



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

JOSÉ RAYAN ERALDO SOUZA ARAÚJO

**DIETAS ARTIFICIAIS PARA *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) SOB
DIFERENTES DENSIDADES DE OVOS**

**AREIA
2022**

JOSÉ RAYAN ERALDO SOUZA ARAÚJO

**DIETAS ARTIFICIAIS PARA *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) SOB
DIFERENTES DENSIDADES DE OVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada a coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador (a): Dr. Jacinto de Luna Batista

**AREIA
2022**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A663d Araújo, José Rayan Eraldo Souza.

Dietas artificiais para *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) sob diferentes densidades de ovos / José Rayan Eraldo Souza Araújo. - Areia:UFPB/CCA, 2022.
33 f. : il.

Orientação: Jacinto de Luna Batista.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Moscas-das-frutas. 3. Nutrição. 4. Criação massal. I. Batista, Jacinto de Luna. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

JOSÉ RAYAN ERALDO SOUZA ARAÚJO

**“DIETAS ARTIFICIAIS PARA *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) SOB
DIFERENTES DENSIDADES DE OVOS”**

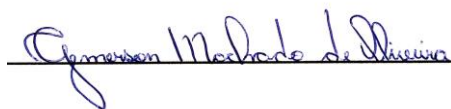
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada a coordenação do curso de
Agronomia da Universidade Federal da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 14/06/2022

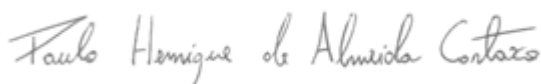
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista
Orientador – UFPB



Eng. Agr. MSc. Gemerson Machado de Oliveira
Examinador – UFPB



Eng. Agr. MSc. Paulo Henrique de Almeida Cartaxo
Examinador – UFPB



Biól. Dr. Robério de Oliveira
Examinador - Bolsista BLD/DT (INSA/SUDENE)

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me abençoado com a dádiva da vida, por guiar meus passos e ter me dado saúde e coragem ao longo dessa caminhada.

Aos meus Pais Eraldo Alves e Gerlane Dantas, por serem sempre meu alicerce, referência e exemplos de educação. Por fazerem o possível e impossível para me ver feliz e realizado. Aos meus Irmãos Raylla Maria, Vitoria Luana e Rodrigo José, pelas orações, boas vibrações e companheirismo.

A toda a minha família paterna e materna. Avôs e Avós, Tios e Tias, Primos e Primas, e aos agregados (as). Em especial aos meus tios (as) Gernecília Dantas, Heraclio Alves e Alessandro Dantas.

Ao professor Jacinto de Luna Batista pela oportunidade, confiança e orientação acadêmica durante esse período de graduação. Obrigado!

Aos professores Fábio Mielezrski e Yirina Valdes por proporcionarem minhas primeiras oportunidades de estágio e monitoria dentro do âmbito acadêmico.

À comissão avaliadora, Gemerson Machado de Oliveira, Paulo Henrique de A. Cartaxo e Robério de Oliveira pela participação na banca e valiosas sugestões.

À minha namorada, Ingrid, pelo apoio, paciência e companheirismo.

À minha turma do curso de agronomia 2018.1 que nos momentos de agonia fez com que tudo valesse mais a pena. Gratidão! Franklin Correia, Lucas Medeiros, Bruna Thalia, Eryadison Bonifácio, Emily Mirlene, Ítalo Luiz, Vinicius Costa, Felipe dos Santos, Ellen Vitoria, José Erivan, Tamiris Luana, Mayra Alves.

Aos amigos de turma, em especial, Franklin Correia, Lucas Medeiros, Bruna Thalia e Eryadison Bonifácio, por todo companheirismo e irmandade criado ao longo do curso

Aos colegas do Laboratório de Entomologia (LEN), Letícia Lacerda, Heloísa Martins e Kennedy Gonzaga.

À oportunidade de participação do grupo PET, e dos amigos adquiridos lá.

Ao meu grande amigo, Joao Paulo, obrigado pela sua amizade, e por todas as ajudas na vida acadêmica e pessoal, que Deus possa teabençoar cada dia mais, você é um ser humano incrível.

Aos amigos da Xingu Pesquisa e Consultoria Agronômica, pela oportunidade de estágio e crescimento profissional.

Aos amigos adquiridos ao longo do curso, João Henrique e Jeremias Peruzo. Dois grandes homens de futuro!

Aos amigos que me ajudaram na execução desse trabalho; João Paulo, João Henrique, Paulo Cartaxo, Lucas Medeiros, Ênia Farias, Kennedy Gonzaga, Eryadison Bonifácio,

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma no meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

A espécie *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) é uma das principais pragas da fruticultura mundial, é altamente polífaga, alertando quanto às possíveis interferências na segurança alimentar. Métodos de controle dessa praga exigem estudos laboratoriais e um grande número de insetos-praga. A criação massal desse inseto é realizada em dietas artificiais, entretanto, a capacidade de suporte de cada dieta é importante para quantificar os custos de manutenção da criação. Com isso, esse trabalho objetivou avaliar a eficiência de diferentes densidades de ovos em dietas artificiais. Foram inoculadas diferentes densidades de ovos (50; 75; 100; 125; 150) de *C. capitata* nas dietas artificiais à base de cenoura, jerimum e batata-doce. Avaliaram-se interferências nas características biológicas de *C. capitata*, como largura e peso de pupa, viabilidade larval e pupal e razão sexual, além dos tempos ovo-larva, ovo-pupa e ovo-adulto. Os resultados evidenciam que o uso de batata-doce leva a maiores tempos de desenvolvimento dos parâmetros biológicos, em contrapartida dieta a base de cenoura leva a redução desses tempos e maior viabilidade pupal. O uso da densidade de 150 ovos na dieta a base de jerimum é uma alternativa para redução dos custos de criação, sem que haja redução de qualidade dos parâmetros biológicos dos insetos-praga.

Palavras-chave: moscas-das-frutas; nutrição; criação Massal

.

ABSTRACT

The species *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) is one of the main pests of fruit growing worldwide, it is highly polyphagous, warning about food safety. Control methods for this pest require laboratory studies and a large number of insect pests. The mass rearing of this insect is carried out on artificial diets, however, the carrying capacity of each diet is important to quantify the maintenance cost of the creation. Thus, this work aims to evaluate the efficiency of different densities of eggs in artificial diets. Different densities of eggs (50; 75; 100; 125; 150) of *C. capitata* were inoculated in artificial diets based on carrot, pumpkin and sweet potato. In addition, interference of biological characteristics of *C. capitata*, such as larval length and pupal weight and sex ratio, of larval, ovo-pupa- and egg-adult times. The results show that the use of sweet potato leads to longer times of two biological parameters, in developing diets based on carrots lead to a reduction in these times and greater viability. The results show that the use of sweet potato leads to longer times for biological parameters, in contrast to the development of a diet based on carrots, the reduction of these times and greater pupal viability. The use of the density of 150 eggs in the pumpkin-based diet is an alternative to reduce rearing costs, without reducing the quality of the biological parameters of insect pests.

Keywords: fruit flies; nutrition; mass of Creation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Largura (mm) e peso (g) de pupas de <i>C. capitata</i> submetida a diferentes densidades de ovos em dietas artificiais. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada densidade não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	16
Figura 2. Viabilidade larval, pupal e ovo-adulto (%) de <i>C. capitata</i> submetida a diferentes densidades de ovos em dietas artificiais. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada densidade não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.	18
Figura 3. Tempo de ovo-pupa; tempo de larva-pupa e pupa-adulto (dias) de <i>C. capitata</i> submetida a diferentes dietas artificiais. Médias seguidas da mesma letra na barra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.	19
Figura 4. Análise de Componentes Principais (ACP) das características biológicas de <i>C. capitata</i> mantidas em diferentes densidades de ovos em dietas artificiais.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dieta artificial para o desenvolvimento larval de <i>C. capitata</i>	14
Tabela 2. Composição bromatológica de referência para batata-doce, cenoura e jerimum.	22
Tabela 3. Composição e custo de 1 kg da dieta artificial à base de batata-doce, cenoura e jerimum. ..	23
Tabela 4. Dados de custo das três dietas larvais estudadas.	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Mosca-das-frutas <i>Ceratitis capitata</i>	11
2.2 Criação massal de moscas-das-frutas	12
2.3 Dietas artificiais para insetos	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Criação e manutenção da mosca-das-frutas <i>Ceratitis capitata</i>	13
3.2 Dietas artificiais.....	14
3.3 Parâmetros biológicos.....	15
3.4 Análise estatística	15
3.5 Análise econômica.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da necessidade de produção de alimentos voltados a população humana, as perdas exercidas pelo ataque de pragas são as mais críticas e que desafiam a segurança alimentar (DI ILIO; CRISTOFARO, 2021). A mosca-das-frutas do Mediterrâneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae), é uma das mais importantes pragas da fruticultura mundial devido a sua ampla distribuição e aos danos diretos na produção comercial de muitas espécies frutíferas (BLYTHE et al., 2020; HAMDEN et al., 2020; DI ILIO; CRISTOFARO, 2021), tornando os frutos impróprios para comercialização (AL-BEHADILI et al., 2020; LEAL et al., 2021).

A ocorrência de moscas-das-frutas afeta significativamente a produtividade e qualidade dos frutos (SHINWARI et al., 2015). A espécie *C. capitata* é originária do continente africano (ALVES et al., 2019), altamente polífaga, devido isso rapidamente foi registrada alimentando-se de mais de 300 espécies de frutos (AL-BEHADILI et al., 2019), que incluem abacate, uva, acerola, melão, carambola, goiaba, manga e mamão (MADALON et al., 2017; DIAS et al., 2018; AL-BEHADILI et al., 2019).

O controle de moscas-das-frutas é baseado principalmente na utilização de inseticidas (DI ILIO; CRISTOFARO, 2021), técnica do inseto estéril (ASADI et al., 2020), compostos aromáticos naturais e sintéticos (TABANCA et al., 2019), compostos fenólicos e polifenólicos (DI ILIO; CRISTOFARO, 2021), microrganismos entomopatogênicos (GAVA et al., 2021) e proteínas hidrolisadas (SERRA et al., 2021). Todavia, para que essas técnicas sejam economicamente viáveis é necessário testes laboratoriais com insetos que apresentem características próximas aos dos insetos selvagens.

Objetivando-se manter insetos em laboratório com características semelhantes aos encontrados na natureza, têm sido realizadas pesquisas relacionadas a dietas artificiais e exigências nutricionais dos tefritídeos (DIAS et al., 2018; SALMAH et al., 2019; MOADELI et al., 2020). As dietas tradicionalmente utilizadas levam em sua composição constituintes vegetais, como cenoura, jerimum, bagaço de cana-de-açúcar, farelo de trigo e batata-doce, que fornecem nutrientes e estrutura física para desenvolvimento biológico das larvas (SALMAH et al., 2019; MOADELI et al., 2020; CARTAXO, 2021; FIABOE et al., 2021).

A densidade de insetos em uma dieta exerce influência direta nos seus parâmetros biológicos, como o desenvolvimento larval e longevidade (BARRAGAN-FONSECA et al., 2018). O substrato alimentar apresenta interferência na forma de alimentação do inseto. Substratos muito espesso podem causar a redução da ingestão de alimento pelas larvas,

retardando o tempo de desenvolvimento biológico do inseto (BARRAGAN-FONSECA et al., 2017). As densidades larvais interferem na maximização da taxa de crescimento. Há espécies de insetos que a agregação larval proporciona benefícios adaptativos aos indivíduos devido à geração de calor, o que favorece o aumento da assimilação de nutrientes advindo do alimento (GREEN; POPA, 2012; BARRAGAN-FONSECA et al., 2018).

Estudos mostram bom desempenho do desenvolvimento biológico dessa praga em dietas alternativas à base de jerimum e batata-doce em uma densidade de 1 ovo.grama⁻¹ (CARTAXO, 2021). Todavia, há uma lacuna de estudos em relação ao uso de densidades ideais de ovos em criação massal de *C. capitata* para essas dietas alternativas. Nesse sentido, esse estudo objetivou avaliar a interferência de diferentes densidades de ovos em dietas artificiais à base de cenoura, jerimum e batata-doce para a criação de *C. capitata* em laboratório.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mosca-das-frutas *Ceratitis capitata*

A fruticultura é uma das atividades mais importantes do agronegócio mundial (ARAÚJO et al., 2021), com um crescimento acentuado no mercado consumidor de frutas frescas e processadas (FACHI et al., 2019). O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas mundial, atrás apenas de China e Índia, com uma produção anual superior a 43 milhões de toneladas (FREITAS et al., 2018), em uma área plantada de 2 milhões de hectares (PIO et al., 2019). Devido a sua grande extensão territorial e condições edafoclimáticas o Brasil apresenta destaque por produzir frutos tropicais e de clima temperado (BRANDÃO et al., 2020). O segmento fruticultura é atualmente gerador de 40% dos empregos do agronegócio no Brasil (ALMEIDA et al., 2019)

Os insetos-praga são redutores de produção de frutas em todo o mundo. A espécie *Ceratitis capitata* é caracterizada como a praga causadora de maior prejuízo na fruticultura mundial (WELDON et al., 2016), é a principal espécie de mosca-das-frutas do Brasil, requerendo um controle populacional rigoroso dessa praga como requisito para a exportação de frutas para os Estados Unidos e Japão (LEITE et al., 2019). Estima-se que prejuízo ocasionado por danos diretos e indireto causados por *C. capitata* estão na casa de US\$ 242 milhões por ano (OLIVEIRA et al., 2013). Esse elevado prejuízo é devido apresentar-se com habito cosmopolita, alta polifagia e capacidade de adaptação em diferentes ambientes (MOADELI et al., 2017), apresentando adaptação a diferentes fontes alimentares (LEFTWICH et al., 2017).

Esses tefritídeos são responsáveis pelo elevado gasto para execução de ações de manejo e controle de pragas na fruticultura mundial (DIAS et al., 2018). Os danos causados pelas larvas causam limitação ao comércio nacional e internacional, devido as sanções comerciais impostas e os tratamentos rigorosos de produtos antes da exportação (ARAÚJO et al., 2021), minimizando o risco de introdução de moscas-das-frutas exóticas em outros países (AL-BEHADILI et al., 2019).

2.2 Criação massal de moscas-das-frutas

A manutenção em laboratório da criação em massa de insetos é importante para realização de experimentos de controle e liberação a campo (ZAHARAN et al., 2018). A realização de criação massal e adaptação em laboratório de moscas-das-frutas tefritídeos, é relatada em *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (HALES et al., 2017); moscas-das-frutas do Mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (AL-BEHADILI et al., 2019); mosca do melão, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (ASIMAKIS et al., 2019); *Anastrepha obliqua* (Macquart) (ACEITUNO-MEDINA et al., 2020); e *Anastrepha striata* Schiner (TRASSATO et al., 2017).

A produção em larga escala de *C. capitata* tem sido bem estabelecida por vários laboratórios de entomologia para atender a diversos propósitos, como técnica de inseto estéril, controle biológico por fungos entomopatogênicos, controle químico, controle alternativo, atrativos alimentares e iscas toxicas (CANALE et al., 2015; AUMANN et al., 2018; ALVES et al., 2019; DIAS et al., 2018; NIKOLOULI et al., 2020; BENELLI et al., 2021). Todas essas técnicas tem como finalidade declínio da população de moscas-das-frutas ao longo das gerações (STRINGER et al., 2017).

Em tefritídeos, a adaptação das condições físicas e nutricionais das dietas artificiais foram identificadas como influenciador de vários aspectos da vida dessas pragas, incluindo o comportamento e reprodução (MAJUMDER et al., 2020). Nesse sentido, essas criações devem ser realizadas em condições de baixo estresse e em um ambiente suficiente para manter atributos desejáveis de pesquisa, como sobrevivência e comportamento adequado de acasalamento (OROZCO-DVILA et al., 2017).

Na criação massal de moscas-das-frutas, as dietas devem proporcionar pupas pesadas, pois está positivamente correlacionado com a sobrevivência pupa a adulta, reprodução precoce, fecundidade e capacidade de voo (PASCACIO-VILLAFÁN et al., 2017; MORIMOTO et al., 2020), a criação busca redução dos custos da dieta sem interferência da qualidade do inseto produzido (BENEVIDES et al., 2012; MORELLI et al., 2012).

2.3 Dietas artificiais para insetos

A nutrição é o principal fator envolvido na produção de ovos e longevidade dos insetos (MEDEIROS-SANTANA; ZUCOLOTO, 2016). O desenvolvimento dos insetos em relação a reprodução e a sobrevivência são profundamente afetados pela alimentação, seja qualitativamente e quantitativamente (ALUJA et al., 2016). Dietas artificiais confiáveis e economicamente viáveis são a base de pesquisas entomológicas em programas de criação que precisam produzir grande número de insetos de alta qualidade massal (MAINALI et al., 2019).

A composição da dieta artificial é um fator importante no desenvolvimento das larvas e aptidão dos adultos (MERLI et al., 2018). As dietas fornecem aos insetos vários nutrientes, como proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas e minerais (PASCACIO-VILLAFÁN et al., 2015; MOADELI et al., 2017; MOADELI et al., 2020).

As dietas artificiais são utilizadas para a domesticação, produção em larga de escala e manutenção de um grande número de espécies em condições laboratoriais (PASCACIO-VILLAFÁN et al., 2017). O desenvolvimento de dietas para mosca-das-frutas para criação massal é importante para melhorar e padronizar o controle de qualidade das moscas, podendo reduzir custos (CÁCERES et al., 2014). A maioria das dietas artificiais para a criação em massa de larvas de mosca-das-frutas é produzida em laboratório (ACEITUNO-MEDINA, et al., 2020). Todavia, é necessário o desenvolvimento de dietas artificiais para larvas e adultos de tefritídeos usando ingredientes de baixo custo disponíveis localmente (CANALE et al., 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia (LEN) do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, PB, Brasil, em sala climatizada com temperatura 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. A mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* utilizadas no experimento foram provenientes da criação mantida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, CCA, Areia, Paraíba.

3.1 Criação e manutenção da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata*

Os adultos de *Ceratitis capitata* foram mantidos em gaiolas de 20x30x20 cm teladas com tecido *voil*, colocadas sobre bandejas com água para coleta dos ovos. Os adultos foram alimentados diariamente com uma solução de água destilada e mel a 10%, através de um chumaço de algodão colocado na parte superior da gaiola durante o período de oviposição. Os

ovos coletados foram colocados sobre a dieta artificial (Tabela 1) em potes plásticos medindo 20x10x5cm.

Tabela 1. Dieta artificial para o desenvolvimento larval de *Ceratitis capitata*.

Ingrediente	Massa (g)
Levedo de cerveja	80,0 (16,53%)
Cenoura crua	400,0 (82,64%)
Nipagin (Antifúngico)	4,0 (0,83%)

Ovos de *C. capitata* foram colocados na dieta entre 24 a 48 horas depois da coleta. Decorridos aproximadamente 8 dias, os recipientes contendo as larvas de 3º instar foram transferidos para bandejas (34x34x14cm) contendo areia esterilizada para obtenção das pupas. As pupas foram colocadas no interior das gaiolas, em placas de Petri, para emergência dos adultos, reiniciando assim, um novo ciclo de criação.

3.2 Dietas artificiais

As dietas utilizadas nos tratamentos foram preparadas de acordo com as porcentagens já utilizadas na dieta artificial (Tabela 1), substituindo a cenoura [*Daucus carota* L.] pelas fontes vegetais: batata-doce [*Ipomoea batatas* L.] e jerimum [*Cucurbita moschata* L.]. Utilizaram-se a cenoura cv Brasília, batata-doce variedade campina (casca roxa) e o jerimum variedade sergipano (jerimum de leite). A composição bromatológica e nutricional das fontes vegetais utilizadas foram obtidas por meio da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2020).

Todas as hortaliças foram trituradas em liquidificador e, posteriormente misturados e homogeneizados com os demais ingredientes da dieta artificial (levedo de cerveja e nipagin).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em fatorial duplo, sendo o primeiro fator as dietas (cenoura, batata-doce e jerimum) e o segundo as densidades de ovos (50, 75, 100, 125 e 150), com 10 repetições cada. Cada repetição era composta por 50 g de dieta artificial, em recipientes plásticos circulares (250 cm³) cobertos por tecido *voil*.

Em cada recipiente, foram inoculados 50, 75, 100, 125 e 150 ovos viáveis de *C. capitata* coletados após 24 horas da oviposição, totalizando 500, 750, 1000, 1250 e 1500 ovos para os 10 respectivos tratamentos. Após o desenvolvimento larval, os recipientes foram colocados sob areia esterilizada para obtenção das pupas, posteriormente colocadas em placas de Petri.

3.3 Parâmetros biológicos

A largura e o comprimento das pupas foram avaliados empregando o paquímetro digital enquanto o peso das pupas usou-se a balança analítica. A viabilidade larval (ovo-larva); viabilidade pupal (larva-pupa) e a viabilidade ovo-adulto foram determinadas pela razão entre o número de adultos e o número de ovos. A partir da observação diária foram avaliados os tempos de duração de ovo-larva (TOL), larva-pupa (TLP), pupa-adulto (TPA), ovo-pupa (TOP), ovo-adulto (TOA); e razão sexual foi obtida pela fórmula $RS = \text{fêmea} / (\text{fêmea} + \text{macho})$ proposta por Silveira Neto et al. (1976).

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e, quando significativos, foi realizado o teste de Tukey ($p < 0,05$). Com base nas significâncias foram testadas análises de regressão até 2º grau admitindo-se $R^2 > 70\%$. Ainda, utilizou-se uma análise de componentes principais (ACP). Ambas as análises foram realizadas no Software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019).

3.5 Análise econômica

Pesquisou-se o custo de preparo de 1 Kg de dieta com base no preço dos ingredientes e nas quantidades utilizadas de cada um. Uma análise paralela também foi realizada para demonstrar a porcentagem de participação de cada ingrediente no custo total das dietas. Os dados em relação a preço das bases vegetais foram obtidos a partir da média anual dos preços na base de dados da CEASA - Pernambuco.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resultado da análise estatística inerente a avaliação das interações possíveis entre os diferentes tipos de dietas utilizadas e as densidades de ovos de *C. capitata*, verificou-se interação significativa ($p < 0,001$) para largura de pupas, peso de pupas, viabilidade larval, viabilidade de pupa, viabilidade ovo-adulto e razão sexual. Já para o tempo ovo-pupa, larva-pupa e pupa-adulto, observou-se efeito significativo ($p < 0,001$) apenas das dietas. As variáveis comprimento de pupas, tempo de ovo-larva, ovo-adulto e ovo-pupa não foram influenciadas significativamente ($p > 0,05$) pelas relações avaliadas.

Em relação a largura de pupas (LP), observou-se interação significativa apenas para a densidade de ovos dentro da dieta a base de batata-doce, no qual se observou decréscimo dessa variável com o aumento da densidade de ovos (Figura 1A). Analisando-se o efeito de cada densidade dentro das dietas, verificou-se superioridade da dieta de batata-doce na

densidade de 50 ovos. No tocante ao peso de pupas, apenas a dieta a base de cenoura se ajustou ao modelo quadrático de regressão (Figura 1B). Para essa dieta, as pupas mais pesadas (0,0113 g) foram obtidas na densidade de 62,6 ovos, um acréscimo de 3,98% em relação a densidade de 50 ovos. Ainda para o peso de pupas, as dietas diferiram entre si, com exceção da densidade de 150 ovos.

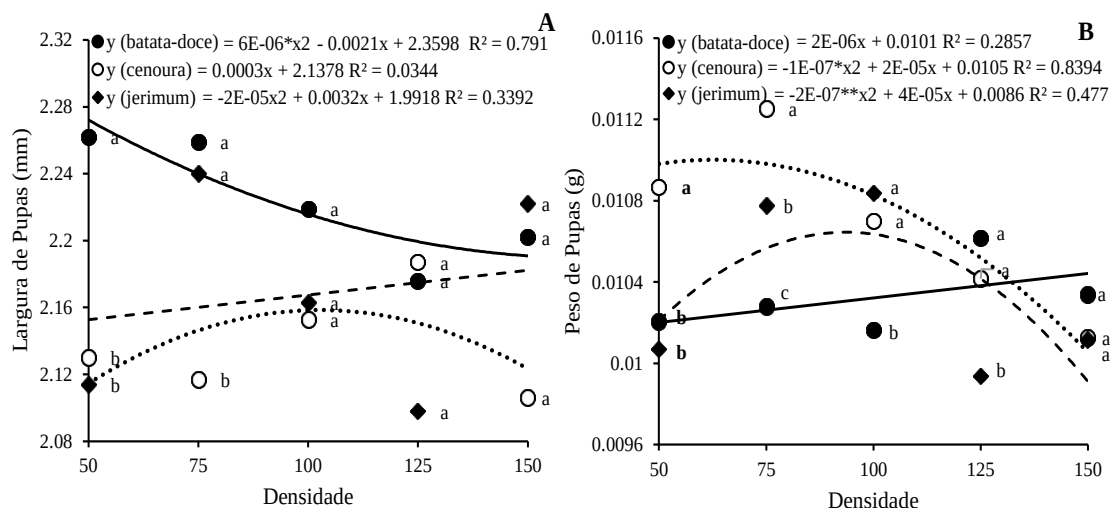


Figura 1. Largura (mm) e peso (g) de pupas de *C. capitata* submetida a diferentes densidades de ovos em dietas artificiais. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada densidade não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O aumento da densidade de ovos exerce um efeito direto proporcional sobre o peso e largura de pupas de *C. capitata*. Pupas mais largas e pesadas levam a emergência de insetos com melhor desempenho dos parâmetros biológicos fecundidade, fertilidade e longevidade (SOOKAR et al., 2014; CARTAXO, 2021). O peso e largura de pupas são fatores-chave para a sobrevivência de insetos-praga, principalmente moscas-das-frutas, visto que, o peso corporal e largura das pupas estão positivamente relacionados à alta fecundidade (JALEEL et al., 2018). A maior largura de pupas pode ser atribuída a maior concentração de vitamina do complexo B presente na batata-doce (Tabela 2), pois atuam sinergicamente com proteínas, aumentando a capacidade das larvas incorporarem proteínas, aumentando a largura pupal (NESTEL; NEMNY-LAVY, 2008).

Alguns parâmetros biológicos das moscas-das-frutas podem ser alterados de acordo com a densidade na qual se desenvolveram. Maiores densidades tendem a originar pupas e adultos de menor peso, mediante a depleção do recurso alimentar pelo aumento de gás carbônico e ácido úrico na dieta (GREEN; POPA, 2012; BOAVENTURA, 2013; MATAVELLI, et al., 2015). É possível inferir que as diferentes densidades de ovos

inoculados nas dietas influenciam no peso de pupa. De modo que, altas densidades de ovos podem acarretar alta concorrência alimentar pelas larvas, resultando em larvas menos pesadas.

A viabilidade larval ajustou-se ao modelo quadrático de regressão para a dieta a base de jerimum, com a densidade de menor eficiência sendo registrado na densidade de 99,2 ovos, obtendo-se uma viabilidade de 90,19% (Figura 2A). Destaca-se que essa dieta se sobressaiu perante a dieta a base de cenoura nas maiores densidades de ovos (125 e 150). Ajustes ao modelo quadrático de regressão para a dieta a base de jerimum também foram observados para a viabilidade pupal (Figura 2B) e viabilidade ovo-adulto (Figura 2C), no qual os pontos de menor eficiência foram obtidos nas densidades de 79,03 e 86,7 ovos, com viabilidades de 83,9% e 76,13%, respectivamente. Analisando-se a eficiência das dietas dentro de cada densidade, observou-se que, para a viabilidade pupal na densidade de 50, a dieta a base de jerimum propiciou resultados inferiores estatisticamente às dietas de batata-doce e cenoura; no entanto, para as densidades de 125 e 150 ovos, as dietas não diferiram entre si. Resultados diferentes dos observados para a viabilidade ovo adulto, no qual para a densidade de 150 ovos, maiores resultados foram obtidos com o uso da dieta de jerimum.

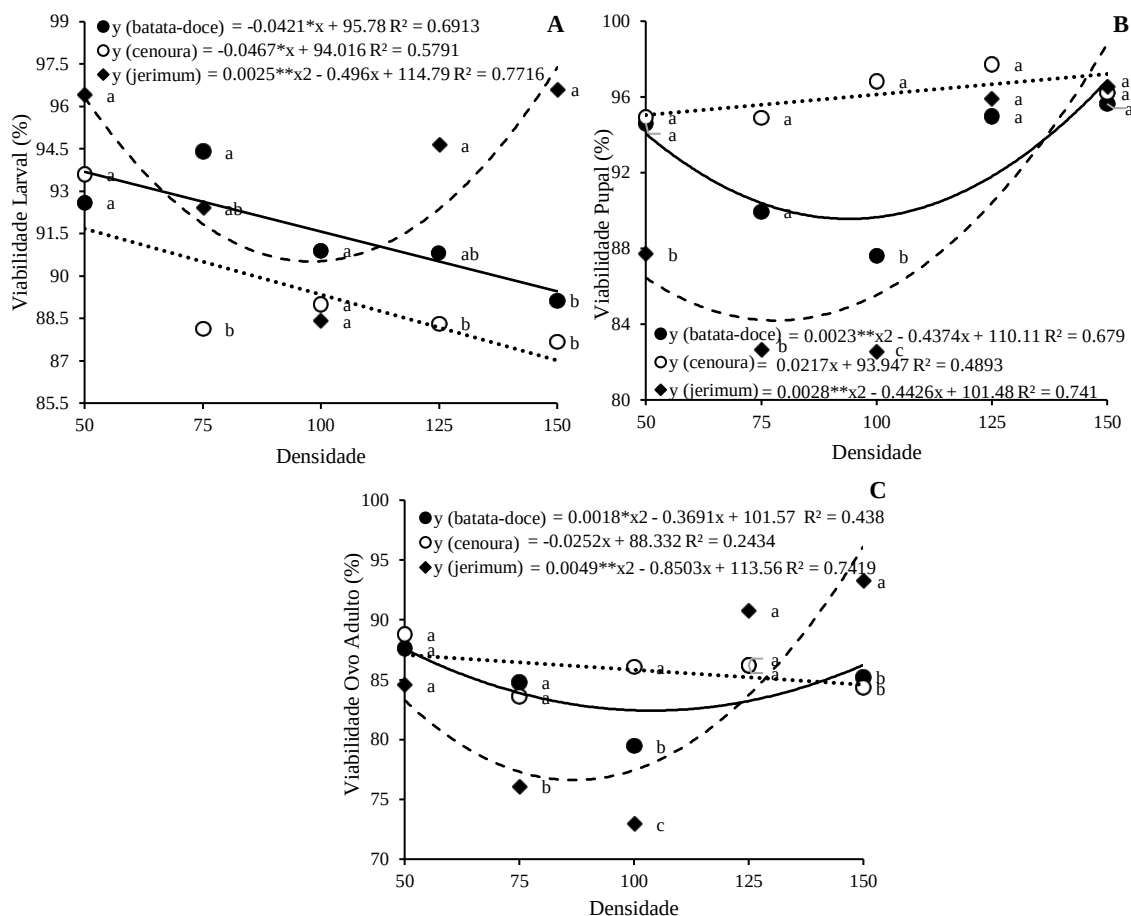


Figura 2. Viabilidade larval, pupal e ovo-adulto (%) de *C. capitata* submetida a diferentes densidades de ovos em dietas artificiais. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada densidade não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A determinação da viabilidade larval e pupal é importante, visto que, quanto maior a viabilidade pupal maior será o número de indivíduos na criação de moscas-das-frutas (MADALÓN et al., 2017). Dietas artificiais que proporcionam uma viabilidade larval maior que 75%, são consideradas adequadas para criação de insetos (PARRA, 2015). Resultados que evidenciam o jerimum como um potencial produto para preparo de uma dieta alternativa, com capacidade de suporte maior que a cenoura e batata-doce.

Maior viabilidade ovo-adulto na dieta a base de jerimum tem relação direta com a viabilidade larval e viabilidade pupal, pois, nas densidades de 125 e 150 ovos, houve maior viabilidade. É importante ressaltar que a viabilidade ovo-adulto precisa levar em consideração a qualidade e quantidade de insetos produzidos e, a possibilidade de redução do custo da dieta (NUNES et al., 2013). Dessa forma, os resultados aqui obtidos demonstram que a criação de *C. capitata* pode ser realizada em dieta à base de jerimum sem que ocorra redução do número de insetos produzidos e, assim, com possibilidade de redução do custo da dieta.

O uso de dietas a base de batata-doce ocasionou em maior período ovo-pupa (Figura 3A), larva-pupa (Figura 3B) e pupa-adulto (Figura 3C). Em contrapartida, para o uso de cenoura observou-se menores tempos para ambas as variáveis, com exceção do tempo pupa-adulto, no qual não diferiu estatisticamente do jerimum.

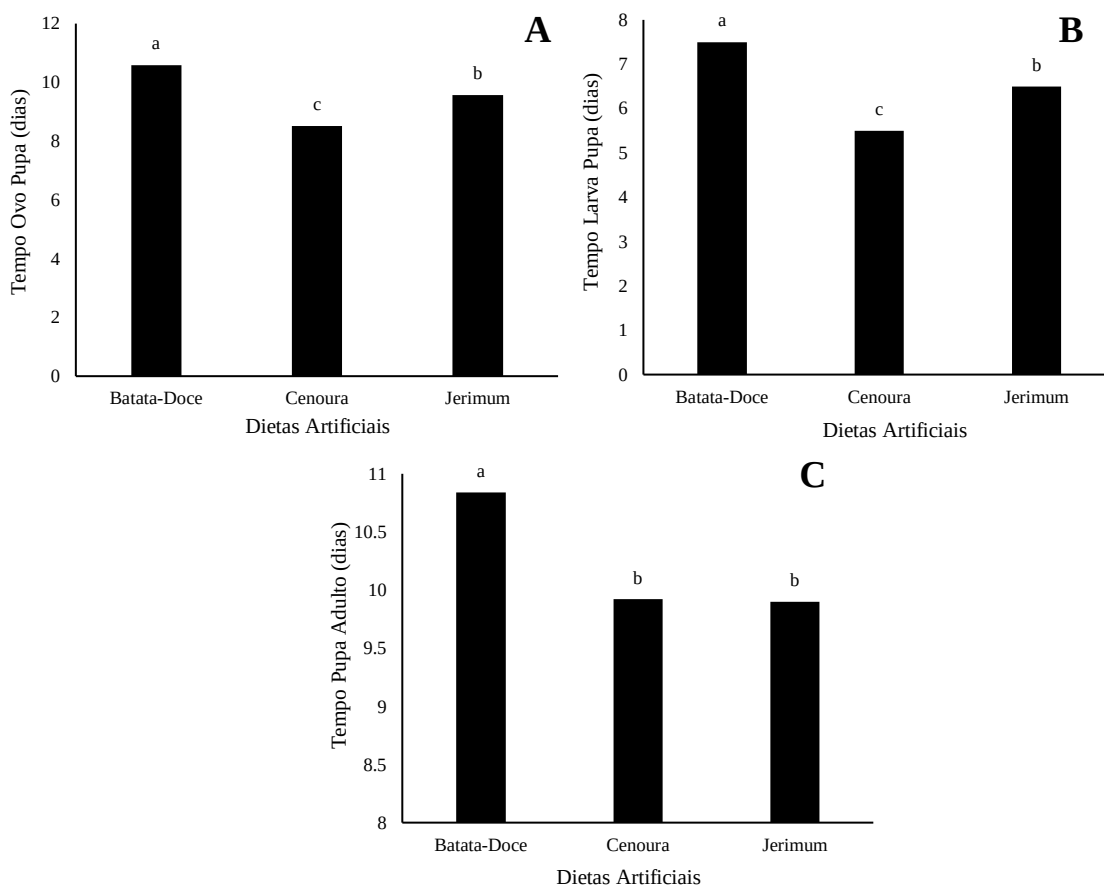


Figura 3. Tempo de ovo-pupa; tempo de larva-pupa e pupa-adulto (dias) de *C. capitata* submetida a diferentes dietas artificiais. Médias seguidas da mesma letra na barra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A nutrição das larvas de *C. capitata* afeta o tempo de desenvolvimento e a sobrevivência desses insetos (HAMBY et al., 2016), o que se deve a necessidade de adaptação aos suprimentos alimentares fornecidos (BOAVENTURA, 2013). Para produção em grande escala de insetos, menor duração de tempo de desenvolvimento é uma característica desejável e expressa a eficiência do meio de criação (CHAUDHURI, 2017).

A redução do período pupa-adulto proporciona a geração de novos ciclos da praga rapidamente, favorecendo a geração de indivíduos de maneira mais rápida de *C. capitata*, facilitando a testagem e execução de experimentos em campo e laboratório. Larvas que tendem a se desenvolver sob condições ótimas de recursos, tendem a ter um tempo de desenvolvimento menor e consequentemente rapidez na geração de novos indivíduos (ZAHARAN et al., 2018). As dietas de insetos apresentam em sua composição vitaminas, proteínas e carboidratos (PASCACIO-VILLAFÁN et al., 2015).

Na composição bromatológica da batata-doce, há um percentual de 1,78% proteínas e 28,7% de carboidratos (Tabela 2), diferente da cenoura que apresenta 1,12% de proteína e 7,55% de carboidratos (TBCA, 2020). Fontes de carboidratos interferem no desenvolvimento larval e nas características das moscas-das-frutas adultas (MORIMOTO et al., 2020). Dessa forma, a maior quantidade de carboidratos na batata-doce (Tabela 2), pode ter levado a um aumento do período de desenvolvimento desses insetos.

No tocante a razão sexual, observou-se que apenas a dieta a base de cenoura se ajustou ao modelo linear de regressão, com redução nessa variável com o aumento da densidade de ovos nesta dieta, com um decréscimo de 8,41% ao se comparar a densidade de 150 e 50 ovos (Figura 4). Ainda, para a razão sexual, observou-se diferenças das dietas dentro de cada densidade apenas nas densidades de 50 e 150 ovos.

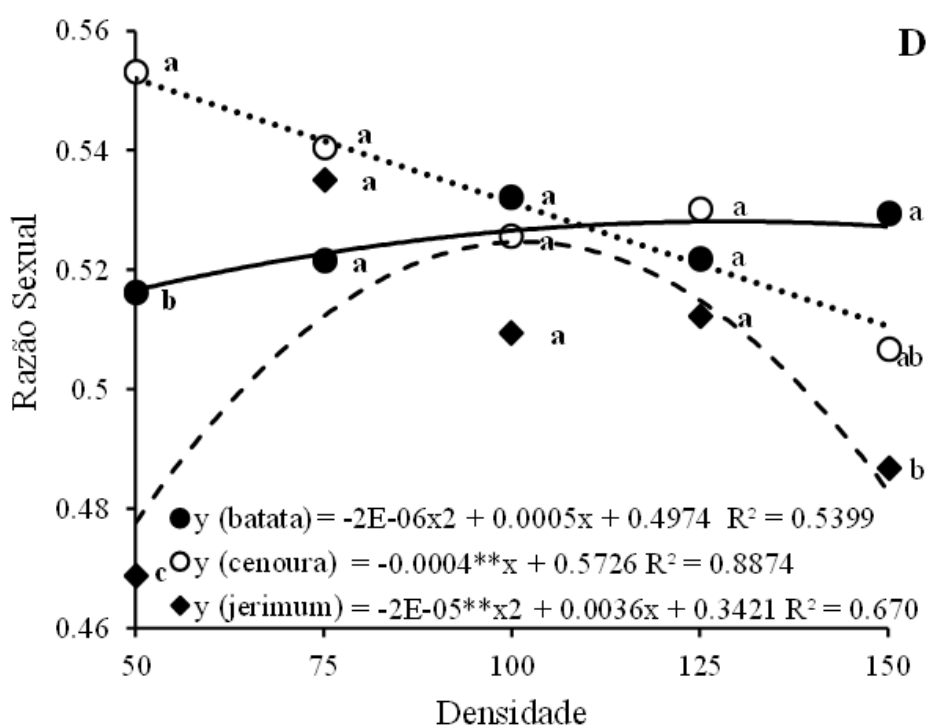


Figura 4. Razão sexual de *Ceratitidis. capitata* submetida a diferentes densidades de ovos em dietas artificiais.

A razão sexual de insetos é um parâmetro que pode ser afetado pelo tipo e disponibilidade de material alimentar (MIR et al., 2014). Para a mosca-das-frutas, a razão sexual ideal é próxima de 1:1 ou seja, um macho para uma fêmea (SHUTTLEWORTH et al., 2019). Contudo, um maior número de fêmeas é importante para uma maior produção de ovos e perpetuação da espécie (CARTAXO, 2021).

A análise de componentes principais (ACP), explicou 59,4% da variância original dos dados nos dois primeiros eixos (CP1 e CP2) (Figura 4). No eixo 1, que reuniu 36,5% da explicação dos dados, observou-se associação significativa entre TOP ($r = 0,94$; $p < 0.01$), TLP ($r = 0,93$; $p < 0.01$), LP ($r = 0,77$; $p < 0.01$), TPA ($r = 0,69$; $p < 0.01$) e TOL ($r = 0,67$; $p < 0.01$), variáveis que contrastaram com a VP ($r = -0,51$; $p < 0.01$). Ou seja, dietas que propiciem maiores tempos de ovo-larva, ovo-pupa e larva-pupa, como a de batata doce, levam a pupas com maior largura e maior tempo para se chegar a fase adulta, em consequência, levam também a menor viabilidade pupal, e vice-versa, como observado para a dieta a base de cenoura. O desenvolvimento biológico mais lento obtido na dieta de batata-doce evidencia que esses insetos apresentam desvantagens no tempo de desenvolvimento dos ciclos do inseto em relação aos que apresentam desenvolvimento normal ou precoce, como as obtidas nas dietas a base de cenoura e jerimum.

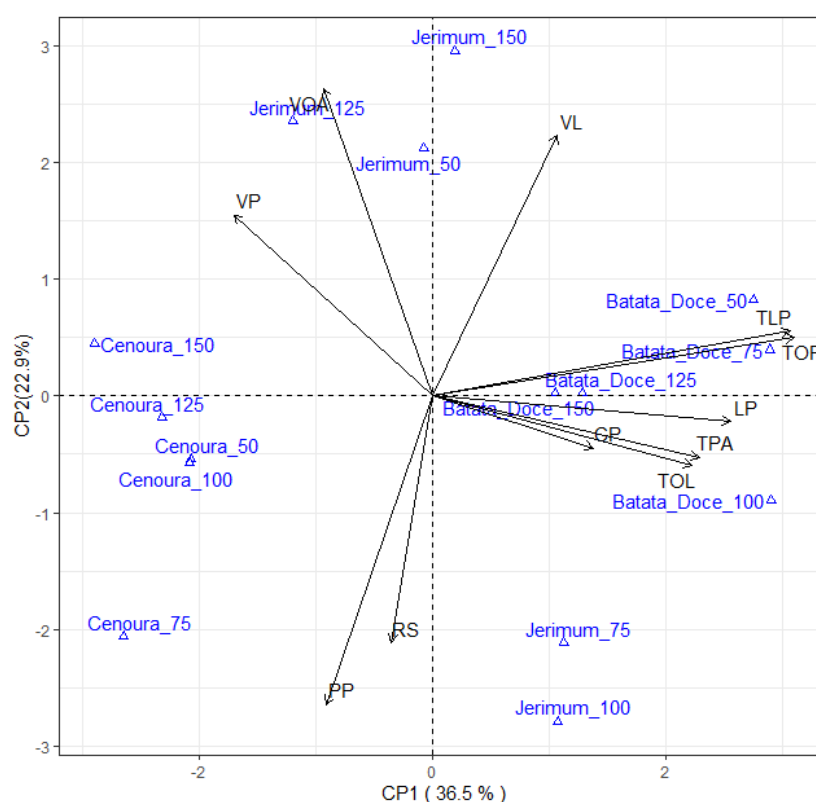


Figura 4. Análise de Componentes Principais (ACP) das características biológicas de *Ceratitis capitata* mantidas em diferentes densidades de ovos em dietas artificiais.

Comprimento de Pupas (CP), Tempo de Ovo-Larva (TOL), Tempo Ovo-Adulto (TOA), Largura de Pupas (LP), Peso de Pupas (PP), Viabilidade Larval (VL), Viabilidade de Pupa (VP), Viabilidade Ovo-Adulto (VOA), Tempo Larva-Pupa (TLP), Tempo Ovo-Pupa (TOP), Tempo de Pupa-Adulto (TPA), Razão Sexual (RS).

No eixo 2, que reuniu 22,9% da explicação da variância original, obteve-se associação entre VOA ($r = 0,80$; $p < 0.01$) e VL ($r = 0,67$; $p < 0.01$), que apresentaram desempenho antagônico com o PP ($r = -0,80$; $p < 0.01$) e RS ($r = -0,64$; $p < 0.01$). Resultados que demonstram que pupas mais pesadas apresentam maior razão sexual, como observado para a dieta a base de jerimum nas densidades de 75 e 100 ovos; no entanto, propiciam menor viabilidade ovo-adulto e larval, e vice-versa, como verificado nessa mesma dieta nas densidades de 50, 125 e 150 ovos. Um aumento da densidade de ovos para 75 e 100 ovos proporciona uma redução nos custos de produção das moscas-das-frutas na dieta de jerimum, sendo essa dieta e essas densidades potenciais aliadas à dieta a base de cenoura.

As fontes vegetais utilizadas apresentam diferenças bromatológicas e nutricionais entre si (Tabela 2). As moscas-das-frutas ao longo de seu ciclo de vida requerem recursos adequados de alimentos para um bom desenvolvimento larval e bom desempenho do adulto (SAEED et al., 2022). Uma dieta balanceada nutricionalmente é adquirida por meio de mistura de proporções específicas de nutrientes que otimizam a aptidão individual de insetos (ALUJA et al., 2016).

Tabela 2. Composição bromatológica de referência para batata-doce, cenoura e jerimum.

Componente	Unidade	Composição Nutricional (100 g)		
		Batata-doce	Cenoura	Jerimum
Energia	kJ	498	128	92
Energia	Kcal	118	31	22
Umidade	g	67,1	90,2	93,2
Carboidrato total	g	28,7	7,55	5,03
Carboidrato disponível	g	25,5	4,56	3,01
Proteína	g	1,78	1,12	1,05
Lipídios	g	0,23	0,21	0,18
Fibra alimentar	g	3,17	2,98	2,02
Álcool	g	0,00	0,00	0,00
Cinzas	g	2,24	0,91	0,54
Colesterol	Mg	0,00	0,00	0,00
Ácidos graxos saturados	g	0,08	0,03	0,04
Ácidos graxos monoinsaturados	g	-	0,01	0,03
Ácidos graxos polinsaturados	g	0,06	0,10	0,02
Ácidos graxos trans	g	0,00	0,00	0,00
Cálcio	Mg	30,3	21,4	9,64
Ferro	Mg	0,42	0,47	0,22
Sódio	Mg	9,46	11,1	0,19
Magnésio	Mg	26,0	11,4	5,54
Fósforo	Mg	39,3	26,9	19,2
Potássio	Mg	366	278	225
Zinco	Mg	0,22	0,30	0,14
Cobre	Mg	0,12	0,07	0,05

Selênio	Mcg	0,90	0,60	1,10
Vitamina A (RE)	Mcg	715	740	710
Vitamina A (RAE)	Mcg	357	370	355
Vitamina D	Mcg	0,00	0,00	0,00
Alfa-tocoferol (Vitamina E)	Mg	1,20	0,58	1,91
Tiamina	Mg	0,06	-	-
Vitamina B6	Mg	0,11	0,05	0,07
Vitamina B12	Mcg	0,00	0,00	0,00
Vitamina C	Mg	17,8	5,12	4,58
Equivalente de folato	Mcg	15,9	15,9	12,9

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA – 7.1, 2020).

Analisando-se o custo de produção das três dietas utilizadas (Tabela 3), verificou-se que o uso de cenoura foi o que mais onerou o preço final da dieta.

Tabela 3. Composição e custo de 1 kg da dieta artificial à base de batata-doce, cenoura e jerimum.

Ingrediente	% da dieta (massa)	Custo (R\$/kg)		
		Batata-doce	Cenoura	Jerimum
Base vegetal	82,64	2,30	10,74	2,50
Levedura de cerveja	16,53	5,78	5,78	5,78
Nipagin	0,83	2,15	2,15	2,15
Total	100	10,23	18,67	10,43

Os resultados evidenciam que o uso da cenoura representou mais de 52% do custo total da dieta. Em contraste, as dietas a base de batata-doce e jerimum não ultrapassam 24% do custo final desse meio de criação (Tabela 4). Esses resultados ressaltam dietas que apresentam menor custo de participação, na manutenção da criação massal de insetos. Atualmente o custo com dietas artificiais para manutenção de insetos em laboratório é em torno de 30% (PASCACIO-VILLAFÁN et al., 2017).

Tabela 4. Dados de custo das três dietas larvais estudadas.

Dietas Larvais	R\$/kg de dieta	% de participação da base vegetal no custo final da dieta
Batata-doce	10,23	22,48
Cenoura	18,67	57,52
Jerimum	10,43	23,96

Os resultados em conjunto desse estudo demonstram a potencialidade do uso do jerimum como dieta alternativa à cenoura para a criação de *C. capitata*. Visto que além de ser uma dieta com menor custo de produção, também apresenta capacidade de suportar maiores densidades de ovos, sem que haja interferência nos parâmetros biológicos. Resaltasse, que a nutrição de insetos é balizada em tres vertentes, qualitativos, quantitativos e

redução de custos da dieta (YAZLOVETSKY., 2021). Dietas que apresentem a maior capacidade de suporte, sem redução da qualidade e quantidade de insetos produzidos é o principal objetivo do estudo de nutrição de insetos (JORDAN et al., 2021).

5. CONCLUSÕES

- O uso de dieta a base de jerimum permite alta viabilidade em densidades de até 150 ovos, apresentando-se como potencial alternativa ao uso de cenoura em dietas para a criação de *C. capitata*;
- A dieta a base de batata-doce não é indicada para produção massal de *C. capitata*;
- A cenoura embora seja uma dieta já estabelecida, apresenta elevado percentual de participação no custo de produção da dieta, o que pode comprometer a viabilidade econômica da manutenção da criação massal de *C. capitata*.
- A dieta de jerimum corresponde a menos de 24% do custo final da dieta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEITUNO-MEDINA, M.; RIVERA-CIPRIAN, J. P.; HERNÁNDEZ, E. Evaluation of a pelleted diet for larval mass-rearing of *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 168, n. 6-7, p. 502-512, 2020.
- AL-BEHADILI, F. J.; AGARWAL, M.; XU, W.; REN, Y. Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) eggs and arvae responses to a low-oxygen/high-nitrogen atmosphere. **Insects**, v. 11, n. 11, p. 11-41, 2020.
- AL-BEHADILI, F. J.; BILGI, V.; LI, J.; WANG, P.; TANIGUCHI, M.; AGARWAL, M.; REN, Y.; XU, W. Cold response of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) on a lab diet. **Insects**, v. 10, n. 2, p. 48, 2019.
- ALMEIDA, L. B. M.; COELHO, J. B.; UCHOA, M. A.; GISLOTI, L. J. Diversity of fruit flies (Diptera: Tephritoidea) and their host plants in a conservation unit from midwestern Brazil. **Florida Entomologist**, v. 102, n. 3, p. 562-570, 2019.
- ALUJA, M.; GUILLÉN, L.; JÁCOME, I.; RIGHINI, N. Long term feeding patterns highlight preference for sucrose in the fruit fly *Anastrepha serpentina* when given a choice over other more nutritious food sources. **Journal of Insect Behavior**, v. 29, n. 6, p. 719-734, 2016.
- ALVES, T. J.; MURCIA, A.; WANUMEN, A. C.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; TEIXEIRA, Á. A.; ORTIZ, A.; MEDINA, P. Composition and toxicity of a mixture of essential oils against Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 1, p. 164-172, 2019.
- ARAÚJO, J. R. E. S.; GONZAGA, K. S.; SANTOS, J. P. O.; CARTAXO, P. H. A.; OLIVEIRA, G. M.; ARAÚJO, H. M.; LACERDA, L. B.; SABINO, B. T. S.; BATISTA, J. L. Espécies de moscas-das-frutas descritas na Paraíba e atrativos utilizados para o manejo. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 7, p. 18-24, 2021.
- ASADI, R.; ELAINI, R.; LACROIX, R.; ANT, T.; COLLADO, A.; FINNEGAN, L.; SICILIANO, P.; MAZIH, A.; KOUKIDOU, M. Preventative releases of self-limiting *Ceratitis capitata* provide pest suppression and protect fruit quality in outdoor netted cages. **International Journal of Pest Management**, v. 66, n. 2, p. 182-193, 2020.

ASIMAKIS, E. D.; KHAN, M.; STATHOPOULOU, P.; CACERES, C.; BOURTZIS, K.; TSIAMIS, G. The effect of diet and radiation on the bacterial symbiome of the melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett). **BMC Biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 1-12, 2019.

AUMANN, R. A.; SCHETELIG, M. F.; HÄCKER, I. Highly efficient genome editing by homology-directed repair using Cas9 protein in *Ceratitis capitata*. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 101, n. 1, p. 85-93, 2018.

BARRAGAN-FONSECA, K. B.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. Influence of larval density and dietary nutrient concentration on performance, body protein, and fat contents of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 166, n. 9, p. 761-770, 2018.

BARRAGAN-FONSECA, K. B.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed—a review. **Journal of Insects as Food and Feed**, v. 3, n. 2, p. 105-120, 2017.

BENELLI, G.; RIZZO, R.; ZENI, V.; GOVIGLI, A.; SAMKOVÁ, A.; SINACORI, M.; LO VERDE, G.; PAVELA, R.; CAPPELLACCI, L.; PETRELLI, R.; SPINOZZI, E.; MORSHEDLOO, M. M. R.; MAGGI, F.; CANALE, A. *Carlina acaulis* and *Trachyspermum ammi* essential oils formulated in protein baits are highly toxic and reduce aggressiveness in the medfly, *Ceratitis capitata*. **Industrial Crops and Products**, v. 161, p. e113191, 2021.

BENEVIDES, L. D. J.; SILVA, N.; DIAS, V. S.; BENEVIDES, C. D. J.; LOPES, M. V.; JOACHIM-BRAVO, I. S.; OLIVEIRA, G. B.; NASCIMENTO, A. S. Low-cost artificial diets for the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). **Magistra**, v. 24, n. A, p. 1-7, 2012.

BLYTHE, E. K.; TABANCA, N.; DEMIRCI, B.; KENDRA, P. E. Chemical composition of essential oil from *Tetradenia riparia* and its attractant activity for Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. **Natural Product Communications**, v. 15, n. 9, p. 1-6, 2020.

BOAVENTURA, D. D. **Desenvolvimento de *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) em diferentes dietas**. 2013. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2013.

BRANDÃO, E. A. F.; RIST, S. The agrarian space of the Brazilian semi-arid region: the dichotomies between the space of irrigated agriculture and the space of traditional agriculture. **Studies in Agricultural Economics**, v. 122, n. 3, p. 140-152, 2020.

CÁCERES, C.; HENDRICHS, J.; VREYSEN, M. J. B. Development and improvement of rearing techniques for fruit flies (Diptera: Tephritidae) of economic importance. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 34, n. S1, p. 1-12, 2014.

CANALE, A.; GENNARI, G.; LEONI, V.; MESSING, R. H.; BENELLI, G. Impact of a long-lasting adult liquid diet on female reproductive performance in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 18, n. 2, p. 263-265, 2015.

CARTAXO, P. H. A. **Dietas artificiais para a criação massal de *Ceratitidis capitata* (Wied. 1824) (Diptera: Tephritidae)**. 2021. 38f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, 2021.

CHAUDHURI, N.; SENAPATI, S. K. Development and reproductive performance of rice moth *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae) in different rearing media. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 4, p. 337-343, 2017.

DI ILIO, V.; CRISTOFARO, M. Polyphenolic extracts from the olive mill wastewater as a source of biopesticides and their effects on the life cycle of the Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* (Diptera, Tephritidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 41, n. 1, p. 359-366, 2021.

DIAS, N. P.; ZOTTI, M. J.; MONTOYA, P.; CARVALHO, I. R.; NAVA, D. E. Fruit fly management research: A systematic review of monitoring and control tactics in the world. **Crop Protection**, v. 112, p. 187-200, 2018.

FACHI, L. R.; KRAUSE, W.; VIEIRA, H. D.; ARAÚJO, D. V.; LUZ, P. B.; VIANA, A. P. Digital image analysis to quantify genetic divergence in passion fruit seeds. **Genetics and Molecular Research**, v. 18, n. 2, e16039955, 2019.

FIABOE, K. K.; KEKEUNOU, S.; NANGA, S. N.; KUATE, A. F.; TONNANG, H. E.; GNANVOSSOU, D.; HANNA, R. Temperature-based phenology model to predict the development, survival, and reproduction of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis*. **Journal of Thermal Biology**, v. 97, n.1, p. 102877, 2021.

FREITAS, S. S.; SERAFIM, F. A. T.; LANÇAS, F. M. Determination of target pesticide residues in tropical fruits employing matrix solid-phase dispersion (MSPD) extraction followed by high resolution gas chromatography. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 29, n. 5, p. 1140-1148, 2018.

GAVA, C. A. T.; DA SILVA, J. C.; SIMÕES, W. L.; PARANHOS, B. A. J. Impact of soil texture on conidia movement and residual effect of entomopathogenic fungi applied through irrigation to control fruit-fly pupae in mango orchards. **Biological Control**, v. 163, n. 1, p. 104559, 2021.

GREEN, T. R.; POPA, R. Enhanced ammonia content in compost leachate processed by black soldier fly larvae. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 166, n. 6, p. 1381-1387, 2012.

HALES, D. F.; GILLESPIE, P. S.; WADE, S.; DOMINIAK, B. C. First detection of '*Megoura crassicauda*' Maudvilko (Hemiptera: Aphididae) in Australia and a review of its biology. **General and Applied Entomology: The Journal of the Entomological Society of New South Wales**, v. 45, n. 1, p. 77-81, 2017.

HAMBY, K. A.; BELLAMY, D. E.; CHIU, J. C.; LEE, J. C.; WALTON, V. M.; WIMAN, N. G.; YORK, R. K.; BIONDI, A. Biotic and abiotic factors impacting development, behavior, phenology, and reproductive biology of *Drosophila suzukii*. **Journal of Pest Science**, v. 89, n. 3, p. 605-619, 2016.

HAMDEN, H.; GUERFALI, M. M.; CHARAABI, K.; DJOBBI, W.; FADHL, S.; MAHJOUBI, M.; MNASRI, K.; NAJJARI, A.; SAIDI, M.; CHEVRIER, C.; CHERIF, A. Screening and selection of potential probiotic strains from the Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata*) guts origin based on SIT application. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v. 13, n. 1, p. 776-791, 2020.

JALEEL, W.; LU, L.; HE, Yu. Biology, taxonomy, and IPM strategies of *Bactrocera tau* Walker and complex species (Diptera; Tephritidae) in Asia: a comprehensive review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 20, p. 19346-19361, 2018.

JORDAN, Heather R.; TOMBERLIN, Jeffery K. Microbial influence on reproduction, conversion, and growth of mass produced insects. **Current Opinion in Insect Science**, v. 48, p. 57-63, 2021.

- LEAL, C. M.; SÁ, A. V.; PARANHOS, B. J.; GOMÉZ, M.; VIRGÍNIO, J. F.; MOREIRA, J. O.; GAVA, C. A. T. Supplementing artificial diet with antimicrobial compounds increases the resistance of sterile males of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) applied as vectors of virulent fungi. **Biocontrol Science and Technology**, p. 1-19, 2021.
- LEFTWICH, P. T.; NASH, W. J.; FRIEND, L. A.; CHAPMAN, T. Adaptation to divergent larval diets in the medfly, *Ceratitis capitata*. **Evolution**, v. 71, n. 2, p. 289-303, 2017.
- LEITE, S. A.; COSTA, D. R. D.; RIBEIRO, A. E. L.; MOREIRA, A. A.; SÁ NETO, R. J. D.; CASTELLANI, M. A. Oviposition preference and biological performance of *Ceratitis capitata* in Anacardiaceae, Cactaceae and Vitaceae fruit. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, p. 1-8, e1282018, 2019.
- MADALON, F. Z.; PREZOTTI, L.; MENEGHELLI, C. M.; CARVALHO, J. R.; PIROVANI, V. D.; MADALON, R. Z.; MACIEL, K. S.; LAUVERS, G. S.; CORREA, J. M.; MELLERE, J. G. B.; MELLERE, J. G. B. Populational dynamics of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in guava orchards in the Northwest region of Espírito Santo, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 38, p. 2851-2857, 2017.
- MAINALI, B. P.; MOADELI, T.; PONTON, F.; TAYLOR, P. W. Comparison of gel larval diet with traditional lucerne chaff and carrot solid diets for rearing of Queensland fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 5, p. 2278-2286, 2019.
- MAJUMDER, R.; SUTCLIFFE, B.; ADNAN, S. M.; MAINALI, B.; DOMINIAK, B. C.; TAYLOR, P. W.; CHAPMAN, T. A. Artificial larval diet mediates the microbiome of Queensland fruit fly. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. e2296, 2020.
- MATAVELLI, C.; CARVALHO, M. J. A.; MARTINS, N. E.; MIRTH, C. K. Differences in larval nutritional requirements and female oviposition preference reflect the order of fruit colonization of *Zaprionus indianus* and *Drosophila simulans*. **Journal of Insect Physiology**, v. 82, n. 1, p. 66-74, 2015.
- MEDEIROS-SANTANA, L.; ZUCOLOTO, F. S. Sexual receptivity of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) wild females affected by nutrition and egg load. **Entomological Science**, v. 19, n. 3, p. 233-238, 2016.
- MERLI, D.; MANNUCCI, B.; BASSETTI, F.; CORANA, F.; FALCHETTO, M.; MALACRIDA, A. R.; GASPER, G.; SCOLARI, F. Larval diet affects male pheromone blend

in a laboratory strain of the Medfly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Chemical Ecology**, v. 44, n. 4, p. 339-353, 2018.

MIR, S. H.; DAR, S. A.; MIR, G. M.; AHMAD, S. B. Biology of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) on cucumber. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 753-758, 2014.

MOADELI, T.; MAINALI, B.; PONTON, F.; TAYLOR, P. W. Effects of fatty acids and vitamin E in larval diets on development and performance of Queensland fruit fly. **Journal of Insect Physiology**, v. 125, p. e104058, 2020.

MOADELI, T.; TAYLOR, P. W.; PONTON, F. High productivity gel diets for rearing of Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni*. **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 2, p. 507-520, 2017.

MORELLI, R.; COSTA, K. Z.; FAGIONI, K. M.; COSTA, M. D. L. Z.; NASCIMENTO, A. S. D.; PIMENTEL, R. M. D. A.; WALDER, J. M. M. New protein sources in adults diet for mass-rearing of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 6, p. 827-833, 2012.

MORIMOTO, J.; NGUYEN, B.; LUNDBÄCK, I.; THAN, A. T.; TABRIZI, S. T.; PONTON, F.; TAYLOR, P. W. Effects of carbohydrate types on larval development and adult traits in a polyphagous fruit fly. **Journal of Insect Physiology**, v. 120, p. 103969, 2020.

NESTEL, D.; NEMNY-LAVY, E. Nutrient balance in medfly, *Ceratitis capitata*, larval diets affects the ability of the developing insect to incorporate lipid and protein reserves. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 126, n. 1, p. 53–60, 2008.

NIKOLOULI, K.; AUGUSTINOS, A. A.; STATHOPOULOU, P.; ASIMAKIS, E.; MINTZAS, A.; BOURTZIS, K.; TSIAMIS, G. Genetic structure and symbiotic profile of worldwide natural populations of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. **BMC genetics**, v. 21, n. 2, p. 1-13, 2020.

NUNES, A. M.; COSTA, K. Z.; FAGGIONI, K. M.; COSTA, M. D. L. Z.; GONÇALVES, R. D. S.; WALDER, J. M. M.; GARCIA, M. S.; NAVA, D. E. Dietas artificiais para a criação de larvas e adultos da mosca-das-frutas sul-americana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 10, p. 1309-1314, 2013.

OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. **Journal of Applied Entomology**, v. 137, n. 1-2, p. 1-15, 2013.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ. 2015.

PASCACIO-VILLAFÁN, C.; BIRKE, A.; WILLIAMS, T.; ALUJA, M. Modeling the cost-effectiveness of insect rearing on artificial diets: a test with a tephritid fly used in the sterile insect technique. **PloS one**, v. 12, n. 3, p. e0173205, 2017.

PASCACIO-VILLAFÁN, C.; WILLIAMS, T.; SIVINSKI, J.; BIRKE, A.; ALUJA, M. Costly nutritious diets do not necessarily translate into better performance of artificially reared fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 1, p. 53-59, 2015.

PIO, R.; SOUZA, F. B. M. D.; KALCSITS, L.; BISI, R. B.; FARIAS, D. D. H. Advances in the production of temperate fruits in the tropics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 41, n.1, e39549, 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R Foundation For Statistical Computing. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena, Áustria. 2019. ISBN: 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 10 de janeiro de 2022.

SAEED, M.; AHMAD, T.; ALAM, M.; AL-SHURAYM, L. A.; AHMED, N.; ALSHEHRI, M. A.; ULLAH, H.; SAYED, S. M. Preference and performance of peach fruit fly (*Bactrocera zonata*) and lelon fruit fly (*Bactrocera cucurbitae*) under laboratory conditions. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 2402-2408, 2022.

SALMAH, M.; NURUL FATIHAH, M. Y.; HAILMI, M. S.; NORHAYATI, N. Growth and Development of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae) reared on sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) based artificial diet. *Serangga*, v. 25, n. 2, p. 96-107, 2019.

SERRA, N. S.; GARRIDO, C. M.; CATALÀ, A. B.; TAIT, G.; MERLI, D.; CARLIN, S.; MALACRIDA, A. R.; GASPERI, G.; ANFORA, G.; SCOLARI, F. Electrophysiological Responses of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata*, to the Cera Trap® Lure: exploring released antennally-active compounds. **Journal of Chemical Ecology**, v. 47, n. 3, p. 265-279, 2021.

SHINWARI, I., KHAN, S., KHAN, M. A., AHMAD, S., SHAH, S. F., MASHWANI, M. A., & KHAN, M. A. Evaluation of artificial larval diets for rearing of fruit fly *Bactrocera zonata* (Diptera: Tephritidae) under laboratory condition. **Journal of Entomology And Zoology Studies**, v. 3, n.1, p. 189-193, 2015.

SHUTTLEWORTH, L. A.; KHAN, M. A. M.; OSBORNE, T.; COLLINS, D.; SRIVASTAVA, M.; REYNOLDS, O. L. A walk on the wild side: gut bacteria fed to mass-reared larvae of Queensland fruit fly [*Bactrocera tryoni* (Froggatt)] influence development. **BMC Biotechnology**, v. 19, n. 95, p. 1-11, 2019.

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

SOOKAR, P.; ALLECK, M.; AHSEEK, N.; PERMALLOO, S.; BHAGWANT, S.; CHANG, C. L. Artificial rearing of the peach fruit fly *Bactrocera zonata* (Diptera: Tephritidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 34, n. 1, p. S99-107, 2014.

STRINGER, L. D.; KEAN, J. M., BEGGS, J. R.; SUCKLING, D. M. Management and eradication options for Queensland fruit fly. **Population Ecology**, v. 59, n. 3, p. 259-273, 2017.

TABANCA, N.; MASI, M.; EPSKY, N. D.; NOCERA, P.; CIMMINO, A.; KENDRA, P. E.; NIOGRET, J.; EVIDENTE, A. Laboratory evaluation of natural and synthetic aromatic compounds as potential attractants for male Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. **Molecules**, v. 24, n. 13, p. 2409, 2019.

TBCA - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. **Composição de alimentos**. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020. [Acesso em: 24 de março de 2022]. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>.

TRASSATO, L. B.; LIMA, A. C. S.; DA SILVA BANDEIRA, H. F.; NETO, J. L. L. M. Comportamento sexual de *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 4, p. 298-303, 2017.

WELDON, C. W.; BOARDMAN, L.; MARLIN, D.; TERBLANCHE, J. S. Physiological mechanisms of dehydration tolerance contribute to the invasion potential of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) relative to its less widely distributed congeners. **Frontiers in Zoology**, v. 13, n. 1, e15, 2016.

YAZLOVETSKY, I. G. Development of artificial diets for entomophagous insects by understanding their nutrition and digestion. In: **Advances in insect rearing for research and pest management**. CRC Press, 2021. p. 41-62.

ZAHARAN, N. F.; HAMZA, A. F.; SAYED, W. A. A. Impact of certain additives to diet on the biological and biochemical characteristics of peach fruit fly, *Bactrocera zonata*. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v. 11, n. 4, p. 423-428, 2018.