12.4"	-13°44'6"
Fazenda Granada	Sul	Gandu	Banana; Cacau	3	37.5	Prata Pacovan	-39°32'12.7"	-13°43'38.4"
Sítio Goiabeira	Sul	Gandu	Banana; Cacau	2	7	Pratinha	-39°30'4.3"	-13°45'24.2"
Fazenda Nossa Senhora Aparecida	Sul	Presidente Tancredo Neves	Banana; Graviola; Mamão; Cacau	2	20	Terra	-39°21'50.1"	-13°21'56.1"
Sítio Novo Rumo	Baixo Sul	Presidente Tancredo Neves	Banana; Mamão	2.9	20.1	Terra	-39°23'35.7"	-13°22'06"
Fazenda Alcântra Sampaio	Baixo Sul	Presidente Tancredo Neves	Banana; Mamão	2.2	20	Terra	-39°23'36.4"	-13°21'57"
Fazenda Lagoa Suja	Baixo Sul	Wenceslau Guimarães	Banana; Cacau	0.5	0.5	Terra	-39°31'48.2"	-13°37'8.5"
Fazenda Freitinhas	Baixo Sul	Wenceslau Guimarães	Banana; Graviola	0.5	55	Terra	-39°31'26.7"	-13°39'2.2"

367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374

375 **Tabela 1.2.** Local de coleta de frutos de banana *Musa* sp. (Unidade de Produção), cultivar, local de coleta do fruto (planta e no solo), estágio  
376 de maturação dos frutos, pupário (n°) e adultos (n°), viabilidade pupal (%) e índice de infestação (pupário kg de fruto<sup>-1</sup>).

Unidade de Produção	Cultivar	Fruto da Planta		Fruto do Solo		Estágio de Maturação		Pupário	Adulto	Viabilidade pupal	Índice de Infestação
		n°	kg	n°	kg	Planta	Solo				
Lote 301	Prata Anã	24	1.64	-	-	5	-	5	4	80	3.06
Fazenda Limoeiro	Terra	12	0.69	-	-	7	-	39	0	-	56.52
Sítio Goiabeira	Pratinha	196	32.99	32	4.04	1	6-7	24*	24	100	5.94

377 \*Pupários obtidos apenas de frutos coletados no solo.

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

## **Legenda da Figura**

**Figura 1.1.** Mapas do Brasil e do estado da Bahia, com indicação dos pontos de coleta de banana (*Musa* sp.).

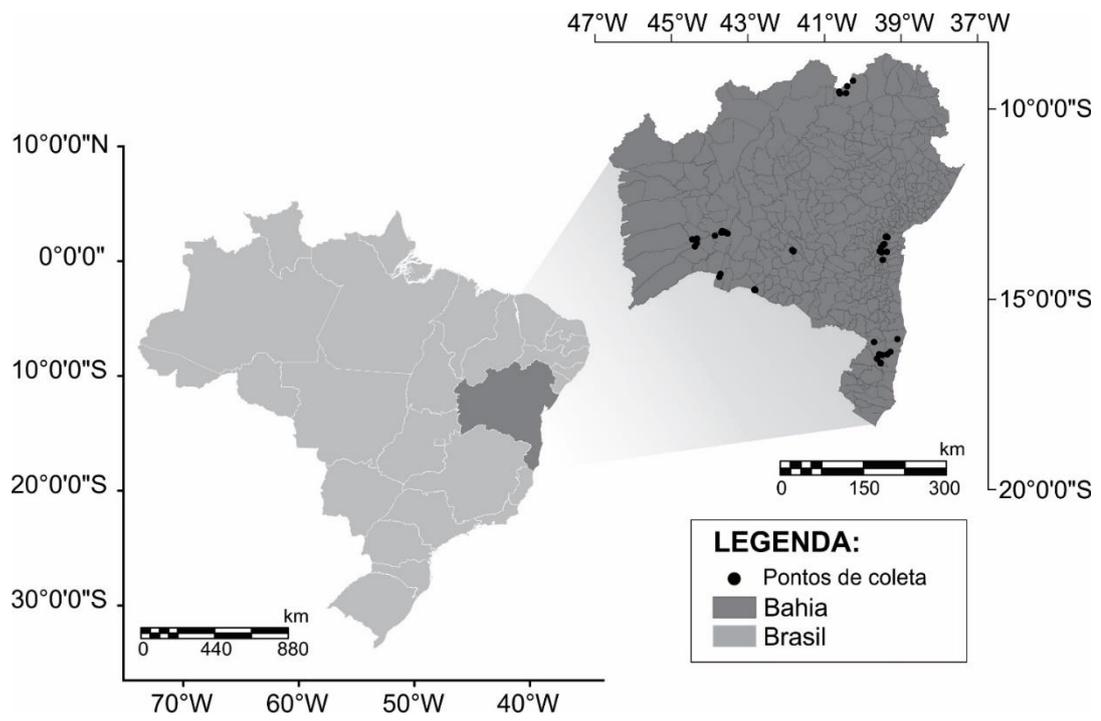


Fig. 1.1.

**4 ARTIGO II**

Oviposição e biologia de *Ceratitis capitata* em frutos de *Musa* sp.\*

---

\* **Situação:** não submetido

[https://academic.oup.com/jinsectscience/pages/Instructions\\_To\\_Authors](https://academic.oup.com/jinsectscience/pages/Instructions_To_Authors)

## Oviposição e biologia de *Ceratitits capitata* em frutos de *Musa* sp.

Zenóbia Cardoso dos Santos<sup>1</sup>, Aldenise Alves Moreira<sup>1</sup>, Maria Aparecida Castellani<sup>1</sup>

\* Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Estrada do Bem Querer, Km 04, CEP: 45083-900, Vitória da Conquista, Bahia, Brazil.

**Resumo:** A mosca-das-frutas *Ceratitits capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) é considerada uma das pragas de maior importância econômica para a fruticultura mundial. Apesar do vasto número de hospedeiros, a sua presença em frutos de banana só foi registrada recentemente em Juazeiro, no estado da Bahia. Como essa praga além da importância direta nos frutos também apresenta importância quarentenária, tornam-se necessários estudos para um maior conhecimento da interação dessa espécie com os estágios de maturação e as diferentes cultivares de banana. Assim, os objetivos do presente estudo foram avaliar a oviposição e a biologia de *C. capitata* em diferentes cultivares e estágios de maturação da banana. Para os bioensaios de oviposição, foram utilizadas as cultivares Maçã (AAB), Nanica (AAA), Prata (AAB) e Terra (AAB), nos estágios de maturação E1 (verde), E3 (mais verde que amarela), E6 (amarela) e E7 (amarela com manchas marrons). Foram realizadas análises físico-químicas dos frutos utilizados. Foram conduzidos dois bioensaios para estudo da biologia de *C. capitata*, um com a cultivar Prata e outro com a Nanica, ambos em delineamento inteiramente casualizado, com 12 repetições. Os tratamentos consistiram em dois estágios de maturação dos frutos, verde (E1) e mais verde que amarelo (E3). Foram avaliados o período e sobrevivência larval, período, viabilidade e a massa pupal, a longevidade dos adultos e a razão sexual. Em laboratório, *C. capitata* ovipositou nos frutos das cultivares Maçã, Nanica, Prata e Terra, exibindo preferência por Nanica e Prata nos estágios de maturação E1 e E3. Características dos frutos interferiram na oviposição. A banana cultivar Prata é capaz de hospedar *C. capitata*, nos estágios de maturação verde e mais verde que amarelo. No entanto, no estágio de maturação mais verde que amarelo é um hospedeiro mais adequado. A banana da cultivar Nanica é capaz de hospedar *C. capitata* apenas no estágio de maturação mais verde que amarelo.

**Palavras-chave:** Mosca-do-Mediterrâneo, banana, maturação fisiológica.

**Abstract:** Fruit flies *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) are considered economically important pests in food production worldwide. Despite the large number of hosts, the insect's presence in banana fruits was only recently reported in Juazeiro, Bahia state, Brazil. As the pest is not only important in fruit production, but also in quarantine procedures, studies are needed to better understand the interaction of this species with banana cultivars and ripening stages. Thus, the objectives of the present study were to evaluate the oviposition and biology of *C. capitata* in different banana cultivars and maturation stages. For the oviposition bioassays, the cultivars Apple (AAB), Nanica (AAA), Silver (AAB) and Terra (AAB) were used, in the maturation stages E1 (green), E3 (greener than yellow), E6 (yellow ) and E7 (yellow with brown spots). Physicochemical analyzes were performed on the fruits used. Two bioassays were conducted to study the biology of *C. capitata*, one with the cultivar Prata and the other with Nanica, both in a completely randomized design, with 12 replicates. The treatments consisted of two stages of fruit maturation, green (E1) and greener than yellow (E3). Larval period and survival, period, viability and pupal mass, adult longevity and sex ratio were evaluated. In the laboratory, *C. capitata* oviposited in the fruits of the cultivars Apple, Nanica, Prata and Terra, showing preference for Nanica and Prata in the maturation stages E1 and E3. Fruit characteristics interfered with oviposition. The banana cultivar Prata is able to host *C. capitata*, in the stages of green maturation and greener than yellow. However, in the greener than yellow maturation stage it is a more suitable host. The banana of the cultivar Nanica is able to host *C. capitata* only in the greener than yellow ripening stage.

**Keywords:** Mediterranean fly, banana, physiological ripening.

## 4.1 Introdução

A bananicultura brasileira é uma das áreas mais promissoras da fruticultura nacional. O Brasil é o quarto maior produtor de banana, atrás da Índia, China e Indonésia, produzindo cerca de 6,7 milhões de toneladas em 2018 (AGRIANUAL 2020). A cultura ocupa cerca de 450 mil hectares, distribuídos em todo território nacional, sendo que o estado de São Paulo é o maior produtor de bananas, com 1.061.410 de toneladas, seguido da Bahia (825.422 t), Minas Gerais (766, 966 t), Santa Catarina (709, 127 t), Pernambuco (429,338 t) (IBGE 2018).

Dentre as diversas cultivares de banana, a Prata representa grande importância, sendo a mais produzida e consumida no Brasil (IBGE 2017), com 50% da área total, seguida da cultivar Nanica com 47% e 3% as demais cultivares (CEPEA 2019). O mercado interno é abastecido pelos frutos de banana Prata, Prata Anã, Pacovan, Maçã, Terra, Mysore e D'angola. As cultivares mais utilizadas para exportação são Nanica, Nanicão e Grande Naine. (Borges et al. 2009). As exportações brasileiras de banana ainda são muito pequenas, com menos de 5% direcionado a exportação, sendo os mercados mais importantes Uruguai, Argentina, Estados Unidos, Reino Unido, Polônia e Países Baixos - Holanda (Me e Secex 2018). A fruticultura é uma atividade de notável crescimento na região Nordeste e sua produção corresponde a cerca de 27% do volume nacional de frutas frescas (Vidal e Ximenes, 2016).

A banana é uma das frutas mais importantes no que se refere à produção e quanto à comercialização, apresenta grande relevância social e econômica, servindo como fonte de renda para muitas famílias de agricultores, gerando postos de trabalho no campo e na cidade e contribuindo para o desenvolvimento das regiões envolvidas em sua produção. Entretanto a cultura é acometida por vários problemas fitossanitários, tais como doenças e principalmente pragas, dentre elas as moscas-das-frutas.

A mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) é uma das pragas agrícolas mais destrutivas do mundo (Papanicolau et al. 2016). Isso é justificado pela quantidade de espécies vegetais hospedeiras dessa praga, com mais de 350 catalogadas (Malacrino et al. 2018). Embora *C. capitata* seja originária do continente Africano (Gasperi et al. 1991), atualmente a mosca ocorre de forma endêmica em várias regiões em todo o mundo (Szyniszewska et al. 2014).

*Ceratitis capitata* ocasiona danos diretos na fruticultura brasileira (Paranhos et al. 2019). Esses danos ocorrem devido a introdução do ovipositor e consequente alimentação e desenvolvimento das larvas na polpa do fruto. Os frutos caem ao chão quando ocorre o desenvolvimento das larvas, pois o orifício deixado pelas fêmeas, durante a oviposição, proporciona a entrada de microorganismos fitopatogênicos (Naserzadeh et al. 2019). Os ovos de *C. capitata* são depositados abaixo do pericarpo do fruto hospedeiro, dentro de 2 a 4 dias eclodem as larvas, que se alimentam por um período de 6 a 11 dias, a depender da temperatura e do hospedeiro (Steck et al. 2002). Depois as larvas caem ao solo se transformam em pupas e após 6 a 11 dias ocorre a emergência do adulto, dando sequência a novo ciclo biológico (Diamantidis et al. 2019). Alguns adultos podem sobreviver até um ano ou mais em condições favoráveis de alimentação, água e temperatura (Steck et al. 2002).

Embora seja uma espécie conhecida e relatada em quase todo território mundial, estudos sobre a biologia de *C. capitata* em frutos de banana são escassos, especialmente no Brasil, que teve o recente registro da presença dessa mosca em frutos de banana na região de Juazeiro, no estado da Bahia (Sá et al. 2019), aliado ao grande número de hospedeiros de *C. capitata* disponíveis nesta região, torna-se necessário investigar o potencial de seleção de oviposição e a biologia da espécie em frutos de banana. O estudo da relação inseto-hospedeiro permite identificar critérios de aceitação e preferência de plantas hospedeiras, que auxiliam nas estratégias de controle desses insetos-pragas.

Diante disso, os objetivos do presente estudo foram avaliar a oviposição e a biologia de *C. capitata* em diferentes cultivares e estágios de maturação da banana.

## **4.2 Material e Métodos**

### **4.2.1 Local experimental, adultos e larvas de moscas-das-frutas**

Os bioensaios foram conduzidos no período de julho de 2019 a março de 2020, no Laboratório de Mosca-das-frutas, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), sob condições ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $65\pm 10\%$  UR e fotofase de 12h). Os insetos da espécie *C. capitata* (adultos e larvas) utilizados nos bioensaios procederam da população híbrida mantida em laboratório há 15 anos.

### **4.2.2 Oviposição de *C. capitata* em banana**

#### **4.2.2.1 Cultivares de banana e análises físico-químicas dos frutos**

Os bioensaios foram realizados de acordo com as metodologias descritas por Joachim-Bravo e Zucoloto (1997); Joachim-Bravo e Silva-Neto (2004); Joachim-Bravo et al. (2010) e adaptadas por Leite et al. (2017), utilizando-se casais com 8 a 10 dias de idade

As cultivares de banana utilizadas foram Maçã, Nanica, Prata e Terra, selecionadas para os estudos por se constituírem nas mais comumente cultivadas, consumidas e com maior potencial para exportação. Os frutos foram adquiridos no Centro de Abastecimento de Vitória da Conquista (CEASA), Bahia, Brasil e eram rigorosamente inspecionados, selecionando-se aqueles sem qualquer tipo de injúria na casca, que pudessem indicar infestação por moscas ou por outros insetos.

#### **4.2.2.2 Oviposição de *C. capitata* em frutos da cultivar Prata nos estágios de maturação E1, E3, E6 e E7 com chance de escolha**

Antes da instalação do bioensaio, foram realizadas análises físico-químicas nos frutos da cultivar Prata, em quatro estágios de maturação (estágios utilizados nos bioensaios): E1 (fruto totalmente verde); E3 (fruto mais verde que amarelo); E6 – (fruto amarelo) e E7 (fruto amarelo com manchas marrons), segundo a escala de maturação de Von Loesecke (1950). As análises de pH, acidez titulável, resistência à penetração, cor e

cromaticidade foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia da UESB. Para leitura do pH, utilizou-se uma amostra de 5 gramas do fruto macerado e homogeneizada com 50 mL de água destilada. A leitura foi realizada com pHmetro de bancada marca Impac Comercial e Tecnologia Ltda., segundo técnica da AOAC (1992). A acidez titulável foi determinada de acordo com metodologia recomendada pelo AOAC (1992), que consistiu na utilização de amostra de 5,0 mL de suco da polpa, extraída por maceração manual e transferida para becker contendo 50 mL de água destilada. Em seguida, foram adicionadas às amostras três gotas do indicador fenolftaleína a 1%, procedendo-se a titulação, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N. Os resultados foram expressos em equivalente grama de ácido málico/100g de polpa, calculados pela seguinte equação:  $AT = 10 \times f \times N \times V / P$ , onde: 25 f = fator da padronização do NaOH; N = normalidade do NaOH; V = volume gasto de NaOH durante a titulação (mL); P = peso da amostra do fruto (g).

A resistência da polpa à penetração foi determinada com uso de um penetrômetro digital Fruit Firmness Tester, com profundidade de penetração de 2,0 mm, velocidade de 2,0 mm s<sup>-1</sup> e ponteiro 6 mm de diâmetro, com força máxima de 196 N. Para a determinação da resistência a penetração foi realizada a retirada da casca da banana (para a exposição da polpa) e os frutos foram submetidos a pressão em dois pontos equidistantes na região mediana, onde se mediu a resistência da polpa à penetração. Os resultados foram dados em Newton (N).

A análise de cor da casca foi realizada por meio de um colorímetro marca Konica Minolta, modelo CR-400, com leitura direta de reflectância das coordenadas L\* (luminosidade), a\* (tonalidade vermelha ou verde) e b\* (tonalidade amarela e azul) do sistema Hunterlab Universal Software, empregando-se a escala CIELAB utilizando-se o iluminante 10°/D65. Por meio dos valores de a\* e b\* foram obtidos os seguintes valores: Ângulo Hue: obtido através da fórmula:  $Hue = \text{tg}^{-1} b/a$ . O ângulo Hue foi definido como iniciando no eixo +a e é expresso em graus, sendo que 0° corresponde a a+a (vermelho), 90° corresponde a a+b (amarelo), 180° corresponde a a-a (verde) e 270° corresponde a a-b (azul). A cromaticidade define a intensidade da cor, assumindo menores valores para cores mais neutras (cinza) e maiores para cores vívidas. Esta variável foi obtida através da fórmula:  $C = (a^2 + b^2)^{0,5}$ .

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, resultantes de frutos da banana Prata nos estágios de maturação E1 (verde), E3 (mais verde que amarelo), E6 (amarelo) e E7 (amarelo com áreas marrons) combinados dois a dois (E1 x E3, E1 x E6, E1 x E7, E3 x E6, E3 x E7 e E6 x E7), com

10 repetições. A unidade experimental foi composta por um recipiente plástico de 2L de capacidade, denominado nesse estudo de gaiola, contendo dois frutos de diferentes estágios. Antes da instalação do bioensaio, os frutos de cada cultivar foram parcialmente cobertos com parafina, deixando exposta uma superfície de 2,25 cm<sup>2</sup> sem cobertura, com o intuito de delimitar a superfície para oviposição (Leite *et al.*, 2019). Os frutos parafinados foram posicionados de forma equidistante para exposição às fêmeas de *C. capitata*, visando à oviposição. Adicionou-se a cada gaiola, um chumaço de algodão umedecido com água e dieta artificial para adultos à base de açúcar e Biones<sup>®</sup>. Posteriormente foram liberados dez casais de *C. capitata* e, após 48 horas, os frutos foram retirados e congelados para posterior contagem dos ovos.

#### **4.2.2.3 Oviposição de *C. capitata* em cultivares de banana nos estágios de maturação E6, com e sem chance de escolha**

Foram realizados dois bioensaios em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro (sem chance de escolha) ou seis tratamentos (com chance de escolha), com 10 repetições. Os tratamentos consistiram no oferecimento de frutos de banana das cultivares Maçã, Nanica, Prata e Terra, isoladamente (sem chance de escolha) ou combinados dois a dois (Prata x Nanica; Prata x Maçã; Prata x Terra; Nanica x Maçã; Nanica x Terra e Maçã x Terra), com 10 repetições. A origem e idade das moscas, número de casais, preparo dos frutos, tempo de exposição dos frutos às moscas e os procedimentos para avaliação da oviposição foram idênticos aos descritos no bioensaio anterior. Antes da instalação dos bioensaios, foram realizadas análises físico químicas nos frutos (pH, acidez titulável, firmeza, cromaticidade, luminosidade e Ângulo Hue), seguindo-se as mesmas metodologias descritas no bioensaio anterior.

#### **4.2.2.4 Oviposição de *C. capitata* em cultivares de banana, nos estágios E1 e E3, com chance de escolha**

Dois bioensaios foram conduzidos e constituídos de banana das cultivares Nanica, Prata e Terra nos estágios E1 – bioensaio 1 e E3 – bioensaio 2 (selecionados com base no resultado do bioensaio anterior), com chance de escolha. O delineamento experimental para os bioensaios foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram no oferecimento simultâneo de bananas das cultivares Nanica,

Prata e Terra (com chance de escolha) em cada estágio separadamente. Cada unidade experimental foi composta por uma gaiola de acrílico (30 x 30 x 30 cm). A origem e idade das moscas, número de casais, preparo dos frutos, tempo de exposição dos frutos às moscas e os procedimentos para avaliação da oviposição foram idênticos aos descritos nos bioensaios anteriores.

#### **4.2.2.5 Procedimentos estatísticos para os bioensaios de oviposição**

Os dados obtidos foram transformados por  $\log(x+1)$  e submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade de variâncias e as médias comparadas pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram submetidos à análise de correlação de Pearson a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico R Core Team versão 3.5 (2015).

#### **4.2.3 Biologia de *Ceratitis capitata* em banana**

Foram utilizadas bananas das cultivares Prata (AAB) e Nanica (AAA), nos estágios de maturação verde e mais verde que amarelo, correspondente aos estágios 1 e 3 (E1 e E3), da escala de maturação de Von Loesecke (1950), provenientes da Central de Abastecimento (CEASA) de Vitória da Conquista - BA.

Dois bioensaios foram conduzidos para estudo da biologia de *C. capitata*, um com cada cultivar (Prata e Nanica), ambos em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (estágios de maturação verde - E1 e mais verde que amarelo - E3) e 12 repetições, totalizando 24 parcelas.

Os frutos foram descascados, cortados em rodela e posteriormente oferecidos em porções de 20 g, para 20 larvas de primeiro ínstar de *C. capitata*, com até 3 horas de idade. As porções dos frutos foram colocadas em placas de Petri (9 cm de Ø) forradas com papel filtro umedecido com água. A cada dois dias, as larvas foram removidas para uma nova porção de fruto e, após seis dias, os pedaços de frutos contendo as larvas ou pupas foram colocados em recipientes plásticos com capacidade de 100 mL, com uma fina camada de vermiculita, como substrato para a pupação, até a emergência dos adultos, de acordo com a metodologia de Leite et al. (2019).

As avaliações foram diárias, quantificando-se o período e sobrevivência larval (larvas que chegaram a fase de pupa), período, viabilidade e massa pupal (pupários

pesados com idade de 24 horas), longevidade dos adultos e razão sexual. Para determinar a longevidade, moscas recém-emergidas, provenientes de cada tratamento, foram separadas por tratamento e sexo, em grupos de cinco indivíduos, com cinco repetições para cada sexo e tratamento. 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 dois dias. As observações foram feitas diariamente até a morte das moscas.

Os dados foram analisados por meio de um Modelo Linear Generalizado (GLM), utilizando-se a função “lmer” do pacote lme4 (Bates et al. 2014). Para análise dos dados dos bioensaios com a cultivar Nanica, as distribuições utilizadas foram a gaussian para período larval e razão sexual, distribuição de quasipoisson para as variáveis massa, período e viabilidade pupal. Para sobrevivência larval utilizou-se a distribuição de Poisson. Já para os dados dos bioensaios com a cultivar Prata, as distribuições gaussian foram utilizadas para período larval e razão sexual, a de quasipoisson para sobrevivência larval, massa e período pupal, e para a viabilidade pupal, empregou-se a distribuição de Poisson.

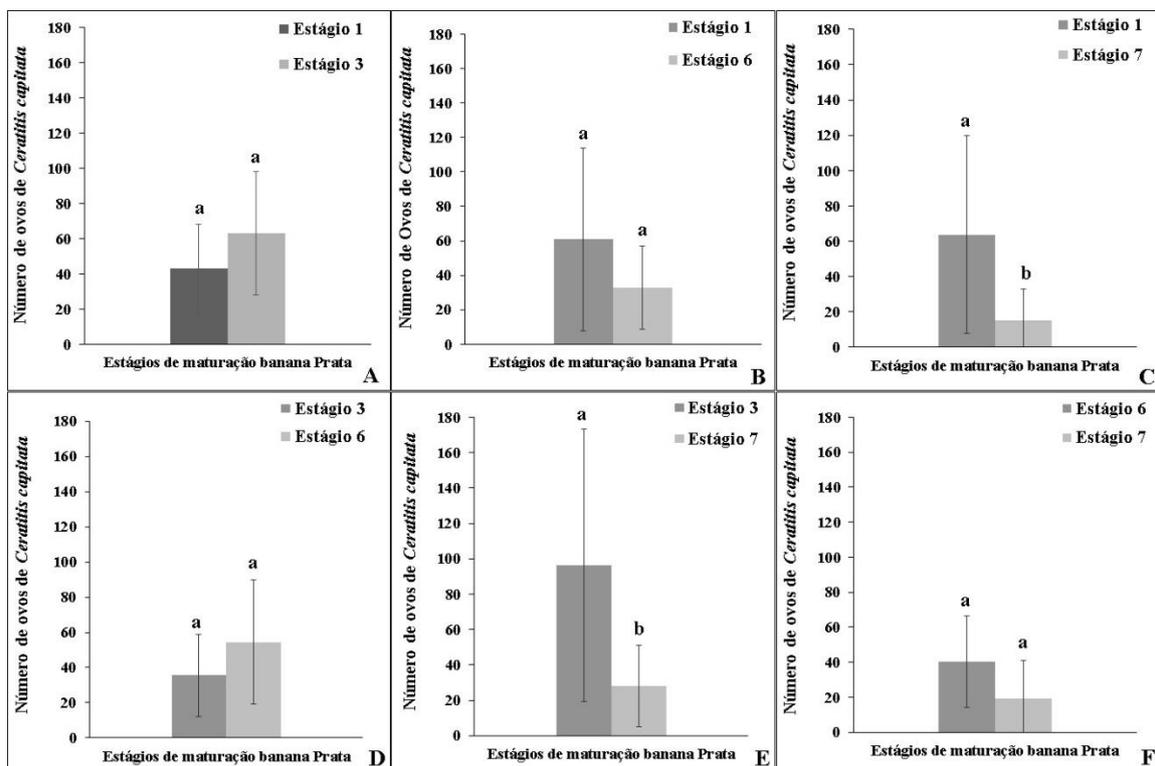
A fim de se adequar às distribuições, foi empregada a transformação dos dados em  $\log(x+1)$  para sobrevivência larval e em  $\sqrt{x}+1$  para a variável viabilidade pupal nos bioensaios com a cultivar Prata. Nos bioensaios com a cultivar Nanica, foi utilizada a transformação em  $\sqrt{x+1}$  para sobrevivência larval, massa e viabilidade pupal. Os contrastes de médias foram obtidos pelo pacote “lsmeans” (Lenth 2016). Todas as análises foram feitas no software R 3.5.2 (R Development Core Team 2019).

## **4.3 Resultados**

### **4.3.1 Oviposição de *C. capitata* em banana**

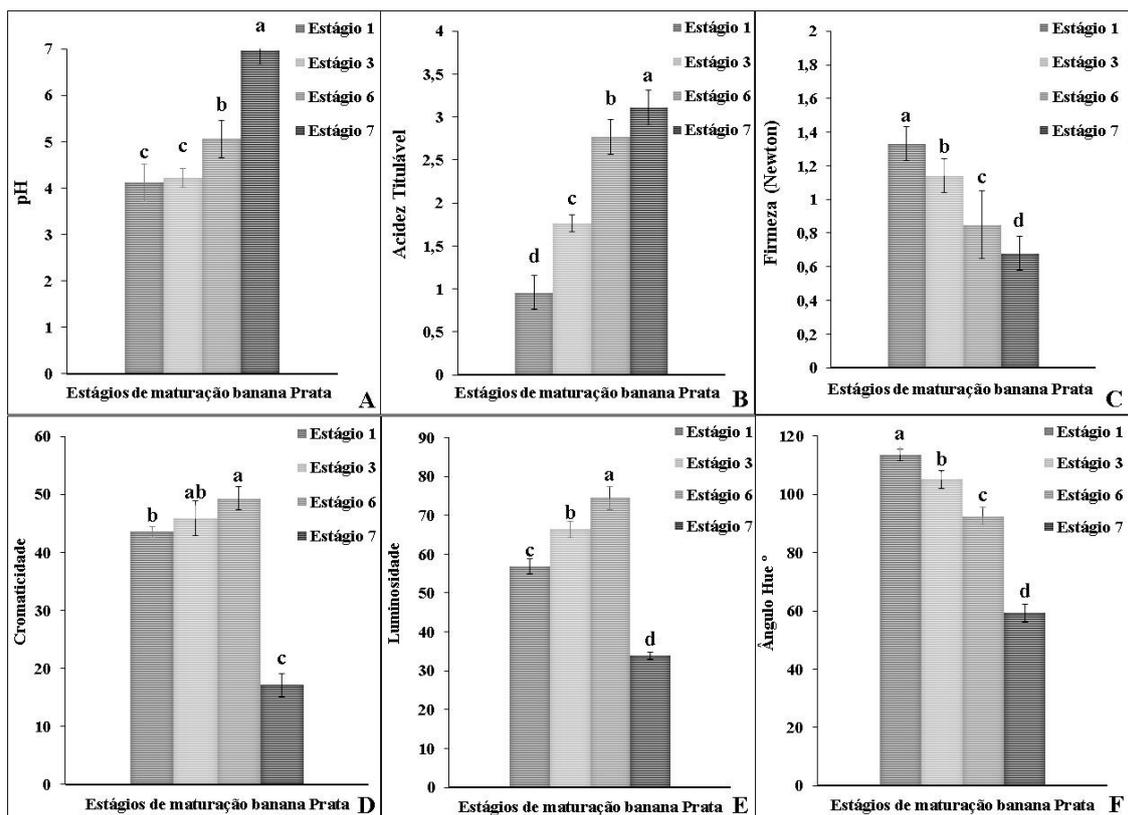
#### **4.3.1.1 Oviposição de *C. capitata* em frutos da cultivar Prata nos estágios de maturação E1, E3, E6 e E7 com chance de escolha**

Fêmeas de *C. capitata* ovipositaram em todos os estágios de maturação de frutos da banana Prata estudados. Houve diferença significativa apenas quando os frutos foram expostos simultaneamente nos estágios E1 x E7 e E3 x E7, com maior quantidade de ovos nos estágios iniciais de maturação, ou seja, E1 (verde) e E3 (mais verde que amarela) (Figura 2.1).



**Figura 2.1** Oviposição de *Ceratitis capitata* em banana, cultivar Prata nos estágios de maturação E1, E3, E6 e E7 combinados dois a dois. E1 x E3 (A), E1x E6 (B), E1 x E7 (C), E3x E6 (D), E3x E7 (E), E6 x E7(F). Médias seguidas da mesma letra nas barras, não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\log(x+1)$ .

As características dos frutos variaram entre os estágios de maturação, com maiores valores de pH e acidez titulável naqueles com maturação mais avançada (E6 e E7), alcançando valores próximos da neutralidade no E7. O inverso ocorreu para firmeza, com escala decrescente de valores dos estágios E1 ao E7 (Figuras 2.2A, B e C). Os estágios de maturação dos frutos também apresentaram diferenças ( $P < 0,05$ ) quanto à cromaticidade, luminosidade e Ângulo Hue (Figuras 2.2D, E e F), sendo que o estágio E7 apresentou valores significativamente menores para as três características. Para cromaticidade e luminosidade, o destaque foi para o estágio E6 com maiores valores, enquanto que para Ângulo Hue os valores decresceram de E1 para E7 (Figuras 2.2D, E e F).



**Figura 2.2** Valores de pH (A), Acidez titulável (B), Firmeza (C), Cromaticidade (D), Luminosidade (E), Ângulo Hue (F), de banana, cultivar Prata nos estágios de maturação, E1: Verde; E3: Mais verde que amarelo; E6: Amarelo e E7: Amarelo com áreas marrons. Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os coeficientes de correlação entre o pH e os estágios de maturação E1 e E3 foram de 0,71 e 0,64, respectivamente, ou seja, quanto mais madura a banana, maior o valor de pH (Tabela 1.3). No caso da cromaticidade houve uma correlação positiva com os estágios de maturação E1 e E3 (Tabela 2.1).

Não houve correlação entre as características de pH, acidez titulável, firmeza, cromaticidade e Ângulo Hue dos frutos e a oviposição de *C. capitata* em nenhuma das cultivares de bananeira. Apenas a luminosidade correlacionou positivamente com a oviposição nas cultivares Prata e Nanica (Tabela 2.2).

**Tabela 2.1** Coeficiente de correlação de Pearson entre as características físico-químicas e a oviposição de *C. capitata* nos estágios de maturação E1, E3, E6 e E7 de *Musa* sp. cultivar Prata.

Estágio de maturação	Coeficiente de correlação de Pearson					
	pH	Firmeza	Acidez titulável	Ângulo Hue	Cromaticidade	Luminosidade
Estágio 1	0,71 <sup>*</sup>	-0,60 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	-0,63 <sup>*</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
Estágio 3	0,64 <sup>*</sup>	-0,41 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>*</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
Estágio 6	-0,44 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
Estágio 7	-0,02 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>

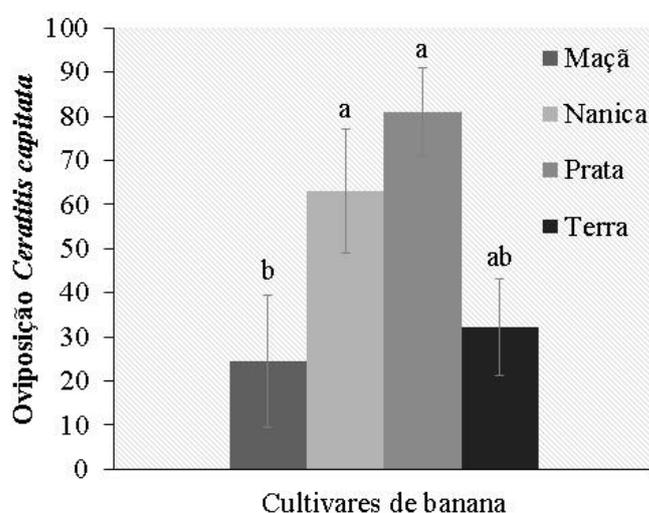
**Tabela 2.2** Coeficientes de correlação de Pearson entre as características físico-químicas e a oviposição de *C. capitata* nas diferentes cultivares de banana *Musa* sp.

Cultivares	Características físico-químicas					
	pH	Acidez titulável (%)	Firmeza (N)	Cromaticidade (C*)	Luminosidade (L*)	Ângulo Hue (h°)
Maçã	0,07 <sup>ns</sup>	-0,29 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
Nanica	0,08 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>*</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
Prata	-0,30 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>*</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
Terra	0,25 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>

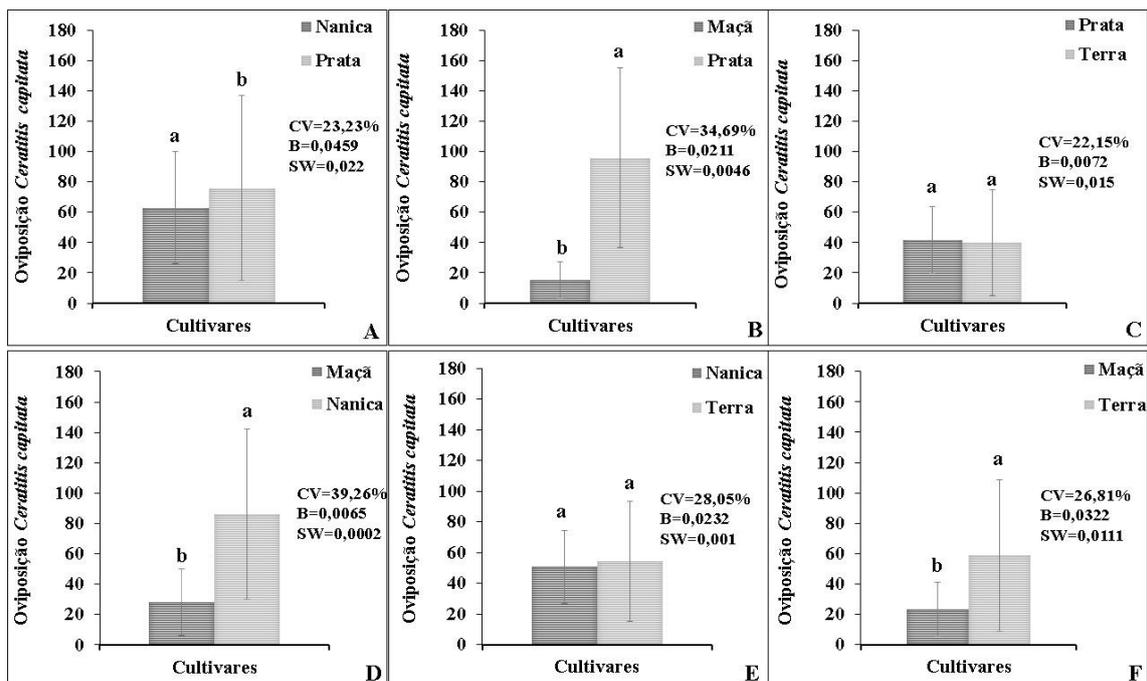
#### 4.3.1.2 Oviposição de *C. capitata* em cultivares de banana no estágio de maturação E6, com e sem chance de escolha

As fêmeas de *C. capitata* ovipositaram nas quatro cultivares de banana estudadas. No entanto, indicaram seleção do hospedeiro tanto na condição sem chance de escolha como com chance de escolha (Figuras 2.3 e 2.4).

No bioensaio com chance de escolha entre duas cultivares, as fêmeas discriminaram as cultivares para a maioria das combinações, exceto em Prata x Terra e Nanica x Terra (Figuras 2.4C e E) cujas quantidades de ovos não diferiram entre si. As cultivares Prata e Nanica se destacaram como preferidas para oviposição (Figuras 2.4A, B e D), mas a cultivar Maçã foi preterida quando confrontada com todas as demais (Figuras 2.4B, D e F). Quando as moscas não tiveram chance de escolha, os resultados foram similares, mantendo-se as cultivares Prata e Nanica como as preferidas, a Maçã como a pior opção e a cultivar Terra numa posição intermediária (Figuras 2.3 e 2.4).



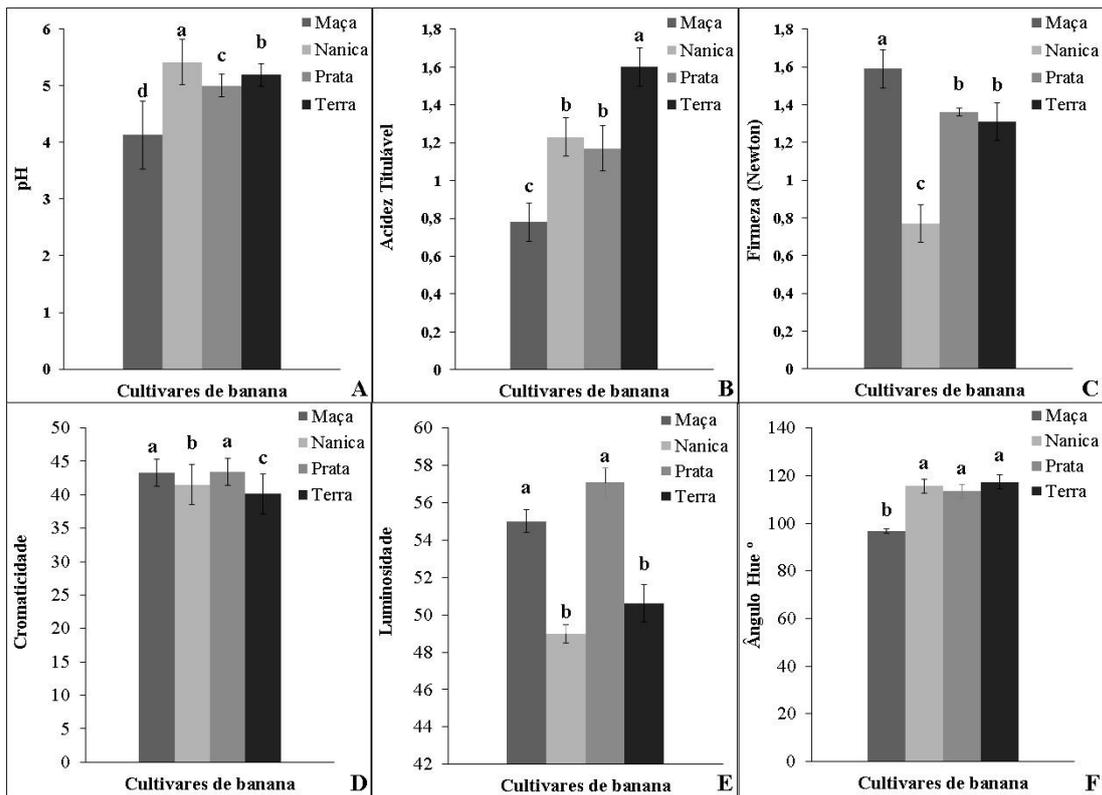
**Figura 2.3** Oviposição (número de ovos) de *Ceratitis capitata* em cultivares de *Musa* sp. (Maçã, Nanica, Prata e Terra) com chance de escolha. Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\log(x+1)$ .



**Figura 2.4** Oviposição (número de ovos) de *C. capitata* em diferentes cultivares de *Musa* sp. com chance de escolha, com oferecimento simultâneo de Nanica x Prata (A); Maçã x Prata (B); Prata x Terra (C); Maçã x Nanica (D); Nanica x Terra (E); e Maçã x Terra (F). Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. B=Teste de Bartlett, SW=Teste de Shapiro Wilk. Dados transformados em  $\log(x+1)$ .

Todas as características, físico químicas dos frutos, variaram entre as cultivares de banana (Figuras 2.5A e F). O pH foi maior na cultivar Nanica e menor na Maçã. A acidez titulável foi maior na cultivar Terra (1,6%) e menor em Maçã (0,78%). Maior firmeza foi observada nos frutos da cultivar Maçã (1,59 N). A cromaticidade e a luminosidade foram maiores nas cultivares Prata e Maçã, e o Ângulo Hue foi menor na cultivar Maçã, em relação às demais cultivares estudadas (Figuras 2.5D, E e F).

Correlações significativas foram obtidas, em banana Prata, para o pH e a cromaticidade em relação a oviposição, com valores de 0,71 e -0,63, 0,64 e 0,53, respectivamente, estágios E1 e E3 de maturação (Tabela 2.1). A correlação também foi significativa entre a luminosidade e a oviposição de *C. capitata* nas cultivares Nanica e Prata, com valores de 0,73 e 0,82, respectivamente (Tabela 2.2).

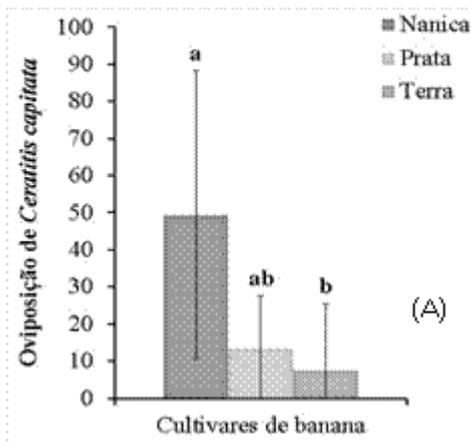


**Figura 2.5** Valores de pH (A), Acidez titulável (B), Firmeza (C), Cromaticidade (D), Luminosidade (E), Ângulo Hue (F) nas cultivares *Musa* sp. (Maça, Nanica, Prata e Terra). Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

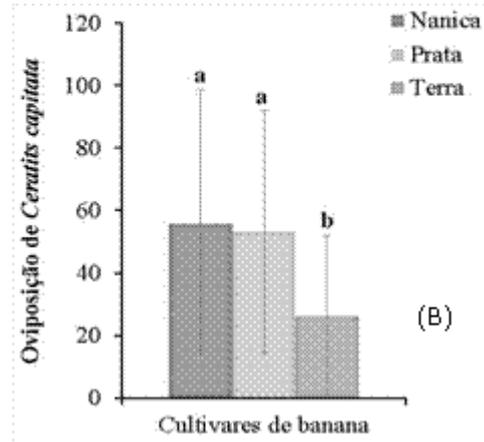
#### 4.3.1.3 Oviposição de *C. capitata* em cultivares de banana, nos estágios E1 e E3, com chance de escolha.

Quando frutos das cultivares Nanica, Prata e Terra no estágio E1 foram expostos às fêmeas de *C. capitata*, a oviposição foi superior em Nanica e menor na Terra. No estágio E3, as moscas não discriminaram entre Nanica e Prata, mas sim entre estas e a cultivar Terra, com menor número de ovos (Figuras 2.6A e B).

Estágio E1 de maturação



Estágio E3 de maturação



**Figura 2.6** Oviposição de *C. capitata* nas cultivares de *Musa* sp. (com chance de escolha), nos estágios de maturação E1(A) e E3 (B). Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4.3.2 Biologia de *Ceratitidis capitata* em frutos de banana da cultivar Prata em dois estágios de maturação

Para o bioensaio de biologia de *C. capitata* com frutos de banana cultivar Prata, não foi observada diferença significativa para o período larval, em relação aos estágios de maturação testados, E1 e E3 ( $\chi^2 = 0,05$ ), que foi de cerca de 7 dias (Figura 2.7A).

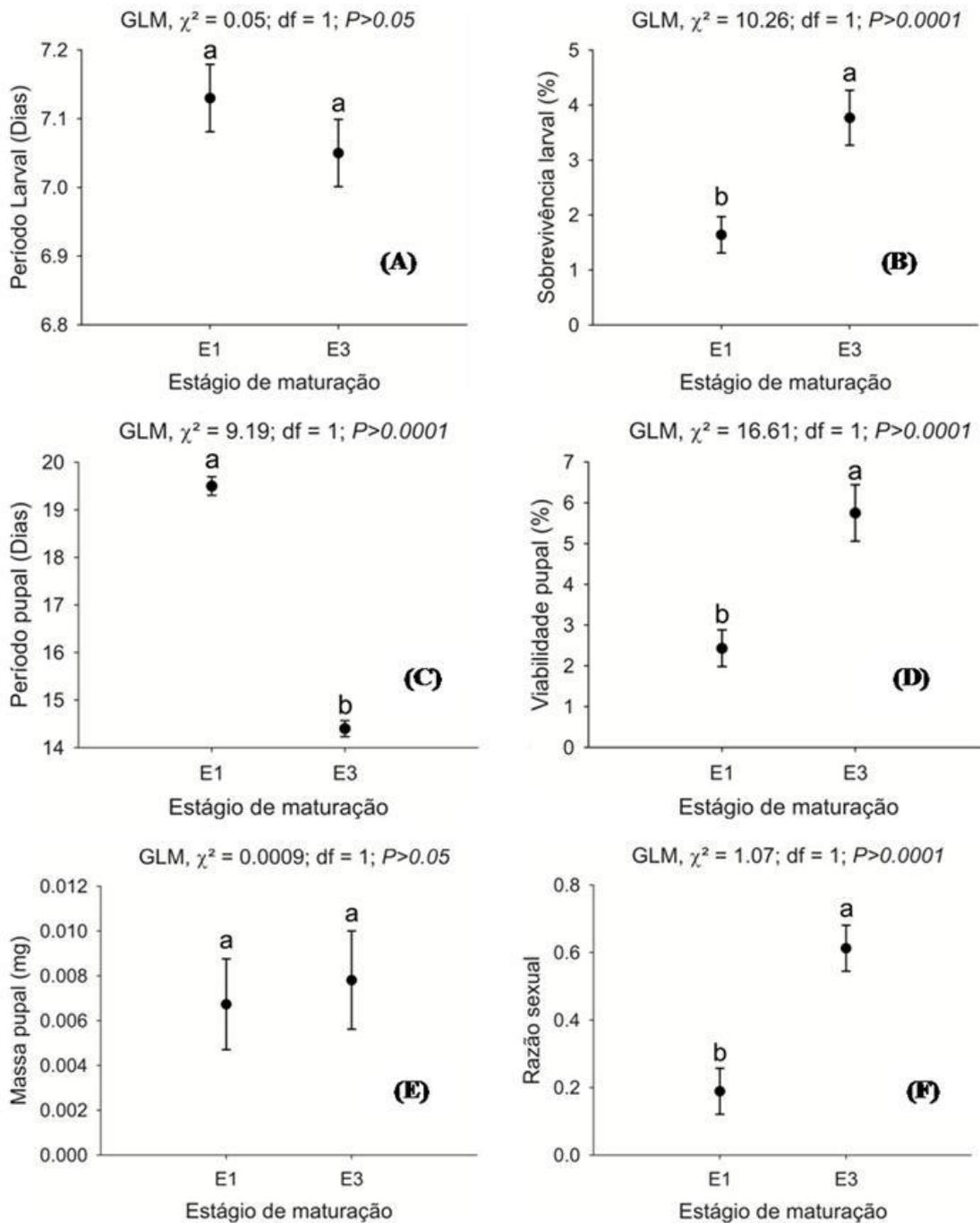
A sobrevivência larval em frutos de banana cultivar Prata foi maior no estágio de maturação mais verde que amarelo (E3), com 48,33% ( $\chi^2=10,26$ ), contra 12,91% de sobrevivência no estágio E1. No entanto, a sobrevivência larval, em ambos estágios de maturação, não chegou a 50% (Figura 2.7B).

A duração do período pupal foi significativamente diferente entre os estágios de maturação analisados ( $\chi^2=9,19$ ), apresentando uma maior duração para larvas que se desenvolveram no estágio de maturação Verde, E1, da banana Prata, 19,52 dias (Figura 2.7C).

A viabilidade pupal foi influenciado pela fase de maturação da banana, com valores médios de 7,9% e 37,1% para os estágios verde (E1) e mais verde que amarelo (E3), respectivamente ( $\chi^2=16,61$ ) (Figura 2.7D).

Não foi observada diferença significativa para massa pupal, indicando que esse parâmetro não foi afetado pelos estágios de maturação da banana da cultivar Prata testados ( $\chi^2=0,0009$ ) (Figura 2.7E).

A razão sexual foi maior (0,61) nos frutos de banana da cultivar Prata, no estágio de maturação mais verde que amarelo ( $\chi^2=1,07$ ), indicando uma maior emergência de fêmeas (Figura 2.7F).



**Figura 2.7.** Período larval (A), sobrevivência larval (B), período pupal (C), viabilidade pupal (D), Massa pupal (E) e Razão sexual (F) de *C. capitata* em função dos estágios de maturação Verde (E1) e Mais verde que amarelo (E3) de banana da cultivar Prata. Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste F a 5%. Vitória da Conquista, BA, 2020.

### **4.3.3 Biologia de *Ceratitis capitata* em frutos de banana da cultivar Nanica em dois estágios de maturação**

No bioensaio com frutos de banana da cultivar Nanica, o período larval não foi significativamente afetado pelo estágio de maturação ( $\chi^2=0,026$ ). Em contrapartida, não foi observada sobrevivência das larvas que se alimentaram de banana Nanica no estágio Verde (E1) de maturação. Portanto, não foi possível avaliar as demais características biológicas em banana Nanica no estágio de maturação Verde. Logo, foi dada continuidade apenas as avaliações nos insetos alimentados com banana Nanica no estágio mais verde que amarelo.

Quanto a sobrevivência larval, no estágio mais verde que amarelo, pouco mais da metade das larvas sobreviveu, 55% e atingiu o estágio pupal.

O período pupal foi de aproximadamente 15 dias, estando dentro do esperado para *C. capitata*. A viabilidade pupal foi de 37,41%. Assim, mesmo no estágio mais verde que amarelo (E3) da banana nanica menos de 50% das larvas sobreviventes conseguiram alcançar o estágio adulto.

A massa pupal foi de 9,03 mg para a banana Nanica, sendo superior à verificada no bioensaio com a banana da cultivar Prata que foi de 7,81 mg, ambos no estágio de maturação E3.

A razão sexual das larvas alimentadas com banana Nanica no estágio mais verde que amarelo, E3, foi de 0,58, indicando uma maior emergência de fêmeas.

## **4.4 Discussão**

### **4.4.1 Oviposição de *C. capitata* em banana**

A oviposição é o processo de postura de *C. capitata* que depende da resposta da mosca a estímulos ambientais como condições físicas do substrato (Leung et al., 2015). A seleção do local de oviposição de *C. capitata* é fundamental para a sobrevivência e o sucesso de sua prole (Dias et al. 2017). Depois que um fruto é localizado a mosca avalia a adequação deste para oviposição, com base em características físicas e químicas como estrutura da superfície e maturação do fruto (Musasa et al. 2019).

Para a seleção hospedeira, geralmente os insetos utilizam estímulos físicos como textura, cor, forma, tamanho, e aspectos químicos, como nutrientes, teor de água, substâncias atraentes e repelentes (López-guillén et al. 2010). Tefritídeos tem uma ampla gama de hospedeiros para seleção, e esses podem fornecer níveis variados de estímulos físicos e químicos. Embora esta diferenciação possa conferir uma vantagem a polífagos, a seleção de hospedeiros não ocorre sem prejuízo, porque fêmeas polífagas comumente ovipositam em espécies que permitem apenas a sobrevivência larval (Aluja e Mangan 2008).

Os resultados obtidos com frutos da cultivar Prata, nos estágios iniciais de maturação E1 e E3, possibilitaram a postura de maior quantidade de ovos quando confrontados com frutos no último estágio de maturação (E7). Insetos polífagos, como *C. capitata*, apesar da possibilidade de oviposição em diversos hospedeiros, selecionam espécies mais atrativas (Joachim-Bravo e Silva-Neto 2004; West e Cunningham 2002). A qualidade nutricional dos frutos é essencial para sobrevivência e biologia de *C. capitata*, tanto nas fêmeas como nos machos, sendo o teor de proteína um fator importante para a seleção de hospedeiros (Joachim-Bravo et al. 2001). No entanto, diversos componentes dos frutos podem afetar a decisão das fêmeas em realizar a oviposição. A acidez dos frutos (pH abaixo de 4,0) e o maior teor de sólidos solúveis (°Brix) são considerados ideais para o desenvolvimento de *C. capitata* (Alvarenga et al. 2009; Pachristos et al. 2008; Nunes et al. 2015). A mosca do Mediterrâneo também tem preferência em ovipositar frutos maduros ou semimaduros “de vez” (Arredondo et al. 2015; Dias et al. 2017).

A espécie *C. capitata* é classificada como um frugívoro generalista de sucesso, devido à sua capacidade de compensar uma característica do hospedeiro que tende a diminuir a taxa de crescimento populacional ( $r$ ) com outro que tende a aumentá-lo, resultando em alta taxa de crescimento (Krainacker et al. 1987) ou apenas permitindo sua manutenção na área de produção (Leite et al. 2019).

Frutos no estágio E7, apresentaram características físico-químicas significativamente diferentes dos demais estágios, com maior pH e menores firmeza, cromaticidade, luminosidade e Ângulo Hue. Segundo Papachristos et al. (2008), o pH ideal para o desenvolvimento de *C. capitata* situa-se em torno de 4,0. A cromaticidade expressa à intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos de pigmentos desta cor (Santos et al. 2018) e os menores valores são para cores com tom de cinza e maiores para

cores mais vividas. Quanto menor a intensidade da cor dos frutos de banana, maior foi a oviposição de *C. capitata*.

Com relação às cultivares, na situação com chance de escolha, a banana Prata foi preferida pelas moscas quando exposta com Maçã e Nanica, porém, quando exposta junto a cultivar Terra, não ocorreu diferença na escolha das moscas. Na situação sem chance de escolha, *C. capitata* infestou todos os frutos das cultivares avaliadas, sendo que os frutos mais infestados foram das cultivares Prata e Nanica, enquanto que a oviposição na cultivar Terra não diferiu de nenhuma outra. Em insetos altamente polípagos, como *C. capitata*, o comportamento de seleção de sítios de oviposição é, de certa forma, incerto. Isso ocorre pelo fato de vários fatores estarem envolvidos nesta seleção. Neste caso, a única característica correlacionada a oviposição de *C. capitata* no presente estudo foi a luminosidade, nas cultivares Prata e Nanica (Tabela 2.2), e, provavelmente, esta característica está relacionada a preferência pelos frutos das variedades Prata e Nanica, mesmo quando outras cultivares eram oferecidas as moscas. É sabido que as indicações visuais têm uma grande importância para Tephritidae na localização dos hospedeiros (Aluja e Mangan 2008). No entanto, registros na literatura que associam a cor e Luminosidade do substrato de oviposição à infestação das moscas-das-fruta são escassos (Oliveira et al. 2014).

Apesar das cultivares apresentarem diferenças nas variáveis físico-químicas avaliadas, dentro dos seus grupos genéticos o pH, Acidez Titulável, Firmeza, Cromaticidade, Luminosidade e o Ângulo Hue observados, estão próximos dos valores verificados em outros trabalhos (Figuras 2.2 e 2.5) (Castricini et al. 2015; 2017 e 2018; Euleuterio et al. 2010; Jesus et al. 2004; Ramos et al. 2009; Siqueira et al. 2010). Deste modo, o material base utilizado para determinação da influência dos frutos sobre o comportamento de oviposição e preferência de *C. capitata* está próximo ao que é encontrado no campo por ocasião das colheitas dos frutos.

As moscas ovipositaram em frutos de Nanica, Prata e Terra nos estágios de maturação E1 e E3. Frutos no E1 de Nanica foram preferidos para oviposição enquanto frutos da cultivar Terra foram os menos infestados, com oviposição intermediária em Prata. Porém, no estágio de maturação E3, frutos de Nanica e Prata foram preferidos e igualmente infestados em relação à Terra. O aumento da infestação da cultivar Prata pode ser explicado pelo processo de amadurecimento dos frutos, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), caracteriza-se por uma série de transformações no fruto, com marcantes mudanças na coloração da casca, firmeza da polpa, além da intensificação do sabor e

aroma pela produção de voláteis que podem ter tornado os frutos mais atrativos para as moscas.

A preferência de oviposição pode estar relacionada a maior compatibilidade química entre os substratos e os receptores olfativos (antenas) e/ou gustativos (aparelho bucal e ovipositor), presentes no corpo dos insetos (Faucheux 1991). Estes receptores podem ser responsáveis por direcionarem a escolha de fêmeas através de pistas químicas, que indicariam a possível qualidade nutricional do substrato mais adequado para o desenvolvimento da prole (Gregorio et al. 2010).

A hierarquia de preferência de oviposição de *C. capitata* nos diferentes estágios de maturação no presente ensaio, provavelmente se deu pelas alterações na características físico-químicas durante o processo de amadurecimento (Gómez et al. 2019).

Apesar do recente registro da infestação de *C. capitata* em banana nos polos de produção no estado da Bahia, Brasil (Sá et al. 2019), essa mosca já demonstrou capacidade de infestar frutos de banana em condições *in vitro*, sendo, em ordem hierárquica, o segundo fruto preferido pelas moscas (Joachim-Bravo et al. 2001). Os recentes registros da infestação de banana em campo por *C. capitata* está associado à capacidade de aprendizagem com a experiência anterior, ou seja, a exposição repetida a um tipo de fruto hospedeiro condiciona as fêmeas a esse hospedeiro e influencia a resposta de sua prole em encontros futuros, sendo esse comportamento de *C. capitata* já confirmado em outros trabalhos (Cooley et al. 1986; Joachim-Bravo et al. 2001). Assim, confirmação da preferência de *C. capitata* por frutos de banana das cultivares Prata e Nanica, que pertencem aos grupos de banana mais cultivados no estado da Bahia e no país, é de grande preocupação, pois a maior produção de uva, manga maracujá e banana destinada à exportação são originárias de polo de produção do Vale de São Francisco e outros pólos frutíferos do sudoeste da Bahia, como Livramento de Nossa Senhora e da região do Rio do Gavião (Araújo e Silva, 2013; Leite et al. 2016). Em laboratório, *C. capitata* ovipositou nos frutos das cultivares Maçã, Nanica, Prata e Terra, exibindo preferência por Nanica e Prata nos estágios de maturação E1 e E3. Deste modo, a confirmação da banana como hospedeiro de *C. capitata*, pode levar a alterações nos sistemas de monitoramento da praga nas áreas semiáridas da Bahia e Nordeste, como nas proximidades da maioria das propriedades de produção de banana, bem como no manejo da colheita da fruta.

#### **4.4.2 Biologia de *Ceratitis capitata* em frutos de banana da cultivar Prata, em dois estágios de maturação**

O período larval de *C. capitata* foi de cerca de sete dias tanto no estágio de maturação verde (E1) como no estágio de maturação mais verde que amarelo (E3). Essa fase é bastante crítica e decisiva, uma vez que essa espécie apresenta desenvolvimento holometabólico, e sua fase imatura, com pouca mobilidade depende dos recursos nutricionais do hospedeiro para sua sobrevivência e desenvolvimento (Sousa e Raga 2018). No presente trabalho não foi observada influência do estágio de maturação no período larval, pois segundo Cresoni-Pereira e Zucoloto (2009) essa fase é altamente influenciada pela qualidade nutricional dos frutos, sendo os carboidratos, proteínas, lipídeos, sais minerais e vitaminas, os componentes importantes no desenvolvimento larval. Assim, a qualidade nutricional é um dos principais fatores que influenciam o desenvolvimento dos insetos na fase imatura (Wetzel et al. 2016). O período larval de *C. capitata* em banana, obtido no presente estudo, foi inferior aos observados em outros frutos já estudados, tais como: manga, de 8,08 dias, uva, de 8,87 dias, palma, de 8,25 dias e quiabento, de 8,63 dias (Leite et al. 2019); em maçã Gala, de 21,07 dias, em uva Itália, de 18,20 dias e em caqui Fuyu, de 16,97 dias (Zanardi 2011).

A maior sobrevivência larval foi verificada em frutos no estágio de maturação mais verde que amarelo (E3). No entanto, nos dois estágios de maturação estudados a sobrevivência larval não chegou a 50%. Essa diferença na taxa de sobrevivência pode estar relacionada às características físico-químicas intrínsecas de cada espécie hospedeira. Os constituintes internos dos frutos como: carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas e sais minerais, se alteram com o avanço do processo de maturação e suas concentrações podem ser distintas entre e dentre as espécies hospedeiras, além do componente varietal. De modo geral, frutos maduros tendem a apresentar maiores valores de pH, sólidos solúveis e menores valores de acidez e firmeza da polpa, permitindo uma maior movimentação e ingestão dos constituintes da fruta pelas larvas, garantindo um maior desenvolvimento do inseto (Zanardi 2011). Valores baixos também foram observados por Leite et al. (2019) de 45,83% em frutos de palma e 6,67% em frutos de quiabento, e em contrapartida, valores superiores de 82,50% em manga e 64,17% em uva foram obtidos.

A duração do período pupal foi maior no estágio de maturação verde, E1 (19,52 dias) do que no estágio de maturação mais verde que amarelo, E3 (14,43 dias), da banana

da cultivar prata. Estes resultados foram superiores aos obtidos por Papadopoulos et al. (2002) que obtiveram 10 dias em maçã Golden Delicious e por Morgante (1991) que verificou que este estágio dura em média nove dias, dependendo do hospedeiro e da temperatura.

A viabilidade pupal atingiu valores médios de 7,9% e 37,1%, para os estágios verde e mais verde que amarelo, respectivamente, sendo influenciada pela fase de maturação da banana, indicando que a banana mais madura favoreceu um período pupal mais rápido, reduzindo assim o tempo total para chegar a fase adulta e favorecendo o crescimento populacional da espécie em um tempo mais curto. Resultados semelhantes foram constatados por Joachim-Bravo *et al.* (2001) para *C. capitata* em mamão, no qual a taxa de emergência foi significativamente maior para insetos desenvolvidos nas porções maduras dos frutos (81,7%), enquanto Pacheco (2016), não observou efeito significativo do estágio de maturação de frutos de uva na viabilidade pupal de *C. capitata*.

A massa pupal não foi afetada pelos diferentes estágios de maturação em banana Prata. Os valores variaram de 7,81 a 6,72 mg no estágio verde e mais verde que amarelo, respectivamente.

Resultados numéricos próximos aos observados para massa pupal, no presente estudo, foram reportados em frutos de pêssigo (9,80 mg), caqui (8,94 mg), maçã (7,98 mg) e uva (8,4 mg) (Zanardi et al. 2011). A massa da pupa é um fator que influencia diretamente na sobrevivência dos adultos de *C. capitata* (Krainacker et al. 1989; Liedo e Carey 1996). O sucesso da passagem da fase de pupa para a fase de adulto depende majoritariamente de um adequado desenvolvimento larval, que é resultado da qualidade do substrato larval, pois é precisamente durante a fase trófica, que o inseto obtém e armazena as reservas energéticas necessárias para esta transformação, que é o início da vida adulta (Cruz et al. 2000).

Os períodos de duração da fase larval até a emergência dos adultos são fundamentais no manejo das pragas agrícolas, uma vez que, influenciam diretamente no número de gerações anuais e, conseqüentemente no número de indivíduos. Por meio desses dados é possível também, prever os períodos de picos populacionais, permitindo manejar as culturas, de forma que esses períodos não coincidam com a época de frutificação.

A razão sexual foi maior nos frutos da cultivar prata, no estágio de maturação mais verde que amarelo (0,61), portanto, a maior emergência foi de fêmeas, o que é negativo do ponto de vista econômico, uma vez que são as fêmeas que realizam a postura nos

frutos, causando injúria. Assim, as larvas ao eclodirem dos ovos, se alimentam do fruto durante toda essa fase, ocasionando perdas consideráveis, dependendo da infestação. Na banana verde, a emergência de fêmeas foi baixa, o que dificultaria sua multiplicação e estabelecimento de populações em bananas nesse estágio. Resultados semelhantes para a razão sexual foram encontrados em pimenta, laranja, nêspera, goiaba da serra, pêssego e araçá rosa, sendo a relação de aproximadamente um macho para cada fêmea (Medeiros et al. 2007).

#### **4.4.3 Biologia de *Ceratitis capitata* em frutos de banana da cultivar Nanica em dois estágios de maturação**

As larvas que se alimentaram de banana Nanica, no estágio Verde (E1) de maturação não sobreviveram, Portanto, não foi possível avaliar as demais características biológicas. Logo, foi dada continuidade apenas as avaliações nos insetos alimentados com banana Nanica no estágio mais verde que amarelo (E3). Zanardi et al. (2011) observaram que a duração do período larval foi variável entre hospedeiros, apresentando maior duração em maçã 'Gala' (21,07 dias) e menor em pêssego 'Maciel' (11,34).

Essas variações podem estar relacionadas a diferenças físicas e químicas existentes entre frutos de espécies diferentes e em frutos da mesma espécie em diferentes estágios de maturação. O tipo de fruto utilizado durante o desenvolvimento larval influencia significativamente na sobrevivência dos estágios imaturos (Liedo et al. 2010). A comparação entre os tratamentos só foi possível para o período larval.

Durante a maturação fisiológica os frutos também passam por uma série de modificações bioquímicas (Keller 2010). No início da maturação fisiológica o teor de polissacáridos é alto, e somente após a biossíntese dessas moléculas ocorre a conversão em açúcares. Segundo Fernandes-da-Silva e Zucoloto (1993), o alto conteúdo de polissacáridos também pode dificultar a alimentação da larva de *C. capitata* nesses frutos, comprometendo seu desenvolvimento.

Quanto a sobrevivência larval, no estágio mais verde que amarelo, pouco mais da metade das larvas sobreviveram e atingiram o estágio pupal. Vale lembrar que é durante a fase larval que o inseto obtém e armazena as reservas nutritivas necessárias, principalmente lipídeos, para enfrentar a metamorfose e iniciar a vida adulta (Cruz et al. 2000).

O período pupal foi de aproximadamente 15 dias, estando dentro do esperado para essa espécie. Esse período pode ser muito variado em espécies de moscas-das-frutas (Sousa e Raga 2018), sendo a variação média de 9 a 20 dias (Raga et al. 2005).

A viabilidade pupal, para as larvas alimentadas com frutos da cultivar Nanica, no estágio de maturação mais verde que amarelo (E3), apesar de baixa, quando comparada a outros hospedeiros, possibilitou que essas larvas conseguissem alcançar o estágio adulto, indicando a possibilidade de manutenção dessa espécie em campo, na ausência de hospedeiros mais adequados ao seu desenvolvimento. Em relação ao tipo de fruto utilizado Zanardi et al. (2011) observaram viabilidade pupal com valores superiores ao observado nesse estudo, sendo de 85,45% para insetos que utilizaram pêssego como alimento, durante o estágio larval, e de 83,30 e 80,76 para larvas alimentadas com uva e caqui, respectivamente. Em testes com duas variedades de uva de mesa, Gómez et al. (2008) também obtiveram uma viabilidade pupal alta, de 80% e 55% para uva Benitaka e Festival, respectivamente. O sucesso do desenvolvimento do estágio de pupa em *C. capitata* depende em grande parte de um adequado desenvolvimento larval, pois a fase de pupa constitui um sistema semifechado, onde a interação com o ambiente está restrita (Pacheco 2016). O ciclo de vida de *C. capitata*, como ocorre com os demais tefritídeos, é influenciado por fatores abióticos e bióticos, tais como: temperatura, umidade relativa, condições fisiológicas, tipo de hospedeiro, entre outros (Krainacker et al. 1987)

A massa das pupas em que as larvas se desenvolveram na cultivar Nanica, no estágio de maturação E3, foi numericamente superior (9,03 mg) ao verificado em frutos de banana da cultivar Prata (6,72 mg para o estágio E1 e 7,81 para o estágio E3). Essa característica é relevante, uma vez que, pupas maiores ou mais pesadas tendem a originar adultos maiores, influenciando diretamente na cópula, dessa forma a cultivar Nanica se mostrou um hospedeiro mais adequado para *C. capitata* do que a cultivar Prata.

A razão sexual na cultivar Nanica foi um pouco menor para o estágio de maturação mais verde que amarelo (E3) quando comparada com a cultivar Nanica, no mesmo estágio de maturação do fruto (0,58), com uma emergência de fêmeas e machos similar, quase 1:1.

Finalmente pode-se concluir que a banana da cultivar Prata é hospedeira de *C. capitata*, nos estágios de maturação verde e mais verde que amarelo, sendo mais adequada no estágio de maturação mais verde que amarelo. Já a banana da cultivar Nanica é hospedeira de *C. capitata*, apenas no estágio de maturação mais verde que amarelo. No entanto, Krainacker et al. (1987) já haviam confirmado o desenvolvimento de *C. capitata*

em trinta hospedeiros em condições de laboratório no Hawaii, incluindo banana (*M. acuminata*). No Brasil, Raga et al. (2011) também observaram quatro pupários de Tephritoidea em banana (*M. paradisiaca*) Prata, coletadas em São Paulo, mas todos inviáveis, impedindo a identificação de espécies de mosca.

Com base nos resultados, pode-se recomendar um manejo cultural, ou seja, a retirada de frutos do bananal em estágios de maturação avançados, pois os mesmos servem como fonte de alimento e substrato de oviposição desses tephritídeos. O monitoramento associado aos métodos de controles de pragas é imprescindível no bananal, principalmente aqueles produtores que visam o mercado externo.

#### 4.5 Referências Citadas

- Agriannual 2020. Bananicultura oportunidades e desafios, Anuário da Agricultura Brasileira, São Paulo: FNP, Consultoria e Comércio. 139-140.
- Aluja, M.; Mangan, R. L. (2008) Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annual Review of Entomology*, **53**, 473-502.
- Alvarenga, C. D., Matrangolo, C. A. R., Lopes, G. N., Silva, M. A., Lopes, E. N., Alves, D. A., ... & Zucchi, R. A. (2009). Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do estado de Minas Gerais. *Arquivos do Instituto Biológico*, **76**, 195-204.
- AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. (1992) Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists. Washington: AOAC, **12**.
- Araújo, G.J.F.; Silva, M. M.(2013) Crescimento econômico no semiárido brasileiro: O caso do polo frutícola Petrolina/Juazeiro. *Caminhos de Geografia*, **14**, 246-264.
- Arredondo J, Ruiz L, López G, Díaz-Fleischer F. 2015. Determination of the host status of the 'Persian' lime (*Citrus latifolia* Tanaka) for *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 108: 77–87.
- Bates D, Mächler M, Bolker B, Walker S. 2014. Fitting linear mixed-effects models using lme4. arXiv preprint, 1-51.
- Borges, A. L., da Silva, A. L., Batista, D. D. C., Moreira, F. R. B., Flori, J. E., Oliveira, J. D. M., and Azoubel, P. M. (2009). Sistema de produção da bananeira irrigada. Embrapa Semiárido-Sistema de Produção.

- Castricini, A.; de Oliveira, P. M.; Coelho, E. F.; Dos Santos, M. G.; Rodrigues, M. G. V.; Martineli, M. (2018) Manejo da irrigação na qualidade pós-colheita de banana tipo prata. *Water Resources and Irrigation Management-WRIM*, **7**,1-13.
- Castricini, A.; Dias, M. S. C.; Rodrigues, M. G. V.; Oliveira, P. (2017) Quality of organic banana produced in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. **39**, 1-7.
- Castricini, A.; Santos, L. O.; Deliza, R.; Coelho, E. F.; Rodrigues, M. G. V. (2015) Caracterização pós-colheita e sensorial de genótipos de bananeiras tipo Prata. *Revista Brasileira de Fruticultura*, **37**, 27-37.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2019. Panorama do Mercado de banana no Brasil. Disponível em:  
<<https://www.hfbrasil.org.br/upload/kceditor/files/GranBanana%20Yara.pdf>>  
Acesso em: 22 de jul. 2020.
- Chitarra, M. I.; Chitarra, A. B. (2005) Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras.
- Cooley, S. S.; Prokopy, R. J.; McDonald, P. T., Wong, T. T. (1986) Learning in oviposition site selection by *Ceratitidis capitata* flies. *Entomologia experimentalis et applicata*, **40**, 47-51,
- Cresoni-pereira, C. and F. S. Zucoloto. 2009. Moscas-das-frutas (Diptera). In: Panizzi, A.R. and J.R.P. Parra (Ed.). *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Londrina: Embrapa Soja. 733-768.
- Cruz, I. D. Nascimento, J. D. Taufer, M. and A. D. Oliveira. 2000. Morfologia do aparelho reprodutor e biologia do desenvolvimento. *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado*. 1ª ed. 55-66.
- Diamantidis, A. D. Ioannou, C. S. Nakas, C. T. Carey, J. R and N. T. Papadopoulos. 2019. Resposta diferencial ao aglomerado larval de um biótipo de mosca média de longa e curta duração. *Jornal Biology Evol.* 01: 1-13.
- Dias, N. P., Ongaratto, S., Garcia, M. S., Nava, D. E. (2017) Oviposition of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Citrus Fruits, and Development in Relation to Maturity of Orange Fruits. *Florida Entomologist* **100**, 468-473.
- Euleuterio, M. D.; Gioppo, M.; Sozim, M.; Malgarim, M. B. (2010) Avaliação das características físico-químicas de bananas prata (*Musa* AAB subgrupo Prata)

- ensacadas em diferentes tipos de materiais. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, **2**, 49-56.
- Faucheux, 1991 Faucheux, Michel J. (1991) Morphology and distribution of sensilia on the cephalic appendages, tarsi and ovipositor of the European sunflower moth, *Homoeosoma nebulella* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Pyralidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, **20**, 291-307.
- Fernandes-da-Silva, P. G. and F. S. Zucoloto. 1993. The influence of host nutritive value on the performance and food selection in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). *J. Insect Physiol.* 39(10): 883-887.
- Gasperi, G. Guglielmino, C. R. Malacrida, A. R. and R. Milani. 1991. Variabilidade genética e fluxo gênico em populações geográficas de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Medfly). *Heredity*. 67 (3): 347-356.
- Gómez, M.; Paranhos, B.J.; Damasceno, I.; Castro, R.; Campo, D.; Andrade, K.; Silva, M.; Nascimento, A.S.; Malavasi, Y.A. 2008. Biología de la mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) en dos cultivares de uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) en el Nordeste brasileño. *CitriFrut*, 25: 18-23.
- Gómez, M., Paranhos, B. A., Silva, J. G., de Lima, M. A., Silva, M. A., Macedo, A. T., & Walder, J. M. (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.
- Gregório, P. L. F.; Sant'ana, J.; Redaelli, L. R. (2010) Percepção Química E Visual De *Anastrepha fraterculus* (Diptera, Tephritidae) Em Laboratório. *Iheringia. Série Zoologia*, **100**, 128-132.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de bananas, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 de jul. 2020.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícolas Municipal, 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/5457#notas-tabela>>. Acesso em: 22 de jul. 2020.
- Jesus, S. C.; Matsuura, M. D. S.; Matsuura, F. C. A. U.; Cardoso, R. (2004) Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. *Bragantia*, **63**, 315-323.
- Joachim-Bravo, Iara Sordi; Zucoloto, Fernando Sérgio. (1997) Oviposition Preference and Larval Performance In *Ceratitis Capitata* (Díptera, Tephritidae). *Rev. Bras. Zool*, 795-802.

- Joachim-Bravo, I. S., Fernandes, O. A., Bortoli, S. A. & Zucoloto, F. S. (2001). Oviposition behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): association between oviposition preference and larval performance in individual females. *Neotropical Entomology*, 30(4), 559-564.
- 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.
- 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.
- Joachim-Bravo, I. S., Guimarães, A. N., Magalhães, T. C., & Nascimento, A. S. (2010). Performance de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) em frutos: comparação de duas populações criadas em laboratório. *Neotropical Entomology*, **39**, 9-14.
- Keller, M. 2010. *The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology*, 1st Edn. Burlington, MA. Academic Press, 522.
- Krainacker, D. A. Carey, J. R. R. I. Vargas.1989. Size-specific survival and fecundity for laboratory strains of two tephritid (Diptera: Tephritidae) species: implications for mass rearing. *J. Economic Entomol.* 82: 104-108.
- 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*, Berlin, 73: 583-590.
- Leite, S. A., Castellani, M. A., Ribeiro, A. E. L., Costa, D. R. D., Bittencourt, M. A. L., & Moreira, A. A. (2017). Fruit flies and their parasitoids in the fruit growing region of Livramento de Nossa Senhora, Bahia, With Records Of Unprecedented Interactions. *Revista Brasileira De Fruticultura*, **39**,1-10.
- Leite, S. A.; Castellani, M. A.; Ribeiro, A. E. L.; Moreira, A. A.; Aguiar, W. M. M. (2016) Perfil dos fruticultores e diagnóstico do uso de agrotóxicos no polo de fruticultura de Livramento de Nossa Senhora, Bahia. *Extensão Rural*, **23**, 112-125.
- Leite, S. A., Costa, D. R. D., Ribeiro, A. E. L., Moreira, A. A., Sá Neto, R. J. D., & Castellani, M. A. (2019). Preferência de oviposição e performance biológica de *Ceratitis capitata* em frutos de Anacardiaceae, Cactaceae e Vitaceae. *Arquivos do Instituto Biológico*, 86. 1-8.

- Lenth RV. 2016. Least-Squares Means: The R Package lsmeans. *Journal of Statistical Software*, 69 (1), 1-33.
- Leung, JC, Taylor-Kamall, RW, Hilliker, AJ, & Rezai, P. 2015. Dispositivos de ágar-polidimetilsiloxano para investigação quantitativa do comportamento de oviposição de *Drosophila melanogaster* adulta. *Biomicrofluidics*, 9 (3),1-16.
- Liedo, P. Oropeza, A. and J. R. Carrey. 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.
- Liedo, P., & Carey, J. R. (1996). Demography of fruit flies and implications to action programs.
- López-Guillén, G.; Toledo, J.; Rojas, J. C. (2010) Response of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) to fruit odors and protein-based lures in field trials. *Florida Entomologist*, 93, 317-319.
- Malacrino, A. Campolo, O. Medina, R. F. and V. Palmeri. 2018. Diferenciação de comunidades bacterianas por Instar e hospedeiro na mosca da fruta do Mediterrâneo *Ceratitis capitata*. *PloS One*. 13: 1-13.
- Malavasi, A.; Zucchi, R. A.; Sugayama, R. L. Biogeografia, p. 93–98. In: Malavasi, A.; Zucchi, R. A. (ed.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. FAPESP-Holos, p. 327, 2000.
- Musasa, T. S., Mashingaidze, A. B., Musundire, R. A. A. R. M. Aguiar, A. A. R. M., Vieira, J. & Vieira, C. P. (2019) Fruit fly identification, population dynamics and fruit damage during fruiting seasons of sweet oranges in Rusitu Valley. *Scientific Reports*, **1357**, 1-11.
- Medeiros, A. Oliveira, L. and P. Garcia. 2007. Suitability as Medfly *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) hosts, of seven fruit species growing on the Island of São Miguel, Azores. *Life and Marine Sciences*. 24: 33 - 40.
- ME: SECEX - Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Secretaria de Comércio Exterior. Sistema Comex Stat. Brasília:, 2018. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br> Acesso em: 22 julho 2020.
- Morgante, J. S. (1991). Analítico: Moscas das frutas (tephritidae): características biológicas, detecção e controle. *Boletim Técnico*.
- Naserzadeh, Y. Mahmoudi, N. and E. Pakina. 2019. Características biológicas e reprodutivas da mosca-das-frutas do Mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Dip.:

- Tephritidae), em seis plantas hospedeiras em condições in vitro. Reprodução. 12: 1-7.
- Nunes, M. Z.; Machota Junior, R.; Frighetto, J.; Pasinato, J.; Botton, M. Emprego da captura massal e iscas tóxicas para a supressão da mosca-das-frutas sulamericana (*Anastrepha fraterculus*) em pomar orgânico de maçã – resultados da safra 2014 – 2015. *Jornal da Agapomi*. 2015.
- Oliveira, F. Q.; Junior, A. L. B.; Maria De Lourdes, Z. C.; Sanches, P. A.; Walder, J. M.; Batista, J. D. L. (2014) Preference and infestation level of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) on fruits of some *Psidium guajava* L. cultivars and relation to their physicochemical parameters. *Phytoparasitica*, **42**,475-483.
- Pacheco, M. G. 2016. Bioecologia e tratamento quarentenário de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann 1824) (Diptera: Tephritidae) com raios X em uvas de mesa do Submédio do Vale do São Francisco (Doctoral Dissertation, Universidade de São Paulo).
- 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. *Journal of Economic Entomology*, **101**, 866 -872.
- Papadopoulos, N. T. Katsoyannos, B. I. and J.R. Carey. 2002. Demographic parameters of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) reared in apples. *Annals of the Entomological Society of America*. 95: 564-569.
- Papanicolau, A. Schetelig, M. F. Arensburger, P. Atkinson, P. W. Benoit, J. B. Bourtzis, K. and I. Curriel. 2016. The whole genome sequence of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann), reveals insights into the biology and adaptive evolution of a highly invasive pest species. *Genome biology*. 17: 1-31.
- Paranhos, B. J. Nava, D. E. and A. Malvasi. 2019. Biological control of fruit flies in Brazil. *Pesq. Agrop. Bra*. 54: 1-14.
- Ramos, D. P.; Leonel, S.; Mischán, M. M. (2009). Caracterização físico-química dos frutos de genótipos de bananeira produzidos em Botucatu-SP. *Ciência e Agrotecnologia*, **33**, 1765-1770.
- R core team (2015). R: A language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- R Development Core Team. R: 2019. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org>.

- Raga, A. Souza-Filho, M.F. Machado, R.A. Sato, M.E., Siloto, R.C., 2011. Host ranges and infestation indices of fruit flies (Tephritidae) and lance flies (Lonchaeidae) in São Paulo State. *Braz. Flo. Ent.* 94: 787–794.
- Raga, A. and M. E. Sato. 2005. Effect of spinosad bait against *Ceratitidis capitata* (Wied.) and *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. *Neotrop. Entomol.* 34: 815-822.
- Sá, R. F. D. Oliveira, A. D. S. Oliveira, R. D. C. C. D. Santos, J. C. M. D. Moreira, A. A. and M. A. Castellani. 2019. First record of the association of banana (*Musa* sp.) and *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) in Brazil. *Rer. Bras. Frutic.* 41(1): 1-5.
- Santos, T. C., Aguiar, F. S., Rodrigues, M. L. M., Mizobutsi, G. P. & Pinheiro, J. M. S. (2018) Quality of bananas harvested at diferente development stages and subjected to cold storage. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, **48**, 90-97.
- Siqueira, C. L.; Rodrigues, M. L. M.; Mizobutsi, G. P.; Santos, P. G. D.; Mota, W. F. D.; Mizobutsi, E. H.; Oliveira, G. B. D. (2010) Physiochemical characteristics, sensorial analysis and fruit conservation of a black Sigatoka resistant banana genotype. *Revista Ceres*, **57**, 673-678.
- Sousa, E. M. and A. Raga. 2018. Relação hospedeira e status hospedeiro em moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), *Biológico*. 1: 1-11.
- Steck, GJ (2002). Alerta de pragas: Mosca da goiaba, *Bactrocera correcta* (Bezzi) Tephritidae.
- Szyniszewska, A. M and A. J. Tatem. 2014. Avaliação global da distribuição potencial sazonal da mosca da fruta do Mediterrâneo, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). *PLoS One*. 11: 1-13.
- Vidal, M. F.; Ximenes, L. J. F. Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. 2016 Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - Etene, Fortaleza, 2: 18-26.
- Von Loesecke, H. W. (1950). Bananas: Chemistry, Physiology. Technology.
- West, S. A.; Cunningham, J. P. (2002). A general model for host plant selection in phytophagous insects. *Journal of Theoretical Biology*, **214**, 499 – 513.
- Wetzel, W. C. Kharouba, H. M. Robinson, M. Holyoak, M. and R. Karban. 2016. Variability in plant nutrients reduces insect herbivore performance. *Nature*. 539(7629): 425-427.

Zanardi, O. Z. Nava, D. E. Botton, M. Grützmacher, A. D. Machota Jr, R. and M. Bisognin. 2011. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caquizeiro, macieira, pessegueiro e videira. *Pesq. Agropec. Bras.* 46: 682-688.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a publicação da primeira associação no Brasil de *C. capitata* em banana, cultivar Prata, em 2019, feita no estado da Bahia, surgiram algumas inquietações, tais como: a) Em outras regiões e unidades de produção de banana da Bahia também ocorre infestação por moscas-das-frutas? Qual a capacidade dessa espécie em realizar posturas e completar o desenvolvimento em outras cultivares e quais estágios de maturação dos frutos são mais suscetíveis à infestação? Nesse sentido, este trabalho foi desenvolvido objetivando sanar esses questionamentos.

Os resultados obtidos confirmaram a infestação natural de *C. capitata* em *Musa* sp. nas cultivares Prata, Pratinha e Terra em três Unidades de Produção (UPs). Foi observado, em condições de laboratório, que *C. capitata* ovipositou nas cultivares Maçã, Nanica, Prata e Terra, e mostrou preferência pelas cultivares Nanica e Prata nos estágios de maturação verde (E1) e mais verde que amarelo (E3). Desse modo, as características inerentes às cultivares e aos estágios de maturação dos frutos interferiram no comportamento de oviposição. Avaliando-se os vários estágios de desenvolvimento de *C. capitata*, obteve-se que a banana da cultivar Prata permitiu o seu desenvolvimento completo nos estágios de maturação verde (E1) e mais verde que amarelo (E3), sendo que, no estágio mais verde que amarelo, foi um hospedeiro mais adequado. Na cultivar Nanica, *C. capitata* foi capaz de completar o desenvolvimento larval apenas no estágio de maturação mais verde que amarelo (E3).

Estes resultados são pioneiros no Brasil, em especial, por comparar diferentes cultivares e estágios de maturação do fruto de banana. Dessa forma, esta pesquisa traz informações relevantes para o manejo adequado dessa praga nas unidades de produção, tanto para o comércio interno quanto para exportação, principalmente para os países nos quais *C. capitata* é uma praga quarentenária ausente.

Logo, recomenda-se a retirada de frutos em estágios de maturação avançada, em que ficam expostos no solo; a coleta de frutos na planta, quando diferentes estágios de maturação ocorrem na mesma planta; e a adoção de monitoramento e controle, no caso de infestações altas, em particular, para áreas de exportação.