

PARÂMETROS BIOECOLÓGICOS DE *Ceratitis capitata* (WIED.) (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)

por

TAYRON SOUSA AMARAL

(Sob Orientação do Professor Elton Lucio de Araujo – UFERSA)

RESUMO

As moscas-das-frutas são consideradas importantes pragas da fruticultura mundial em razão dos danos diretos e indireto que causam. No Brasil, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) representa um dos maiores problemas para a fruticultura, pois infesta várias espécies de frutos, com preferência pelos exóticos. Essa espécie foi detectada em 1991 na região Nordeste, onde predomina o cultivo irrigado de frutíferas tropicais. Desde que *C. capitata* foi detectada, uma das maiores preocupações é que este tefritídeo consiga se adaptar às frutíferas nativas. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de desenvolvimento de *C. capitata* em diferentes frutos nativos do Bioma Caatinga, potencialmente hospedeiro. Para isso, ovos de *C. capitata* foram inseridos em frutos de caju (*Anacardium occidentale* L.), juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.), cajarana (*Spondias* sp. Frost.) e em dieta artificial (controle), para avaliar a viabilidade de ovos e o desenvolvimento e viabilidade das larvas. No fruto em que foi detectada a viabilidade dos imaturos, duas linhagens de *C. capitata* foram avaliadas com relação ao desenvolvimento dos mesmos e características morfológicas dos adultos, com medição da tíbia da perna anterior direita, asa anterior direita e tórax. Estudou-se, ainda, o comportamento de oviposição em diferentes frutos, tratados com extrato de caju. Os resultados demonstraram que

frutos de cajarana e juá não são adequados para o desenvolvimento larval de *C. capitata*, ao contrário de frutos de caju. As linhagens Selvagem e Vienna 8 se desenvolveram em frutos de caju, demonstrando que *C. capitata* tem potencial de utilizar este fruto como hospedeiro primário e futuramente se tornar uma praga dessa espécie. No entanto, as fêmeas de *C. capitata* não conseguiram ovipositar nos frutos de caju. Quando o extrato de frutos de caju foi borrifado sobre a superfície de frutos tradicionalmente hospedeiro, constatou-se uma influência negativa na oviposição das fêmeas deste tefritídeo.

PALAVRAS-CHAVE: Moscas-das-frutas, frutos nativos, bioma Caatinga, semiárido, seleção hospedeira.

BIOECOLOGICAL PARAMETERS OF *Ceratitis capitata* (WIED.) (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)

por

TAYRON SOUSA AMARAL

(Under the Direction of Professor Elton Lucio de Araujo - UFERSA)

ABSTRACT

Fruit flies are considered important pests of fruticulture in the world due to direct and indirect damages. In Brazil, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) represents one of the biggest problems to the fruticulture, since it attacks several species of fruits, in particular the exotics ones. It was reported in the Northeast region of the country in 1991, where it prevails irrigated tropical fruits. Since *C. capitata* was detected in irrigated areas of the Northeast, one of the biggest concerns is that this tephritid could be able to adapt to native fruits. Thus, we aimed to evaluate the development capacity of *C. capitata* in different and potential native host fruits from the Caatinga biome. For this purpose, *C. capitata* eggs were introduced to cashew apple (*Anacardium occidentale* L.), juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.), cajarana (*Spondias* sp. Frost.) and artificial diet (control), in order to evaluate their development and the larvae viability. In the fruits where immature viability was detected, two *C. capitata* strains were evaluated regard to the immature development and morphological features of adults, as measurement of the anterior right leg, anterior right wing and thorax. It was also studied the oviposition behavior of *C. capitata* in different fruits treated with cashew apple extract. The results demonstrated that cajarana and juá fruits are not proper to the development of *C. capitata* larvae, in contrast to cashew apple. Wild and Vienna 8 strains developed in cashew apple, demonstrating that *C. capitata* has a potential to

use this fruit as a primary host and to become a cashew apple pest later. However, *C. capitata* females were not able to oviposit in these fruits. When cashew apple extract was sprayed over the surface of fruits traditionally considered host of *C. capitata*, it was noticed a negative influence in the female oviposition of this tephritid.

KEY WORDS: Fruit flies, native fruits, Caatinga biome, semiarid, host selection.

PARÂMETROS BIOECOLÓGICOS DE *Ceratitis capitata* (WIED.) (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)

por

TAYRON SOUSA AMARAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro – 2019

PARÂMETROS BIOECOLÓGICOS DE *Ceratitis capitata* (WIED.) (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)

por

TAYRON SOUSA AMARAL

Comitê de Orientação:

Elton Lucio de Araujo – UFERSA

Ana Elizabete Lopes Ribeiro – UFOB

PARÂMETROS BIOECOLÓGICOS DE *Ceratitis capitata* (WIED.) (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)

por

TAYRON SOUSA AMARAL

Orientador: _____
Elton Lucio de Araujo – UFERSA

Examinadores: _____
José Vargas de Oliveira – UFRPE

Elania Clementino Fernandes – UFERSA

Ewerton Marinho da Costa – UFCG

Vaneska Barbosa Monteiro – BFP/FACEPE

Aos meus pais, José Reinan e Adenilde (*in memoriam*), que são meu exemplo maior de amor, carinho, dedicação e coragem.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, por ter proporcionado a minha formação em nível de doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela oportunidade de realização dos experimentos em suas instalações.

Ao Prof. Dr. Elton Lucio de Araujo, meu orientador, pela confiança depositada e pela orientação dada.

À Prof. Dra. Ana Elizabete Lopes Ribeiro, pela contribuição no desenvolvimento da tese, pelos direcionamentos, experiências compartilhadas, pela amizade e torcida.

Aos Profs. Drs. membros da banca examinadora, pela disponibilidade e pelas contribuições.

Ao Prof. Me. Rodrigo de Souza Bulhões, pela paciência, pela ajuda com as análises estatísticas e pela torcida.

À Dra. Gleidyane Novais Lopes Mielezrski, pelo auxílio no desenvolvimento da tese, pelas ideias compartilhadas, pelo carinho e pela torcida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, por contribuírem para o meu crescimento intelectual e pela oportunidade dada à minha formação profissional, ajudando-me a trilhar novas etapas na vida acadêmica.

Ao Thiago Alves França, pela paciência, por estar sempre presente, acompanhando, torcendo e contribuindo em mais essa conquista. Agradeço ainda pela revisão da tese.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, em especial a Alice, Andrezo, Cristiane, Guilherme, Jasmine e Tamara Leal, pelos conhecimentos compartilhados, pela angústia dividida, pelas risadas e tão bons momentos vividos.

À Dra. Elania Clementino Fernandes, pelas boas conversas, pelas muitas risadas, pelo apoio no desenvolvimento dos experimentos e pela torcida.

Aos amigos de Mossoró, e a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram, torceram e vibraram positivamente por mais essa realização.

Por fim, agradeço a Deus, pela coragem concedida, pelos caminhos que se abrem e pelos pés aptos a trilhar.

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULOS

1	INTRODUÇÃO	1
	Fruticultura no Nordeste.....	1
	Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)	3
	Comportamento sexual e de oviposição/ seleção hospedeira.....	5
	Frutos do semiárido.....	7
	Literatura Citada.....	9
2	POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO DE <i>Ceratitis capitata</i> (WIED.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM FRUTOS NATIVOS DO SEMIÁRIDO	14
	RESUMO	15
	ABSTRACT	16
	INTRODUÇÃO	17
	MATERIAL E MÉTODOS	18
	RESULTADOS.....	22
	DISCUSSÃO.....	29
	LITERATURA CITADA.....	34
3	COMPORTAMENTO SEXUAL E DE OVIPOSIÇÃO DE <i>Ceratitis capitata</i> (WIED.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM FRUTOS DE CAJU (<i>Anacardium occidentale</i> L.).....	50
	RESUMO	51

ABSTRACT	52
INTRODUÇÃO	53
MATERIAL E MÉTODOS	54
RESULTADOS	58
DISCUSSÃO.....	64
LITERATURA CITADA.....	70
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Fruticultura no Nordeste

A produção e qualidade dos frutos são extremamente importantes para o Brasil, que é o terceiro maior produtor mundial de frutas. Sua produção é numericamente inferior apenas em relação à China e à Índia (FAO 2017). Aproximadamente 53% da produção é destinada ao mercado de frutas processadas e 47%, ao mercado de frutas frescas (Santos *et al.* 2013). Entretanto, mesmo com essa posição na produção mundial, apesar da diversidade de biomas, grande extensão territorial, condições climáticas adequadas e fatores que propiciam a produção de frutas de ótima qualidade, o Brasil ainda ocupa o 12º lugar nas exportações de frutas *in natura* (FAO 2017).

Dentre as frutas produzidas no país, a manga (*Mangifera indica* L.), mesmo ocupando a nona posição entre as de maior produção no Brasil, representa um papel de grande importância ocupando o primeiro lugar nas exportações de frutas, apresentando recorde nos embarques, tanto em volume, com cerca de 179 mil toneladas, quanto em receita, de mais de US\$ 205 milhões no ano de 2017 (Beling *et al.* 2018). Essas exportações são, em sua maioria, destinadas aos países da União Europeia (Santos *et al.* 2013). Com esse panorama, no Brasil ocorre o aumento da área plantada, melhoria da qualidade da produção e da tecnologia usada pelo setor, além da maior profissionalização na etapa da comercialização, aumento na geração de renda, empregos e divisas.

Na Região Nordeste, a fruticultura irrigada desponta como um dos principais setores do agronegócio para o sertão e o semiárido, sendo um importante fator econômico, trazendo divisas e empregos. Nessa região, encontram-se diversas áreas que produzem frutas frescas que abastecem

tanto o mercado interno quanto o externo (Selwyn 2010, Bonanno & Cavalcanti 2012). O Nordeste destaca-se, atualmente, como a maior região exportadora de frutas do país (Beling *et al.* 2018). Todavia, a produção ainda se limita a regiões próximas ao litoral, as quais apresentam valores pluviométricos mais elevados, e em polos de irrigação. Como exemplo, em regiões de semiárido no Nordeste, a fruticultura irrigada assume grande importância no cenário socioeconômico, com destaque para os polos frutícolas irrigados instalados em Juazeiro - BA/Petrolina - PE (Vale do São Francisco), Livramento de Nossa Senhora - BA e Mossoró/Assu - RN (Oliveira & Anjos 2008).

O Rio Grande do Norte é o segundo maior estado produtor de frutas tropicais irrigadas do Nordeste, ficando atrás somente da Bahia que possui uma grande extensão territorial. No Rio Grande do Norte destacam-se as culturas do melão (*Cucumis melo* L.), com um relevante papel na exportação, manga, mamão (*Carica papaya* L.) e melancia *Citrullus lanatus* (Thumb) que também vêm se destacando no cenário da fruticultura irrigada, com perspectivas de maior participação nas exportações (Santos *et al.* 2007, AGN 2017). Apesar de pequena, essa produção deve apresentar boa qualidade fitossanitária, pois uma parte dessa produção é destinada ao mercado externo (AGN 2017).

No tocante às limitações da produção, alguns aspectos devem ser levados em consideração e, dentre eles, os problemas fitossanitários (pragas, doenças e plantas daninhas) destacam-se como principais barreiras a serem vencidas pela fruticultura brasileira. Apesar da grande quantidade de frutas tropicais e subtropicais produzidas representar um papel importante no comércio internacional, sua comercialização encontra barreiras quarentenárias devido ao risco de introdução de pragas e doenças nos países importadores (Duarte & Malavasi 2000, Zucchi 2015). Nesse contexto, algumas espécies de *Anastrepha* Schiner (nativas) e *Ceratitis capitata* (Wied.) (exótica)

correspondem, de maneira geral, a um dos maiores entraves para produção e exportação de frutas pelo Brasil (Duarte & Malavasi 2000).

Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)

As moscas-das-frutas são consideradas as principais pragas da fruticultura em todo o mundo em razão dos danos diretos que causam e da rápida capacidade de adaptação quando introduzidas em uma nova região. No Brasil, elas são reconhecidas como pragas de grande importância para a produção e comercialização de frutos *in natura*, principalmente quando o objetivo é o mercado externo (Nascimento *et al.* 1982). Diversas espécies são de importância quarentenária para os países importadores (Zucchi 2000).

Os danos econômicos incluem perdas diretas devido à oviposição e alimentação pelas larvas no interior do fruto com conseqüente apodrecimento, o que impede ou limita a comercialização. Por vezes, apenas o ato de punctura das fêmeas (ato de introduzir o ovipositor no fruto), na avaliação da qualidade do fruto, já representa uma depreciação externa, reduzindo seu valor comercial (Morgante 1991).

No Brasil, as espécies de importância econômica estão distribuídas em quatro gêneros: *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLaey e *Ragoletis* Loew. Os gêneros *Bactrocera* e *Ceratitis* apresentam apenas uma espécie representante, a mosca-da-carambola *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, cuja ocorrência está atualmente restrita aos estados do Amapá, Pará e Roraima, na região do Oiapoque; e a mosca-do-mediterrâneo *C. capitata*, que está amplamente distribuída no país e apresenta atualmente 93 espécies hospedeiras, com representantes em 27 famílias (Morais *et al.* 2016, Brasil 2018, Zucchi & Moraes 2018). *Ragoletis* é representado por quatro espécies de ocorrência esporádica no sul do país, e *Anastrepha* é representado por 121 espécies, possuindo diversos hospedeiros, preferencialmente

as espécies de plantas nativas, principalmente das famílias Anacardiaceae, Myrtaceae, Passifloraceae e Sapotaceae (Zucchi 2000, Zucchi & Moraes 2018).

O gênero *Anastrepha* é originário do continente americano, ocorrendo, sobretudo, na região Neotropical. Esse gênero está estabelecido desde o sul dos Estados Unidos, América Central e América do Sul, com exceção do Chile (Zucchi 2000). São conhecidas 277 espécies desse gênero (Norrbom *et al* 2012). Das 121 espécies registradas no Brasil (Zucchi & Moraes 2018), apenas sete são economicamente importantes, de forma geral, para o país: *Anastrepha fraterculus* (Wied.), *Anastrepha grandis* (Macquart), *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha pseudoparallela* (Loew), *Anastrepha sororcula* Zucchi, *Anastrepha striata* Schiner e *Anastrepha zenildae* Zucchi. Contudo, dependendo da região, hospedeiro e abundância, outras espécies podem ser de importância econômica (Zucchi 2000).

Ceratitis capitata possui origem no continente africano e foi registrada pela primeira vez no território brasileiro no ano de 1901 (Ihering 1901). Atualmente, está amplamente distribuída por todo o país e vem gerado grandes prejuízos à fruticultura. Essa espécie foi registrada no Nordeste no início dos anos 90 e atualmente encontra-se disseminada por toda a região, adaptando-se a diversas espécies vegetais (Araujo *et al.* 2000, Araujo *et al.* 2005).

Além da ação antrópica, o rápido desenvolvimento, conquista de novos territórios e a polifagia (exploram diversos hospedeiros), foram facilitados pela presença de hospedeiros nativos em potencial, os quais tornam-se uma ferramenta para a manutenção das populações quando da ausência de hospedeiros preferenciais (Puzzi & Orlando 1965, Zucchi 2015).

Quanto aos padrões ecológicos e padrões de exploração hospedeira, as moscas-das-frutas podem ser classificadas como univoltinas, caracterizando-se por apresentarem uma única geração anual, normalmente encontradas em áreas temperadas; ou multivoltinas, por apresentarem mais de

uma geração anual, nesse caso são encontradas frequentemente em regiões de clima tropical e subtropical (Bateman 1972).

A permanência e desenvolvimento de populações em campo são resultados da interação de fatores bióticos e abióticos que, em conjunto, influenciam diretamente na dinâmica populacional das moscas-das-frutas. Dentre os fatores bióticos, o principal mecanismo de mortalidade das moscas-das-frutas é resultado da ação de parasitoides que contribuem para a regulação populacional desses insetos (Silveira-Neto *et al.* 1976, Aluja *et al.* 2012).

Fatores abióticos e bióticos podem interferir positiva ou negativamente nas populações de tefritídeos (densidade populacional, disponibilidade de hospedeiros, temperatura e umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica); entre esses, a disponibilidade de hospedeiros exerce muita influência sobre o nível populacional (Celedonio *et al.* 1995). A flutuação populacional eleva-se quando há facilidade para alimentação e oviposição, ocorrendo as maiores infestações. Para a manutenção das populações, a seleção dos hospedeiros representa uma etapa crítica no ciclo de vida, já que essa decisão reflete na sobrevivência e no desenvolvimento das larvas, pois essas apresentam pouca mobilidade, dependendo exclusivamente dos recursos nutritivos dos frutos selecionados pelas fêmeas para a realização da postura, gerando efeitos também na fecundidade e sobrevivência dos adultos (Singer 1986, Renwick 1989, Sugayama & Malavasi 2000).

Comportamento sexual e de oviposição/ seleção hospedeira

Os comportamentos de *C. capitata* para cópula e seleção hospedeira apresentam grande importância para estudos relacionados, sobretudo, à ecologia e interação inseto-planta, visto que são influenciados diretamente pela presença das plantas na área, por meio de sinais químicos e físicos (Bernays & Chapman 1994, Joachim-Bravo *et al.* 2001, Loaiza & Céspedes 2007).

As fêmeas realizam a escolha dos machos para a realização da cópula; estes, por sua vez, disputam a preferência das fêmeas por meio de uma “arena” composta por diversos machos (comportamento de *Lek*), onde o objetivo maior é a atração e disputa pela preferência das fêmeas por meio de sinais sonoros e químicos (Alatalo *et al.* 1992, Whittier *et al.* 1992, Shelly & Whittier 1997). Os *leks* são compostos por até 10 machos que, por meio das glândulas anais eversíveis, realizam a liberação de uma gota de feromônio sexual, e, com movimentos das asas, fazem com que esse composto seja dispersado a fim de atrair as fêmeas, as quais escolherão o parceiro para a cópula (Flath *et al.* 1993, Eberhard 1999, Kaspi *et al.* 2000). A formação dos *leks* geralmente ocorre em folhagens, mas os machos também podem efetuar, sobre os frutos, o processo de atração das fêmeas, com a emissão de sinais sonoros e químicos (feromônio) (Sugayama & Malavasi 2000). A idade e tamanho dos machos refletem diretamente na aceitação para a cópula pelas fêmeas, que preferem, geralmente, machos mais novos e maiores (Silva-Neto *et al.* 2009, 2012).

Após a cópula, as fêmeas iniciam o processo de seleção hospedeira, que consiste em encontrar um hospedeiro onde sua prole seja capaz de se desenvolver satisfatoriamente e gerar adultos capazes de perpetuar a espécie, considerada, assim, como uma etapa crítica para a manutenção das populações (Sugayama & Malavasi 2000). Segundo Janz (2002), o processo de seleção hospedeira pode ser caracterizado por dois momentos: busca e encontro por um hospedeiro em potencial; e avaliação da qualidade do mesmo, o que pode levar à aceitação ou rejeição do fruto para a realização da postura.

A seleção do fruto pode ser um processo demorado para *C. capitata*, visto que, em geral, uma gama de hospedeiros é explorada pelas fêmeas antes da realização da postura (Zucchi 2000). O processo de oviposição, que está diretamente ligado ao comportamento de seleção hospedeira, pode ser dividido em quatro etapas: 1) Chegada ao fruto – fase de busca pelo fruto mais adequado para a realização da postura. Nessa fase, a fêmea utiliza de diversos estímulos visuais, avaliando o fruto

quanto à cor, formato e tamanho; 2) Procura – fase em que a fêmea analisa física e quimicamente o fruto; 3) Punctura – fase em que introduz o ovipositor no fruto, não sendo obrigatória a deposição dos ovos; 4) Arrasto – feita a postura, ela deposita um feromônio de sinalização para que outras fêmeas percebam que o fruto já está infestado (Papaj *et al.* 1992, Bernays & Chapman 1994, Sugayama & Malavasi 2000).

Algumas características dos frutos e planta podem exercer influência na aceitação ou rejeição do hospedeiro pelas fêmeas, tais como: estágio de maturação dos frutos, estágio fenológico da planta e também a produção de compostos voláteis (Szentesi *et al.* 1979). Além desses aspectos, o tamanho, cor, conformação dos frutos e local na planta onde se encontram também servem de estímulos visuais para a localização e avaliação dos frutos (Mcinnis 1898, Azevedo *et al.* 2013).

Frutos do Semiárido

O aumento populacional dos tefritídeos está diretamente relacionado com a presença de hospedeiros na área (Canal *et al.* 1998, Portilla 2002, Araujo & Zucchi 2003). Diversos são os hospedeiros de moscas-das-frutas nativos de regiões de semiárido identificados, tais como o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam), juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.), araçá (*Psidium* spp.), murici (*Byrsonima crassifolia* L.), etc. (Leal *et al.* 2009, Veloso *et al.* 2012, Sá *et al.* 2012).

Dentre os hospedeiros exóticos de *C. capitata* com maior importância para a região Nordeste, destacam-se a manga e o mamão, culturas que vêm ganhando espaço no mercado externo (Zucchi & Moraes 2018). Além dessas culturas, algumas espécies nativas, como a cajarana *Spondias* sp. Forst. e o caju (*Anacardium occidentale* L.), que participam da economia regional, são considerados por alguns autores como hospedeiros alternativos da mosca-do-mediterrâneo (Zucchi & Moraes 2018). O juá, que apesar de não ser muito explorado

economicamente, serve como hospedeiro alternativo para algumas espécies de moscas-das-frutas (Araujo *et al.* 2005).

Dentre esses hospedeiros, o caju é cultura mais importante, sobretudo para a produção de castanha. O Ceará se configura como o maior produtor de castanha de caju do país, seguido pelo Piauí e Rio Grande do Norte, e representa mais de 50% do total produzido (IBGE 2018). Em 2017, a produção de castanha de caju da região Nordeste representou 98% do total produzido no país.

Além da importância econômica, diversos estudos mostram efeitos negativos de compostos presentes em partes do cajueiro, apontando grandes potencialidades da utilização de produtos oriundos desta espécie vegetal para o controle de insetos como *Aedes aegypti* (L.) e *Culex quinquefasciatus* Say (Guissoni *et al.* 2013, Fauziah *et al.* 2014).

Atualmente são descritas mais de 2.000 espécies vegetais que apresentam pelo menos um composto com propriedade de influência sobre os insetos, podendo ser ainda extratos ou compostos isolados de diferentes partes da planta, atuando negativamente sobre o comportamento e desenvolvimento desses artrópodes (Champagne *et al.* 1992, Garcez *et al.* 2013). Estas substâncias podem ser oriundas de dois grupos: a) metabólitos primários – encontradas em todas as células vegetais e são essenciais para o desenvolvimento da planta e suas atividades metabólicas; b) metabólitos secundários - não apresentam função direta nas atividades vitais das plantas e podem ser responsáveis por diversos efeitos negativos no desenvolvimento de insetos. Os mais conhecidos deste grupo são flavonoides, terpenoides, alcaloides, esteroides, taninos, saponinas e rotenoídes (Haviola *et al.* 2007, Procópio *et al.* 2015).

Com relação às moscas-das-frutas, a escolha do hospedeiro se dá a partir da avaliação de diversos aspectos. Por sua vez, algumas características dos frutos e planta podem exercer influência na aceitação ou rejeição do hospedeiro, tais como: estágio de maturação dos frutos,

estágio fenológico da planta e também a produção de compostos voláteis, os quais podem ser originados das mais diversas estruturas vegetais, inclusive os frutos (Szentesi *et al.* 1979).

O conhecimento sobre o comportamento das populações de moscas-das-frutas em campo, seu desenvolvimento, hospedeiros, relações com outras populações e agentes de controle biológico natural, resulta numa ferramenta de extrema importância para o manejo desses insetos, possibilitando, conseqüentemente, uma produção mais lucrativa devido à redução das perdas oriundas da ação dessas pragas.

Assim, a presente pesquisa teve como objetivo estabelecer as relações de desenvolvimento e aspectos biológicos e morfológicos de *C. capitata* em diferentes frutos nativos da região semiárida do Brasil, por meio de avaliações do desenvolvimento de imaturos através de infestação artificial, estimando sua viabilidade e avaliando as condições morfológicas dos adultos. Ainda foram observados o comportamento de oviposição em frutos de caju e a interferência destes frutos nos comportamentos de machos e fêmeas quando comparados com frutos exóticos.

Literatura Citada

- AGN. 2017.** Sedec. Central Do Investidor. Governo Do Estado Do Rio Grande Do Norte. Fruticultura. Disponível em: <<http://www.centraldoinvestidor.rn.gov.br/>> Acesso em 08 de junho de 2018.
- Beling, R.B., C.F. Filter, B.B. Kist, C. Carvalho, M. Treichel, C.E. Santos, G. Jungblut, I. Assmann, S.A.R. Giuliani, M.O. Machado, S.L. Veiga, S. Montano, J. Langbecker, K.C. Filter, K.G. Silva, M.T. Bugs & C. Guimarães. 2018.** Anuário brasileiro da fruticultura. Santa Cruz do Sul, Editora Gazeta, 88p.
- Alatalo, R.V., J. Höglund, A. Lundberg & W.J. Sutherland. 1992.** Evolution of black grouse leks: female preferences benefit males in larger leks. *Behav. Ecol.* 3: 53-59.
- Aluja, M., M. Ordano, L. Guillén, L. & J. Rull. 2012.** Understanding long-term fruit fly (Diptera: Tephritidae) population dynamics: implications for areawide management. *J. Econ. Entomol.* 105: 823-836.

- Araujo, E.L., F.A.M. Lima & R.A. Zucchi. 2000.** Moscas-das-frutas no Estado do Rio Grande do Norte, p. 223-226. In A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.), Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- Araujo, E.L. & R.A. Zucchi. 2003.** Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava* L.), em Mossoró, RN. Arq. Inst. Biol. 70: 73-77.
- Araujo, E.L., M.K.M. Medeiros, V.E. Silva & R.A. Zucchi. 2005.** Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semi-árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. Neotrop. Entomol. 34: 889-894.
- Azevedo, F.R. de, C.A.M. Santos, D.R. Nere, E.S. Moura & R. Azevedo. 2013.** Influência da cor e forma dos frutos artificiais e quadrantes da copa da goiabeira sobre a atração de *Anastrepha* spp. para oviposição. Rev. Cient. Elet. Agron. 23: 34-45.
- Bateman, M.A. 1972.** The ecology of fruit flies. Ann. Rev. Entomol. 17: 493-581.
- Bernays, E.A. & R.F. Chapman. 1994.** Host-plant selection by phytophagous insects. New York, Chapman and Hall, 312p.
- Bonanno, A. & J.S.B. Cavalcanti. 2012.** Globalization, Food Quality and Labor: The Case of Grape Production in North-Eastern Brazil. Int. J. Soc. Agric. Food 19: 37-55.
- Brasil. 2018.** Instrução Normativa N.º 38, de 1 de outubro de 2018. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Seção 1:14. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43461167/do1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-38-de-1-de-outubro-de-2018-43461024>. Acesso em: 10 Mar 2019.
- Canal, N.A.D., C.D. Alvarenga & R.A. Zucchi. 1998.** Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Minas Gerais. Sci. Agric. 55: 15-24.
- Celedonio H., M. Aluja & P. Liedo. 1995.** Adult population of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas, Mexico. Environ. Entomol. 24: 861-869.
- Champagne, D.E., O. Koul, M.B. Isman, G.G.E. Scudder & G.H.N. Towers. 1992.** Biological activity of limonoids from the Rutales. Phytochemistry 31: 377-394.
- Duarte, A. L. & A. Malavasi. 2000.** Tratamentos quarentenários, p. 187-192. In A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.), Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos, 327p.
- Eberhard, W.G. 1999.** Sexual behavior and sexual selection in the medfly, *Ceratitis capitata*, p. 459-489. In M. Aluja & A. Norrbom (eds.), Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. Boca Raton, CRC Press, 490p.
- FAO. 2017.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. Production quantities by country. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso em 10 dezembro de 2017.

- Fauziah, R.S., S. Sudarsono, S. & B. Mulyaningsih. 2014.** Larvicidal activity of the mixture of cashew nut shell liquid (CNSL) and aqueous extract of *Sapindus rarak* DC against larvae of *Culex quinquefasciatus*. Biol. Med. Nat. Prod. Chem. 3: 23-26.
- Flath, R.A., E.B. Jang, D.M. Light, R.T. Mon, L. Carvalho, R.G. Binder & J.O. John. 1993.** Volatile pheromonal emissions from the male Mediterranean fruit fly: effects of fly age and time of day. Jour. Agric. Food. Chem. 41: 830-837.
- Garcez, W.S., F.R. Garcez, L.M.G.E. Silva & U.C. Sarmiento. 2013.** Substâncias de origem vegetal com atividade larvívica contra *Aedes aegypti*. Rev. Virtual Quim. 5: 363-393.
- Guissoni, A.C.P., I.G. Silva, R. Geris, L.C. Cunha & H.H.G. Silva 2013.** Atividade Larvívica de *Anacardium occidentale* como alternativa ao controle de *Aedes aegypti* e sua toxicidade em *Ratus norvegicus*. Rev. Bras. Pl. Med. 15: 363-367.
- Haviola, S., L. Kapari, V. Ossipov, M.J. Rantala, T. Ruuhola & E. Haukioja. 2007.** Foliar phenolics are differently associated with *Epirrita autumnata* growth and immunocompetence. J. Chem. Ecol. 33: 1013–1023.
- Ihering, H. 1901.** Laranjas bichadas. Rev. Agricol. 6: 179-181.
- IBGE. 2018.** Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#download> Acesso em 22 de novembro de 2018.
- Janz, N. 2002.** Evolutionary ecology of oviposition strategies, p. 349–376. In M. Hilker & T. Meiners (eds.), Chemoecology of insect eggs and egg deposition. Berlin, Blackwell, 390p.
- Joachim-Bravo, I.S., A.N. Guimarães & T.C. Magalhães. 2001.** Influência de substâncias atrativas no comportamento alimentar e na preferência de oviposição de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Sitientibus Ser. Ci. Biol., 1: 60-65.
- Kaspi, R., P.W. Taylor & B. Yuval. 2000.** Diet and size influence sexual advertisement and copulatory success of males in Mediterranean fruit fly leks. Ecol Entomol 25: 279-284.
- Leal, M.R, S.A.S. Souza, E.L. Aguiar-Menezes, M.L. Filho & E.B. Menezes. 2009.** Diversidade de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e seus parasitóides nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Ciênc. Rural. 39: 627-634.
- Loaiza, J.C.M. & C.L. Céspedes. 2007.** Compuestos volátiles de plantas. Origen, emission efectos, análisis y aplicaciones. Rev. Fit. Mex. 30: 327-351.
- Mcinnis, D.O. 1989.** Artificial oviposition sphere for Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in field cages. J. Econ. Entomol. 82: 1382-1385.
- Morais EGF, C.R. Jesus-Barros, R. Adaime, A.L. Lima & D. Navia. 2016.** Pragas de expressão quarentenária na Amazônia, p. 521-559. In M.N. Silva, R. Adaime & R.A. Zucchi (eds). Pragas agrícolas e florestais na Amazônia. Embrapa, Brasília, 608p.

- Nascimento, A.S., R.A. Zucchi, J.S. Morgante & A. Malavasi, A. 1982.** Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo Baiano II – Flutuação Populacional. *Pesqu. Agropec. Bras.* 17: 96 -980.
- Norrbom, A.L., C.A. Korytkowski, R.A. Zucchi, K. Uramoto, G.L. Venable, J. McCormick & M.J. Dallwitz. 2012.** *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. Disponível em: <<https://www.delta-intkey.com/anatox/index.htm>> Atualizado em 16 de outubro de 2018. Acesso em 29 de novembro de 2018.
- Oliveira, J.M.C. & Anjos, A.P.A. 2008.** Frutas da Bahia: desempenho e perspectivas. *Bahia Agríc.* 8: 3-11.
- Papaj, D.R., A.L. Averill, R.J. Prokopy & T.T.Y. Wong. 1992.** Host-marking pheromone and use of previously established oviposition sites by the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Insect Behav.* 5: 583-598.
- Portilla, N.E.C. 2002.** A acerola (*Malpighia puniceifolia* L. 1762) como hospedeiro de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo da Bahia. Dissertação de Mestrado, UFBA, Cruz das Almas, 63p.
- Procópio, T.F., K.M. Fernandes, E.V. Pontual, R.M. Ximenes, R.C. Oliveira, S.C. de Santana & T.H. Napoleão. 2015.** *Schinus terebinthifolius* leaf extract causes midgut damage, interfering with survival and development of *Aedes aegypti* larvae. *PLoS ONE* 10: e0126612.
- Puzzi, D. & A. Orlando. 1965.** Estudo sobre a ecologia das “moscas-das-frutas” (Trypetidae) no Estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. *Arq. Inst. Biol.* 32:7-22.
- Sá, R.F., M.A. Castellani, A.E.L. Ribeiro, R. Pérez-Maluf, A.A. Moreira, N.S. Nagamoto & A.S. Nascimento. 2012.** Faunal analysis of the species *Anastrepha* in the fruit growing complex Gavião River, Bahia, Brazil. *B. Insectol.* 65: 37-42.
- Santos, C.E., B.B. Kist, C. Carvalho, E.R. Reetz & M. Drum. 2013.** Anuário brasileiro da fruticultura. Santa Cruz do Sul, Editora Gazeta Santa Cruz, 136 p.
- Santos, J.A.N., M.A. Santos, F.R. Evangelista, M.O. Alves & I.J.B. Pires. 2007.** Fruticultura nordestina: desempenho recente e possibilidades de políticas. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil. 302 p. (Série documentos do ETENE 15).
- Shelly, T.E. & T.S. Whittier. 1997.** Lek behaviour of insects, p. 273-293. In B. Crespi & J.C. Choe (eds.), *The evolution of mating systems in insects and Arachnids*. Cambridge, Cambridge Press, 443p.
- Selwyn, B. 2010.** Globalized horticulture: the formation and global integration of export grape production in north east Brazil. *J. Agr. Change.* 10: 537-563.

- Silva-Neto, A.M., V.S. Dias & I.S. Joachim-Bravo. 2009.** Escolha de parceiro para acasalamento em *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae): influência do envelhecimento dos machos no sucesso de cópula. *Neotrop. Entomol.* 38: 571-577.
- Silva-Neto, A.M., V.S. Dias & I.S. Joachim-Bravo. 2012.** Comportamento reprodutivo de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): efeito do tamanho dos machos sobre o seu sucesso de cópula. *Entomobrasilis* 5: 190-197.
- Silveira-Neto, S., O. Nakano, D. Barbin & N.A. Villa Nova. 1976.** Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba, Ceres. 419p.
- Sugayama, R.L. & A. Malavasi. 2000.** Ecologia Comportamental, p. 103-108. In A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos, 327p.
- Szentesi, A., P.D. Greany & D.L. Chambers. 1979.** Oviposition behavior of laboratory-reared and wild caribbean fruit flies (*Anastrepha suspensa*; Diptera: Tephritidae): I. Selected chemical influences. *Entomol. Exp. Appl.* 26: 227-238.
- Veloso, V.R.S., A.F. Pereira, L.R.S. Rabelo, C.V.D. Caixeta & G.A. Ferreira. 2012.** Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) no Estado de Goiás: ocorrência e distribuição. *Pesqu. Agropec. Trop.* 3: 357-367.
- Whittier, T.S., K.Y. Kaneshiro & L.D. Prescott 1992.** Mating behavior of Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in a natural environment. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 85: 214-218.
- Zucchi, R.A. 2000.** Taxonomia, p. 13-24. In A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos, 327p.
- Zucchi, R.A. 2015.** Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), p. 153-172. In E.F. Vilela & R.A. Zucchi (eds.), *Pragas introduzidas no Brasil – insetos e ácaros*. Piracicaba, Fealq, 908p.
- Zucchi, R.A. & R.C.B. Moraes. 2018.** Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>, atualizado em 17 de setembro de 2018. Acesso em: 29 de novembro de 2018.
- Zucchi, R.A. & R.C.B. Moraes. 2018.** Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/>, atualizado em 17 de setembro de 2018. Acesso em: 29 de novembro de 2018.

CAPÍTULO 2

POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO DE *Ceratitis capitata* (WIED.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM FRUTOS NATIVOS DO SEMIÁRIDO ¹

TAYRON S. AMARAL¹

¹Departamento de Agronomia - Entomologia. Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Recife-PE, 52171-900, Brasil

¹Amaral, T.S. Potencial de desenvolvimento de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em frutos nativos do semiárido. A ser submetido.

RESUMO - Dentre as espécies de moscas-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) é uma das principais pragas de frutíferas, infestando uma grande diversidade de hospedeiros. No entanto, pouco se conhece sobre o seu potencial de infestação e desenvolvimento em frutos nativos do bioma Caatinga, semiárido brasileiro. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de ovos e larvas de *C. capitata* em frutos de caju (*Anacardium occidentale* L.), cajarana (*Spondias* sp.), juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.) e dieta artificial e comparar aspectos biológicos dos imaturos e morfológicos dos adultos de duas linhagens de *C. capitata*, Vienna 8 (V8) e selvagem. As maiores porcentagens de eclosão de larvas foram registradas em frutos de caju (59,3%), seguido por cajarana (34,8%) e juá (21,8%). O percentual de eclosão na dieta artificial foi de 76,7%. As larvas que eclodiram nos frutos de cajarana e juá não conseguiram se desenvolver. Quando as populações de *C. capitata* da linhagem Viena 8 e da linhagem Selvagem, ambas em caju, foram comparadas, constatou-se diferença na proporção da viabilidade de ovos V8 em caju (0,172) e selvagem em caju (0,072). Na linhagem V8 criada em dieta artificial, a proporção foi de 0,480. Os padrões de comprimento de tórax, tibia anterior direita e asa anterior direita para a linhagem V8 criada em frutos de caju são maiores que os da selvagem. Portanto, *C. capitata* desenvolve-se satisfatoriamente em frutos de caju. A linhagem V8 apresenta-se também como a mais adaptada em frutos de caju com maior viabilidade larval e pupal e com adultos morfológicamente mais desenvolvidos que a linhagem selvagem.

PALAVRAS-CHAVE: Moscas-das-frutas, infestação artificial, conformação corporal, frutos do semiárido, *Anacardium occidentale*

DEVELOPMENT OF *Ceratitis capitata* (WIED.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN SEMIARID
NATIVE FRUITS

ABSTRACT – Among fruit flies diversity, *Ceratitis capitata* (Wied.) is one of the main fruit pests, infesting a great diversity of hosts. Despite this fact, there is not much knowledge about its infestation potential in native fruits from Caatinga biome. Therefore, we aimed to evaluate the eggs and larvae development of *C. capitata* in native fruits to compare biological aspects of immature stages and morphological features of adults from two *C. capitata* strains, Vienna 8 (V8) and wild. The highest eclosion percentages were registered in cashew apple (59.3%), followed by cajarana (34.8%) and juá (21.8%). The hatching percentage on artificial diet was 76,7%. Larvae which hatched in cajarana and juá did not develop. When the populations of Vienna 8 and wild *C. capitata*, both in cashew apple, were compared, it was found difference in the variability proportion of eggs from V8 (0.172) and wild (0.072). In V8 strain reared on artificial diet the proportion was 0.480. The patterns of thorax length, right posterior tibia and right anterior wing for the V8 strain reared on cashew apple are higher than those found in the wild strain. Therefore, *C. capitata* properly developed in cashew apple. Furthermore, V8 strain showed to be the most adapted in cashew apple, with higher larval and pupal viability and also with adults morphologically more developed than the wild strain.

KEY WORDS: Fruit flies, induced infestation, morphological parameters, semiarid fruits, *Anacardium occidentale*

Introdução

No Brasil existem dois gêneros importantes de moscas-das-frutas, representadas por *Anastrepha* Schiner e *Ceratitis* MacLaey, caracterizando-se como um dos maiores entraves para produção e exportação de frutas (Zucchi 2000). *Ceratitis capitata* (Wied.) é uma espécie cosmopolita, sendo a única representante do gênero no país, responsável pelos maiores danos, por apresentar uma ampla diversidade de hospedeiros, classificando-se, portanto, como a espécie mais polífaga (Malavasi *et al.* 1980, Nascimento & Carvalho 2000). Além da ação antrópica, o rápido desenvolvimento e conquista de novos territórios foram facilitados pela presença de hospedeiros nativos, os quais tornam-se uma ferramenta para a manutenção das populações quando da ausência do hospedeiro preferencial (Puzzi & Orlando 1965, Zucchi 2015).

As fêmeas realizam a postura no interior dos frutos, onde passam sua fase imatura. O desenvolvimento embrionário de *C. capitata* à temperatura de 25°C é de 48 horas (Morgante 1991, Zucchi 2000). Após a eclosão, as larvas passam a se desenvolver no interior dos frutos, alimentando-se da polpa, tornando-os impróprios tanto o consumo *in natura* e industrialização (Araujo & Zucchi 2003, Portilla 2002). A duração do estágio larval varia de 10 a 17 dias, e o pupal de 9 a 12 dias, de acordo com as condições as quais estão expostos (Morgante 1991, Zucchi 2000).

No Nordeste, diversos são os hospedeiros nativos de moscas-das-frutas registrados, como por exemplo, goiaba (*Psidium guajava* L.), umbu (*Spondias tuberosa* L.), juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.), entre outros (Araujo & Zucchi 2003, Sá *et al.* 2012). Dentre os hospedeiros exóticos de *C. capitata* com maior importância para a região Nordeste, destacam-se a manga (*Mangifera indica* L.) e o mamão (*Carica papaya* L.), que vem ganhando espaço no mercado externo (Zucchi & Moraes 2018). Além desses, os frutos nativos cajarana (*Spondias* sp.) e caju (*Anacardium occidentale* L.), que participam da economia regional, caracterizam-se como potenciais

hospedeiros da mosca-do-mediterrâneo (Zucchi & Moraes 2018). O juá, que apesar de não ser muito explorado economicamente, serve como hospedeiro alternativo para algumas espécies de tefritídeos (Araujo *et al.* 2005).

A adaptação a novos ambientes e hospedeiros pode gerar grandes prejuízos para a região, sobretudo quando o hospedeiro em questão tem importância para a economia local, como é o caso do caju e da cajarana em região do semiárido brasileiro, onde predomina o bioma Caatinga. Para o Ceará, por exemplo, maior produtor de castanha de caju do país, uma possível infestação de *C. capitata* em frutos de caju, acarretaria em sérias perdas.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar, a partir de infestação artificial, a eclosão e desenvolvimento larval de *C. capitata* em frutos nativos da região semiárida e, além disso, comparar aspectos biológicos dos imaturos e morfológicos dos adultos de duas linhagens, Vienna 8 (V8) e Selvagem.

Material e Métodos

Caracterização do Experimento. Os ovos de *C. capitata* da linhagem Vienna 8 foram obtidos a partir de criações mantidas no Laboratório de Entomologia Aplicada, da Universidade Federal do semiárido (UFERSA), onde também foram realizados todos os experimentos. Foram realizadas infestações artificiais de *C. capitata* em frutos de três espécies vegetais nativas da região semiárida: caju, juá e cajarana. Ovos de *C. capitata* foram introduzidos em frutos maduros para avaliação do desenvolvimento larval e conformação morfológica dos adultos.

Criação de *Ceratitis capitata* – Linhagem Vienna 8. A linhagem Vienna 8 é a mesma utilizada em programas de controle de moscas-das-frutas que adotam a Técnica do Inseto Estéril – TIE. A colônia foi mantida segundo a metodologia descrita por Zucoloto (1987). Os de adultos foram mantidos em gaiolas de criação de acrílico com a parte frontal coberta com tecido *voil* para

proporcionar estrutura para a oviposição, e mantida sob condições controladas ($25^{\circ} \pm 2^{\circ}$, 60% UR e fotofase de 12h). Foram alimentados com levedura de cerveja e açúcar refinado na proporção 3:1, além de água, oferecida em um recipiente plástico de 200ml, com um orifício coberto por uma tira pano absorvente. O alimento e água eram oferecidos à vontade.

Os ovos foram obtidos com o auxílio de um pincel, o qual era passado levemente pela superfície do tecido *voil* localizado na parte frontal da gaiola, fazendo com que os ovos caíssem em um recipiente contendo água, colocado previamente na base da gaiola. Parte dos ovos eram transferidos para dieta artificial à base de farelo de trigo, açúcar e levedura de cerveja – esse processo era realizado para a manutenção da colônia. Os ovos utilizados no experimento eram recolhidos e inseridos nos frutos maduros.

Criação de *Ceratitis capitata* – Linhagem Selvagem. Os insetos foram obtidos a partir de coletas de frutos de castanhola (*Terminalia catappa* L.), em diversos pontos da cidade de Mossoró – RN. Esse hospedeiro é comumente utilizado como planta ornamental em centros urbanos. Os frutos foram transportados ao laboratório e acondicionados em bandejas contendo uma camada de vermiculita, simulando as condições de solo, onde permaneceram por aproximadamente 15 dias, até a saída das larvas / obtenção dos pupários. Os frutos foram inspecionados e a vermiculita peneirada para a obtenção de larvas e pupários, os quais foram acondicionados em recipientes plásticos, levados à gaiola de criação e mantidos até o término de seu desenvolvimento e maturação sexual.

A colônia de adultos da população selvagem seguiu o mesmo princípio da linhagem Vienna 8, mantida em gaiolas de criação de acrílico sob condições de temperatura de $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$, umidade relativa de 60% e fotofase de 12h. Os insetos eram alimentados com levedura de cerveja e açúcar refinado na proporção 3:1, e água, oferecida em um recipiente plástico de 200ml, com

um orifício coberto por uma tira de pano esponja. Substituía-se o alimento e a água de acordo com a necessidade.

Para a obtenção dos ovos, diferentemente da linhagem Vienna 8, diariamente era introduzido um fruto de mamão (*Carica papaya* L.) no interior da gaiola, servindo de substrato para a oviposição, visto que a obtenção de ovos por meio da tela das gaiolas é bastante reduzida em uma população selvagem. Depois de 24h, o fruto era substituído e, com o auxílio de um microscópio estereoscópico, estilete e pincel, os ovos eram retirados do interior dos frutos e separados em placas de Petri contendo água para a realização da infestação artificial.

Infestação dos Frutos. Foram utilizados, nas avaliações com as moscas da linhagem Vienna 8, duzentos frutos maduros de cada espécie: caju, juá e cajarana. Para as moscas da linhagem selvagem, foram utilizados cem frutos de caju. A escolha dos frutos deu-se por conta das condições físicas que apresentam, as quais possibilitariam a oviposição em condições naturais. O menor número de repetições com a linhagem selvagem ocorreu devido ao menor tamanho da população. Os frutos foram individualizados em recipientes plásticos, numerados e pesados com o auxílio de uma balança de precisão. Os recipientes foram acondicionados em estantes em ambiente com condições controladas: temperatura ($25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$), umidade (60% UR) e fotofase de 12h.

Para a introdução dos ovos, fez-se um orifício no fruto e, com a ajuda de um pincel, foram introduzidos cinco ovos de *C. capitata* por fruto, com exceção do juá. Nesse caso, foram apenas dois ovos, devido ao pequeno tamanho dos frutos, o que poderia comprometer o desenvolvimento de maiores quantidades de larvas. Após a infestação, o fruto era acondicionado novamente no recipiente plástico, desta vez com uma camada fina de vermiculita, coberto por tecido *voil* e fechado com elástico até a saída da larva.

Diariamente, por um período de seis dias, foram observadas, com o auxílio de um microscópio estereoscópico, a eclosão das larvas e realizadas a contagem das mesmas, sendo registrados a quantidade de larvas eclodidas e o tempo de incubação. Os frutos permaneceram nos recipientes até que as larvas saíssem e procurassem a vermiculita para pupação, assim registrou-se a quantidade de indivíduos que chegaram à essa fase. As pupas eram acondicionadas em placas de Petri, onde permaneciam até a emergência dos adultos. Os adultos obtidos foram contabilizados, sexados e acondicionados em etanol 70% para uma posterior medição.

O tratamento controle foi a dieta artificial utilizada na criação de larvas em laboratório. Foram realizadas duzentas repetições, cada uma contendo 20g da dieta em 200 recipientes de plástico de 50ml, posteriormente os ovos foram introduzidos. A partir daí, seguiu-se a mesma metodologia de avaliação empregada nos frutos infestados.

Características Morfológicas dos Adultos. Foram realizadas medidas de três estruturas: tíbia da perna anterior direita, comprimento da asa anterior direita e comprimento do tórax. Para a realização dessas medidas foram utilizados 25 casais oriundos de imaturos que se desenvolveram nas diferentes dietas: linhagem V8 em caju, linhagem Selvagem em caju e linhagem V8 em dieta artificial.

Todos os indivíduos tiveram seus apêndices retirados com o auxílio de uma pinça, colocados em placas de Petri e levados para observação, medição e obtenção de imagens por meio de câmera digital Leica DMC 2900 acoplada a microscópio estereoscópico Leica CH-9435. O tórax foi medido lateralmente entre a inserção da cabeça e o escutelo. A asa anterior direita foi medida entre a base da nervura Sc até o ápice da R₄₊₅. A tíbia anterior direita foi medida entre as inserções do fêmur e do tarso.

Análise dos Dados. Em princípio, desejou-se avaliar se os tempos de eclosão das larvas são, em média, iguais para todas as populações. Contudo, não foi possível proceder o teste paramétrico de

ANOVA - Análise de Variância porque os dados não eram contínuos (*i.e.*, identificam qual dos seis primeiros dias cada ovo eclodiu). Alternativamente, foi executado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis por duas razões: ele não possui a suposição de que os dados são normalmente distribuídos, bem como não exige que todos os grupos tenham a mesma quantidade de observações. Esse teste admite a hipótese nula de que todas as populações têm a mesma função de distribuição acumulada.

A proporção de viabilidade de ovos foi realizada de acordo com a relação entre o número de ovos e o número de larvas obtidas até o sexto dia. A viabilidade pupal foi determinada pela relação entre o número de adultos emergidos e o número de pupários. A razão sexual (rs) foi obtida por meio do seguinte cálculo: $rs = \text{fêmea}/(\text{fêmea} + \text{macho})$ (Silveira-Neto *et al.* 1976).

Os dados obtidos foram submetidos a um teste de normalidade e foram realizadas análises não paramétricas de Kruskal-Wallis, dada a distribuição dos dados, com confiabilidade de 95%. Utilizou-se o ambiente computacional R Core Team (2013) para o desenvolvimento das análises e o Excel para o desenvolvimento dos gráficos.

Resultados

Desenvolvimento de Ovos e Larvas de *Ceratitis capitata* em Diferentes Hospedeiros. O maior percentual de eclosões (viabilidade) de ovos de *C. capitata* foi observada nos frutos de caju (59,3%), seguido por cajarana (34,8%) e juá (21,7%). A viabilidade dos ovos em dieta artificial foi de 76,7%. Nos frutos de caju e juá a maioria das eclosões ocorreu no terceiro dia com 87% e 55,1%, respectivamente, ambos com registros seguidos pelo quarto (9,1% e 43,6%) dia. Nos frutos de cajarana, o maior nível foi registrado no quarto dia com 39,9% de eclosão, seguido pelos quinto, primeiro e sexto dias (30,4%, 16,3%, 13,2%, respectivamente). Na dieta artificial o ápice

das eclosões ocorreu no segundo dia (37,2%), registrando uma queda nos dias seguintes com 33,5%, 22,8% e 6,3%, respectivamente (Tabela 1).

A duração do período de eclosões foi mais longa (4,41 dias) para os ovos inseridos em frutos de cajarana. Na dieta artificial o período das eclosões foi menor (2,98 dias).

Ao nível de significância de 5%, todos os pares de grupos são oriundos de populações com funções de distribuição acumulada diferentes, ou seja, há diferenças em todos os grupos, independente do meio de criação. Constatou-se poucas sobreposições entre as funções de distribuição acumulada empírica dos grupos (Fig. 1).

Na Tabela 2 consta o total e a proporção de eclosões nos seis primeiros dias após a infestação nos diferentes frutos. Existe diferença entre os substratos cujos intervalos de confiança não se sobrepõem. Assim, as proporções de eclosão diferem entre todos os frutos. A maior proporção de eclosão foi em caju (0,5930), seguido pela cajarana e juá (0,3580 e 0,2175, respectivamente). A proporção de larvas eclodidas em dieta artificial foi de 0,7670.

Verificou-se que nenhuma das larvas eclodidas em frutos de cajarana e juá conseguiu se desenvolver e atingir o estágio de pupa. Analisando a proporção de larvas que conseguiram, nota-se que não há semelhança em nenhum dos grupos com esses registros. As maiores proporções foram registradas em moscas da linhagem Vienna 8 criadas em dieta artificial (0,8852). Quanto a proporção da quantidade de pupas obtidas com relação à quantidade de ovos que foram utilizados para infestar, a menor e a maior proporção associam-se aos mesmos grupos, com valores de 0,116 e 0,679, respectivamente.

Aspectos Biológicos e Morfológicos das Linhagens Vienna 8 e Selvagem de *Ceratitis capitata* em Frutos de Caju

Aspectos biológicos dos imaturos. A linhagem Vienna 8 em frutos de caju apresentou o ápice de eclosão no terceiro dia (87,0%), seguido pelo quarto, quinto e segundo dias (9,1%, 2,7% e 1,2%). Na linhagem Selvagem nos frutos de caju, o maior nível de eclosão registrado foi no segundo dia (71,1%), seguidos pelo terceiro, primeiro e quarto dias (25,7%, 1,9% e 1,3%, respectivamente). Na linhagem Vienna 8 que tiveram os ovos inseridos na dieta artificial, os maiores níveis de eclosão ocorreram no segundo dia (37,3%), registrando uma queda nos dias seguintes (33,5%, 22,8% e 6,4%, respectivamente).

A duração média do período de ovo para a linhagem Vienna 8 em frutos de caju, linhagem selvagem em frutos de caju e a linhagem Vienna 8 na dieta artificial foi de 3,13 dias, 2,26 dias e 2,98 dias, respectivamente. A viabilidade total dos ovos, para a linhagem Vienna 8 em frutos de caju foi de 59,3%, para linhagem selvagem em frutos de caju foi de 63,8% e para a linhagem Vienna 8 na dieta artificial foi de 76,7%.

A viabilidade larval em fruto de caju foi maior para a linhagem Vienna 8 (28,7%), que para a linhagem selvagem (11,3%). A linhagem Vienna 8 criada em dieta artificial apresentou uma viabilidade larval de 62,6%.

A viabilidade pupal para as linhagens Vienna 8 e selvagem em frutos de caju foram de 71,4% e 62,1%, respectivamente. A linhagem Vienna 8 criada em dieta apresentou uma viabilidade pupal de 70,7%.

O ápice da emergência para as moscas da linhagem Vienna 8 criada em caju ocorreu no 20º dia (25,0%). Para linhagem selvagem os maiores índices de emergência foram registrados no 23º e 24º dia, com 27,8% para ambos. Para linhagem Vienna 8 criada em dieta o maior índice de emergência ocorreu no 20º dia com 72,9% das emergências. Observa-se ainda para aquelas

criadas em dieta uma maior uniformidade na emergência dos adultos, que variou entre o 17º e o 21º, enquanto para as moscas dessa mesma linhagem criadas em caju registrou-se emergência entre os 18º e 26º dias.

A proporção de adultos no correspondente intervalo com 95% de confiança com relação à quantidade de pupas obtidas não apresentou diferença. Pontualmente, os frutos de caju infestados com moscas da linhagem selvagem foi o que possuiu a menor fração (0,6206). Contudo, se analisarmos a proporção de ovos que originaram adultos e seu correspondente intervalo com 95% de confiança, nota-se que há diferenças entre os três grupos amostrados. A menor e a maior proporção estão associadas, respectivamente, às moscas da linhagem selvagem criadas em frutos de caju (0,072) e às moscas da linhagem Vienna 8 criadas em dieta (0,480). O mesmo ocorre ao analisarmos a proporção de larvas com relação aos adultos obtidos, com maior valor para as moscas da linhagem Vienna 8 criadas em dieta (0,626), as de mesma linhagem desenvolvidas em caju (0,290) e as selvagens em caju (0,113), sugerindo que o substrato exerce influência negativa no desenvolvimento larval (Tabela 3).

Quando analisado o tempo de chegada à fase adulta, verificou-se que os grupos com menores e maiores tempos diários foram o das moscas da linhagem Vienna 8 criadas em dieta e a linhagem selvagem criada em frutos de caju, apresentando médias de 19,79 e 22,86 dias, respectivamente.

A menor razão sexual encontrada foi em adultos da linhagem Vienna 8 que tiveram seu desenvolvimento em frutos de caju (0,48), seguidos pela população da mesma linhagem criada em dieta artificial (0,51). A maior razão encontrava foi de 0,55 para a população de linhagem selvagem criada em frutos de caju.

Aspectos Morfológicos de Adultos

Medidas do Tórax. A distribuição das medidas do tórax dos adultos apresenta medianas próximas para as duas linhagens desenvolvidas em frutos de caju, sendo mais elevada para a linhagem Vienna 8 criadas em dieta artificial. Contudo, as amplitudes das medidas das moscas criadas em frutos de caju foram as menores (Fig. 2).

A distribuição das medidas do tórax de machos e fêmeas apresentaram resultados próximos. Contudo, as amplitudes dos machos são maiores que as das fêmeas, indicando que o grupo dos machos apresenta maior variabilidade. O coeficiente de variação (C.V.) da distribuição das medidas de tórax das fêmeas (4,7%) é menor que o dos machos (11,1%), indicando homogeneidade, ou seja, a distribuição das medidas do tórax das fêmeas está mais concentrada em torno de sua média.

Para os adultos das duas linhagens criadas em frutos de caju, as medianas das medidas dos tórax das fêmeas são maiores que as dos machos, com valores para machos e fêmeas da linhagem Vienna 8 de 1,675 e 1,742, respectivamente, enquanto que esses valores para a linhagem selvagem são, respectivamente 1,646 e 1,703. Nos adultos que as larvas se desenvolveram na dieta, a mediana das medidas dos tórax dos machos é consideravelmente maior (2,014) que a das fêmeas (1,693). A partir da análise dos intervalos simulados para a mediana com 95% de confiança, não há evidência de que existe diferença estatisticamente significativa de sexo entre as medianas das medidas dos tórax dos machos e fêmeas selvagens (Tabela 4).

Entre os machos, verifica-se proximidade nas medianas das medidas do tórax das observações oriundas dos frutos de caju das duas linhagens, sendo estas duas consideravelmente menores em relação à mediana das medidas do tórax das observações das moscas criadas na dieta. Entre as fêmeas, há acentuada proximidade entre as medianas das medidas dos tórax das observações oriundas das linhagens selvagem criadas em caju e da Vienna 8 criadas em dieta,

sendo ambas só um pouco menores em relação à mediana das medidas do tórax das observações do substrato de caju da linhagem Vienna 8 (Fig. 3). Analisando os intervalos simulados para a mediana com 95% de confiança, não há evidência de que existe diferença entre as medianas das medidas do tórax entre as fêmeas das duas linhagens nos substratos testados, nem entre os machos das duas linhagens oriundos dos substratos de caju (Tabela 4).

Medidas da Asa Anterior Direita. Para as observações de interação com base na análise de medianas das medidas de asa das moscas criadas em caju, as medianas das medidas de asa das fêmeas das linhagens Vienna 8 (3,531) e selvagem (3,464) são maiores que as medianas das medidas de asa dos machos (3,421 e 3,320, respectivamente). Para o substrato de dieta, verifica-se o contrário com medidas dos machos maiores (4,438) que das fêmeas (3,516).

As medidas da asa apresentam medianas próximas para machos e fêmeas. Contudo, a amplitude dos machos é maior que a das fêmeas, com o grupo dos machos apresentando maior dispersão ou variabilidade (Fig. 4).

A partir da análise dos intervalos simulados para a mediana com 95% de confiança, não há evidência de que existe diferença estatisticamente significativa entre as medianas das medidas de asa dos adultos das duas linhagens criados em frutos de caju. Existindo diferença entre todos os grupos estudados e os machos da linhagem Vienna 8 criados em dieta (4,438).

Entre os machos, verifica-se proximidade das medidas de asa das observações oriundas dos substratos de caju (Vienna 8 e selvagem), sendo estas duas consideravelmente menores em relação à mediana das medidas de asa das observações do substrato de dieta. Entre as fêmeas, há acentuada proximidade entre as medianas das medidas de asa das observações da linhagem Vienna 8 oriundas dos substratos de caju e dieta, sendo ambas só um pouco maiores em relação à mediana das medidas de asa das observações do substrato de caju selvagem (Fig. 5). Analisando os intervalos simulados para a mediana com 95% de confiança, não há evidência de que existe

diferença estatisticamente significativa nas medianas das medidas de asa entre os três substratos das fêmeas, nem entre os substratos de caju (Vienna 8 e selvagem) dos machos.

Medidas da Tíbia Anterior Direita. A amplitude das medidas das moscas da linhagem Vienna 8 obtidas em caju são as menores, indicando que este último apresenta menor variabilidade.

Foi possível observar interação entre os fatores de sexo e substrato com base na análise de medianas das medidas de tíbia (Fig. 6). Para a linhagem Vienna 8 nos substratos de dieta e caju, as medianas das medidas de tíbia dos machos (1,092 e 0,836, respectivamente) são maiores que as medianas das fêmeas (0,814 e 0,817, respectivamente); para a linhagem selvagem, os valores para machos e fêmeas são aproximadamente iguais (0,788 e 0,785, respectivamente).

Nos três substratos, as medianas das medidas da tíbia dos machos são maiores que as das fêmeas, sendo essa diferença mais acentuada no substrato de dieta. A partir da análise dos intervalos simulados para a mediana com 95% de confiança apresentados na Tabela 4, não há evidência de que existe diferença de sexo entre as medianas das medidas da tíbia para as duas linhagens criadas em frutos de caju.

Entre os machos, verifica-se proximidade as medianas das medidas da tíbia das observações oriundas das duas linhagens nos substratos de caju, com estas duas consideravelmente menores em relação à mediana das medidas da tíbia das observações do substrato de dieta. Entre as fêmeas, há acentuada proximidade entre as medianas das medidas da tíbia das observações da Vienna 8 oriundas dos substratos de caju e dieta, com ambas um pouco maiores em relação à mediana das medidas da tíbia das observações da linhagem selvagem (Fig. 7). Analisando os intervalos simulados para a mediana com 95% de confiança (Tabela 5), não há evidência de que existe diferença nas medianas das medidas da tíbia das fêmeas entre os três

tratamentos, nem entre as duas linhagens dos machos em frutos de caju. Aos valores para os machos de Vienna 8 criados em dieta artificial diferem dos demais grupos avaliados.

Discussão

Desenvolvimento de Ovos e Larvas de *Ceratitis capitata* em Diferentes Hospedeiros. Durante o processo de infestação do fruto, a primeira barreira a ser transposta pelas moscas-das-frutas (fêmeas) é conseguir perfurar a casca do fruto, no momento da oviposição (Selivon 2000). Caso consiga ovipositar, o desenvolvimento do ovo vai ocorrer dentro do substrato de oviposição, estando sujeito as ações desse substrato. Dessa maneira, o menor percentual de eclosão de larvas de *C. capitata* inseridos na polpa dos frutos de caju, cajarana e juá, em comparação com os ovos inseridos na dieta artificial, possivelmente foi influenciado pelos compostos presentes na polpa destes frutos. Apesar dos ovos possuírem nutrientes próprios para o desenvolvimento embrionário dos insetos, não se descarta a possibilidade do meio externo ao ovo (polpa dos frutos) apresentar substâncias que possam, por exemplo, causar corrosão na estrutura do corion, reduzindo o número de eclosões. Componentes presentes em frutos podem ter ação ovicida, como é o caso do benzil isotiocianato presente em frutos de mamão. Esse composto exerce ação sobre os ovos de moscas-das-frutas e tem sua concentração reduzida à medida que o fruto amadurece (Seo *et al.* 1983).

Além da influência do substrato, a duração do desenvolvimento embrionário depende de fatores abióticos como temperatura. Em condições de temperatura de 25°C o período de incubação de ovos de *C. capitata* dura de 48 a 72h (Morgante 1991, Aluja *et al.* 2012). Porém, nas condições avaliadas, esse fator não pode ser considerado como influenciador nos resultados obtidos, uma vez que todos os tratamentos foram submetidos às mesmas condições de temperatura, umidade e fotoperíodo. Resultados semelhantes aos obtidos na duração do período de incubação em juá foram encontrados por Pacheco (2016) em estudos com quatro variedades de uva, a duração da

fase embrionária variou de dois a quatro dias, com maior concentração de eclosões no terceiro dia de observações, porém, a viabilidade dos ovos variou entre 76 e 85%. A temperatura também exerce influência nos demais estágios de desenvolvimento de imaturos que pode durar 10 e 17 dias, para temperaturas de 28°C e 14°C, respectivamente, enquanto permanecem no estágio de pupa por cerca de 9 e 12 dias, para temperaturas de 28°C e 25°C, respectivamente (Zucchi 2000).

O desenvolvimento larval de moscas-das-frutas depende de aspectos químicos do alimento, como qualidade nutricional da polpa dos frutos e ausência de substâncias tóxicas. Alguns frutos apresentam compostos que podem ser tóxicos a insetos.

O juá, por exemplo, apresenta diversos compostos (Lima 1989), e dentre eles as saponinas, que são originárias do metabolismo secundário das plantas relacionado com o sistema de defesa, atuando sobre fungos, bactérias e insetos (Wina *et al.* 2005; Gusman *et al.* 2008). Em alguns frutos do gênero *Spondia* são conhecidos diversos compostos que possuem ação contra herbívoros em vários frutos, como o umbu (*S. tuberosa*) que apresenta uma variedade de compostos fenólicos de efeito alelopático (Taiz & Zeiger 2004, Lichston & Godoy 2006, Nascimento-Silva 2008).

Dessa forma, a presença de compostos dessa natureza pode ter sido a causa do completo insucesso do desenvolvimento larval de *C. capitata* em frutos de juá e cajarana. No entanto, vale ressaltar que há registros de tefritídeos que conseguiram se adaptar e se desenvolver satisfatoriamente em frutos de juá, como por exemplo, *Anastrepha zenildae* Zucchi (Araujo *et al.* 2005). Além disso, estes mesmos autores constataram infestação ocasional de *C. capitata* em frutos de juá. Em frutos de cajarana, também foram registradas infestações de *A. obliqua*, *A. sororcula* e *A. zenildae* (Araujo *et al.* 2005, Araújo *et al.* 2014).

Apesar de estudos relatarem a presença de algumas substâncias tóxicas para os insetos em frutos de caju, como é o caso dos biflavonóides e lipídios fenólicos (Correia *et al.* 2006), foi possível constatar o desenvolvimento larval de *C. capitata* em caju, demonstrando que este fruto

tem potencial de se tornar um hospedeiro comum de *C. capitata*. No entanto, até o momento poucos levantamentos realizados no Brasil relataram frutos de caju como hospedeiro *C. capitata* (Canal *et al.* 1998, Araujo *et al.* 2005).

Aspectos Biológicos e Morfológicos das Linhagens V8 e Selvagem de *Ceratitis capitata* em Frutos de Caju

Aspectos Biológicos dos Imaturos. Para a viabilidade pupal, os resultados evidenciam que não há diferenças entre as linhagens utilizadas com relação ao substrato criado, ou seja, os diferentes substratos proporcionaram condições para que a larva se desenvolvesse, gerando adultos com a conformação perfeita. Para a linhagem Vienna 8 criada em dieta artificial e em frutos de caju, as viabilidades foram maiores que a da linhagem selvagem criada em caju. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Zanardi e colaboradores (2011) que, avaliando o desenvolvimento de *C. capitata* em macieira, encontraram valores de viabilidade pupal em torno de 70%. No entanto, esses mesmos autores verificaram valores superiores para frutos de caqui (80,76%), uva (82,3%) e pêssago (85,45%). Corrêa e colaboradores (2018) verificaram que a viabilidade pupal em uva da variedade Moscato foi de 50%. Já em avaliações oriundas de coletas de campo de diversos hospedeiros de *C. capitata* no Rio Grande do Norte, nos municípios de Mossoró e Assu, registram que as viabilidades pupais para os frutos de kumquat (*Fortunella japonica*), cajá-manga (*Spondias* sp.), tangerina (*Citrus reticulata*), ciriguela (*Spondias purpurea*) e acerola (*Malpighia emarginata*) atingiram níveis superiores a 60% (Araujo *et al.* 2005).

A duração do completo desenvolvimento de *C. capitata* é um fator que depende tanto das condições climáticas quanto do hospedeiro em que se está desenvolvendo, podendo variar de 17 a 26 dias (Souza-Filho *et al.* 2003). Resultados divergentes aos obtidos no presente trabalho foram observados nos quatro hospedeiros estudados por Zanardi e colaboradores (2011), os quais

variaram de 24, 29, 32 e 35 dias para frutos de pêsego, caqui, uva e maçã, respectivamente, mostrando que o substrato que as larvas se alimentam reflete diretamente no tempo de desenvolvimento. Já em estudos com quatro variedades de uvas, o tempo de desenvolvimento variou entre 21 e 23 dias para todas as variedades analisadas (Pacheco 2016).

Os resultados de razão sexual obtidos no presente trabalho corroboram os registros de valores médios da razão sexual de *C. capitata* observados em frutos de pimenta (*Capsicum annuum*), nêspera (*Eriobotrya japonica*), goiaba (*Psidium littorale*), laranja doce (*Citrus sinensis*), feijoa (*Acca sellowiana*) e pêsego (*Prunus persica*), com 0,49, 0,47, 0,52, 0,49, 0,48, e 0,49, respectivamente (Medeiros *et al.* 2007). Para ensaios com frutos de caqui, uva, pêsego e maçã, a razão sexual média variou entre 0,47 e 0,49 (Zanardi *et al.* 2011). Resultados semelhantes foram encontrados estudos relacionados ao desenvolvimento de *C. capitata* em uva (*Vitis vinifera*) da variedade Moscato, que apresentou razão sexual média de 0,51 (Corrêa *et al.* 2018).

Aspectos Morfológicos de Adultos. O comprimento do corpo dos insetos é um fator que sofre influência de diversos agentes, tanto genéticos como ambientais (temperatura, umidade, nutrição etc.), utilizado, em alguns casos, como um diferencial na escolha do parceiro sexual pelas fêmeas, podendo indicar que tais indivíduos estão em boas condições, vigor e, conseqüentemente, apresentando maior chance de sobrevivência (Anderson 1994, Blay & Yuval 1997, Taylor & Yuval 1999, Nijhout 2003). Porém, não existe um consenso sobre isso, visto que diversos trabalhos apresentam resultados distintos sobre a real preferência de machos maiores e a falta de associação desses aspectos com a seleção do parceiro (Whittier *et al.* 1994, Blay & Yuval 1997, Taylor & Yuval 1999, Shelly & McInnis 2003).

No presente trabalho observou-se o desenvolvimento de *C. capitata* em frutos nativos do semiárido e a variação de medidas de três estruturas corporais dos espécimes obtidos. Para a medida do tórax, observou-se que machos da linhagem Vienna 8 criados em dieta artificial foram

maiores (2,014 mm) que todos os outros espécimes avaliados, independente da linhagem, sexo e substrato onde foram criados. Porém não houve diferenças entre as fêmeas da linhagem Vienna 8 criadas em dieta artificial (1,693 mm) com os demais grupos avaliados. A diferença entre machos (1,675 mm) e fêmeas (1,742 mm) da linhagem Vienna 8 também foi registrada para os espécimes criados em frutos de caju, porém os machos apresentaram o menor tamanho registrado para todos os grupos. Já para a linhagem selvagem, não se registrou diferenças entre machos e fêmeas. Assim como na avaliação do tórax, os machos da linhagem Vienna 8 também apresentaram maior comprimento das asas anteriores, diferindo-se dos demais grupos estudados, independente da linhagem, sexo ou substrato onde foi criado. Os demais grupos não apresentaram diferenças entre si, variando em média de 3,32 mm a 3,531 mm para os machos da linhagem selvagem e as fêmeas da linhagem Vienna 8 criados em frutos de caju. Os machos da linhagem Vienna 8 criados em dieta artificial também apresentaram maior comprimento da tíbia anterior direita, diferindo-se de todos os grupos estudados. Outra diferença foi observada entre machos de Vienna 8 e fêmeas selvagens, 0,836 mm e 0,785 mm, respectivamente, ambos criados em caju. Os demais grupos não diferiram entre si.

Alguns estudos têm mostrado a importância da influência do tamanho corporal dos machos na escolha das fêmeas para a cópula, evidenciando que machos maiores são preferidos pelas fêmeas quando do processo de acasalamento, mostrando ainda que a origem dos machos (criados em laboratório ou selvagens) não exerce influência nessa decisão, tanto para condições de laboratório quanto semi-campo, em avaliações realizadas em gaiolas de campo (Rodríguez *et al.* 2002, Silva-Neto 2009, 2012). Rodrigueiro e colaboradores (2002) demonstraram que o tamanho do tórax em *C. capitata* é um fator diretamente ligado ao sucesso da cópula, mostrando que, quanto maior o comprimento do tórax, os indivíduos possuem maior chance de serem escolhidos pelas fêmeas para a realização da cópula. Observaram ainda que, o comprimento das

asas dos machos não representa por si só um fator de seleção, configurando-se como uma característica associada como efeito colateral ao comprimento do tórax. Comparativamente, os dados obtidos nesse trabalho indicam que os frutos de caju produziram machos da linhagem Vienna 8 com o comprimento do tórax significativamente inferior ao das fêmeas e machos e fêmeas da linhagem selvagem sem diferenças, enquanto que os machos desenvolvidos em dieta artificial apresentaram os maiores comprimentos dessa estrutura, evidenciando que a qualidade do fruto não atende de maneira satisfatória o desenvolvimento corporal de insetos adultos.

No presente estudo, a avaliação do comprimento da tíbia anterior direita evidencia a diferença do tamanho corporal dos insetos estudados, sugerindo que também pode ser um fator de influência, devendo ser avaliado em estudos acerca do comportamento sexual da espécie.

Em conclusão, os resultados obtidos neste trabalho mostram que frutos de caju se configuram como potenciais hospedeiros nativos de *C. capitata*, enquanto que frutos de juá e cajarana não apresentam condições adequadas para o seu desenvolvimento. Ainda machos adultos de Vienna 8 criados em dieta artificial apresentam maiores conformações corporais, com maiores dimensões de tórax, tíbia anterior direita e asa anterior direita que fêmeas criadas no mesmo substrato. Diferenciando-se também de machos e fêmeas das linhagens selvagens e Vienna 8 criadas em frutos de caju.

Literatura Citada

Aluja, M., H. Celedonio-Hurtado, P. Liedo, M. Cabrera, F. Castillo, J. Guillén & E. Rios. 1996. Seasonal population fluctuations and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards in Southern Mexico. *J. Econ. Entomol.* 89: 654-667.

Anderson, M. 1994. *Sexual Selection*, Princeton University Press, Princeton, 624p.

- Araujo, E.L., M.K.M. Medeiros, V.E. Silva & R.A. Zucchi. 2005.** Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semi-árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. *Neotrop. Entomol.* 34: 889-894.
- Araújo, A.A.R., P.R.R. Silva, R.B. Querino, E.P.S. Silva & L.L. Soares. 2014.** Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas às frutíferas nativas de *Spondias* spp. (Anacardiaceae) e *Ximenia americana* L. (Olacaceae) e seus parasitoides no Estado do Piauí, Brasil. *Semina: Ciênc. Agrár.* 35: 1739-1750.
- Blay, S. & B. Yuval. 1997.** Nutritional correlates to reproductive success of male Mediterranean fruit flies. *Anim. Behav.* 54: 59-66.
- Canal, N.A.D., C.D. Alvarenga & R.A. Zucchi. 1998.** Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Minas Gerais. *Sci. Agric.* 55: 15-24.
- Corrêa, S.C., C.L. Wille, H. Hoffer, M.I.C. Boff & C.R. Franco. 2018.** Oviposition preference and biology of fruit flies (Diptera: Tephritidae) on grape vine genotypes. *Rev. Caatinga* 31: 850 – 859.
- Correia, S.J., J.P. David & J.M. David. 2006.** Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. *Quim. Nova* 6: 1287-1300.
- Costa, A.M., F.O. Amorim, C.S. Anjos-Duarte & I.S. Joachim-Bravo. 2011.** Influence of different tropical fruits on biological and behavioral aspects of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera, Tephritidae). *Rev. Bras. Entomol.* 55: 355–360.
- Gusman, G.S., A.H.C. Bittencourt & S. Vestena. 2008.** Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. *Acta Sci.* 30: 119-125.
- Ihering, H. 1901.** Laranjas bichadas. *Ver. Agríc.* 6: 179-181.
- Lichston, J.E. & S.A.P. Godoy. 2006.** Morfologia e teor de cera de folhas de café após aplicação de fungicida. *Pesq. Agropec. Bras.* 41: 919-926.
- Lima, D.A. 1989.** Plantas da caatinga. Rio de Janeiro: Atribuna dos Santos Ltda, 243p.
- Malavasi, A., J.S. Morgante & R.A. Zucchi. 1980.** Biologia de "moscas-das-frutas" (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência. *Rev. Bras. Biol.* 40: 9-16.
- Medeiros, A., L. Oliveira & P. Garcia. 2007.** Suitability as Medfly *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) hosts, of seven fruit species growing on the island of São Miguel, Azores. *Arquipél. Life Mar. Sci.* 24: 33–40.
- Morgante, J.S. 1991.** Moscas-das-frutas (Tephritidae): características biológicas, detecção e controle. Brasília: SENIR. 19p. (Boletim Técnico 2).
- Nascimento, A.S. & R.S. Carvalho. 2000.** Bahia, p. 235-239. In A. Malavasi & R.A. Zucchi, (eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos, 327p.

- Nascimento-Silva, O., L.A. Chinalia & J.G.A. Paiva. 2008.** Caracterização histoquímica dos folíolos de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae Lindl.). *Caatinga* 21: 62-68.
- Nijhout, H. F. 2003.** The control of body size in insects. *Dev. Biol.* 261: 1-9.
- Pacheco, M.G. 2016.** Bioecologia e tratamento quarentenário de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae) com raio X em uvas de mesa do Submédio do Vale do São Francisco. Tese de Doutorado – Esalq / USP, Piracicaba, 150p.
- Portilla, N.E.C. 2002.** A acerola (*Malpighia puniceifolia* L. 1762) como hospedeiro de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo da Bahia. Dissertação de Mestrado, UFBA, Cruz das Almas, 63p.
- Puzzi, D. & A. Orlando. 1965.** Estudo sobre a ecologia das “moscas-das-frutas” (Trypetidae) no Estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. *Arq. Inst. Biol.* 32:7-22.
- R Core Team. 2013.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 15 de set. 2016.
- Rodrigueiro, M.S., J.C. Vilardi, M.T. Vera, J.P. Cayol & E. Rial, 2002.** Morphometric traits and sexual selection in medfly (Diptera: Tephritidae) under field cage conditions. *Florida Entomol.* 85: 143-149.
- Sá, R.F., M.A. Castellani, A.E.L. Ribeiro, R. Pérez-Maluf, A.A. Moreira, N.S. Nagamoto & A.S. Nascimento. 2012.** Faunal analysis of the species *Anastrepha* in the fruit growing complex Gavião River, Bahia, Brazil. *Bull. Insectol.* 65: 37-42.
- Selivon, D. 2000.** Biologia e padrões de especiação, p. 25-28. In A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.), *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos, 327p.
- Seo, S.T., C.S. Tang, S. Sanidad & T.H. Takenaka. 1983.** Hawaiian Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): variation of index of infestation with benzyl isothiocyanate concentration and color of maturing papaya. *J. Econ. Entomol.* 76: 535-538.
- Shelly, T.E. & D.O. McInnis. 2003.** Influence of adult diet on the mating success and survival of male Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) from 2 mass-rearing strains on field-caged host trees. *Fla. Entomol.* 86: 340-344.
- Silva-Neto, A.M., V.S. Dias & I.S. Joachim-Bravo. 2009.** Escolhas de parceiros para acasalamento em *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae): influência do envelhecimento dos machos no sucesso de cópula. *Neotrop. Entomol.* 38, 571–577.
- Silva-Neto, A.M., V.S. Dias & I.S. Joachim-Bravo. 2012.** Comportamento reprodutivo de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): efeito do tamanho dos machos sobre o seu sucesso de cópula. *Entomobrasilis.* v.5, n.3, p. 190-197.

- Silveira-Neto, S., O. Nakano, D. Barbin & N.A. Villa Nova. 1976.** Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba, Ceres, 419p.
- Souza-Filho, M.F., A. Raga & R.A. Zucchi. 2003.** Moscas-das-frutas no estado de São Paulo: ocorrência e dano. Laranja 24: 45-69.
- Taiz, L. & E. Zeiger. 2004.** Fisiologia vegetal. 3ed. Porto Alegre, Artmed. 719p.
- Taylor, P.W. & B. Yuval. 1999.** Postcopulatory sexual selection in Mediterranean fruit flies: vantagens for large and protein-fed males. Anim. Behav. 58: 247-254.
- Whittier, T. S., F.Y. Nam, T.E. Shelly & K.Y. Kaneshiro. 1994.** Male courtship success and female discrimination in the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). J. Insect Behav. 7: 159-170.
- Wina, E.; S. Muetzel & K. Becker. 2005.** The Impact of Saponins or SaponinContaining Plant Materials on Ruminant Production - A Review. Jour. Agric. Food Chem. 53: 8093–8105.
- Zanardi, O.Z., D.E. Nava, M. Botton, A.D. Grützmacher, R. Machota Jr & M. Bisognin. 2011.** Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caquizeiro, macieira, pessegueiro e videira. Pesqu. Agropec. Bras. 46: 682-688.
- Zucchi, R.A. 2000.** Taxonomia, p. 13-24. In A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos, 327p.
- Zucchi, R.A. 2015.** Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), p. 153-172. In E.F. Vilela & R.A. Zucchi (eds.), Pragas Introduzidas no Brasil – Insetos e Ácaros. Piracicaba, Fealq, 908p.
- Zucchi, R.A. & R.C.B. Moraes. 2018.** Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>, atualizado em 17 de setembro de 2018. Acesso em: 29 de novembro de 2018.
- Zucoloto, F.S. 1987.** Feeding habits of *Ceratitis capitata*: Can larvae recognize a nutritional effective diet? J. Insect Physiol. 33: 349–353.

Tabela 1. Total de eclosões de larvas de moscas-das-frutas *Ceratitis capitata* da linhagem Vienna 8 criadas em diferentes substratos, em ambiente com temperatura de $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ e umidade relativa de 60% e fotoperíodo de 12h.

Substrato	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia	Total
Cajarana	0	0	57	139	106	46	348
Caju	0	7	516	54	16	0	593
Juá	0	1	48	38	0	0	87
Dieta	0	286	257	175	49	0	767

Tabela 2. Proporção de eclosões de moscas-das-frutas *Ceratitis capitata* da linhagem Vienna 8 criadas em diferentes substratos, em ambiente com temperatura de $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ e umidade relativa de 60%, e correspondente intervalo com 95% de confiança (I.C. 95%).

Grupo	Eclosões	Ovos	Proporção	I.C. 95% ¹
Cajarana	348	1000	0,3480	(0,3185; 0,3784) ^c
Caju	593	1000	0,5930	(0,5618; 0,6236) ^b
Dieta	767	1000	0,7670	(0,7395; 0,7929) ^a
Juá	87	400	0,2175	(0,1780; 0,2612) ^d

¹Intervalos com 95% de confiança (I.C. 95%) seguidos da mesma letra, na coluna, não apresentam diferença.

Tabela 3. Viabilidade de ovos, larvas e pupas de *Ceratitis capitata* das linhagens Vienna 8 e selvagem criadas em diferentes substratos, em ambiente com temperatura de $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ e umidade relativa de 60%, e correspondente intervalo com 95% de confiança (I.C.95%).

Grupo	Linhagem	Larvas	Ovos	Proporção	I.C. 95% ¹
Caju	Vienna 8	593	1000	0,5930	(0,5618; 0,6236) ^b
Caju	Selvagem	319	500	0,6380	(0,5942; 0,6802) ^b
Dieta	Vienna 8	767	1000	0,7670	(0,7395; 0,7929) ^a
	Linhagem	Adultos	Larvas	Proporção	I.C. 95%
Caju	Vienna 8	172	593	0,290	(0,25380720; 0,3284003) ^b
Caju	Selvagem	36	319	0,113	(0,08030392; 0,15280133) ^c
Dieta	Vienna 8	480	767	0,626	(0,59048520; 0,66017310) ^a
	Linhagem	Adultos	Pupas	Proporção	I.C. 95%
Caju	Vienna 8	172	241	0,713	(0,6521530; 0,7698904) ^a
Caju	Selvagem	36	58	0,620	(0,4837177; 0,7448923) ^a
Dieta	Vienna 8	480	679	0,706	(0,6711014; 0,7409326) ^a
	Linhagem	Adultos	Ovos	Proporção	I.C. 95%
Caju	Vienna 8	172	1000	0,172	(0,14910300; 0,1968461) ^b
Caju	Selvagem	36	500	0,072	(0,05093433; 0,0982874) ^c
Dieta	Vienna 8	480	1000	0,480	(0,44863290; 0,5114851) ^a

¹Intervalos com 95% de confiança (I.C. 95%) seguidos da mesma letra na coluna não apresentam diferença.

Tabela 4. Medianas do tórax de machos e fêmeas de *Ceratitis capitata* das linhagens Vienna 8 e selvagem criados em diferentes substratos, em ambiente com temperatura de $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ e umidade relativa de 60%, e correspondentes intervalos simulados com 95% de confiança (I.C. 95%) pelo método *bootstrap* com 10 mil replicações.

Sexo	Linhagem	Substrato	Mediana	I.C. 95% ¹
Macho	Vienna 8	Caju	1,675	(1,652; 1,702) ^c
Fêmea	Vienna 8	Caju	1,742	(1,724; 1,762) ^b
Macho	Selvagem	Caju	1,646	(1,543; 1,789) ^{bc}
Fêmea	Selvagem	Caju	1,703	(1,636; 1,775) ^{bc}
Macho	Vienna 8	Dieta	2,014	(1,961; 2,096) ^a
Fêmea	Vienna 8	Dieta	1,693	(1,664; 1,724) ^{bc}

¹Intervalos simulados com 95% de confiança (I.C. 95%) seguidos da mesma letra na coluna não apresentam diferença.

Tabela 5. Medianas da tibia anterior direita de machos e fêmeas de *Ceratitis capitata* das linhagens Vienna 8 e selvagem criados em diferentes substratos em ambiente com temperatura de $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ e umidade relativa de 60%, e correspondentes intervalos simulados com 95% de confiança pelo método *bootstrap* com 10 mil replicações.

Sexo	Linhagem	Substrato	Mediana	I.C. 95% ¹
Macho	Vienna 8	Caju	0,836	(0,8180; 0,8551) ^b
Fêmea	Vienna 8	Caju	0,817	(0,7814; 0,8440) ^{bc}
Macho	Selvagem	Caju	0,788	(0,7547; 0,8217) ^{bc}
Fêmea	Selvagem	Caju	0,785	(0,7601; 0,8047) ^c
Macho	Vienna 8	Dieta	1,092	(1,0440; 1,1230) ^a
Fêmea	Vienna 8	Dieta	0,814	(0,7931; 0,8391) ^{bc}

¹Intervalos com 95% de confiança (I.C. 95%) seguidos da mesma letra na coluna não apresentam diferença.

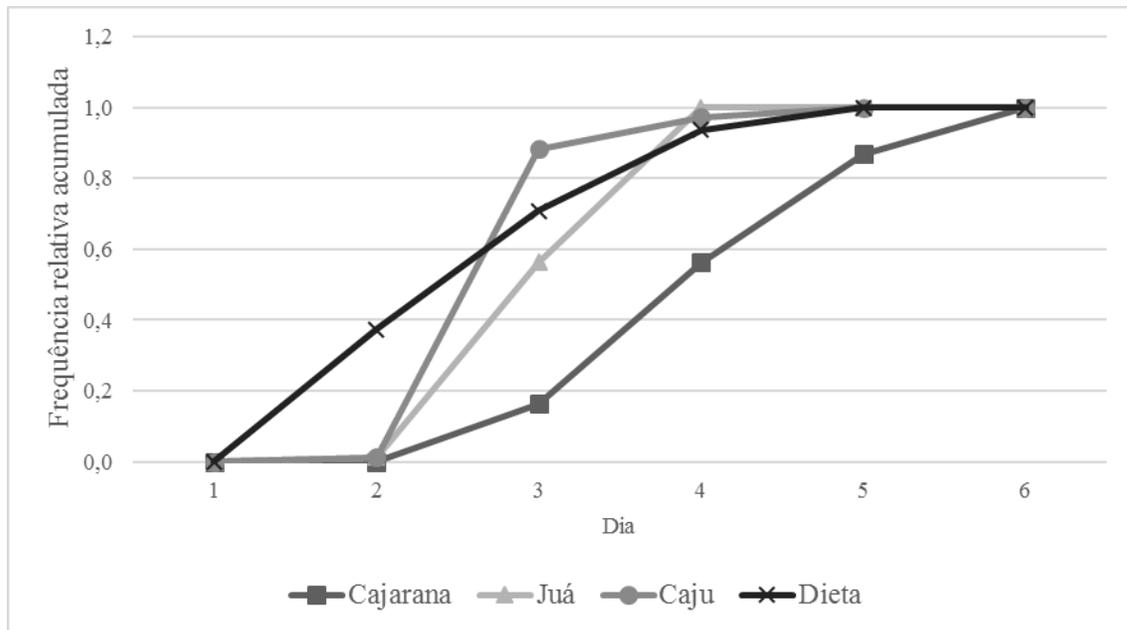


Figura 1. Funções de distribuição acumulada empírica da distribuição dos tempos diários de eclosão de *Ceratitís capitata* das linhagens Vienna 8 criados em diferentes substratos em ambiente com temperatura de 25 ± 2 °C e umidade relativa de 60%.

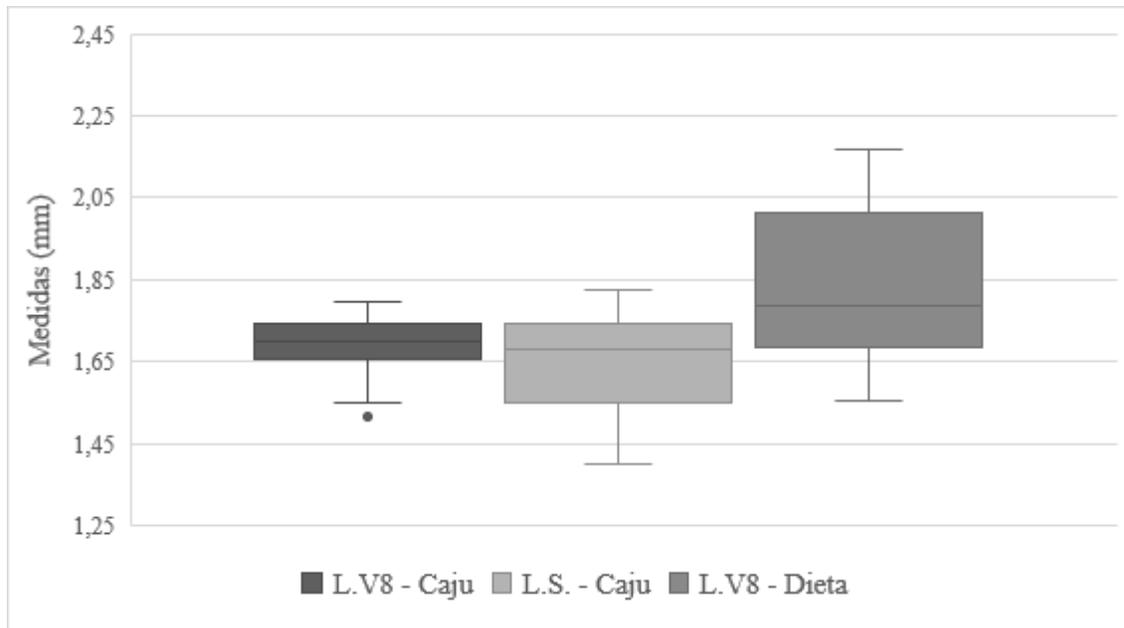


Figura 2. Distribuição das medidas do tórax dos adultos de *Ceratitís capitata* das linhagens Vienna 8 (L. V8) e selvagem (L.S.) criados em diferentes substratos em ambiente com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 60% e fotofase de 12h.

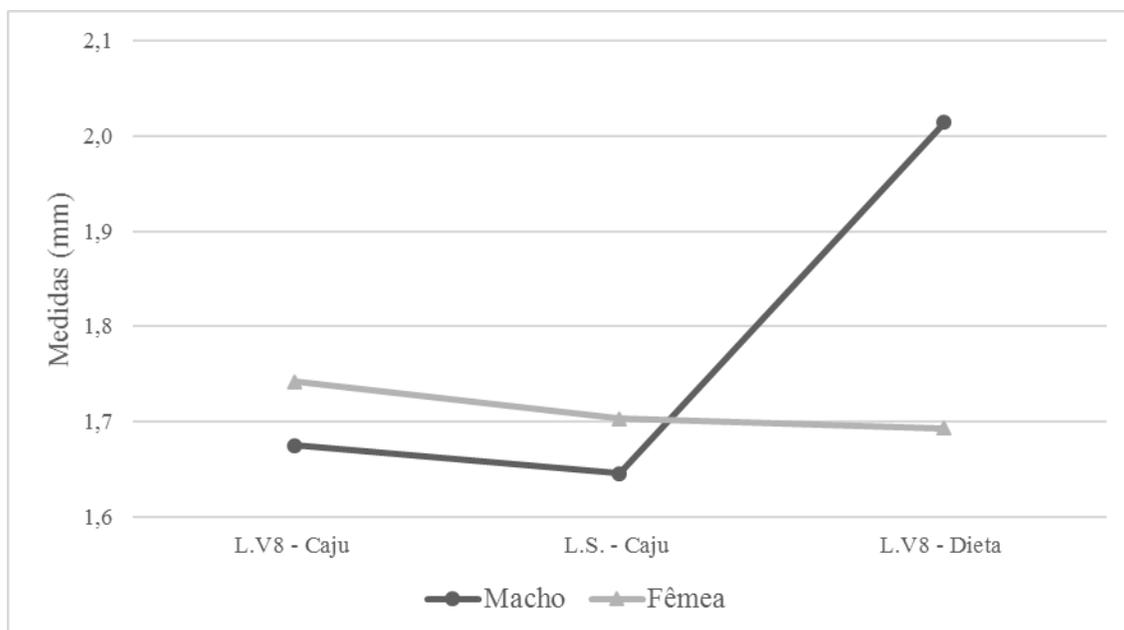


Figura 3. Medidas do tórax de machos e fêmeas de *Ceratitis capitata* das linhagens Vienna 8 (L.V8) e selvagem (L.S.) criados em diferentes substratos em ambiente com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 60% e fotofase de 12h.

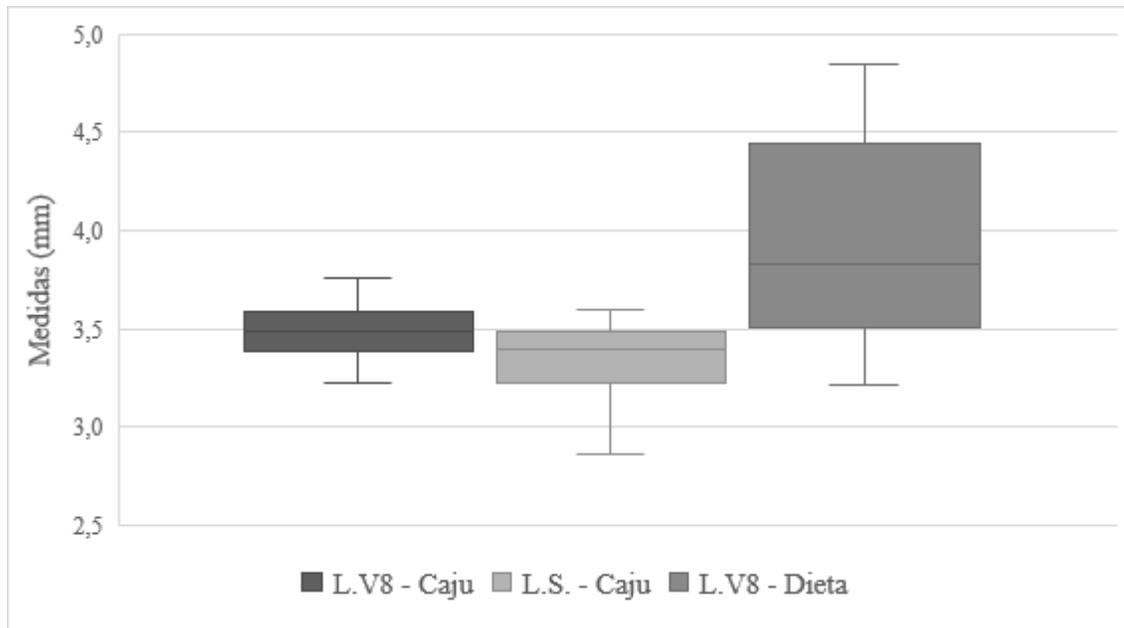


Figura 4. Distribuição das medidas da asa anterior direita dos adultos de *Ceratitidis capitata* das linhagens Vienna 8 (L. V8) e selvagem (L.S.) criados em diferentes substratos em ambiente com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 60% e fotofase de 12h.

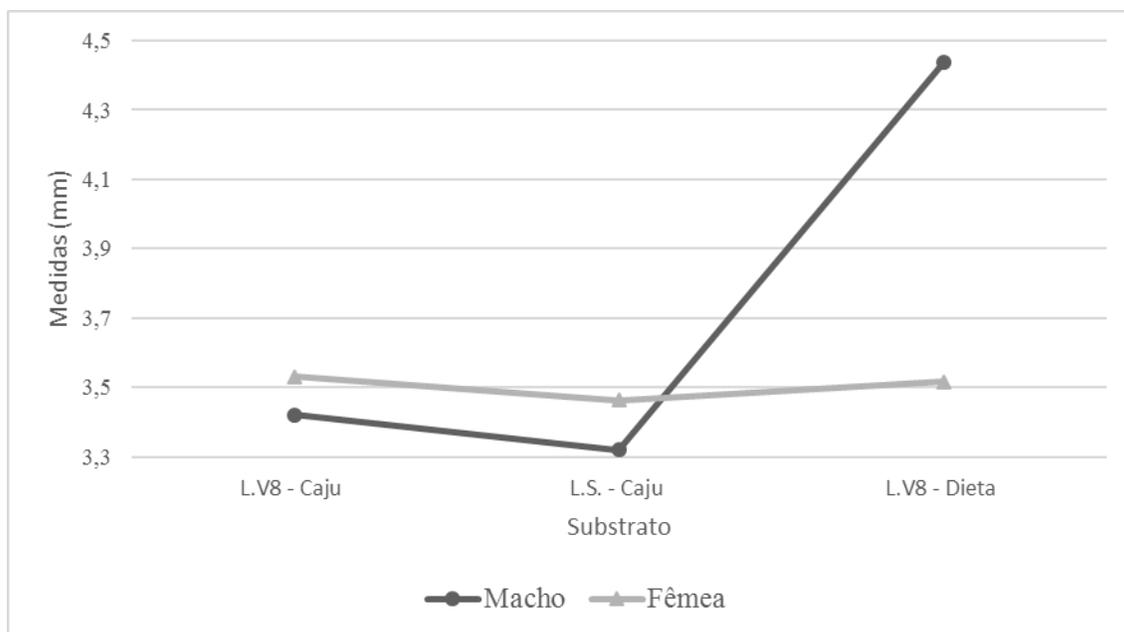


Figura 5. Medidas da asa anterior direita de machos e fêmeas de *Ceratitidis capitata* das linhagens Vienna 8 (L. V8) e selvagem (L.S.) criados em diferentes substratos em ambiente com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 60% e fotofase de 12h.

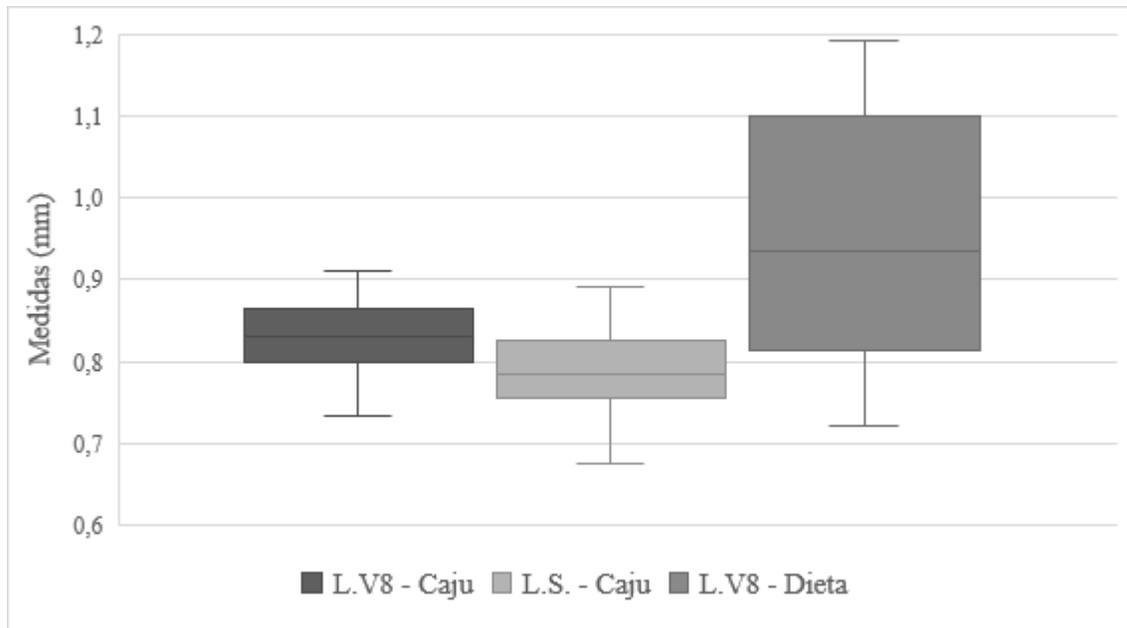


Figura 6. Distribuição das medidas da tíbia anterior direita dos adultos de *Ceratitidis capitata* das linhagens Vienna 8 (L. V8) e selvagem (L.S.) criados em diferentes substratos em ambiente com temperatura de 25 ± 2 °C e umidade relativa de 60% e fotofase de 12h.

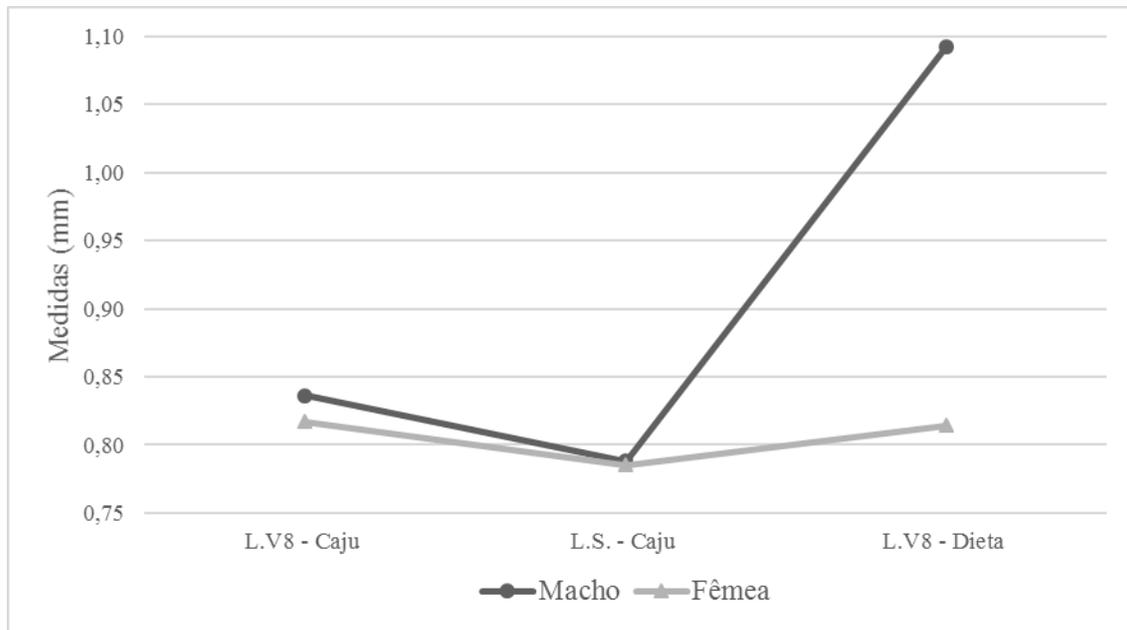


Figura 7. Medidas da tíbia anterior direita de machos e fêmeas de *Ceratitits capitata* das linhagens Vienna 8 (L. V8) e selvagem (L.S.) criados em diferentes substratos em ambiente com temperatura de 25 ± 2 °C e umidade relativa de 60% e fotofase de 12h.

CAPÍTULO 3

COMPORTAMENTO SEXUAL E DE OVIPOSIÇÃO DE *Ceratitis capitata* (WIED.)
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM FRUTOS DE CAJU (*Anacardium occidentale* L.)¹

TAYRON S. AMARAL²

²Departamento de Agronomia - Entomologia. Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Recife-PE, 52171-900, Brasil

²Amaral, T.S. Comportamento sexual e de oviposição de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em frutos de caju (*Anacardium occidentale* L.). A ser submetido.

RESUMO - O comportamento de seleção hospedeira apresenta grande importância para estudos relacionados à interação inseto-planta, configurando-se como uma etapa crítica para a manutenção das populações, já que influencia diretamente no desenvolvimento da prole. Dessa maneira, este trabalho teve como objetivo descrever o comportamento sexual e de oviposição das fêmeas de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em frutos de caju (*Anacardium occidentale* L.), manga (*Mangifera indica* L.) e mamão (*Carica papaya* L.), a partir de ensaios com e sem chance de escolha, utilizando frutos *in natura* e expostos ao extrato de caju. Os resultados mostram que dos 5.654 padrões comportamentais registrados, para machos e fêmeas nos testes com frutos de mamão, manga, caju, mamão borrifado e manga borrifada, 3.719 foram atividades exercidas pelos machos e 1.935, exercidas pelas fêmeas. Para as fêmeas, a atividade de caminhamento sobre os frutos de caju diferiu entre os turnos da manhã e tarde ($4,3 \pm 2,58$ e $1,5 \pm 1,22$). A oviposição em frutos de manga (11,16) diferiu de todos os outros tratamentos, exceto o mamão (6,83), porém a quantidade de adultos obtidos foi maior em frutos de mamão (97) que em manga (49), reduzindo nos tratamentos de mamão (48) e manga (24) expostos ao extrato. Existem diferenças no total de adultos obtidos por tratamento, indicando que o extrato de caju reduz a oviposição e desenvolvimento nos tratamentos de mamão e manga.

PALAVRAS-CHAVE: Moscas-das-frutas, seleção hospedeira, frutos do semiárido, *Anacardium occidentale*

SEXUAL AND OVIPOSITION BEHAVIOR OF *Ceratitis capitata* (WIED.) (DIPTERA:
TEPHRITIDAE) IN CASHEW APPLE (*Anacardium occidentale* L.)

ABSTRACT – The host selection behavior is essential to studies of plant-insect interaction, considered as a critical step to populations maintenance since it directly influences the offspring development. This work describes the sexual and oviposition behavior of *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) females in cashew apple (*Anacardium occidentale* L.), mango (*Mangifera indica* L.) and papaya fruits (*Carica papaya* L.), by choice and no-choice assays with *in natura* fruits and exposed to cashew apple extract. The results showed that from 5.645 behavioral patterns registered, for males and females in the tests with papaya, mango, cashew apple, sprayed papaya extract and sprayed mango extract, 3.719 were activities displayed by the males and 1.935 displayed by the females. To the females, the walking activity on the cashew apple differed between the morning and afternoon shift (4.3 + 2.58 and 1.5 + 1.22). The oviposition in mango fruits (11.16) differed from all the other treatments, except from papaya (6.38). However, the quantity of obtained adults was higher in papaya fruits (97) than in mango fruits (49), reducing on the papaya (48) and mango (24) treatments exposed to the extract. There are differences in the total number of obtained adults by treatment, showing that the cashew extract reduces the total in papaya and mango treatments.

KEY WORDS: Fruit flies, host selection, semiarid fruits, *Anacardium occidentale*

Introdução

Os comportamentos de machos e fêmeas para cópula e seleção hospedeira apresentam grande importância para estudos relacionados sobretudo à interação inseto-plantas, visto que são influenciados diretamente pela presença das plantas na área, por meio de sinais químicos e físicos (Bernays & Chapman 1994, Joachim-Bravo *et al.* 2001, Loaiza & Céspedes 2007).

Dentre as estratégias de comportamento sexual de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae), a formação de *Lek* é a forma mais comum utilizada pelos machos para a atração das fêmeas. Nesse fenômeno, os machos reúnem-se, em geral, fora dos sítios de oviposição e exercem o comportamento de atração das fêmeas por meio de sinais sonoros e químicos (emissão de feromônio). Porém, esses processos também podem ocorrer sobre os frutos (Sugayama & Malavasi 2000).

A seleção do fruto hospedeiro, por sua vez, é realizada pelas fêmeas e consiste numa etapa crítica para a manutenção das populações, influenciando diretamente no desenvolvimento da prole (Singer 1986, Renwick 1989, Sugayama *et al.* 1998). Em geral, uma gama de hospedeiros é avaliada pelas fêmeas de *C. capitata* antes da realização da postura (Zucchi 2000). O comportamento de oviposição pode ser dividido em quatro etapas: 1) Chegada ao fruto – fase de busca pelo fruto mais adequado para a realização da postura, utilizando estímulos visuais, avaliando o fruto quanto à cor, formato e tamanho; 2) Procura – analisa física e quimicamente o fruto; 3) Punctura – fase em que introduz o ovipositor no fruto, não sendo obrigatória a deposição dos ovos; 4) Arrasto – feita a postura, ela deposita um feromônio de sinalização para que outras fêmeas percebam que o fruto já está infestado (Sugayama & Malavasi 2000). A escolha do hospedeiro se dá a partir da avaliação de diversos aspectos, já que algumas características dos frutos e planta podem exercer influência na aceitação ou rejeição do hospedeiro, tais como: estágio de maturação dos frutos, estágio fenológico da planta e também a produção de compostos voláteis

(Szentesi *et al.* 1979). Além desses, fatores como tamanho, cor, conformação dos frutos e local na planta onde se encontra atuam também como estímulos visuais para a localização e avaliação dos frutos, favorecendo a escolha daqueles mais adequados para a realização da oviposição (McCinnis 1898, Azevedo *et al.* 2013).

Diversos compostos produzidos pelas plantas podem exercer influência negativa em insetos. Alguns estudos relatam a atividade larvicida de compostos da castanha do caju (*Anacardium occidentale* L.) em dípteros (Tripathy *et al.* 2011, Fauziah *et al.* 2014).

Os registros de *C. capitata* infetando frutos de caju em condições de campo são escassos, sobretudo quando se trata de regiões semiáridas. A presença de componentes alelopáticos, com ação negativa sobre adultos e larvas, pode influenciar na baixa coleta de frutos infestados por *C. capitata* em campo.

Diante disso, faz-se necessária a realização de estudos acerca da aceitação dos pseudofrutos de caju para a realização das posturas de *C. capitata*, a partir da hipótese de que existe uma influência negativa exercida pelos frutos que faz com que as fêmeas deem preferência a outros hospedeiros. Com isso, este trabalho teve como objetivo verificar o comportamento sexual e de oviposição de fêmeas de *C. capitata* em frutos de caju e a interferência destes frutos nos comportamentos dos machos, a partir de ensaios com e sem chance de escolha.

Material e Métodos

Caracterização do Experimento. Foram realizados testes com casais de moscas-das-frutas (*Ceratitis capitata*) com idade entre 10 e 12 dias, correspondente ao ápice de maturação sexual, para avaliar o comportamento de machos e fêmeas a partir de exames visuais ao longo de 12 horas em testes com e sem chance de escolha do hospedeiro para oviposição. Foram utilizados frutos

maduros de três espécies vegetais: caju da variedade anão-precoce; manga (*Mangifera indica* L.) variedade Tommy; e mamão (*Carica papaya* L.) variedade Hawaií.

As moscas utilizadas nos experimentos foram obtidas da criação mantida no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA), onde também foram realizados todos os experimentos.

Criação de *Ceratitis capitata*. A linhagem utilizada foi a Vienna 8, sendo a colônia mantida segundo a metodologia descrita por Zucoloto (1987). Os de adultos foram mantidos em gaiolas de criação de acrílico com a parte frontal coberta com tecido *voil* para proporcionar estrutura para a oviposição, e mantida sob condições controladas ($25^{\circ} \pm 2^{\circ}$, 60% UR, fotofase de 12h). Foram alimentados com levedura de cerveja e açúcar refinado na proporção 3:1, além de água, oferecida em um recipiente plástico de 200ml, com um orifício coberto por uma tira de pano esponja. Substituía-se o alimento e a água de acordo com a necessidade.

A obtenção dos ovos foi realizada com o auxílio de um pincel, que era passado levemente pela superfície do tecido *voil* localizado na parte frontal da gaiola, fazendo com que os ovos caíssem em um recipiente contendo água, colocado previamente na base da gaiola. Após o recolhimento, os ovos eram colocados, até a obtenção dos pupários, em dieta larval à base de farelo de trigo, açúcar e levedura de cerveja – processo realizado para a manutenção da colônia.

Para a realização dos ensaios, pupários foram separados em gaiolas pequenas onde se esperava a emergência dos adultos, retirando o recipiente com os pupários e colocando-o em outra gaiola vazia 24h depois da primeira emergência, a fim de ter o controle da idade dos adultos, os experimentos foram realizados com casais de 10 a 12 dias de idade, os quais já teriam atingido a idade de maturação sexual.

Testes Sem e Com Chance de Escolha de Hospedeiro. Foram realizados testes com frutos de caju, mamão e manga sem nenhum tipo de tratamento e testes com frutos de mamão e manga

borrifados com o extrato de caju. Os ensaios foram realizados em gaiolas de acrílico de dimensões de altura, largura e profundidade de 60cm.

Para os ensaios com os frutos borrifados, antes da introdução dos mesmos nas gaiolas, realizou-se a extração do suco de frutos de caju, espremendo-os e acondicionando o extrato em recipientes plásticos de 500ml. Posteriormente, com o auxílio de um borrifador, borrifou-se cerca de 2ml de extrato sobre os frutos de manga e mamão, de modo que todo o fruto fosse coberto. A partir daí, esperou-se cerca de 30 minutos para secar e só então foi realizada a introdução dos frutos nas gaiolas.

Os testes com chance de escolha foram compostos por dois tratamentos, caracterizados pelo oferecimento numa mesma gaiola de frutos de mamão e caju; e manga e caju.

No interior de cada gaiola, foram oferecidos alimento (dieta), água (garrafa plástica de 250 ml com fita absorvente Spontex®) e ofertados cinco frutos. Foram também liberados três casais de *C. capitata* por fruto, correspondendo a 15 casais por gaiola. Os casais eram separados 24h antes da realização do experimento.

Após a aclimação dos casais nas gaiolas, foram realizadas observações a cada 30 minutos, durante 12h, totalizando 24 observações por repetição. Cada observação durou três minutos. As primeiras observações foram realizadas às 6h:30, finalizando às 18h. Os ensaios foram realizados em ambiente com temperatura controlada, com $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$, umidade relativa de 60% e fotofase de 12h.

Todas as atividades dos machos e fêmeas foram contabilizadas e registradas. Foram observadas as principais atividades: alimentação, hidratação, atração (para os machos), corte, cópula, caminamento sobre o fruto e oviposição (para as fêmeas). Considerou-se como atividade de alimentação/hidratação aquelas que apresentavam a probóscide repetidamente tocando o alimento ou água. Para atração, consideraram-se os machos que estavam realizando a emissão da

gotícula de feromônio; e, como corte, o momento de interação entre machos e fêmeas, no qual há a escolha de parceiro para a realização da cópula. As moscas que apresentavam o comportamento de caminhar sobre a superfície da gaiola sem interação com outros indivíduos ou de inatividade foram registradas como ócio/descanso.

Após o último registro de observação, os frutos foram retirados das gaiolas, acondicionados em recipientes plásticos contendo uma fina camada de vermiculita extrafina para simular as condições de solo, onde se aguardou o desenvolvimento larval. Após 12 dias, a vermiculita foi peneirada e os frutos vasculhados para a obtenção dos pupários e de larvas tardias. Posteriormente, esperou-se a emergência dos adultos, os quais foram contabilizados.

Análise dos Dados. Realizou-se análise descritiva com base nas observações. Posteriormente, analisou-se os padrões comportamentais individuais para cada tratamento estudado, dividindo-os por turno. O turno da manhã compreendeu as atividades observadas nos primeiros horários, das 6h30 às 12h, enquanto o turno da tarde englobou aquelas observadas durante o período de 13h30 às 18h. Inicialmente, observou-se o intervalo de confiança das médias por turno, observando o *P* valor. Posteriormente, foi realizado o teste T de comparação de médias, discriminando quais atividades/tratamento tiveram diferença entre os turnos da manhã e tarde.

Para as avaliações de comparação das médias dos padrões comportamentais entre os tratamentos foi utilizado, inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk, o qual testa a hipótese global de que todas as médias foram iguais. Confirmando a normalidade dos dados, aplicou-se o teste de F de Análise de Variância (ANOVA), realizando o teste de comparação global de médias. Posteriormente, aplicou-se o teste Tukey para a realização das comparações múltiplas. Para os resultados que não apresentaram normalidade nos dados, realizou-se o teste de Kruskal-Wallis, que compara se as funções de distribuição são as mesmas para todos os tratamentos testados. Para

esses casos, aplicou-se o teste de Dunn com correção de Bonferroni para a realização das comparações múltiplas.

Nas comparações dos adultos obtidos por tratamento, foi realizado o teste de Qui-quadrado, avaliando se as frequências dos dados são iguais. Rejeitando-se a hipótese, foram realizadas comparações múltiplas aos pares de colunas.

Para todas as análises, foi adotado o nível de confiabilidade de 95%, utilizando o ambiente computacional R Core Team (2013) para o desenvolvimento das análises, enquanto os gráficos foram desenvolvidos em Excel.

Resultados

Caminhamento sobre a parede da gaiola/inatividade (descanso) foram as atividades que apresentaram, para todos os tratamentos, com e sem chance de escolha, valores muito mais elevados que os demais, por isso, optou-se por não utilizá-lo nas análises realizadas.

Testes Sem Chance de Escolha. Foram registrados um total de 5.654 atividades para machos e fêmeas nos testes com frutos de mamão, manga, caju, mamão borrifado e manga borrifada com extrato de caju. Desse total, 3.719 foram exercidas pelos machos e 1.935 exercidas pelas fêmeas. O tratamento que apresentou maior quantidade de atividade foi o da manga (1.388), com 868 registros para machos e 520 para fêmeas, seguidos pelos tratamentos de caju (1.297 – machos: 836; fêmeas: 461), mamão (1.206 – machos: 741; fêmeas: 465), manga borrifada (899 – machos: 647; fêmeas: 252) e mamão borrifado (864 – machos: 627; fêmeas: 237). Para todos os tratamentos, houve redução das atividades durante as primeiras horas do período da tarde, apresentando uma ascensão a partir das 15h. Esta variação foi maior para os machos (Figura 1) que para as fêmeas (Fig. 2).

Para os machos, o padrão de comportamento mais frequente foi o de atração, representando mais de 50% das atividades diárias exercidas por esse grupo. Esse comportamento era normalmente exercido na parte superior da gaiola. Já para as fêmeas, a atividade mais frequente foi a de corte com cerca de 30%, com exceção do tratamento com frutos de mamão, que teve maior registro com o caminhar sobre os frutos (30,11%) (Tabela 1). A atividade de menor frequência para os machos dos tratamentos com caju, manga e mamão foi de caminhar sobre os frutos com 3,11%, 2,19%, 4,32%, respectivamente. Já para os frutos de manga e mamão que tiveram extrato de caju borrifado sobre sua superfície, apresentaram o comportamento de alimentação como o de menor frequência, com 1,75% para o mamão borrifado e 2% para a manga borrifada. Para as fêmeas, as menores frequências foram de 7,5% e 8,17% para a atividade de hidratação em frutos de manga e mamão, respectivamente. Para os frutos borrifados com extrato de caju, a menor frequência observada foi de oviposição, com 3,38% e 3,57% das atividades registradas para esse grupo em frutos de mamão e manga, respectivamente. Para as fêmeas do tratamento com frutos de caju, o caminhar sobre os frutos foi o menos frequente, com 7,59% das observações. Nesse tratamento, não se registrou padrão de oviposição.

Desejou-se, portanto, avaliar se os padrões comportamentais para cada tratamento teriam diferença entre os turnos ao nível de 95% de significância. Nota-se que, para o tratamento com frutos de caju, para as fêmeas, houve diferença nas médias entre os turnos de manhã e tarde, respectivamente, nos comportamentos de hidratação ($7,3 \pm 1,6$ e $4,0 \pm 2,53$), corte ($22,0 \pm 6,6$ e $7,3 \pm 2,34$) e caminhar sobre o fruto ($4,3 \pm 2,58$ e $1,5 \pm 1,22$). Para os machos desse tratamento, houve diferença entre os turnos da manhã e tarde para os padrões comportamentais de atração ($57,7 \pm 15,3$ e $18,2 \pm 4,92$) e corte ($26,8 \pm 8,16$ e $9,7 \pm 3,14$). Para todos os casos, os maiores valores de atividade registrados são para o turno da manhã (Tabela 2).

No tratamento com frutos de mamão, houve diferença, para as fêmeas, apenas no padrão de corte, com médias para os turnos matutino e vespertino de, respectivamente, $11 \pm 1,1$ e $6,5 \pm 2,35$, enquanto que, para os machos, a diferença entre os turnos existiu para os padrões de atração ($55 \pm 6,0$ e $27,8 \pm 5,5$) e corte ($11,7 \pm 1,97$ e $6,7 \pm 2,66$). Já para o tratamento com frutos de mamão borrifados com o extrato do caju, os padrões que não se comportaram de forma equivalente para as fêmeas foram corte ($11 \pm 5,25$ e $3,8 \pm 3,19$) e cópula ($4,8 \pm 1,6$ e $2,3 \pm 2,07$), com valores médios para os turnos matutino e vespertino, respectivamente. Para os machos, além da cópula, três foram os padrões com diferença entre os turnos: alimentação ($1,7 \pm 1,25$ e $0,2 \pm 0,41$), atração ($48,5 \pm 11,2$ e $21,5 \pm 5,17$), e corte ($13 \pm 5,14$ e $4,5 \pm 3,62$).

Para o tratamento com frutos de manga, existiu diferença, para as fêmeas, entre os turnos para os comportamentos de corte ($24,7 \pm 3,72$ e $4,5 \pm 1,05$) e cópula ($6,3 \pm 2,73$ e $3,3 \pm 2,58$). Para os machos, além da cópula, obteve-se significância entre os turnos para os padrões de atração ($65,7 \pm 6,28$ e $18,2 \pm 4,36$), corte ($28,8 \pm 5,08$ e $5,2 \pm 1,47$) e caminhar sobre os frutos ($2,3 \pm 1,37$ e $0,8 \pm 0,75$). Já para os tratamentos utilizando frutos de manga borrifados com extrato de caju, notou-se diferença, entre os turnos para os padrões de cópula, com médias nos turnos matutino e vespertino de, respectivamente, $3,3 \pm 0,82$ e $1,3 \pm 1,75$. Os machos apresentaram ainda diferença com relação a padrões de atração ($52,7 \pm 13,11$ e $20,3 \pm 5,47$) e corte ($12,5 \pm 3,15$ e $7,8 \pm 2,32$).

Para as fêmeas, o padrão de alimentação foi maior em caju ($16,83 \pm 5,74$); houve diferença entre esse grupo e os padrões em mamão e manga borrifados com extrato de caju ($6,50 \pm 4,54$ e $7,83 \pm 1,60$, respectivamente), não encontrando diferença entre as outras interações (Tabela 3).

Para o padrão de hidratação, foi observada diferença entre o tratamento com caju ($11,33 \pm 3,20$) e os demais tratamentos. Estes, entre si, não apresentaram significância ao nível de 95% de confiabilidade. Resultado semelhante deu-se com os padrões de corte com o caju ($29,33 \pm 4,67$),

diferindo-se dos demais, os quais não apresentaram diferença entre si. Já o comportamento de cópula teve diferença entre o tratamento com e a manga borrifada ($4,66 \pm 1,36$) e os tratamentos com manga ($9,66 \pm 4,41$) e caju ($13,50 \pm 7,34$). Os tratamentos com mamão e mamão borrifado não apresentaram diferença entre os demais. Por sua vez, para o fator de caminhamento sobre o fruto o tratamento com o mamão ($23,33 \pm 8,26$), apresentou diferença entre os tratamentos de caju ($5,83 \pm 3,37$), mamão borrifado ($7,50 \pm 3,44$) e manga borrifada ($6,00 \pm 3,34$), não diferindo-se do tratamento com manga ($16,66 \pm 7,39$). Os demais tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si.

Para o padrão comportamental de oviposição, o tratamento com manga ($11,16 \pm 3,71$) diferiu de todos os outros tratamentos, exceto o mamão ($6,83 \pm 3,12$). Este diferiu apenas do caju, onde não foi observada oviposição. O mamão borrifado ($1,33 \pm 1,63$) diferiu entre os tratamentos de caju e manga, enquanto que a manga borrifada ($1,50 \pm 1,64$) diferiu somente da manga *in natura*, não apresentando, portanto, diferença significativa entre os outros tratamentos.

Para os machos, o padrão de alimentação no tratamento com o caju ($6,83 \pm 2,85$) diferiu dos padrões de mamão borrifado ($1,83 \pm 1,47$) e manga borrifada ($2,16 \pm 2,40$). Os tratamentos de mamão ($5,5 \pm 2,42$) e manga ($10,00 \pm 3,89$) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Já para o padrão comportamental de hidratação, nota-se que o não houve diferença significativa entre nenhum dos tratamentos, ocorrendo o mesmo para os padrões de atração e caminhamento sobre os frutos. Para a atividade de corte, os tratamentos com caju ($36,50 \pm 5,95$) e manga ($34,0 \pm 6,38$) apenas não diferiram entre si, diferindo-se, portanto, os dois, dos demais tratamentos. E para os padrões dos tratamentos com mamão ($18,33 \pm 3,26$), mamão borrifado ($17,50 \pm 6,47$) e manga borrifada ($20,33 \pm 3,38$) também não se verificou diferença entre si. O padrão de cópula apresenta as mesmas diferenças observadas para o grupo das fêmeas, visto que esta atividade é realizada pelo casal.

Quanto ao desenvolvimento de moscas nos frutos testados, obteve-se o total de 218 adultos, com maior quantidade em frutos de mamão (97), seguidos pelos tratamentos com manga (49), mamão borrifado (48) e manga borrifada (24). Nenhum adulto foi obtido nos tratamentos com frutos de caju. Após a realização da comparação dos totais de adultos por tratamento, observa-se que o tratamento com frutos de mamão diferiu dos demais. O tratamento com frutos de manga não diferiu do mamão borrifado, apresentando diferença significativa, além do mamão, entre a manga borrifada. O mamão borrifado apresentou diferença, além do mamão, entre a manga borrifada (Tabela 4).

Testes Com Chance de Escolha. Foram registrados 4406 padrões comportamentais para os tratamentos de mamão x caju (2318) e manga x caju (2088). Os machos tiveram, para todos as repetições, maiores atividades, totalizando 1437 registros para o tratamento de mamão x caju, e 1352 para o tratamento de manga x caju, enquanto as fêmeas, apresentaram valores de 881 e 736, respectivamente. Para os machos, o padrão de atração (emissão de feromônio) foi a atividade mais abundante, representando 59,83% do total de atividades no tratamento com manga x caju, e 58,52% para mamão x caju, seguidos, em ambos os casos, pelas atividades de corte (18,86% e 17,39%, respectivamente). A atividade de caminhamento sobre os frutos exóticos (mamão e manga) foi a terceira atividade comportamental mais exercida para os dois casos, representando 9,95% do total de atividades em testes com o mamão e 5,99% para os testes com manga. Para as fêmeas, o padrão de caminhamento sobre os frutos exóticos teve a maior abundância, representando 43,24% e 33,01% do total de atividades registradas para os testes com mamão e manga, respectivamente, seguidos pelos comportamentos de corte (25,08% e 27,17%) e alimentação (9,64% e 13,99%). Em nenhum dos casos foi observado o comportamento de oviposição em frutos de caju, enquanto que, para os outros frutos, para essa atividade, registrou-se 4,76% em mamão e 2,98% em manga.

Pela Tabela 5 é possível perceber que, para os testes realizados com chance de escolha entre mamão e caju, para oviposição, houve diferença entre os turnos da manhã e tarde nos padrões de corte ($26,5 \pm 5,89$ e $10,33 \pm 1,37$) e caminhamento sobre os frutos de caju ($22,2 \pm 7,03$ e $41,33 \pm 9,65$). Nesse tratamento, não se registrou o padrão de oviposição em frutos de caju. Para os machos, houve diferença entre os turnos para os padrões de atração ($97,3 \pm 8,12$ e $42,8 \pm 8,30$), corte ($30,0 \pm 6,13$ e $11,7 \pm 2,34$) e caminhamento sobre os frutos de mamão ($17,2 \pm 6,43$ e $6,7 \pm 3,14$). Já para os testes utilizando frutos de manga e caju, houve diferença para as fêmeas entre os turnos para os padrões de hidratação ($4,3 \pm 1,03$ e $6,8 \pm 1,72$), corte ($22,3 \pm 7,03$ e $11 \pm 4,15$) e cópula ($5,7 \pm 2,16$ e $2,50 \pm 2,17$). Para os machos, além da cópula, registrou-se diferença para os comportamentos de atração ($96,2 \pm 13,33$ e $38,7 \pm 5,68$) e corte ($28,3 \pm 7,69$ e $14,2 \pm 5,08$).

Nas avaliações das fêmeas a partir das interações entre os grupos, não foram observadas diferenças significativas para o nível de 95% de confiança para as atividades de alimentação, hidratação, corte, cópula, caminhamento sobre o caju e oviposição no mamão ou manga (Tabela 6). Para esse último padrão comportamental, o resultado do teste indica que não existe diferença estatisticamente significativa entre as médias (permanece sem a significância estatística, rodando alternativamente o teste *F* de Análise de Variância, embora os níveis descritivos de ambos os procedimentos tenham chegado perto, porém superiormente, ao nível de significância de 5% adotado nas demais análises das fêmeas nos tratamentos com chance de escolha de mamão e caju, e manga e caju. O único padrão comportamental que apresentou diferença para as fêmeas foi o de caminhamento sobre os frutos de mamão ($63,5 \pm 9,95$) e manga ($40,5 \pm 7,00$). Para os machos, os padrões comportamentais tiveram os mesmos resultados que as fêmeas, apresentando diferença significativa apenas para a atividade de caminhamento sobre o mamão ($23,83 \pm 5,52$) e manga ($13,50 \pm 4,54$).

Foram obtidos, para os dois tratamentos com chance de escolha, 196 adultos. Os tratamentos que apresentaram maior número de adultos foram os de mamão e caju (110) e o tratamento com manga e caju (86). Para o total de adultos desses dois grupos, não se registrou diferença ao nível de 95% de confiabilidade, com valor de $P = 0,08648$.

Discussão

Os padrões comportamentais das moscas-das-frutas vêm sendo estudados com o propósito de auxiliar o controle dessas pragas, uma vez que expressam o perfil diário para as atividades exercidas, ou seja, retratam os horários em que exercem determinadas atividades e em quais condições são exercidas, fazem com que o controle seja efetuado de forma mais eficiente e racional (Aluja *et al.* 2000). Esses comportamentos dependem de fatores bióticos e abióticos, como a presença de inimigos naturais, densidade populacional, temperatura, umidade e disponibilidade hospedeira, atuando também na regulação populacional (Silveira-Neto *et al.* 1976, Celedonio *et al.* 1995, Aluja *et al.* 2012).

Neste estudo, foi observado que machos e fêmeas apresentaram atividades mais frequentes nos primeiros horários e no final da tarde, oscilando durante as 12 horas de claro avaliadas. Os registros de descanso/inatividade foram mais frequentes para as fêmeas que para os machos, porém, em todos os tratamentos, este fenômeno representou a maior parcela observada para os dois sexos, com grande diferença entre os demais comportamentos observados, não sendo utilizados para as análises. Esse padrão foi percebido por Hendrichs & Hendrichs (1990) em estudos em pomares de maçã e figo, diferindo entre o sexo e o local de ocorrência (fruto para fêmeas e folhas para os machos). A atividade pode ser atribuída como uma resposta a algum estímulo, por isso as fêmeas tendem inicialmente a permanecerem em inatividade até a percepção dos estímulos emitidos pelos machos ou pelos frutos.

Os machos, em todos os tratamentos nos testes com e sem chance de escolha, apresentaram a atividade de atração como principal, representando mais da metade das atividades diárias exercidas por esse grupo. O padrão de corte foi a segunda atividade mais exercida. O comportamento sexual dos machos pode ser dividido entre a fase de atração (atividade de chamada, ocorrendo a liberação do feromônio e vibração das asas) e corte (atividade de interação entre machos e fêmeas, decisiva para a escolha do parceiro). Na primeira fase, observou-se a formação de grupos, em sua maioria na parte superior da gaiola, emitindo a gotícula de feromônio muito próximos – fenômeno conhecido como *Lek*, que corresponde à junção de três ou mais machos exercendo essa atividade em uma determinada área (Aluja & Brike 1993). O comportamento adotado como corte no presente trabalho consistia na realização de movimentos com a cabeça, por vezes havendo toques entre as cabeças, e, em alguns casos, havendo mais de um macho exercendo esse padrão com a mesma fêmea. Esse comportamento vem sendo observado/estudado em diversas espécies de *Anastrepha*, tais como *A. suspensa* (Loew) e *A. zenildae* (Zucchi) (Burk & Webb 1983, Headrick & Goeden 1994, Almeida *et al.* 2013).

Foi percebido, no presente estudo, que a atividade de atração dos machos ocorre preferencialmente no início da manhã, apresentando uma redução nos horários seguintes, voltando a aumentar no final da tarde, diferindo entre os turnos para todos os tratamentos avaliados. Resultados semelhantes, com a mesma espécie de moscas-das-frutas, foram encontrados em condições de ambiente natural, apresentando dois picos ao longo do dia: um pico maior pela manhã e outro no final da tarde (Hendrichs & Hendrichs 1990, Whittier *et al.* 1992). O mesmo fenômeno é registrado para *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) que, em condições de semicampo, apresentou maior atividade entre 07h e 11h, enquanto que os machos de *A. obliqua* preferencialmente exercem entre às 13h e 19h (Malavasi 1984). Em estudos posteriores, Henning & Mاتيoli (2006) evidenciaram a maior frequência da atividade sexual de *A. obliqua* no período

da tarde, com a hora compreendida entre às 15h30 e 16h30 como horário preferencial de corte e cópula. Também é conhecido o padrão comportamental diurno para *A. zenildae* (Almeida *et al.* 2008).

Para as fêmeas dos testes sem chance de escolha, a principal atividade foi a de corte, seguida do caminhamento sobre frutos nos tratamentos com mamão e manga *in natura* e mamão borrifado com extrato de caju e da atividade de alimentação para os tratamentos com caju e manga borrifada. O padrão de caminhamento sobre o fruto está ligado à avaliação de suas qualidades pelas fêmeas, as quais podem realizar puncturas para avaliar as condições dos frutos, podendo ou não realizar a postura (Papaj *et al.* 1992, Bernays & Chapman 1994, Sugayama & Malavasi 2000). Nota-se uma redução das atividades das fêmeas nos tratamentos com frutos borrifados, sugerindo um efeito negativo sobre a ação de caminhamento e oviposição, mostrando que os frutos de mamão e manga *in natura* apresentaram maior aceitabilidade pelas fêmeas. Já para os tratamentos com chance de escolha, a principal atividade foi de caminhamento sobre os frutos exóticos (manga e mamão), seguidos pela atividade de corte.

De maneira geral, insetos que apresentam hábito alimentar fitófago com uma gama de hospedeiros, possuem vantagens adaptativas, tendo alguns hospedeiros considerados como primários ou preferenciais, os quais apresentam melhores condições para o desenvolvimento da prole; no entanto, na ausência destes hospedeiros, outros são explorados, também chamados de secundários (Fitt 1986). A atividade de oviposição está diretamente ligada à disponibilidade desses hospedeiros na área em questão e também do tipo de hospedeiro (primário ou secundário).

Percebeu-se a preferência das fêmeas pelos frutos exóticos testados (mamão e manga) *in natura*. Os resultados do presente estudo evidenciam o caju como hospedeiro não preferencial de *C. capitata*, uma vez que, mesmo tendo registros de desenvolvimento nesse fruto em campo (normalmente com poucos espécimes coletados), as fêmeas evitam ovipositar quando expostas

somente em condições com esse fruto, e, quando expostas em condições de chance de escolha, preferiram os hospedeiros exóticos (Canal *et al.* 1998, Pirovani *et al.* 2010).

Para a oviposição, notou-se preferência por frutos de manga e mamão *in natura*, seguidos pelos tratamentos com os mesmos frutos expostos ao extrato de caju, sugerindo que essa exposição reduziu a atratividade dos frutos. Não foram observadas oviposições em frutos de caju. A hierarquia de preferência de *C. capitata* por hospedeiros foi observada em duas populações distintas, apresentando, entre os frutos testados, o mamão como hospedeiro preferencial, seguidos dos frutos de manga, laranja e maçã (Joachim-Bravo & Silva-Neto 2004).

A atividade de arrasto não foi constatada nos momentos observados no presente estudo, porém, a ocorrência desse fenômeno está diretamente ligada à oviposição (Sugayama & Malavasi 2000). Em condições naturais, foram observados dois picos de oviposição de *C. capitata*: o pico menor registrado nas primeiras horas da manhã (20%) e o segundo pico, no final da tarde (71%) (Hendrichs & Hendrichs 1990).

Para a realização da oviposição, é preciso que algumas barreiras sejam transpostas. A espessura da casca dos frutos é uma barreira física, configurando-se como um fator limitante e podendo ser uma das características primárias na avaliação dos frutos pelas fêmeas, sobretudo devido ao tamanho do ovipositor, que pode não ter o tamanho suficiente para transpor essa barreira, tornando o fruto não adequado para a postura (Jones & Kim 1994, Hickel 2002). Os frutos estudados no presente trabalho (mamão, manga e caju) não apresentavam cascas espessas, de modo que esse fator não pode ser considerado como influenciador dos resultados obtidos. Entre os três, a manga é o que apresenta a maior espessura, no entanto, foi observado, para este fruto (sem o tratamento com o extrato de caju), os maiores níveis de oviposição ($11,16 \pm 3,71$), mostrando que esse fator não exerce influência nos resultados apresentados. Todavia, a preferência de frutos exóticos por *C. capitata* é relatada, enquanto que espécies de *Anastrepha*

têm preferência por frutos nativos, mostrando adaptações coevolutivas entre essas espécies e seus hospedeiros (Malavasi & Morgante 1980). Em testes com frutos tropicais, utilizando a mesma linhagem de *C. capitata* do presente trabalho, foi percebida preferência por oviposição em frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.), graviola (*Annona muricata* L.) e acerola (*Malpighia glabra* L.), seguidas por carambola (*Averrhoa carambola* L.), maçã Malay (*Syzygium malaccensis* L.), caju e cajá amarelo (*Spondias mombin* L.). O comportamento de oviposição foi atribuído por meio de uma preferência associada com o valor nutricional da fruta, fornecendo condições ótimas para o desenvolvimento da prole (Costa *et al.* 2011).

Em estudos avaliando os compostos presentes no caju, percebe-se uma grande quantidade de etanol, visto que esse fruto sofre fermentação muito rapidamente. Entretanto ao serem testados atrativos à base de frutos em campo, não foram encontradas diferenças na atratividade entre os atrativos de caju, proteína hidrolisada, manga e mamão para os dois primeiros dias testados, apresentando diferenças entre a proteína e todos os outros à base de frutas no sétimo dia de exposição (Garruti *et al.* 2006, Medeiros 2009).

O comportamento de arrasto está relacionado com a liberação de feromônios que as fêmeas utilizam para sinalizar que o fruto está infestado, fazendo com que outras fêmeas busquem outros hospedeiros para realizarem sua postura (Sugayama & Malavasi 2000). Esse comportamento é observado em diversos estudos com várias espécies de tefritídeos, estando intimamente relacionado ao tamanho do fruto e também à competição intra ou interespecífica de larvas (Papaj *et al.* 1992, Papaj 1993). É evidenciada, em diversos trabalhos, a relação entre a quantidade de descendentes e o tamanho do fruto ou densidade hospedeira local (*e.g.* Pilson & Rausher 1988, Lemasurier 1994, Fox *et al.* 1996).

Os adultos obtidos no presente estudo mostram que os frutos de mamão foram os que mais tiveram desenvolvimento larval, seguido pelos frutos de manga, mamão borrifado e manga

borrifada. Se analisarmos o efeito do extrato de caju sobre os frutos, nota-se diferença estatística para os adultos obtidos entre frutos de mamão e mamão borrifados e manga e manga borrifadas. Dos frutos de caju, não foram registradas emergências. Estes resultados sugerem que o caju não representa um hospedeiro com características adequadas para as fêmeas, e que o extrato borrifado sobre os frutos exóticos que são seus hospedeiros preferenciais exerce uma influência negativa para o comportamento de oviposição, reduzindo sua frequência quando comparados com frutos *in natura*. Em testes envolvendo o efeito de oito frutos tropicais na biologia e comportamento de *C. capitata*, foi observado que frutos de goiaba, carambola e graviola apresentaram os melhores desempenhos dos parâmetros biológicos avaliados, com o ciclo variando de 14 a 18 dias, enquanto que frutos de caju e acerola apresentaram desenvolvimento regular com ciclo 19 a 20 dias (Costa *et al.* 2011).

Em conclusão, os resultados obtidos sugerem que frutos de caju não são atrativos para as fêmeas de *C. capitata*, com nenhum registro de oviposição e desenvolvimento nas condições testadas. Os machos exercem o padrão de atração preferencialmente nas primeiras horas do dia, o qual não é influenciado pelo fruto disponível, porém a corte, aqui tratada como o momento de interação entre machos e fêmeas onde há a escolha do parceiro para a cópula, difere entre os turnos matutino e vespertino e também entre os tratamentos com diferentes frutos. Frutos de mamão apresentaram maior número de descendentes. O extrato de caju, quando borrifado sobre frutos que são hospedeiros preferenciais das fêmeas (mamão e manga), reduz a frequência do total de atividades, ocorrendo menos oviposições e, por consequência, dando origem a menos adultos que os frutos *in natura*.

Literatura Citada

- Almeida, L.M., L.L. Rocha, M.L. Souza, N.H.D. Mendes & J.M.G.A. Souza. 2013.** Escolha de parceiros sexuais em *Anastrepha zenildae* (Zucchi, 1979, Diptera: Tephritidae): papel dos caracteres morfológicos. *Biotemas* 26: 113-120.
- Aluja, M., M. Ordano, L. Guillén, L. & J. Rull. 2012.** Understanding long-term fruit fly (Diptera: Tephritidae) population dynamics: implications for areawide management. *J. Econ. Entomol.* 105: 823-836.
- Aluja, M. & A. Brike. 1993.** Habitat use by *Anastrepha obliqua* flies (Diptera: Tephritidae) in a mixed mango and tropical plum orchard. *An. Entomol. Soc. Am.* 86: 799-812.
- Azevedo, F.R. de, C.A.M. Santos, D.R. Nere, E.S. Moura & R. Azevedo. 2013.** Influência da cor e forma dos frutos artificiais e quadrantes da copa da goiabeira sobre a atração de *Anastrepha* spp. para oviposição. *Rev. Cient. Elet. Agro.* 23: 34-45.
- Bernays, E.A. & R.F. Chapman. 1994.** Host-plant Selection by Phytophagous Insects. New York, Chapman and Hall, 312p.
- Burk, T. & C. Webb. 1983.** Effect of male size on calling propensity, song parameters, and mating success in Caribbean fruit flies, *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76: 678-682.
- Canal, N.A.D., C.D. Alvarenga & R.A. Zucchi. 1998.** Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Minas Gerais. *Sci. Agric.* 55: 15-24.
- Celedonio H., M. Aluja & P. Liedo. 1995.** Adult population of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas, Mexico. *Environ. Entomol.* 24: 861-869.
- Costa, A.M., F.O. Amorim, C.S. Anjos-Duarte & I.S. Joachim-Bravo. 2011.** Influence of different tropical fruits on biological and behavioral aspects of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera, Tephritidae). *Rev. Bras. Entomol.* 55: 355-360.
- Fauziah, R.S., S. Sudarsono, S. & B. Mulyaningsih. 2014.** Larvicidal activity of the mixture of cashew nut shell liquid (CNSL) and aqueous extract of *Sapindus rarak* DC against larvae of *Culex quinquefasciatus*. *Biol. Med. Nat. Prod. Chem.* 3: 23-26.
- Fitt, G.P. 1986.** The influence of a shortage of host on the specificity of oviposition behavior in species of *Dacus* (Diptera: Tephritidae). *Physiol. Entomol.* 11: 133-143.
- Fox, C.W., J.D. Martin, M.S. Thakar & T.A. Mousseau.** Clutch size manipulations in two seed beetles: consequences for progeny fitness. *Oecologia.* 108: 88-94.
- Garruti, D.S., M.R.B. Franco & M.A.A.P. Silva. 2003.** Evaluation of volatile compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice by the osme gas chromatography / olfactometry technique. *J. Sci. Food Agric.* 83: 1455- 1462.

- Headrick, D.H. & R.D. Goeden. 1994.** Reproductive behavior of California fruit flies and the classification and evolution of Tephritidae (Diptera) mating systems. *Stud. Dipterol.* 1: 194-252.
- Hendrichs, J. & M.A. Hendrichs. 1990.** Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in nature: location and diel pattern of feeding and other activities on fruiting nonfruiting host and nonhost. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 83: 632-641.
- Henning, F. & S.R. Mattioli. 2006.** Mating time of the West fruit fly *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) under laboratory conditions. *Neotrop. Entomol.* 35: 145-148.
- Hickel, E.R. 2002.** Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera: Braconidae. *Ciênc. Rural* 32: 1005-1009.
- Joachim-Bravo, I.S. & A.M. Silva-Neto. 2004.** Aceitação e preferência de frutos para oviposição em duas populações de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Iheringia Sér. Zool.* 94: 171-176.
- Joachim-Bravo, I.S., A.N. Guimarães & T.C. Magalhães. 2001.** Influência de substâncias atrativas no comportamento alimentar e na preferência de oviposição de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Sitientibus Ser. Ci. Biol.* 1: 60-65.
- Jones, S.R. & K.C. Kim. 1994.** Aculeus Wear and Oviposition in Four Species of Tephritidae (Diptera). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 87: 104-107.
- Lemasurier, A.D. 1994.** Costs and benefits of egg clustering in *Pieris brassicae*. *J. Anim. Ecol.* 63: 677-685.
- Loaiza, J.C.M. & C.L. Céspedes. 2007.** Compuestos volátiles de plantas. Origen, emision efectos, análisis y aplicaciones. *Rev. Fitotec. Mex.* 30: 327-351.
- Malavasi, A. 1984.** Estudo de duas espécies crípticas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Tese de Livre-Docência, IB/USP, São Paulo, 189p.
- Malavasi, A. & A.J. Morgante. 1980.** Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera, Tephritidae). I. Índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. *Rev. Bras. Biol.* 40: 17-24.
- Mcinnis, D.O. 1989.** Artificial oviposition sphere for Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in field cages. *J. Econ. Entomol.* 82: 1382-1385.
- Medeiros, M.A.A. 2009.** Atratividade de iscas alimentares na captura de insetos em armadilhas McPhail. Tese de doutorado, UFERSA, Mossoró, 101p.
- Papaj, D.R. 1993.** Use and avoidance of occupied host as a dynamic process in tephritid flies, p. 25-46. In: Bernays, E.A. (eds.). *Insects-Plants Interactions*. CRC Press, Boca Raton, 253p.

- Papaj, D.R., A.L. Averill, R.J. Prokopy & T.T.Y. Wong. 1992.** Host-marking pheromone and use of previously established oviposition sites by the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Insect. Behav.* 5: 583-598.
- Pilson, D. & M.D. Rausher. 1988.** Clutch size adjustment by a swallowtail butterfly. *Nature.* 333: 631-663.
- Pirovani, V.D., D.S. Martins, S.A.S. Souza, K. Uramoto & P.S.F. Ferreira. 2010.** Moscas-das-frutas (diptera: tephritidae), seus parasitoides e hospedeiros em viçosa, zona da mata mineira. *Arq. Inst. Biol.* 77: 727-733.
- R Core Team. 2013.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 15 de set. 2016.
- Renwick, J.A.A. 1989.** Chemical ecology of oviposition in phytophagous insects. *Experientia* 45: 223-228.
- Silveira-Neto, S., O. Nakano, D. Barbin & N.A. Villa Nova. 1976.** Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba, Ceres, 419p.
- Singer, M.C. 1986.** The definition and measurement of oviposition preference in plant-feeding insects, p. 66-94. In J.R. Miller & T.A. Miller (eds.) *Insect-plant interactions*. New York, Springer-Verlag. 342p.
- Sugayama, R.L. & A. Malavasi. 2000.** Ecologia Comportamental, p. 103-108. In A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos, 327p.
- Sugayama, R.L., A. Kovaleski, P. Liedo & A. Malavasi. 1988.** Colonization of a new fruit crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brasil: a demographic analysis. *Environ. Entomol.* 27: 642-648.
- Szentesi, A., P.D. Greany & D.L. Chambers. 1979.** Oviposition behavior of laboratory-reared and wild caribbean fruit flies (*Anastrepha suspensa*; Diptera: Tephritidae): I. Selected chemical influences. *Entomol. Exp. Appl.* 26: 227-238.
- Tripathy, A., Samanta, L., S. Das, S.K. Parida, N.S. Marai, R.K. Hazra, U.V. Mallavdani, S.K. Kar & N. Mahapatra. 2011.** The mosquitocidal activity of methanolic extracts of Lantana camara root and *Anacardium occidentale* leaf: Role of Glutathione S-transferase in insecticide resistance. *J. Med. Entomol.* 482: 291-295.
- Whittier, T.S., K. Kaneshiro & L.D. Prescott. 1992.** Mating behavior of mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in natural environment. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 85: 214-218.
- Zucchi, R.A. 2000.** Taxonomia, p. 13-24. In A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos, 327p.

Zucoloto, F.S. 1987. Feeding habits of *Ceratitis capitata*: Can larvae recognize a nutritional effective diet? J. Insect Physiol. 33: 349–353.

Tabela 1. Etograma comportamental das atividades (totais e proporções) de fêmeas e machos de *Ceratitis capitata* realizadas em ciclo claro de 12h em diferentes meios de oviposição, por meio de testes sem chance de escolha em ambiente com $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 60%.

Padrões de comportamento	Caju		Mamão		Mamão B. ¹		Manga		Manga B. ¹	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Fêmeas										
Alimentação (dieta)	101	21,91	85	18,28	39	16,46	81	15,58	47	18,66
Hidratação (água)	68	14,75	38	8,17	13	5,48	39	7,5	34	13,49
Corte	176	38,18	105	22,58	89	37,55	175	33,65	98	38,89
Cópula	81	17,57	56	12,04	43	18,14	58	11,15	28	11,11
Caminhamento sobre o fruto	35	7,59	140	30,11	45	18,99	100	19,23	36	14,28
Oviposição	0	0	41	8,82	8	3,38	67	12,89	9	3,57
Machos										
Alimentação (dieta)	41	4,91	33	4,45	11	1,75	60	6,92	13	2
Hidratação (água)	18	2,15	14	1,89	20	3,19	26	2,99	17	2,63
Chamamento	455	54,42	497	67,08	420	66,98	503	57,95	438	67,7
Corte	219	26,2	110	14,84	105	16,75	204	23,5	122	18,86
Cópula	77	9,21	55	7,42	43	6,86	56	6,45	28	4,33
Caminhamento sobre fruto	26	3,11	32	4,32	28	4,47	19	2,19	29	4,48

¹B. – Tratamentos com frutos que foram expostos ao extrato de caju.

Tabela 2. Análise comparativa dos padrões comportamentais (média \pm DP) entre turnos (manhã e tarde) de fêmeas e machos de *Ceratitis capitata* realizados em ciclo claro de 12h com diferentes meios de oviposição, por meio de testes sem chance de escolha em ambiente com 25 \pm 2°C e umidade relativa de 60%.

Padrões de comportamento	Caju		Mamão		Mamão Borrifado		Manga		Manga Borrifada	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Fêmeas										
Alimentação (dieta)	10,8 $\pm 3,67$	6,0 $\pm 4,20$	6,8 $\pm 3,48$	7,3 $\pm 7,42$	3,8 $\pm 2,27$	2,7 $\pm 2,34$	6,5 $\pm 2,43$	7,0 $\pm 3,58$	4,7 $\pm 1,60$	3,2 $\pm 1,60$
Hidratação (água)	7,3 $\pm 1,63^1$	4,0 $\pm 2,53^1$	3,8 $\pm 2,04$	2,5 $\pm 1,38$	1,7 $\pm 1,63$	0,5 $\pm 0,84$	3,7 $\pm 2,34$	2,8 $\pm 2,23$	4,2 $\pm 3,25$	1,5 $\pm 1,22$
Corte	22,0 $\pm 6,60^1$	7,3 $\pm 2,34^1$	11,0 $\pm 1,10^1$	6,5 $\pm 2,35^1$	11,0 $\pm 5,25^1$	3,8 $\pm 3,19^1$	24,7 $\pm 3,72^1$	4,5 $\pm 1,05^1$	10,2 $\pm 4,40$	6,2 $\pm 1,33$
Cópula	9,0 $\pm 4,38$	4,5 $\pm 3,83$	6,5 $\pm 3,99$	2,8 $\pm 3,60$	4,8 $\pm 1,60^1$	2,3 $\pm 2,07^1$	6,3 $\pm 2,73^1$	3,3 $\pm 2,58^1$	3,3 $\pm 0,82^1$	1,3 $\pm 1,75^1$
Caminhamento sobre o fruto	4,3 $\pm 2,58^1$	1,5 $\pm 1,22^1$	11,0 $\pm 3,69$	12,3 $\pm 6,28$	3,0 $\pm 1,26$	4,5 $\pm 2,88$	8,2 $\pm 2,83$	8,5 $\pm 5,24$	3,5 $\pm 1,22$	2,5 $\pm 2,43$
Oviposição	0,0 $\pm 0,00$	0,0 $\pm 0,00$	3,5 $\pm 2,26$	3,3 $\pm 2,80$	0,5 $\pm 0,84$	0,8 $\pm 1,33$	4,0 $\pm 1,26$	7,2 $\pm 3,92$	0,8 $\pm 1,17$	0,7 $\pm 0,82$
Machos										
Alimentação (dieta)	2,3 $\pm 2,36$	4,5 $\pm 2,59$	2,5 $\pm 1,71$	3,0 $\pm 1,26$	1,7 $\pm 1,25^1$	0,2 $\pm 0,41^1$	4,8 $\pm 1,57$	5,2 $\pm 3,13$	1,2 $\pm 1,46$	1,0 $\pm 1,26$
Hidratação (água)	1,3 $\pm 1,97$	1,7 $\pm 1,03$	1,3 $\pm 1,03$	1,0 $\pm 1,26$	1,7 $\pm 2,07$	1,7 $\pm 1,63$	2,8 $\pm 2,14$	1,5 $\pm 1,38$	2,5 $\pm 2,26$	0,3 $\pm 0,82$
Atração	57,7 $\pm 15,3^*$	18,2 $\pm 4,92^1$	55,0 $\pm 6,0^1$	27,8 $\pm 5,5^1$	48,5 $\pm 11,2^1$	21,5 $\pm 5,17^1$	65,7 $\pm 6,28^1$	18,2 $\pm 4,36^1$	52,7 $\pm 13,11^1$	20,3 $\pm 5,47^1$
Corte	26,8 $\pm 8,16^*$	9,7 $\pm 3,14^1$	11,7 $\pm 1,97^1$	6,7 $\pm 2,66^1$	13,0 $\pm 5,14^1$	4,5 $\pm 3,62^1$	28,8 $\pm 5,08^1$	5,2 $\pm 1,47^1$	12,5 $\pm 3,15^1$	7,8 $\pm 2,32^1$
Cópula	8,3 $\pm 4,23$	4,5 $\pm 3,83$	6,5 $\pm 3,99$	2,7 $\pm 3,27$	4,8 $\pm 1,60^1$	2,3 $\pm 2,07^1$	6,3 $\pm 2,73^1$	3,0 $\pm 2,10^1$	3,3 $\pm 0,82^1$	1,3 $\pm 1,75^1$
Caminhamento sobre fruto	2,2 $\pm 1,60$	2,2 $\pm 1,94$	4,2 $\pm 4,26$	1,2 $\pm 1,94$	2,0 $\pm 1,90$	2,7 $\pm 2,07$	2,3 $\pm 1,37^1$	0,8 $\pm 0,75^1$	3,3 $\pm 2,34$	1,5 $\pm 2,07$

¹Grupos de turnos (manhã e tarde) que apresentam diferença pelo teste T (P > 0,05).

Tabela 3. Análise comparativa dos padrões comportamentais (média \pm DP) de fêmeas e machos de *Ceratitis capitata* realizados em ciclo claro de 12h com diferentes meios de oviposição, por meio de testes sem chance de escolha em ambiente com $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 60%.

Padrões de comportamento ¹	Caju	Mamão	Mamão Borrifado	Manga	Manga Borrifada
Fêmeas					
Alimentação	16,83 \pm 5,74 ^a	14,16 \pm 7,30 ^{ab}	6,5 \pm 4,54 ^b	13,5 \pm 2,88 ^{ab}	7,83 \pm 1,60 ^b
Hidratação	11,33 \pm 3,20 ^a	6,33 \pm 1,63 ^b	2,16 \pm 1,47 ^b	6,5 \pm 3,20 ^b	5,66 \pm 2,80 ^b
Corte	29,33 \pm 4,67 ^a	17,5 \pm 2,58 ^b	14,83 \pm 6,40 ^b	29,16 \pm 4,21 ^a	16,33 \pm 5,04 ^b
Cópula	13,5 \pm 7,34 ^a	9,33 \pm 6,02 ^{ab}	7,16 \pm 2,31 ^{ab}	9,66 \pm 4,41 ^a	4,66 \pm 1,36 ^b
Caminhamento sobre fruto	5,83 \pm 3,37 ^b	23,33 \pm 8,26 ^a	7,5 \pm 3,44 ^b	16,66 \pm 7,39 ^{ab}	6,0 \pm 3,34 ^b
Oviposição	0,00 \pm 0,00 ^c	6,83 \pm 3,12 ^{ab}	1,33 \pm 1,63 ^b	11,16 \pm 3,71 ^a	1,5 \pm 1,64 ^{bc}
Machos					
Alimentação	6,83 \pm 2,85 ^a	5,50 \pm 2,42 ^{ab}	1,83 \pm 1,47 ^b	10,0 \pm 3,89 ^a	2,16 \pm 2,40 ^b
Hidratação	3,00 \pm 2,36 ^a	2,33 \pm 1,75 ^a	3,33 \pm 2,80 ^a	4,33 \pm 1,96 ^a	2,83 \pm 2,31 ^a
Atração	75,83 \pm 16,24 ^a	82,83 \pm 7,88 ^a	70,00 \pm 9,14 ^a	83,83 \pm 7,60 ^a	73,00 \pm 15,42 ^a
Corte	36,50 \pm 5,95 ^a	18,33 \pm 3,26 ^b	17,50 \pm 6,47 ^b	34,00 \pm 6,38 ^a	20,33 \pm 3,38 ^b
Cópula	12,83 \pm 7,02 ^a	9,16 \pm 5,74 ^{ab}	7,16 \pm 2,31 ^{ab}	9,33 \pm 3,98 ^a	4,66 \pm 1,36 ^b
Caminhamento sobre fruto	4,33 \pm 3,14 ^a	5,33 \pm 5,00 ^a	4,66 \pm 1,96 ^a	3,16 \pm 1,60 ^a	4,83 \pm 3,76 ^a

¹Médias (\pm DP) seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Tabela 4. Níveis descritivos dos testes de comparações múltiplas dos totais de adultos obtidos por pares de tratamento sem chance de escolha realizados em ciclo claro de 12h com diferentes meios de oviposição, por meio de testes sem chance de escolha, em ambiente com $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ e umidade relativa de 60%, corrigidos pelo método *chisq.multcomp* do R.

¹ Pares de tratamentos que apresentam diferença ao nível de confiabilidade de 95% ($P < 0,05$).

Grupos	Manga Borrifada	Mamão Borrifado	Manga
Mamão borrifado	0,00561000000 ¹	-	-
Manga	0,00515000000 ¹	0,9191300000	-
Mamão	0,00000000019 ¹	0,0001400000 ¹	0,0001400000 ¹

Tabela 5. Análise comparativa dos padrões comportamentais (média \pm DP) entre turnos (manhã e tarde) de fêmeas e machos de *Ceratitis capitata* realizados em ciclo claro de 12h com diferentes meios de oviposição, por meio de testes com chance de escolha, em ambiente com 25° \pm 2° e umidade relativa de 60%.

Padrões de comportamento	Mamão X Caju		Manga X Caju	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Fêmeas				
Alimentação (dieta)	7,5 \pm 2,81	6,67 \pm 3,56	9,5 \pm 3,83	7,67 \pm 3,98
Hidratação (água)	3,2 \pm 3,06	3,50 \pm 3,56	4,3 \pm 1,03 ¹	6,83 \pm 1,72 ¹
Corte	26,5 \pm 5,89	10,33 \pm 1,37	22,3 \pm 7,03 ¹	11,00 \pm 4,15 ¹
Cópula	5,3 \pm 3,08	3,67 \pm 1,51	5,7 \pm 2,16 ¹	2,50 \pm 2,17 ¹
Caminhamento sobre caju	4,0 \pm 2,28	5,67 \pm 2,07	4,8 \pm 2,40	3,83 \pm 2,64
Caminhamento sobre mamão	22,2 \pm 7,22	41,33 \pm 9,65	20,7 \pm 4,08	19,83 \pm 4,71
Oviposição no caju	0,0 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,0 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Oviposição no mamão	4,7 \pm 2,07	2,33 \pm 1,51	2,8 \pm 2,56	0,83 \pm 1,17
Machos				
Alimentação (dieta)	2,8 \pm 3,19	3,0 \pm 2,45	4,7 \pm 4,27	3,5 \pm 1,76
Hidratação (água)	4,3 \pm 1,63	3,3 \pm 1,86	3,8 \pm 2,64	3,2 \pm 2,40
Atração	97,3 \pm 8,12	42,8 \pm 8,30	96,2 \pm 13,33 ¹	38,7 \pm 5,68 ¹
Corte	30,0 \pm 6,13	11,7 \pm 2,34	28,3 \pm 7,69 ¹	14,2 \pm 5,08 ¹
Cópula	5,3 \pm 3,08	3,7 \pm 1,51	5,7 \pm 2,16 ¹	2,5 \pm 2,17 ¹
Caminhamento sobre caju	6,2 \pm 1,94	5,2 \pm 2,93	5,3 \pm 3,20	5,8 \pm 2,48
Caminhamento sobre mamão	17,2 \pm 6,43	6,7 \pm 3,14	7,8 \pm 5,12	5,7 \pm 2,34

¹Grupos de turnos (manhã e tarde) que apresentam diferença pelo teste T (P < 0,05).

Tabela 6. Análise comparativa dos padrões comportamentais (média \pm DP) de fêmeas e machos de *Ceratitis capitata* realizados em ciclo claro de 12h com diferentes meios de oviposição, por meio de testes com chance de escolha, em ambiente com $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ e umidade relativa de 60%.

Padrões de comportamento ¹	Mamão x Caju	Manga X Caju
Fêmeas		
Alimentação	14,66 \pm 3,92 ^a	17,16 \pm 6,43 ^a
Hidratação	6,66 \pm 4,27 ^a	11,16 \pm 2,63 ^a
Corte	36,83 \pm 6,33 ^a	33,33 \pm 10,32 ^a
Cópula	9,00 \pm 3,57 ^a	8,16 \pm 3,97 ^a
Caminhamento sobre caju	9,66 \pm 2,80 ^a	8,66 \pm 2,73 ^a
Caminhamento sobre mamão/ manga	63,5 \pm 9,95 ^a	40,5 \pm 7,00 ^b
Oviposição no mamão /manga	7,00 \pm 3,03 ^a	3,66 \pm 2,06 ^a
Machos		
Alimentação	5,83 \pm 4,83 ^a	8,16 \pm 4,95 ^a
Hidratação	7,66 \pm 3,20 ^a	7,00 \pm 4,28 ^a
Atração	140,16 \pm 15,58 ^a	134,83 \pm 14,60 ^a
Corte	41,66 \pm 6,28	42,50 \pm 11,69
Cópula	9,00 \pm 3,57 ^a	8,16 \pm 3,97 ^a
Caminhamento sobre caju	11,33 \pm 4,08 ^a	11,16 \pm 4,87 ^a
Caminhamento sobre mamão/manga	23,83 \pm 5,52 ^a	13,50 \pm 4,54 ^b

¹ Médias (\pm DP) seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste T de Student ($P < 0,05$).

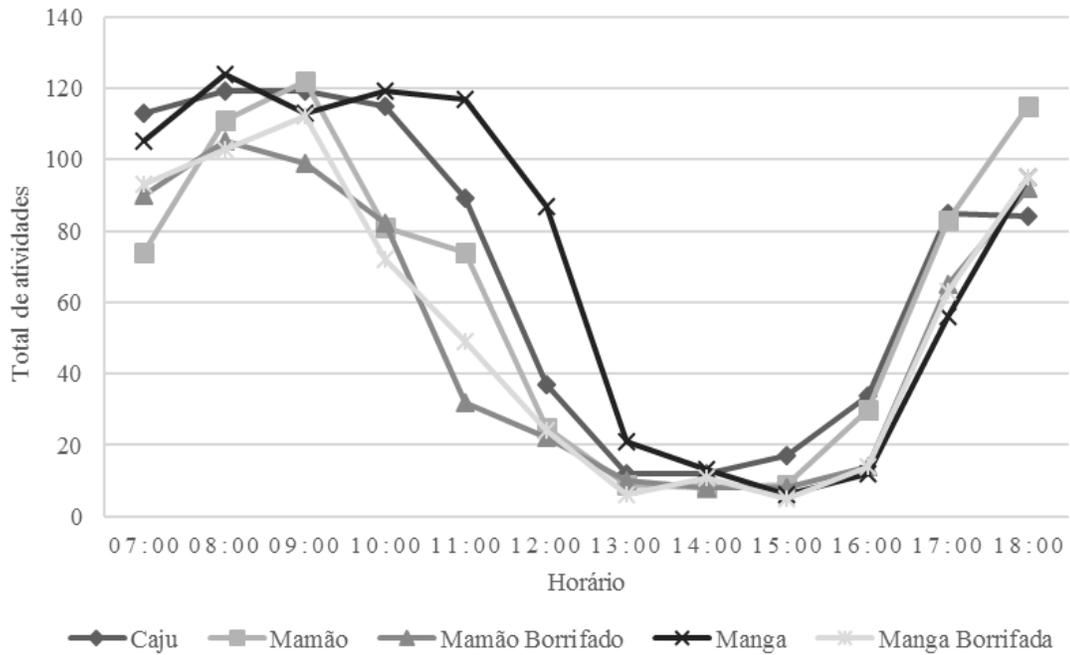


Figura 1. Distribuição dos padrões comportamentais de machos de *Ceratitidis capitata* em ciclo claro de 12 horas com diferentes meios de oviposição, por meio de testes sem chance de escolha em ambiente com 25 ± 2 °C e umidade relativa de 60%.

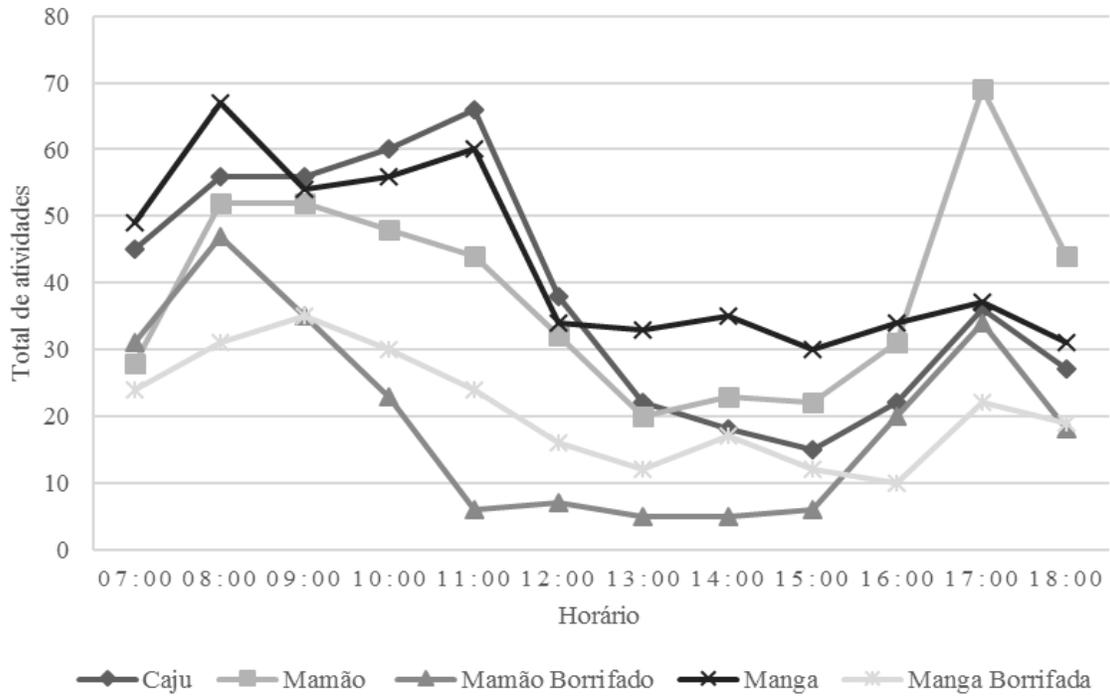


Figura 2. Distribuição do padrão comportamental de fêmeas de *Ceratitits capitata* em ciclo claro de 12 horas com diferentes meios de oviposição, por meio de testes sem chance de escolha em ambiente com 25 ± 2 °C e umidade relativa de 60%.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese foi desenvolvida a partir da necessidade de avaliar o desenvolvimento de *Ceratitis capitata* em frutos nativos da região de semiárido e os padrões comportamentais exercidos diante desses frutos. A partir disso, avaliaram-se, por meio de infestações artificiais de ovos, as condições de desenvolvimento em frutos nativos do bioma Caatinga, semiárido brasileiro. Frutos de caju mostraram-se satisfatórios para o desenvolvimento das linhagens Vienna 8 e selvagem, gerando adultos com condições morfológicas semelhantes, tendo-se mostrado, a linhagem Vienna 8, como a mais adaptada. Com isso, gerou-se a necessidade de avaliar os padrões comportamentais de machos e fêmeas diante desse fruto com o substrato para oviposição, já que a quantidade de insetos obtidos em trabalhos realizados com coletas de campo envolvendo caju são bem reduzidos. Para tanto, avaliaram-se as atividades comportamentais de machos e fêmeas em condições de laboratório com frutos exóticos (mamão e manga) e caju, além de frutos cobertos por uma camada de extrato de caju. Notou-se que, nos frutos submetidos ao tratamento com extrato de caju, houve reduzida taxa de oviposição e, posteriormente, menor desenvolvimento de adultos, evidenciando uma influência negativa. O padrão comportamental também apresentou diferenças entre os frutos. Esta tese contribuiu para o melhor entendimento da ação de *C. capitata* diante de frutos de importância econômica para regiões de semiárido, além de alertar sobre o potencial de *C. capitata* causar danos futuros à cultura do caju, caso o fruto venha a se tornar um hospedeiro preferencial. Adicionalmente, os estudos aqui presentes são importantes devido à falta de estudos envolvendo frutos nativos da região e o risco adaptativo de *C. capitata*. Experimentos futuros serão necessários

para avaliar quais os compostos presentes, tanto na casca quanto na polpa dos frutos de caju, podem exercer influência negativa sobre o comportamento de *C. capitata*.