

---

Ciências Biológicas

---

**Débora Duarte Boaventura**

**Desenvolvimento de *Zaprionus indianus* Gupta, 1970  
(Diptera: Drosophilidae) em diferentes dietas**

Débora Duarte Boaventura

Desenvolvimento de *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae)  
em diferentes dietas

Orientador: Claudio José Von Zuben

Co-orientadora: Cristiane Matavelli

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharela em Ciências Biológicas.

Rio Claro  
2013

595.7 Boaventua, Débora Duarte  
B662d Desenvolvimento de *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera:  
Drosophilidae) em diferentes dietas / Débora Duarte Boaventura. - Rio  
Claro, 2013  
54 f. : il., figs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) -  
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Claudio José Von Zuben  
Coorientador: Cristiane Matavelli

1. Inseto. 2. Competição larval. 3. Nutrição. 4. Moca-do-figo. 5. Peso  
crítico. 6. Pupação. 7. Dieta artificial. 8. Caracteres bionômicos. I. Título.

Dedico este trabalho à minha família, Neuza, Duarte,  
Marina e em especial ao meu sobrinho, Bernardo, que  
mesmo pequeno já se admira com a natureza!

Sempre tentei traçar metas e objetivos na minha vida e um deles sempre foi me formar em uma universidade de qualidade e fazer o que gosto. Hoje esse sonho se concretiza, mas essa conquista não é só minha.

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido uma família tão maravilhosa, que desde o início me mostrou que o prazer da vida está nas coisas mais simples e que fez despertar em mim todo o amor e admiração que tenho pela natureza. O estudo sempre foi um dos valores mais prezados por vocês, Mãe e Pai, obrigada por me incentivar sempre, tenho vocês como exemplo de superação. Nininha obrigada pela companhia e por me descontrair nos momentos de tensão!

Agradeço aos meus avós Maria, Josmendes (*in memorian*), Josefina e principalmente ao Vô Gabriel (*in memorian*), pessoa que tenho como exemplo de bondade e fé. Obrigada por todos os momentos em que teve paciência e o prazer de me passar seus ensinamentos durante nossas caminhadas pelo sítio.

Aos meus tios e primos muito obrigada pelo carinho e por me incentivarem a buscar sempre pelos meus sonhos.

Boi e Nenis vocês foram mais que colegas de sala, mais que vizinhos. Durante esses quatro anos meu sentimento por vocês é de irmandade. Tantas confissões, risadas, almoços. Obrigada por serem tão companheiros, tenho uma consideração enorme por vocês e orgulho em ver os Biólogos que se formaram.

Tibú, Mil, Bia e Biga obrigada pela amizade sincera, que mesmo depois de cinco anos, com momentos de maior ou menor convivência, a amizade é sempre a mesma e estar com vocês sempre me faz muito bem. Ao CBI 2009, ou melhor, a família que construí em Rio Claro, vocês fizeram parte dos melhores anos da minha vida, nunca vi uma sala tão unida como a nossa!

Jú, Nô obrigada pela amizade sincera, que ultrapassou até mesmo um continente entre nós, a Rep. Formigueiro foi o meu aconchego durante esses anos e morar com vocês foi demais! Vocês são como irmãs pra mim!

Tékinha, Rê, Nat, Mari, Fer e Ani muito obrigada por compreenderem minha ausência aos finais de semana e por sempre se preocuparem comigo. Renato e Polli obrigada pela amizade, pelas palavras nos momentos mais decisivos na minha vida, tenho um carinho enorme por vocês!

Obrigada Erik, por compartilhar comigo minha paixão pela natureza e por me mostrar tantos lugares lindos que eu nunca imaginei conhecer, com você o mundo fica ainda mais colorido!

Obrigada aos professores da UNESP- Rio Claro, que durante esses quatro anos contribuíram com seus ensinamentos para me tornar a Bióloga que sou hoje. Agradeço ao Prof. Claudio por toda dedicação e paciência durante esses anos de orientação. Lembro-me da minha primeira aula na universidade em que fui motivada por toda sua simpatia e conhecimento a procurá-lo para ser o meu mestre. A partir daí nasceu todo o meu carinho e admiração pela entomologia,

em especial pelas nossas mosquinhas. Agradeço a Tici, pelos primeiros ensinamentos sobre a *Zaprionus* e pela amizade.

Agradeço imensamente a ajuda concedida por meu amigo-professor Guilherme, o qual sempre esteve presente nos momentos em que mais precisei. Posso dizer com toda certeza que foi também meu orientador! Carica e Cris, além de fazerem parte do “clube da Luluzinha” se tornaram grandes amigas e me ajudaram muito durante a realização dos experimentos.

Agradeço a todos os professores do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa durante os 10 meses que estive em Portugal, em especial a professora Elizabete Figueiredo, Carlos Franco, António Mexia, que me ensinaram muito sobre o que é a Agricultura e me motivaram ainda mais a pesquisar sobre o meu país. Aos amigos agrônomos que fiz em Lisboa, Jorge, Cristina, Rita, Luiz, João, Rui, vocês fizeram a minha estadia em Portugal muito mais feliz!

À FAPESP agradeço pelo financiamento do meu projeto de iniciação científica; ao CNPQ pela oportunidade de realizar meu intercâmbio acadêmico e também cultural e ao SEBRAE por interceptar o meio acadêmico com os agricultores de figo, na região de Valinhos- SP.

Agradeço de coração a todos que de alguma maneira fizeram parte desse momento tão importante da minha vida!

*O meu olhar é nítido como um girassol  
Tenho o costume de andar pelas estradas  
Olhando para a direita e para a esquerda,  
E de vez em quando olhando para trás...*

*E o que vejo a cada momento  
É aquilo que nunca antes eu tinha visto,*

*E eu sei dar por isto muito bem...*

*Sei ter o pasmo essencial  
Que tem uma criança se, ao nascer,  
Reparasse que nascera deveras...  
Sinto-me nascido a cada momento*

*Para a eterna novidade do Mundo...  
Creio no mundo como num malmequer,  
Porque o vejo. Mas não penso nele  
Porque pensar é não compreender...  
O Mundo não se fez para pensarmos nele  
(Pensar é estar doente dos olhos)*

*Mas para olharmos para ele e estarmos de acordo...*

*Eu não tenho filosofia: tenho sentido...  
Se falo na Natureza não é porque saiba o que ela é  
Mas porque a amo, e amo-a por isto,  
Porque quem ama nunca sabe o que ama*

*Nem sabe porque ama, nem o que é amar...*

*Amar é a eterna inocência,  
E a única inocência é não pensar...*

*(PESSOA, F., 1914)*

## RESUMO

A fruticultura consolida-se a cada ano como uma importante atividade para o desenvolvimento econômico do Brasil, estando o figo-roxo de Valinhos (*Ficus carica* L.) entre as vinte principais frutas exportadas pelo país. No entanto, recentemente, esta cultura vem sendo afetada por uma praga oriunda da África, o drosofilídeo *Zaprionus indianus*, Gupta, 1970. Este inseto tem causado grandes perdas em volumes de produção, já que as fêmeas ovipõem nos frutos e esses passam a ser utilizados como substrato para o desenvolvimento dos imaturos, tornando os frutos inviáveis para o consumo humano. Porém, medidas de controle não são ainda largamente implementadas devido à falta de informações básicas sobre a espécie, como os que envolvem tempo de desenvolvimento e competição sob diferentes densidades larvais. Diante disso, o presente trabalho teve como finalidade analisar o desenvolvimento de *Z. indianus* e alguns caracteres bionômicos (viabilidade, peso pupal, peso do adulto, tamanho de asa, razão sexual e fecundidade), de maneira a relacionar o efeito das diferentes densidades (50, 100 e 200) em diferentes dietas (Dieta Controle (C) e Dieta com o dobro de levedura (2L)). Os resultados mostram que tanto a densidade quanto a dieta provocaram variações significativas quanto aos atributos testados. Ademais, o peso crítico para ambas as dietas foi testado, sendo que para a Dieta 2L, este foi atingido em menor tempo; no entanto, para uma determinação mais precisa, são necessários novos testes.

**Palavras-chave:** Mosca-do-figo. Competição. Peso crítico para empupação. Dieta artificial. Caracteres bionômicos.



## ABSTRACT

The fruit culture consolidates every year as an important activity for the economic development of Brazil, and the fig (var. “Figo-roxo de Valinhos”) (*Ficus carica* L.) is among the twenty main fruits exported by the country. However, recently, this culture has been affected by a plague originated from Africa, *Zaprionus indianus* Gupta, 1970. This insect has caused huge losses in production volumes, because the female lays eggs in the fruit and then it is used as a substrate for the development of immatures and thus it becomes inedible. However, the control of this drosophilid is not yet largely implemented due to a lack of basic information about the biology of this species, such as those involving development time and competition under different larval densities. Therefore, this study aimed to analyze the development of *Z. indianus* and some bionomic characters (viability, pupal weight, adult weight, wing size, sex ratio and fecundity) in order to relate the effect of different densities (50, 100 and 200) and different diets (Control Diet (C) and Diet with twice yeast (2L)). The results show that both the density and diet caused significant variations in the attributes tested. Moreover, the critical weight for both diets was tested, and the immatures that developed in Diet 2L achieved the critical weight in shorter time. However, for more precise results, further testing is necessary.

**Keywords:** Fig fly. Competition. Critical weight. Artificial diet. Bionomic characters.

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>11</b>
2.1 <i>Problemática da <i>Zaprionus indianus</i> no Brasil .....</i>	11
2.2 <i>Alimentação e nutrição das moscas-das-frutas .....</i>	13
2.3 <i>Dietas artificiais e criações de insetos .....</i>	15
2.4 <i>Peso crítico e tamanho corporal .....</i>	16
2.5 <i>Processo de empupação .....</i>	17
2.6 <i>Competição larval .....</i>	18
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
3.1 <i>Objetivos específicos .....</i>	20
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
4.1 <i>Condição A: Análises sob diferentes dietas e densidades larvais .....</i>	23
4.1.1 <i>Determinação do tempo de desenvolvimento e viabilidade .....</i>	23
4.1.2 <i>Determinação do peso pupal para as diferentes densidades e dietas .....</i>	23
4.1.3 <i>Efeitos de diferentes densidades e dietas no tamanho e peso dos adultos .....</i>	23
4.1.4 <i>Razão sexual para as diferentes densidades e dietas .....</i>	24
4.1.5 <i>Taxa de fecundidade para as diferentes densidades e dietas .....</i>	24
4.2 <i>Condição B: Peso crítico para empupação, para diferentes dietas .....</i>	24
4.2.1 <i>Empupação e dados referentes aos adultos .....</i>	25
4.3 <i>Análise estatística .....</i>	25
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
5.1 <i>Condição A: Análises sob diferentes dietas e densidades larvais .....</i>	26
5.1.1 <i>Determinação do tempo de desenvolvimento e viabilidade .....</i>	26
5.1.2 <i>Determinação do peso pupal para as diferentes densidades e dietas .....</i>	29
5.1.3 <i>Efeitos de diferentes densidades e dietas no tamanho e peso do adulto .....</i>	30
5.1.4 <i>Razão sexual para as diferentes densidades e dietas .....</i>	32
5.1.5 <i>Taxa de fecundidade para as diferentes densidades e dietas .....</i>	33
5.2 <i>Condição B: Peso crítico para empupação, para diferentes dietas .....</i>	35
5.2.1 <i>Determinação do peso crítico para diferentes dietas e dados referentes aos adultos emergentes .....</i>	35
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nativa da África Tropical, *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 teve o seu primeiro registro no Brasil no município de Santa Isabel-SP, em março de 1999 (STEIN; TEIXEIRA; NOVO, 2002), em frutos de caqui (*Diospyros kaki*) (VILELA, 1999). No entanto, foi na cultura do figo-roxo que este drosofilídeo se estabeleceu, sendo classificado atualmente como praga (KATO et al., 2004).

A mosca-do-figo, como passou a ser conhecida no Brasil, realiza suas posturas na região do ostíolo dos figos ainda em fase de maturação (VILELA; TEIXEIRA; STEIN, 2000). Além de sítio para a oviposição, este fruto também é utilizado como substrato para o desenvolvimento dos imaturos. Em um único figo (de aproximadamente 30 g), pode-se observar a presença de mais de 250 larvas, o que mostra a grande capacidade suporte que esse fruto apresenta, bem como a alta capacidade de infestação por estes drosofilídeos (BOAVENTURA et al., 2010). Após a oviposição, os frutos se tornam inviáveis para o consumo humano, causando grandes danos econômicos aos produtores.

O conhecimento de aspectos básicos acerca da biologia de *Z. indianus* ainda é escasso. Porém, ele é fundamental para que métodos de controle possam ser planejados. Dentre as necessidades de mais dados, encontram-se aqueles sobre a influência da alimentação e da competição, sob diferentes densidades larvais, no tempo de desenvolvimento da espécie. O que se sabe, atualmente, é que quanto maior a densidade larval relacionada à competição por alimento, os adultos resultantes tendem a apresentar tamanho corpóreo mais reduzido, tempo de desenvolvimento aumentado e uma queda de fecundidade (AMOUD; DIAB; ABOU-FANNAH, 1993).

A competição por alimento entre populações larvais constitui um importante fator limitante em populações naturais de moscas. A diminuição de uma população em função dos efeitos intra e interespecíficos de competição é determinada principalmente pelas características inerentes ao seu crescimento e também pela sua adaptação às condições adversas de suprimento alimentar (ULLYETT, 1947). A nutrição para esses animais é de extrema importância, uma vez que pode interferir tanto na sua fase imatura (causando variações do peso, tempo de desenvolvimento e sobrevivência) quanto na fase adulta (interferindo na produção de óvulos, habilidade no cruzamento, capacidade de dispersão e desenvolvimento de músculos e cutícula) (BROWN, 1985; ZUCOLOTO, 1988), sendo que

suas necessidades variam de acordo com fatores bióticos (fase de crescimento, reprodutiva ou dispersão) e abióticos (temperatura e umidade relativa). Portanto, estudos laboratoriais dessa natureza são importantes para se compreender como essas variações alimentares, associadas à competição, podem influenciar certos caracteres bionômicos, como tempo de desenvolvimento, tamanho do adulto e fecundidade (SANTOS; FOWLER; PARTRIDGE, 1993).

Outra característica importante a ser estudada em *Z. indianus* é o tempo para formação das pupas. Este se caracteriza por ser um estágio crítico no desenvolvimento dos insetos holometábolos (BERREUR et al., 1979). Sabe-se que, em drosofilídeos como *Drosophila melanogaster*, este estágio crítico ocorre logo depois do segundo instar; e depois de atingido, o inseto completa seu desenvolvimento mesmo quando desprovido de alimentação (BAKKER, 1959; FOURCHE, 1967). Um estudo prévio demonstrou que larvas de *Z. indianus* que foram privadas de alimentação após dois, três, quatro e cinco dias de eclosão, apresentaram em média oito dias para empupar, sendo que as larvas que foram alimentadas por um período de tempo menor, tenderam a retardar sua empupação, provavelmente devido a alterações fisiológicas ou porque estariam à procura de uma fonte adicional de alimento, após sua retirada do substrato original (BOAVENTURA; SOUSA; MATAVELLI, 2011).

Diante das informações apresentadas, acredita-se que os dados aqui apresentados possibilitam uma maior compreensão sobre aspectos da biologia de *Z. indianus* e podem facilitar o desenvolvimento de novos estudos envolvendo medidas de controle para esta espécie.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Problemática da *Zaprionus indianus* no Brasil

A fruticultura brasileira apresenta contínua expansão, atendendo não somente ao mercado interno, mas apresentando também um grande aumento em volume das exportações (BRAZILIAN FRUIT, 2010). Sua produção supera 40 milhões de toneladas, com a produção de frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado (IBGE, 2008), contribuindo com 10% da produção mundial (CEPAFRO-EMBRAPA, 2010).

Apesar do volume de exportação ser grande quando comparado com outros países produtores, no ano 2000, o país exportou apenas 1% de toda sua produção, ou seja, 430 mil toneladas (URAMOTO, 2002). A exportação de frutas frescas pelo Brasil, em 2009, gerou US\$ 560 milhões, com volume de 780 mil toneladas, tendo 76% das frutas brasileiras sido importadas pelo mercado europeu, com destaque para a Holanda (FAEP, 2010).

Dentre as vinte frutas mais produzidas quanto ao volume, encontra-se o figo-roxo (*Ficus carica* L., Moraceae). Em 2010 o Brasil exportou 1.446.458 kg da fruta fresca (IBRAF, 2011), e o estado que mais se destaca na produção é o Rio Grande do Sul. No entanto o figo, variedade figo-roxo de Valinhos, teve uma redução de cerca de 50% e 80% na produção e exportação, respectivamente, na safra de 2000/2001. A principal causa foi devido às perdas geradas pela introdução acidental do drosofilídeo *Z. indianus* (STEIN; TEIXEIRA; NOVO, 2002), o qual se encontra, atualmente, distribuído por todas as regiões do país (GALEGO; CARARETO, 2010; SETTA; CARARETO, 2005; TIDON; LEITE; LEÃO, 2003). Entre 2000 e 2003, a espécie foi progressivamente observada além do território brasileiro (CASTRO; VALENTE, 2001; KATO et al., 2004), como no Uruguai (GOÑI et al., 2001) e mais recentemente na América Central e Estados Unidos (LINDE et al., 2006), informações estas que comprovam a adaptabilidade desta espécie a diferentes ambientes, bem como sua capacidade de invasão.

O gênero *Zaprionus* (COQUILLET, 1902) é composto por dois subgêneros e um total de 56 espécies (CHASSAGNARD; KRAAIJEVELD, 1991; CHASSAGNARD; TSACAS, 1993). As espécies do gênero *Zaprionus* apresentam como características, faixas longitudinais branco-prateadas na região dorsal da cabeça e do tórax, geralmente bordejadas de faixas negras, que contrastam com as áreas castanho-aveludadas adjacentes, possuindo entre 2,5 e 3,0 mm de comprimento, coloração marrom e olhos vermelhos (VILELA; TEIXEIRA; STEIN, 2000). Estas características facilitam o trabalho de identificação desta espécie-praga no campo (Figura 1).

Algumas medidas visando um controle populacional desta espécie-praga vêm sendo adotadas, dentre elas: eliminação dos frutos em estágio avançado de amadurecimento ou mesmo parcialmente consumidos por insetos e pássaros em áreas próximas à plantação e mesmo de figos na própria cultura; queima ou enterro de qualquer tipo de vegetal, principalmente frutas e legumes que possam entrar em estágio de decomposição (RAGA; SOUZA FILHO; SATO, 2003; INSTITUTO HORUS, 2010); uso de bioinseticidas, os quais apresentam um custo reduzido quando comparado aos produtos químicos, além de trazerem um menor dano ao meio ambiente, à saúde humana e de animais; uso de protetor no ostíolo, que evita a oviposição pelas fêmeas de *Z. indianus* e a consequente alimentação no fruto dos imaturos resultantes (RAGA; SOUZA FILHO; SATO, 2003); ou ainda a captura dos indivíduos adultos, através da utilização de armadilhas e isca atrativa (MATAVELLI; VON ZUBEN, 2012).

Dentre os extratos vegetais utilizados como bioinseticidas, encontram-se *Tabernaemontana catharinensis* e *Zeyheria montana*, os quais foram utilizados nos diferentes estágios de desenvolvimento de *Z. indianus* e apresentaram como resposta uma diminuição na emergência de imagos (BELO et al., 2009). Quanto ao controle químico, não existe nenhum produto registrado para essa praga, ademais existe certa restrição ao uso de inseticidas em frutos que sejam destinados à exportação (VILELA, 1999; TODAFRUTA, 2010, AGROFIT, 2013). Estudos acerca de possíveis inimigos naturais também são vias importantes de controle para um programa em longo prazo. Os estudos ainda são escassos, porém, podem ser úteis em novos estudos de controle biológico (MARCHIORI; SILVA, 2003). Marchiori et al. (2003) foram os primeiros a relatar a presença do parasitóide *Leptopilina bouvardi* (Hymenoptera: Figitidae: Eucoilinae) em pupas de *Z. indianus*. Outros, como Prezoto e Braga (2013), relataram a predação de larvas de *Z. indianus* pela vespa *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Apocrita: Vespidae).

**Figura 1.** Indivíduos de *Z. indianus* na região do ostíolo do figo.



Fonte: Imagem pessoal da autora.

## 2.2 Alimentação e nutrição das moscas-das-frutas

A alimentação é condição essencial para que todo animal cresça, se desenvolva e se reproduza (SLANSKY; SCRIBER, 1985). No entanto, cada espécie possui uma composição dietética particular, sendo alguns componentes benéficos, essenciais ou deletérios (DADD, 1985). As substâncias classificadas como primárias, isto é, proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas, sais minerais e água estão diretamente envolvidas com as necessidades fisiológicas de uma espécie, como sobrevivência, desenvolvimento, reprodução e comportamento dos seres vivos (HSIAO, 1985; SLANSKY; SCRIBER, 1985; THOMPSON, 1988).

No entanto, diante de situações adversas, como por exemplo, as variações na adequação e abundância dos alimentos, as flutuações abióticas e a presença de competidores, parasitos e predadores, este potencial fisiológico pode não ser atingido (SLANSKY; SCRIBER, 1985; THOMPSON, 1988), sendo comum que os animais apresentem alterações comportamentais, ou mesmo genéticas, para suprir suas necessidades metabólicas (HSIAO, 1985).

Algumas espécies concentram a alimentação e crescimento em uma estação do ano e a reprodução em outra, a fim de minimizar o gasto energético. Em contrapartida, o sucesso reprodutivo de algumas espécies está relacionado à sua habilidade em forragear e encontrar recursos nutricionais suficientes para o desenvolvimento dos imaturos (RAUBENHEIMER;

SIMPSON, 1995). No entanto, para algumas espécies, não foi possível observar a ocorrência de seleção de hospedeiro, sendo que este fato pode estar associado à escassez de hospedeiro adequado, presença de hospedeiro adequado em local desfavorável, características morfológicas da planta não correlacionadas com o sucesso dos imaturos, dentre outros (THOMPSON, 1988). Essa falta de relação com um hospedeiro específico pode ser observada em espécies generalistas que enfrentam ambientes imprevisíveis (KRAINACKER; CAREY; VARGAS, 1987).

As espécies generalistas, como o caso de *Z. indianus*, segundo estudos realizados por Fitt (1990), apresentam maior número de ovariolos quando comparadas com as espécies especialistas, evidenciando uma correlação positiva entre o número de ovariolos e a dieta nutricional (CHAPMAN, 1982). Pode-se assim, notar uma forte relação entre a maturação reprodutiva e a ingestão de alimentos. Em experimentos realizados em laboratório, foi observado que o consumo de levedo (base da dieta artificial), é maior durante o crescimento do ovário (GALUN et al., 1985) e que essa relação de simbiose em algumas espécies de mosca-da-fruta pode auxiliar na obtenção de aminoácidos essenciais, já que estes não estão muito presentes na alimentação natural (HENDRICHS et al., 1993).

Para insetos holometábolos, como o caso dos drosofilídeos, a seleção de uma planta hospedeira é, portanto, muito importante, já que seus imaturos possuem pouca mobilidade e dependem das condições nutricionais do substrato, o qual é previamente escolhido pela fêmea (RENEWICK; CHEW, 1994). Porém, algumas delas apresentam substâncias secundárias ou alelo químicas, como alcaloides, glicosídeos cianogênicos, terpenóides e compostos fenólicos, que podem influenciar a performance dos insetos, impedindo a utilização normal dos nutrientes, por ação tóxica direta sobre órgãos e tecidos; formação de complexos químicos inutilizáveis com nutrientes essenciais; inibição de certas enzimas digestivas, dificultando a utilização de nutrientes e reduzindo a ingestão por insetos (efeito fago-inibitório) (HARBONE, 1985 apud ZUCOLOTO, 2000). Para compensar essa ação dos aleloquímicos, os insetos podem ingerir uma quantidade maior de outros alimentos ou melhorar sua eficiência na utilização do mesmo, além de apresentar adaptações morfológicas, fisiológicas ou bioquímicas para tal (SLANSKY; SCRIBER, 1985).

Na fase imatura, é comum que os indivíduos de moscas-das-frutas se alimentem tanto de frutos cultivados como silvestres, preferencialmente os maduros, por serem mais ricos em açúcares, o que permite um desenvolvimento mais rápido (FERNANDES-DA-SILVA; ZUCOLOTO, 1993). Já os adultos se alimentam de *honeydew*, néctar, sucos de frutos, seiva, pólen, fezes de pássaros e outros alimentos na superfície de frutos e folhas



(PROKOPY; ROITBERG, 1984), sendo restrita a carboidratos por longos períodos. Porém, tanto as glândulas salivares dos machos quanto os ovários das fêmeas dependem de fontes proteicas externas para a maturação (FERRO; ZUCOLOTO, 1989).

Além disso, existe um fotoperíodo alimentar bem definido por estes dípteros. Embora os adultos se alimentem durante o dia todo, há uma preferência pelo período da manhã (BURK, 1983). Contudo, quando criados em laboratório, estes são obrigados a se submeter a diferentes dietas alimentares artificiais para se desenvolver. Assim, as condições de alimentação em laboratório e na natureza se distinguem, já que nesta última a disponibilidade quantitativa e qualitativa tende a ser maior, o que implica em um maior tempo utilizado na alimentação (LANDOLT; DAVIS-HERNANDEZ, 1993).

A qualidade alimentar também influencia na maturação sexual dos adultos (ZUCOLOTO, 2000). Para adultos criados com dieta artificial à base de lêvedo, ocorre um maior consumo durante o pico de desenvolvimento ovariano (LANDOLT; DAVIS-HERNANDEZ, 1993). Durante o estágio larval, Baumberger (1919) apud Sang (1949) descreveu como comportamento alimentar, a realização de uma série de movimentos de escavação auxiliados pelos aparatos bucais (mandíbulas), os quais puxam parte do meio e permitem alimentação, enquanto se movimentam. Partículas de leveduras e dietas são arrancadas por esse processo e passam pelo intestino. Harnly (1929) encontrou que a profundidade, área e a consistência da dieta alteram relativamente os valores de sobrevivência e são considerados fatores com relevância ambiental na seleção, um meio muito rígido tende a diminuir o aproveitamento dos nutrientes pelos imaturos, mas um meio muito mole pode ocasionar o afogamento de ovos e larvas jovens.

### *2.3 Dietas artificiais e criações de insetos*

A criação de insetos tem se mostrado fundamental para solucionar problemas relacionados à Entomologia pura e aplicada (KOGAN, 1980). Algumas espécies são facilmente mantidas em laboratório, como as do gênero *Drosophila*, que há muito tempo são utilizadas para estudos relacionados à genética (COHEN, 2004). Segundo Parra (2002), a manutenção dessas populações em laboratórios permite que alguns fatores sejam controlados, como fotoperíodo, temperatura, alimentação e idade, possibilitando assim testes com resultados mais conclusivos.

Uma dieta artificial deve conter todos os nutrientes essenciais ao inseto: proteínas, vitaminas, sais minerais, carboidratos, lipídios e esteróis e alguns grupos exigem ainda ácidos

nucleicos. Mas, a ausência de certas propriedades físicas e fagoestimulantes, assim como do devido balanceamento de nutrientes, podem determinar o desenvolvimento inadequado do inseto, bem como a presença de microrganismos contaminantes (PARRA, 2002). Entretanto, os simbioses (bactérias, fungos, leveduras, protozoários) podem ser fontes adicionais de alimento, além de ajudar na digestão e na conversão de alimentos que não eram aproveitados, fornecer fatores auxiliares de crescimento, como as vitaminas, ou ainda auxiliarem nas funções bioquímicas para dar condições de um inseto sobreviver e crescer em dieta inadequada (PARRA, 1996).

Uma dieta artificial adequada é aquela que propicia alta viabilidade larval; produz insetos com duração da fase larval igual à da natureza; dá origem aos adultos com alta capacidade reprodutiva, pode ser utilizada para mais de uma espécie, e se possível para mais de uma ordem de insetos; além de ter em sua composição, componentes de baixo custo; apresentar uma viabilidade total superior a 75% e manter a qualidade do inseto ao longo das gerações (PARRA, 1996).

#### *2.4 Peso crítico e tamanho corporal*

No período larval de desenvolvimento, o tempo necessário para atingir o peso crítico e o tempo do estágio crítico para empupação podem variar entre as espécies. Diante da disponibilidade de recursos e, conseqüentemente, da possibilidade de crescimento da larva, o seu peso corporal é determinado antes do início da empupação (ROBERTSON, 1963). Para algumas espécies cujo desenvolvimento é indireto, o estágio crítico está relacionado a um tamanho larval relativamente constante (NIJHOUT, 1979). Para *D. melanogaster*, por exemplo, o estágio crítico ocorre logo depois da segunda muda e, depois de atingido, o período de desenvolvimento sofre poucas alterações, podendo o inseto completar seu desenvolvimento desprovido de alimentação (BAKKER, 1959; FOURCHE, 1967).

Existem diferentes definições acerca do peso crítico, Woodring (1983), Ochieng Odero (1990) e De Moed et al. (1999) definiram o peso crítico como o peso com o qual 50% das larvas são capazes de empupar. Tais definições não condizem com a proposição de Nijhout e Williams (1974), segundo a qual esses estudos estariam relacionados ao tamanho mínimo viável e não ao peso crítico, tamanho este que representaria a mínima massa atingida que permite que o inseto continue seu desenvolvimento e passe para o estágio de pupa.

Para Nijhout e Williams (1974), o peso crítico seria o peso mínimo em que a alimentação e crescimento não são mais necessários para um curso normal de metamorfose. O

peso crítico estaria relacionado a uma série de eventos em cadeia, que determinam o tempo gasto para completar a metamorfose, bem como o tamanho corporal do adulto. Já o tamanho mínimo viável descreve apenas a quantidade de recursos necessários para uma larva passar para o estágio de pupa. O peso mínimo viável determinaria o tamanho mínimo corpóreo, o qual tende a ser menor que o peso crítico, sendo que este evento não está necessariamente associado a eventos fisiológicos (NIJHOUT; WILLIAMS, 1974). No presente trabalho, a metodologia utilizada seguiu a proposta de De Moed et al. (1999). Com isso, a variação hormonal durante o período larval e de metamorfose e o tamanho mínimo corpóreo não foram considerados.

Com relação ao tamanho corporal, estudos realizados por D'Amico, Davidowitz e Nijhout (2001) com *Manduca sexta* citaram cinco fatores que o influenciam, sendo eles: (1) o tamanho larval no último instar; (2) a taxa de crescimento durante este instar; (3) o peso crítico; (4) o tempo levado entre atingir o peso crítico e a inibição da secreção do hormônio PTTH e (5) o tempo de fotoperíodo para a secreção de PTTH. Além desses, outros atuam sobre o tamanho corporal, como temperatura e dieta (DAVIDOWITZ; D'AMICO; NIJHOUT, 2003). Insetos que se desenvolvem em temperaturas baixas e organismos bem alimentados são tipicamente maiores que aqueles que foram mal alimentados (CHAPMAN, 1998) ou se desenvolveram sob temperaturas mais altas (ATKINSON, 1994).

### 2.5 Processo de empupação

O processo de empupação está relacionado a vários eventos endócrinos (NIJHOUT; WILLIAMS, 1974). No último instar, o crescimento começa com a secreção do hormônio PTTH (*Prothoracicotropic hormone*) pelo cérebro e ecdisteróides (NIJHOUT; WILLIAMS, 1974). No entanto, os hormônios PTTH e ecdisteróides são inibidos pela presença do hormônio juvenil (HJ), o qual está em alto nível na hemolinfa do inseto durante os primeiros instares, mas cai drasticamente quando a larva adquire um peso crítico específico. Ao atingir o peso crítico, a *corpora allata*, glândula que sintetiza e secreta o hormônio HJ, cessa seu funcionamento e a atividade da enzima HJ esterase aumenta exponencialmente (BROWDER; D'AMICO; NIJHOUT, 2001). A secreção do hormônio PTTH, ocorre durante o primeiro fotoperíodo (TRUMAN, 1972) e estimula a secreção de ecdisteróides que levam a larva a parar de se alimentar e induzem a transição para o estágio de pupa (NIJHOUT; WILLIAMS, 1974). Sendo assim, o tamanho atingido até o tempo de completar a metamorfose, determinará o tamanho do corpo do adulto (DAVIDOWITZ; D'AMICO; NIJHOUT, 2003).

A regulação do hormônio PTTH e consequente da empupação estão relacionadas a diferentes estímulos alimentares e/ou de crescimento, como exemplo: (a) o peso crítico, como observado em *Oncopeltus e Manduca* (NIJHOUT; WILLIAMS, 1974); o tamanho do alimento, como no caso de *Rhodnius prolixus* que com uma determinada extensão abdominal causada pela ingestão de sangue, a ninfa consegue empupar (WIGGLESWORTH, 1934); tempo de alimentação, que em *Blattella*, meio dia de alimentação é necessário para estimular a empupação (KUNKEL, 1966) ou até mesmo a indução através da aplicação de solução salina no abdome em *Oncopeltus* (NIJHOUT, 1981).

Estudos acerca do peso crítico são de suma importância, pois este está diretamente relacionado à aptidão e estratégias desenvolvidas pelos indivíduos frente a variações ambientais.

## 2.6 Competição larval

Competição foi definida por Bakker (1961), como uma manifestação de luta pela sobrevivência, na qual dois ou mais organismos da mesma ou de diferentes espécies exercem uma influência de desvantagem em relação aos outros. No entanto, esta pode ser classificada em dois tipos: *contest*, em que determinados indivíduos obtêm quantidade suficiente de recurso e o restante não tem acesso, ou *scramble*, em que todos os indivíduos obtêm a mesma quantidade de recurso, suficiente ou não para a sequência do desenvolvimento (LOMNICKI, 1988; OLIVEIRA, 2008).

Em estudo feito por Bonin (2010), envolvendo *Z. indianus*, chegou-se à conclusão que esta espécie apresenta competição do tipo *scramble*, já que tanto para diferentes temperaturas como densidades, os adultos emergentes apresentaram mesmo tamanho (maior e menor tamanho, de acordo com a menor ou maior densidade, respectivamente). Em outro estudo, Galego e Carreto (2005) observaram a competição pré-adulta entre *Z. indianus*, *Drosophila simulans* e *D. stutervanti*, levando em conta a interferência do meio de cultura contendo resíduos larvais sobre a viabilidade e o tempo de desenvolvimento dessas três espécies. Os resultados mostraram que essas interações podem afetar a abundância dessas espécies ao longo do tempo. A viabilidade de *Z. indianus* foi afetada negativamente quando houve interação com *D. stutervanti* e, a presença de resíduos de *Z. indianus* na dieta diminuiu: (a) a viabilidade de *D. simulans* e (b) o tempo de desenvolvimento de *D. simulans* e *D. stutervanti*.

A eficiência em converter alimento em biomassa é outro fator importante no sucesso de competição por alimento. Quando o alimento é exaurido, a larva deve sobreviver do

alimento que fora ingerido, até que o sistema endócrino permita a empupação (BAKKER, 1969). Outros fatores também são importantes, como a taxa de alimentação, habilidade na utilização de recursos e o peso mínimo, que contribuem para o sucesso na competição por recurso (BAKKER, 1961).

Dependendo das condições ambientais e disponibilidade de recursos, o tamanho do adulto será influenciado, já que a competição pode levar à formação de pupas menores e, conseqüentemente, adultos menores, afetando negativamente a fecundidade das fêmeas (PARTRIDGE; FARQUHAR, 1983; JOSHI, 1997; OLIVEIRA, 2008).

Portanto, variações na disponibilidade alimentar influenciam diretamente na dinâmica populacional, já que larvas que se desenvolveram sob condições ótimas de recursos, apresentam tempo de desenvolvimento menor e, portanto, contribuirão mais rapidamente para a produção de gerações futuras (JOSHI, 1997).

### 3 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo comparar, através de experimentos conduzidos em laboratório, o desenvolvimento de *Z. indianus* em diferentes dietas e densidades, considerando alguns aspectos biológicos da espécie (duração do ciclo de vida; viabilidade; peso de pupa; peso, tamanho, fecundidade e razão sexual dos adultos emergidos e peso crítico para pupação).

#### 3.1. *Objetivos específicos*

Os objetivos específicos deste trabalho visaram analisar:

- 1) Duração do ciclo de vida de *Z. indianus* e viabilidade em cada estágio do desenvolvimento para as duas diferentes dietas (Dieta C e Dieta 2L) e densidades (50, 100 e 200);
- 2) Peso pupal para as densidades larvais e dietas testadas;
- 3) Peso, tamanho, razão sexual e fecundidade dos adultos provenientes dos diferentes tratamentos (dietas e densidades);
- 4) Determinação do peso crítico para empupação de *Z. indianus* para ambas as dietas;
- 5) Peso pupal; peso, tamanho e razão sexual dos adultos provenientes do experimento de peso crítico, para as duas dietas.

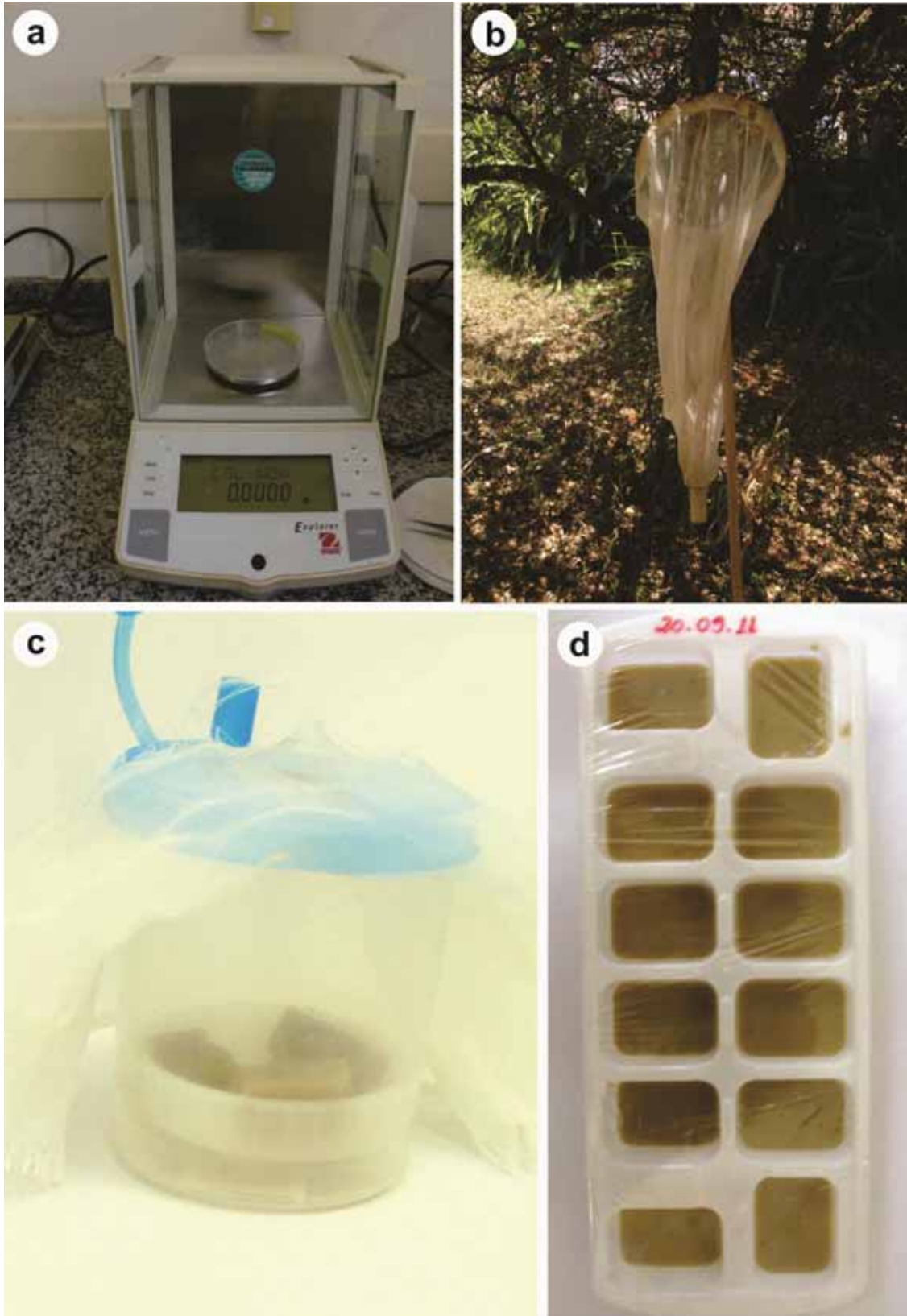
#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Adultos de *Z. indianus* foram coletados nas dependências do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/ Rio Claro), no município de Rio Claro-SP, em frutos caídos no chão, com o auxílio de puçá entomológico próprio para drosofilídeos, com pote plástico acoplado em uma das extremidades (Figura 2b). Após a coleta, realizou-se a triagem dos insetos, sendo que espécimes de *Z. indianus* foram identificados sob lupa no Laboratório de Entomologia I (UNESP/ Rio Claro), sendo mantidos em potes plásticos redondos (8 x 6 cm), cobertos com organza (Figura 2c). Nestes potes, os indivíduos foram submetidos a dois diferentes tipos de dieta artificial: dieta controle (Dieta C) composta por fermento biológico Fleischmann® (15 g), banana (800 g), ágar-ágar (10 g), fungistático nipagin (0,5 g), glicose de milho Karo ® (25 mL), ácido propiônico (1,25 mL), álcool etanol comercial (10 mL) e água destilada (1000 mL) e, dieta acrescida de levedura (Dieta 2L), que contém a mesma composição de Dieta C, exceto o fermento biológico, que teve adicionado o dobro da quantidade (30 g) (Figura 2d). Em cada recipiente foram colocados 12 g de dieta e foram mantidos em câmaras climáticas do tipo B. O. D (Eletrolab, EL 202), sob condições controladas de temperatura e umidade, sendo elas  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $60\% \pm 10$ , respectivamente e sob fotoperíodo de 14L: 10E.

Adultos (10 casais) foram mantidos por um período de 24 horas, para oviposição na dieta desejada, ou seja, Dieta C ou Dieta 2L. Após este período, foram montadas as densidades de 50, 100 e 200 indivíduos, com duas repetições cada. Para todas as densidades, os imaturos da geração  $F_1$  permaneceram nas dietas até atingirem o estágio de pupa, com condições controladas de temperatura, umidade e fotoperíodo ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $60\% \pm 10$  e 14L: 10E, respectivamente).

A dieta foi colocada em tampas plásticas suspensas em relação ao fundo do pote plástico. No fundo deste recipiente foi colocado papel filtro, já que as larvas quando estão próximas ao processo de empupação, possuem o comportamento de sair da dieta em busca de substratos para empupar. Os experimentos realizados foram submetidos a duas condições: (A) análises envolvendo tempo de desenvolvimento e viabilidade; peso pupal; peso, tamanho, razão sexual e fecundidade dos adultos, sob diferentes densidades larvais e em duas dietas distintas; (B) avaliações sobre peso crítico para empupação, para diferentes dietas e análise das características dos adultos resultantes (peso, tamanho e sexo).

**Figura 2.** **a.** Balança Ohaus SV11 utilizada para pesagem de larvas, pupas e adultos. **b.** Puçá entomológico próprio para drosofilídeos. **c.** Recipiente usado para o desenvolvimento dos imaturos e adultos de *Z. indianus*. **d.** Dieta artificial à base de banana.



Fonte: Imagem pessoal da autora.



#### 4.1 Condição A: Análises sob diferentes dietas e densidades larvais

##### 4.1.1 Determinação do tempo de desenvolvimento e viabilidade

Para cada densidade e dieta montada, foi realizado o monitoramento diário da quantidade de pupas e emergência de adultos, podendo assim, definir o tempo de desenvolvimento de larvas recém-eclodidas até o estágio adulto. As pupas formadas foram diariamente retiradas e mantidas em potes tampados com organza e contendo solução de ágar no fundo, para manter um ambiente relativamente úmido até a emergência dos adultos. A viabilidade entre o estágio de larva-pupa, pupa-adulto, bem como a total, foram registradas.

Os adultos emergidos foram mantidos em potes plásticos, contendo a respectiva dieta testada durante a fase imatura, até o quinto dia de vida, a fim de se avaliar os parâmetros descritos nos itens 4.1.3; 4.1.4 e 4.1.5.

##### 4.1.2 Determinação do peso pupal para as diferentes densidades e dietas

Após três dias do início da empupação, dez pupas foram aleatoriamente retiradas de cada densidade e dieta e pesadas em balança Ohaus SV11 (Figura 2a). Em seguida, as pupas foram colocadas nos respectivos recipientes, a fim de se observar a emergência dos adultos.

##### 4.1.3 Efeitos de diferentes densidades e dietas no tamanho e peso dos adultos

Após a emergência dos adultos (item 4.1.1), 15 machos e 15 fêmeas (coletados aleatoriamente de cada densidade e tipo de dieta), foram pesados em balança analítica da marca Ohaus SV11 e tomada as medidas de comprimento e largura da asa direita, com o auxílio de uma ocular micrométrica acoplada ao estereomicroscópio Zeiss Stemi SV11. Para cálculo do tamanho, utilizou-se a Fórmula  $b \times f. c.$ , onde  $b$  representa o comprimento/ largura da asa e  $f. c.$  representa o fator de correção da ocular micrométrica, o qual é variável e depende do aumento utilizado (BONIN, 2010). Utilizou-se para a medição o aumento de  $3,2 \times 10$ , cujo fator de correção é 0,31. O comprimento e largura da asa em mm consideraram a maior distância entre as extremidades.

#### 4.1.4 Razão sexual para as diferentes densidades e dietas

Após a emergência dos adultos (item 4.1.1), foram obtidos dados de razão sexual, através da observação do abdômen dos adultos, sendo que os machos possuem quatro regiões mais pigmentadas na extremidade do abdômen e seis segmentos abdominais, enquanto que as fêmeas não apresentam esta pigmentação e possuem sete segmentos abdominais (ARARIPE et al., 2004). No caso da Dieta C, observou-se a razão para apenas uma das repetições de cada densidade, mas para a Dieta 2L, observou-se para as duas repetições de cada densidade.

#### 4.1.5 Taxa de fecundidade para as diferentes densidades e dietas

Os adultos emergidos (item 4.1.1) foram mantidos nas mesmas condições de temperatura, umidade e fotoperíodo iniciais e contendo a sua respectiva dieta para alimentação. Esse condicionamento se deu até o quarto dia de vida da fêmea. No quinto dia, casais foram formados, nos quais os machos adicionados referiam-se à mesma densidade e dieta que a fêmea. Os casais foram mantidos por 24 horas, para oviposição. Após esse período, os ovos foram contados e um novo substrato (mesma dieta) foi fornecido. Esse procedimento foi realizado durante seis dias consecutivos.

#### *4.2 Condição B: Peso crítico para empupação, para diferentes dietas*

Larvas recém-eclodidas (N = 40) foram separadas em frascos (N = 3), com 12g de dieta cada (Dieta C e Dieta 2L), a uma temperatura de  $25 \pm 1$  °C e fotoperíodo de 14L: 10E. A fim de se obter larvas com faixas de peso diferentes, estas foram privadas de alimentação em intervalos de tempo diferentes. A cada oito horas, três grupos de dez larvas cada, foram retirados de maneira a selecionar indivíduos que apresentassem um tamanho corpóreo parecido, pesados em balança Ohaus SV11, a fim de se obter seu peso médio. Posteriormente, estes indivíduos foram privados de alimentação e individualizados em recipientes contendo 10 mL de ágar até que atingissem o estágio de pupa (metodologia adaptada de De Moed et al., 1999).

Dessa maneira, o mesmo procedimento foi realizado com larvas correspondentes a 48 horas de alimentação até 64 horas, já que estudos prévios realizados no laboratório de Entomologia I demonstraram que larvas que se alimentaram por um período de três dias (72 horas), foram capazes de atingir o peso crítico, de maneira que mais de 50% delas atingiram o

estágio de pupa (dados não publicados). Para a Dieta 2L, somente foi realizada a pesagem referente a 48 e 56 horas de alimentação, pois notou-se que nesse período, as larvas já tinham atingido um peso acima do crítico, pois 90% das larvas chegaram a empupar. Desse modo, aumentou-se a amostragem de 48 horas de alimentação, para cinco grupos, a fim de se obter mais faixas de pesos com valores inferiores ao encontrado para 56 horas da mesma dieta.

Os valores de porcentagem de empupação, emergência e mortalidade estão de acordo com as faixas de peso encontradas para larvas que se alimentaram por 48, 56 e 64 horas, no caso da Dieta C; e larvas que se alimentaram por 48 e 56 horas, no caso da Dieta 2L. O peso refere-se à média calculada para um grupo de dez larvas; portanto, a porcentagem foi calculada com base neste valor, sendo que este orienta quanto à determinação do peso crítico (De Moed et al., 1999). Os dados de mortalidade referem-se apenas às larvas que não atingiram o estágio de pupa. Foram testados 30 indivíduos para cada hora considerada de alimentação (48, 56 e 64 horas) na Dieta C; e 50 indivíduos para 48 horas de alimentação e 30 indivíduos para 56 horas, na Dieta 2L.

#### 4.2.1 Empupação e dados referentes aos adultos

Foi quantificada diariamente a formação de pupas, a partir do momento em que as larvas foram retiradas da alimentação. Cada pupa foi pesada individualmente em balança analítica da marca Ohaus SV11, e depois mantida separadamente em pote plástico contendo ágar até a emergência do adulto. Após a emergência, os adultos foram pesados, sexados e medidos via comprimento de asa.

#### 4.3 Análise estatística

Após a obtenção dos dados, foram feitas comparações entre densidades e dietas por meio de análise de variância fatorial (ANOVA) e teste *a posteriori* de comparação múltipla de Bonferroni, utilizando-se o programa Statistica 8.0, sendo que em todos os testes, utilizou-se nível global de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS

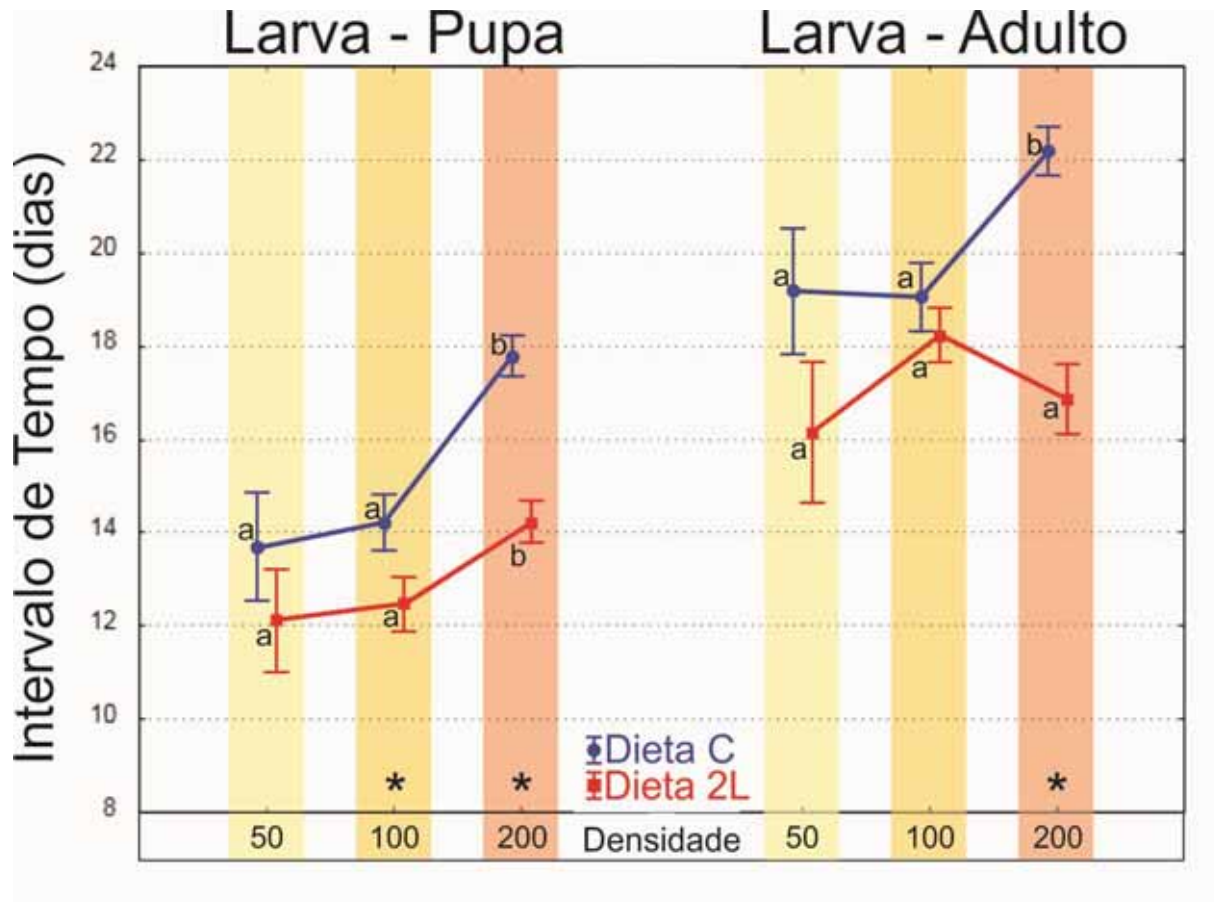
### 5.1 Condição A: Análises sob diferentes dietas e densidades larvais

#### 5.1.1 Determinação do tempo de desenvolvimento e viabilidade

A duração média (dias) dos estágios de larva e pupa para cada densidade estudada e para as diferentes dietas encontram-se na Tabela 1. Com relação ao tempo de desenvolvimento, nota-se que conforme há um aumento da densidade, há um aumento no tempo de desenvolvimento de *Z. indianus*, no entanto, para o intervalo larva-adulto na Dieta 2L e densidade de 200 larvas houve uma diminuição no tempo de desenvolvimento comparando com as demais densidades da mesma dieta (Figura 3). As larvas da Dieta 2L desenvolveram-se mais rapidamente ( $F= 27,78$ ;  $p< 0,0001$ ) que as da Dieta C. Houve diferença também entre as densidades testadas para cada dieta (Figura 3), considerando os dois intervalos de desenvolvimento (larva-pupa; larva-adulto) ( $F=5,18$ ;  $p<0,01$ ).

O tempo de desenvolvimento da densidade 200 da Dieta C difere das demais densidades quanto aos intervalos larva-pupa e larva-adulto, apresentando maior tempo de desenvolvimento que as densidades 50 e 100, enquanto que as densidades 50 e 100 não apresentam diferença significativa entre si. Para a Dieta 2L, a densidade de 200 larvas também foi a que apresentou maior diferença quanto ao período larva-pupa em relação às outras densidades (Figura 3) (Tabela 1).

**Figura 3.** Histograma com o número médio de dias no desenvolvimento de *Z. indianus* para as diferentes densidades, dietas e fase do desenvolvimento (larva-pupa e pupa-adulto). O símbolo (\*) representa diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para uma mesma densidade, comparando entre as dietas e as letras mostram quando há diferença ( $p < 0,05$ ) entre as densidades para uma mesma dieta.



Fonte: Dados da pesquisa.

Para a Dieta 2L, a densidade 200 também foi a que apresentou maior diferença quanto ao período larva-pupa em relação às outras densidades; no entanto, para o intervalo larva-adulto (Dieta 2L), todas as densidades apresentaram valores muito semelhantes, estatisticamente iguais (Figura 3).

**Tabela 1.** Duração média ( $\pm$ DP) dos diferentes estágios de desenvolvimento de *Z. indianus* para cada densidade estudada (dias).

Densidade do agregado larval	Duração (dias)			
	Larva-Pupa		Larva-Adulto	
	<b>Dieta C</b>	<b>Dieta 2L</b>	<b>Dieta C</b>	<b>Dieta 2L</b>
50	13,7 (0,6)	12,1 (2,3)	19,2 (0,7)	16,2 (2,7)
100	14,2 (0,3)	12,5 (3,5)	19,1 (0,4)	18,2 (3,8)
200	17,8 (0,2)	14,2 (4,0)	22,2 (0,3)	16,9 (2,7)

Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores correspondentes ao intervalo pupa-adulto foram obtidos pela diferença dos valores correspondentes aos períodos larva-adulto e larva-pupa, sendo para a Dieta C a duração de 5,5, 4,8 e 4,4 dias para as densidades 50, 100 e 200, respectivamente; e 4,0, 5,8 e 2,6 dias para as densidades 50, 100 e 200 da Dieta 2L.

A viabilidade do estágio larval (Tabela 2) foi maior para a densidade 50 e menor para a densidade 200, para ambas as dietas testadas (Dieta C e Dieta 2L). No entanto, a viabilidade no estágio pupal foi mais baixa para a densidade 200 da Dieta 2L, o que acabou reduzindo drasticamente a viabilidade total para esta densidade e dieta.

**Tabela 2.** Porcentagem de viabilidade em diferentes estágios do desenvolvimento de *Z. indianus* para as diferentes densidades (50, 100 e 200) e dietas (Dieta C e Dieta 2L).

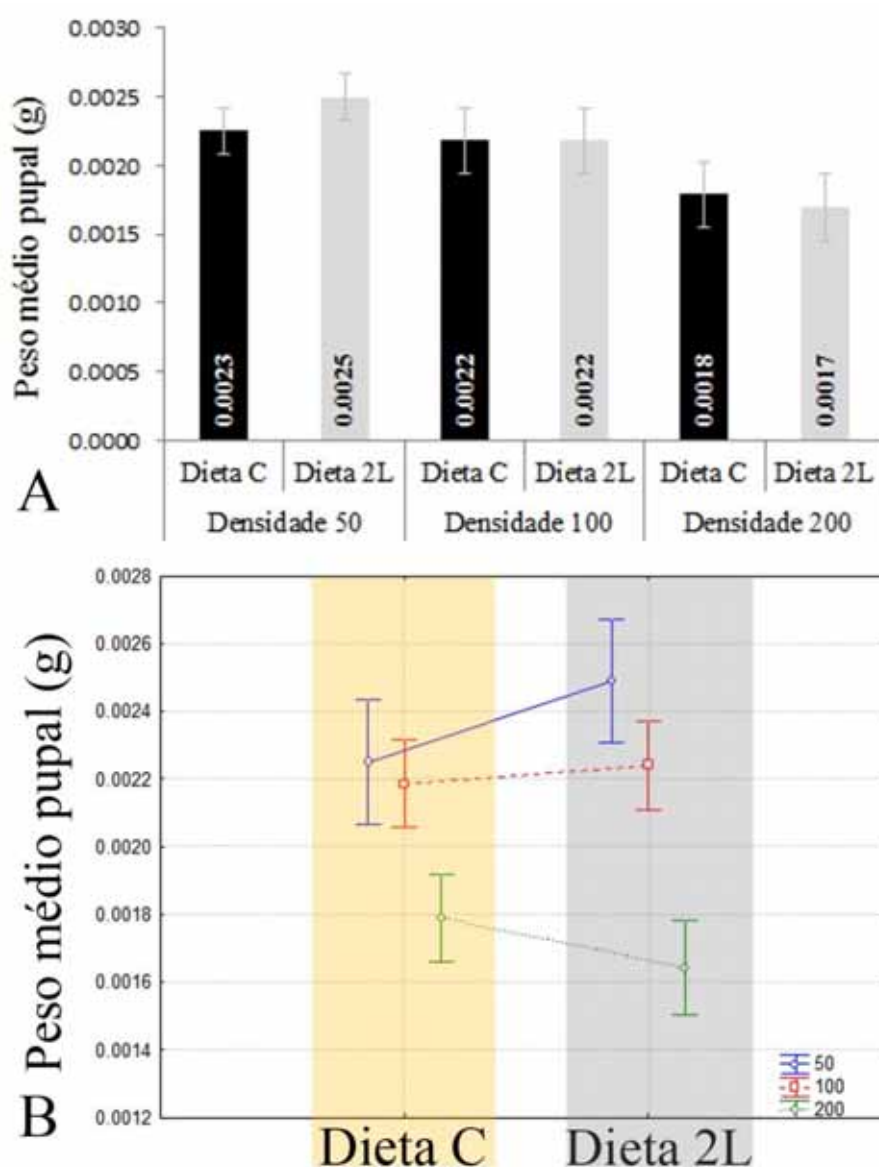
Densidade agregado larval	% viabilidade larva –pupa		% viabilidade pupa-adulto		% viabilidade Total	
	<b>Dieta C</b>	<b>Dieta 2L</b>	<b>Dieta C</b>	<b>Dieta 2L</b>	<b>Dieta C</b>	<b>Dieta 2L</b>
	50	92	98	73,9	53,1	68
100	81	93	68,6	79,8	55,5	74
200	78,5	73	73,5	35	57,5	25,5

Fonte: Dados da pesquisa.

### 5.1.2 Determinação do peso pupal para as diferentes densidades e dietas

Com relação aos dados de peso médio de pupa para as diferentes densidades e dietas (Figura 4), pode-se observar que para ambas as dietas, houve uma diminuição no peso pupal conforme se aumentou a densidade ( $F= 42,573$ ;  $p< 0,0001$ ), tendo a densidade 200 apresentando diferença significativa quando comparada com as densidades 50 e 100, tanto para a Dieta C quanto para a Dieta 2L (Figura 4). No entanto, não houve diferença significativa entre as dietas ( $F=42,573$ ;  $p=0,0524$ ).

**Figura 4. A.** Peso médio pupal de *Z. indianus* para as diferentes densidades (50,100 e 200) e dietas (Dieta C e Dieta 2L); **B.** Peso médio pupal para as diferentes densidades e dietas.



Fonte: Dados da pesquisa.

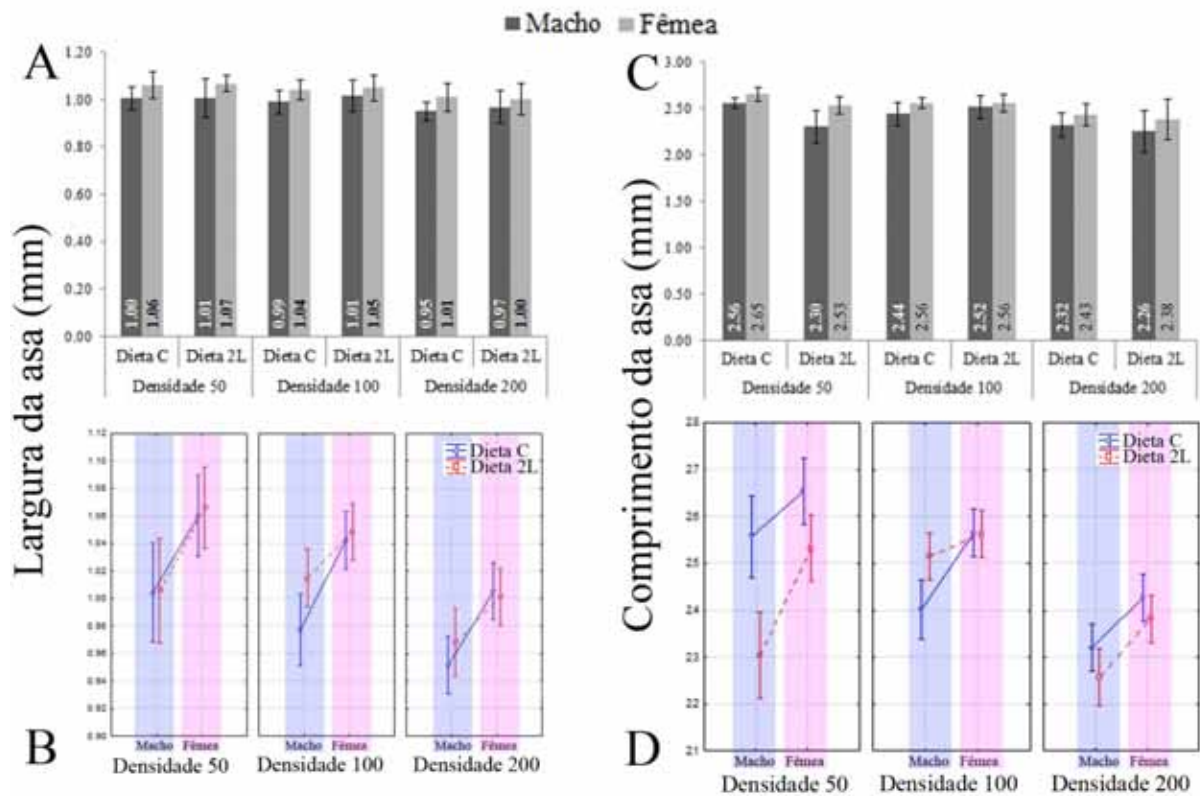
### 5.1.3 Efeitos de diferentes densidades e dietas no tamanho e peso do adulto

Para todas as densidades, o peso corpóreo ( $F=50,23$ ;  $p<0,0001$ ), largura ( $F= 41,98$ ;  $p<0,0001$ ) e comprimento de asa ( $F= 46,48$ ;  $p< 0,0001$ ) foram menores para os machos do que para as fêmeas (Figura 5 e 6). Houve também diminuição de peso corpóreo ( $F=63,71$ ;  $p<0,0001$ ), largura ( $F=18,32$ ;  $p<0,0001$ ) e comprimento de asa ( $F=43,73$ ;  $p<0,0001$ ) conforme foi aumentada a densidade. Desconsiderando o sexo, adultos provenientes da Dieta 2L possuem um menor peso médio quando comparados à Dieta C (Figura 6).

Considerando a razão entre as variáveis comprimento de asa/peso e largura de asa/peso, a densidade de 200 larvas (Figura 6) apresentou diferença significativa para comprimento de asa/peso ( $F=6,50$ ;  $p<0,01$ ) em relação às demais densidades, bem como para largura de asa/ peso ( $F=7,52$ ;  $p<0,001$ ). Ou seja, por mais que indivíduos provenientes da densidade de 200 larvas apresentem menor peso, comparando com as outras densidades, o tamanho da asa é relativamente maior (com relação ao respectivo peso) que aquele dos adultos provenientes de densidades menores.

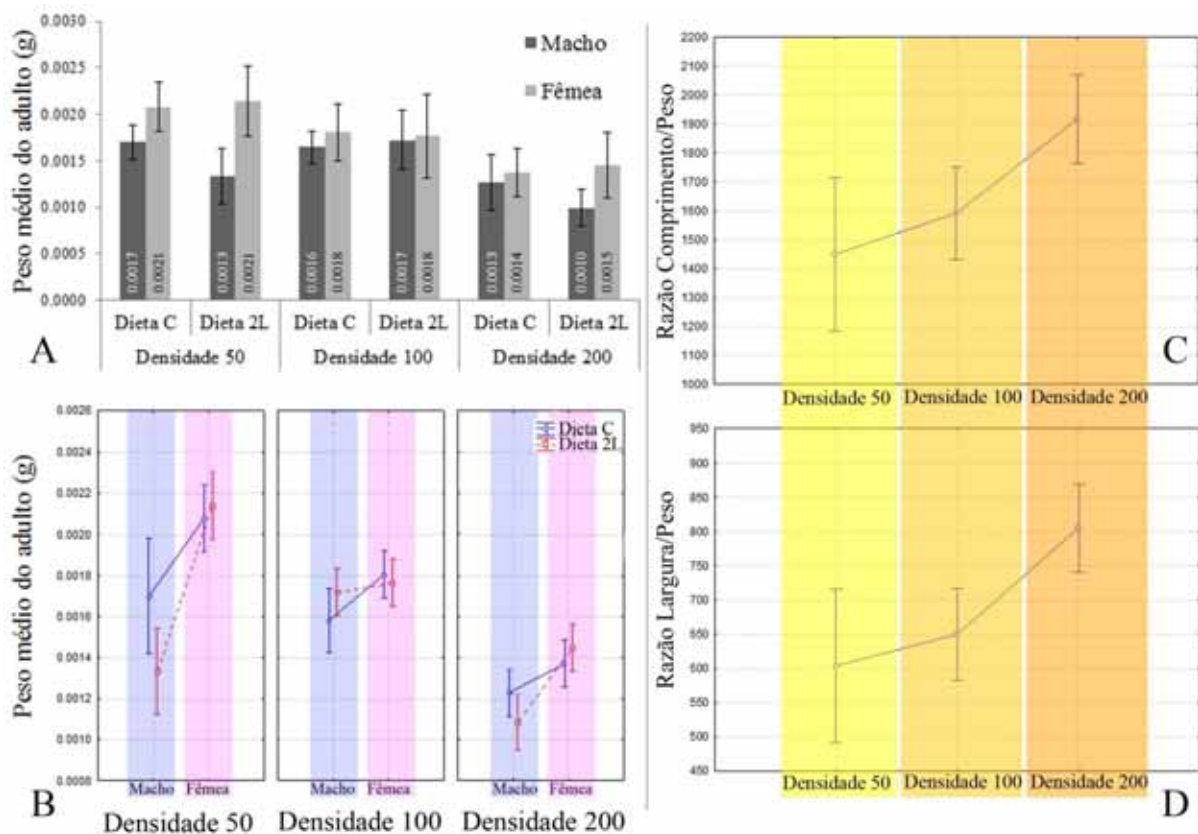


**Figura 5.** **A.** Histograma da largura média de asa de machos e fêmeas de *Z. indianus* emergentes de diferentes densidades (50, 100 e 200) e dietas (Dieta C e Dieta 2L); **B.** Largura média da asa de machos e fêmeas emergentes de diferentes densidades (50, 100 e 200) e diferentes dietas (Dieta C e Dieta 2L); **C.** Histograma do comprimento médio de asa para as diferentes densidades e dietas e **D.** Comprimento médio de asa para as diferentes densidades e dietas.



Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 6.** **A.** Histograma do peso médio de machos e fêmeas de *Z. indianus* emergentes de diferentes densidades (50, 100 e 200) e dietas (Dieta C e Dieta 2L); **B.** Peso médio de machos e fêmeas emergentes de diferentes densidades (50, 100 e 200) e dietas (Dieta C e Dieta 2L); **C.** Razão entre as variáveis: comprimento de asa e peso e **D.** Razão entre as variáveis largura de asa e peso.



Fonte: Dados da pesquisa

#### 5.1.4 Razão sexual para as diferentes densidades e dietas

Os dados de razão sexual de *Z. indianus* mostram que somente para a Dieta C (na densidade 200), a razão sexual se aproxima de 1:1, indicando uma paridade na formação de machos e fêmeas. Porém, para a Dieta 2L, nota-se que emergem mais fêmeas do que machos, principalmente para a densidade 200, com razão 0,48 (Tabela 3).

**Tabela 3.** Sexagem de *Z. indianus*: por densidade e para as Dietas C e 2L.

Densidade do agregado larval	Dieta C				Dieta 2L			
	N	Macho	Fêmea	Razão (m/f)	N	Macho	Fêmea	Razão (m/f)
50	34	16	18	0,89	26	9	17	0,53
100	56	26	30	0,87	148	66	82	0,8
200	117	58	59	0,98	102	33	69	0,48

Fonte: Dados da pesquisa

### 5.1.5 Taxa de fecundidade para as diferentes densidades e dietas

Pode-se notar que tanto para a Dieta C quanto para a Dieta 2L, o número médio de ovos durante os seis dias de observação tende a ser menor conforme se aumenta a densidade (Tabela 4). No entanto, adultos que se desenvolveram na Dieta 2L, depositaram um maior número de ovos durante os seis dias de observação quando comparados aos da Dieta C, e para a densidade 200, observou-se que ocorreu oviposição desde a primeira observação, enquanto que para a mesma densidade, mas considerando adultos que se desenvolveram em Dieta C, estes levaram mais tempo para iniciar a oviposição (Figura 7). Houve diferença significativa entre as dietas, desconsiderando a densidade e dias observados ( $F=4,96$ ;  $p < 0,05$ ), e entre as densidades; a de 200 teve diferença em relação às demais quanto aos ovos colocados durante os dias de observação ( $F= 3,23$ ;  $p < 0,05$ ) independente da dieta testada.

Quanto à oviposição de *Z. indianus*, para a densidade 50 da Dieta C, pode-se observar que o número de ovos colocados por fêmea tende a alternar entre valores de alta e baixa frequência. Nas outras densidades, não existe um padrão muito bem definido (Figura 7).

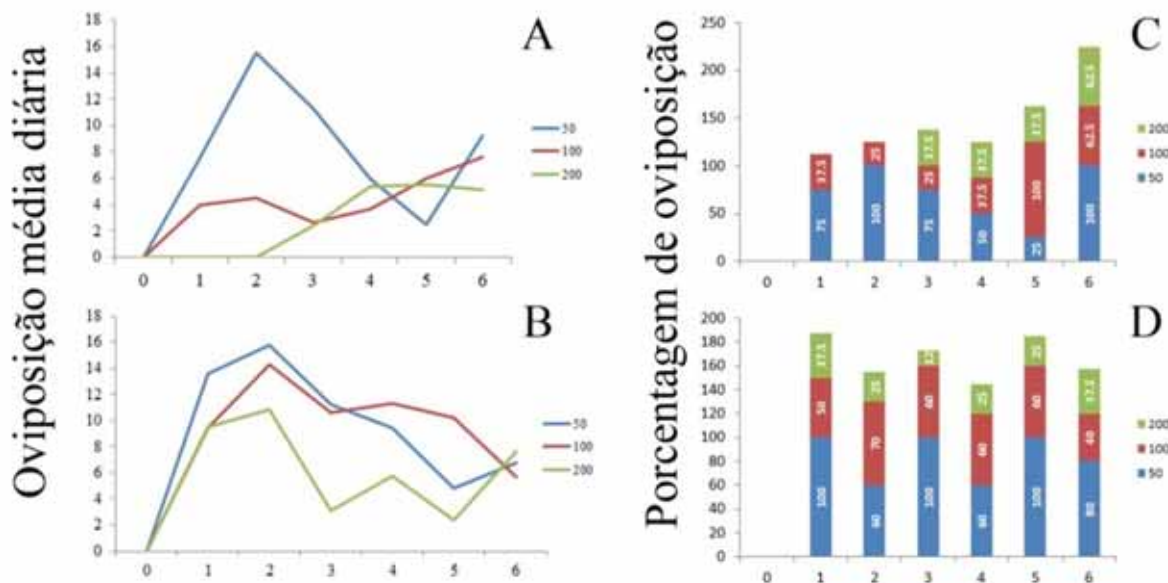
Em ambas as dietas, as fêmeas provenientes da densidade 50 tendem a colocar mais ovos nos primeiros dias de vida, tendo uma diminuição no 10<sup>o</sup> dia de vida (quinto dia de observação). Para a Dieta 2L, pode-se notar que para todas as densidades testadas, as fêmeas apresentaram um pico de oviposição próximo ao sétimo dia de vida. Esse padrão se manteve para as densidades 50 e 200 em Dieta C. Ainda nesta dieta, quanto ao número de ovos, este é maior para fêmeas mais longevas, presentes na densidade 100.

**Tabela 4.** Média de ovos ( $\pm$ DP) colocados por fêmea de *Z. indianus* para os seis dias de observação, comparando dietas (Dieta C e Dieta 2L) e diferentes densidades (50 100 e 200).

Densidade do agregado larval	n° de fêmeas testadas		n° de ovos obtidos		média n° de ovos/fêmea/ dia ( $\pm$ DP)	
	Dieta C	Dieta 2L	Dieta C	Dieta 2L	Dieta C	Dieta 2L
50	4	5	208	274	8,67(4,5)	10,27(4,13)
100	8	10	227	615	4,73(1,8)	10,25(2,79)
200	8	8	147	314	3,06(3,2)	6,54 (3,4)

Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 7.** **A.** Oviposição média diária durante os seis dias de observação (eixo x) para as fêmeas de *Z. indianus* oriundas de diferentes densidades na Dieta C; **B.** Oviposição média diária durante os seis dias de observação (eixo x) para as fêmeas oriundas de diferentes densidades na Dieta 2L; **C.** Porcentagem de fêmeas que realizaram oviposição ao longo dos dias observados (eixo x), considerando a Dieta C e **D.** Porcentagem de fêmeas que realizaram oviposição ao longo dos dias observados (eixo x), considerando a Dieta 2L.



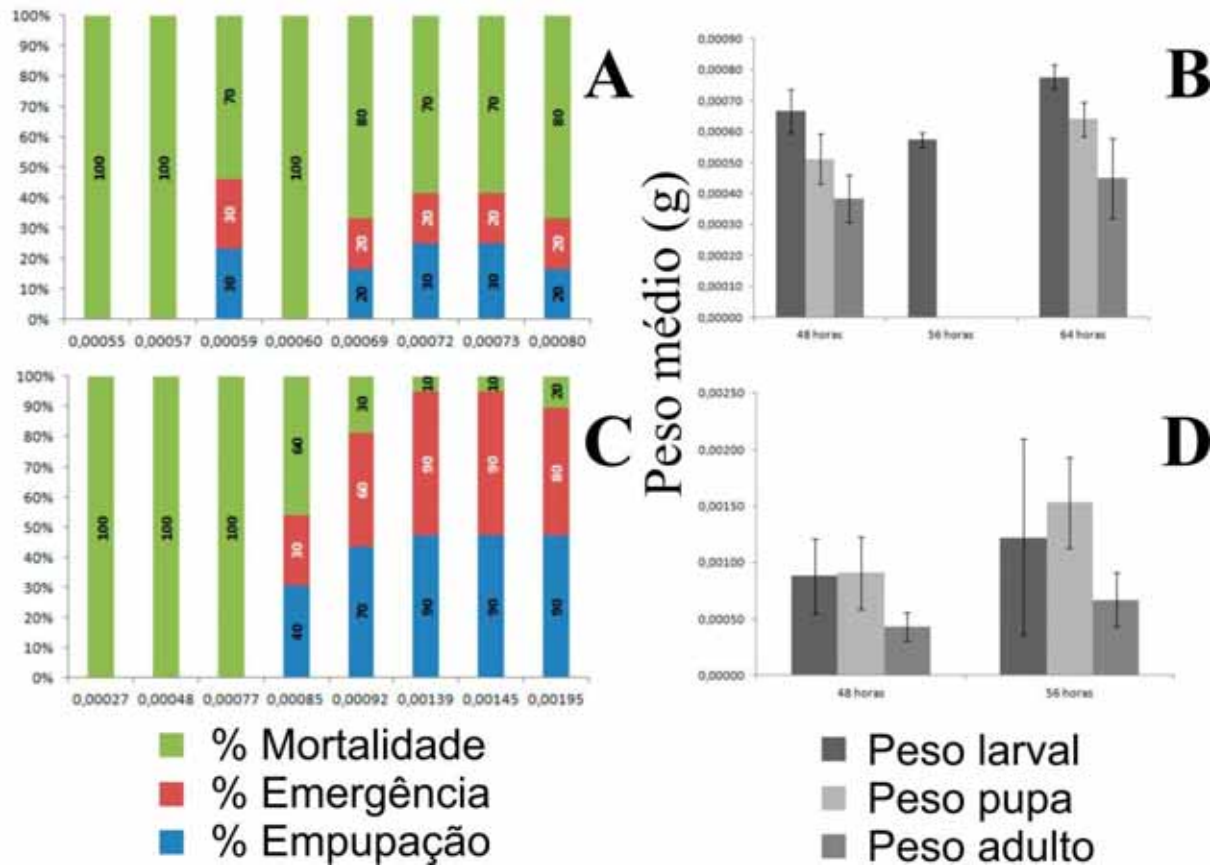
Fonte: Dados da pesquisa.

## *5.2 Condição B: Peso crítico para empupação, para diferentes dietas*

### 5.2.1 Determinação do peso crítico para diferentes dietas e dados referentes aos adultos emergentes

As médias referentes ao peso larval, peso pupal e peso do adulto foram separadas por períodos de alimentação em horas (48, 56 e 64), de acordo com a dieta em que os imaturos se desenvolveram (Dieta C e Dieta 2L) (Figura 8). No caso de 56 horas de alimentação (Dieta C), as larvas tiveram um peso menor do que aquelas que se alimentaram por menos tempo, não havendo empupação.

**Figura 8.** **A.** Porcentagem de mortalidade, emergência e empupação para *Z. indianus* na Dieta C, em relação ao peso larval (eixo x); **B.** Peso médio larval, pupal e de adultos para a Dieta C; **C.** Porcentagem de mortalidade, emergência e empupação para *Z. indianus* na Dieta 2L, em relação ao peso larval (eixo x) e **D.** Peso médio larval, pupal e de adultos para a Dieta 2L.

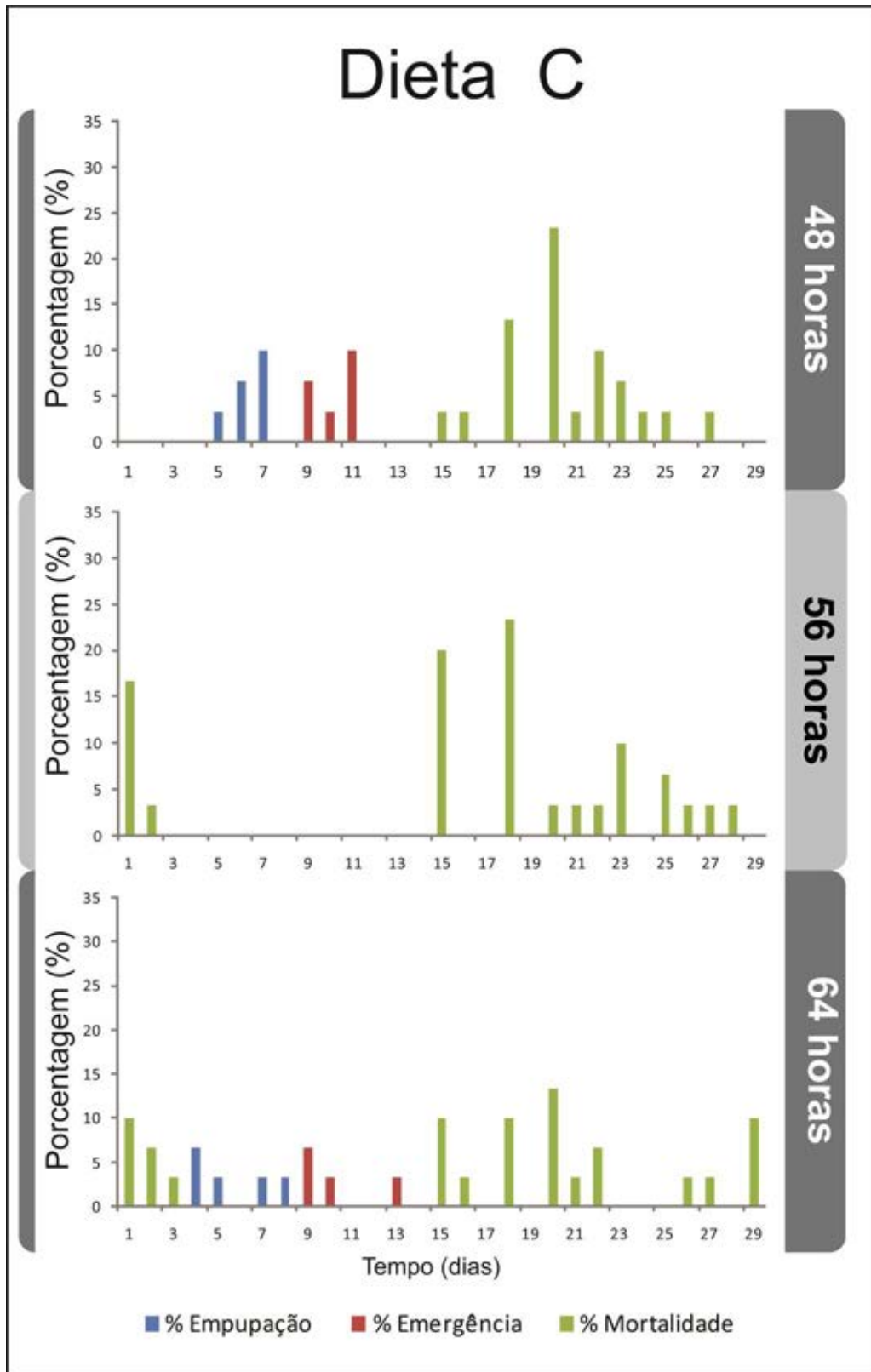


Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados de empupação, emergência e mortalidade (Figura 9 e 10) estão separados de acordo com as horas de alimentação das larvas para cada dieta. Estabeleceu-se como dia inicial, aquele em que as larvas foram retiradas do substrato de alimentação. Observou-se que para a Dieta C, a empupação se dá nos primeiros dias, quinto ao sétimo dia, logo após a retirada do alimento. As larvas que permaneceram por um período de 48 horas de alimentação, empuparam em um intervalo de dias menor (quinto ao sétimo dia) que as larvas com 64 horas de alimentação (quarto ao oitavo dia). O mesmo é observado para a emergência dos adultos, que ocorreu antes para as larvas com 48 horas de alimentação.

Para a Dieta 2L, observou-se também a formação de pupas logo nos primeiros dias após a retirada do alimento (segundo ao sexto dia de observação), seguido da emergência dos adultos. A somatória da porcentagem de empupação ao longo dos dias para as dietas, não foi necessariamente igual à somatória dos valores referentes à emergência dos adultos, pois alguns indivíduos chegaram a empupar, mas não houve passagem para o próximo estágio de desenvolvimento.

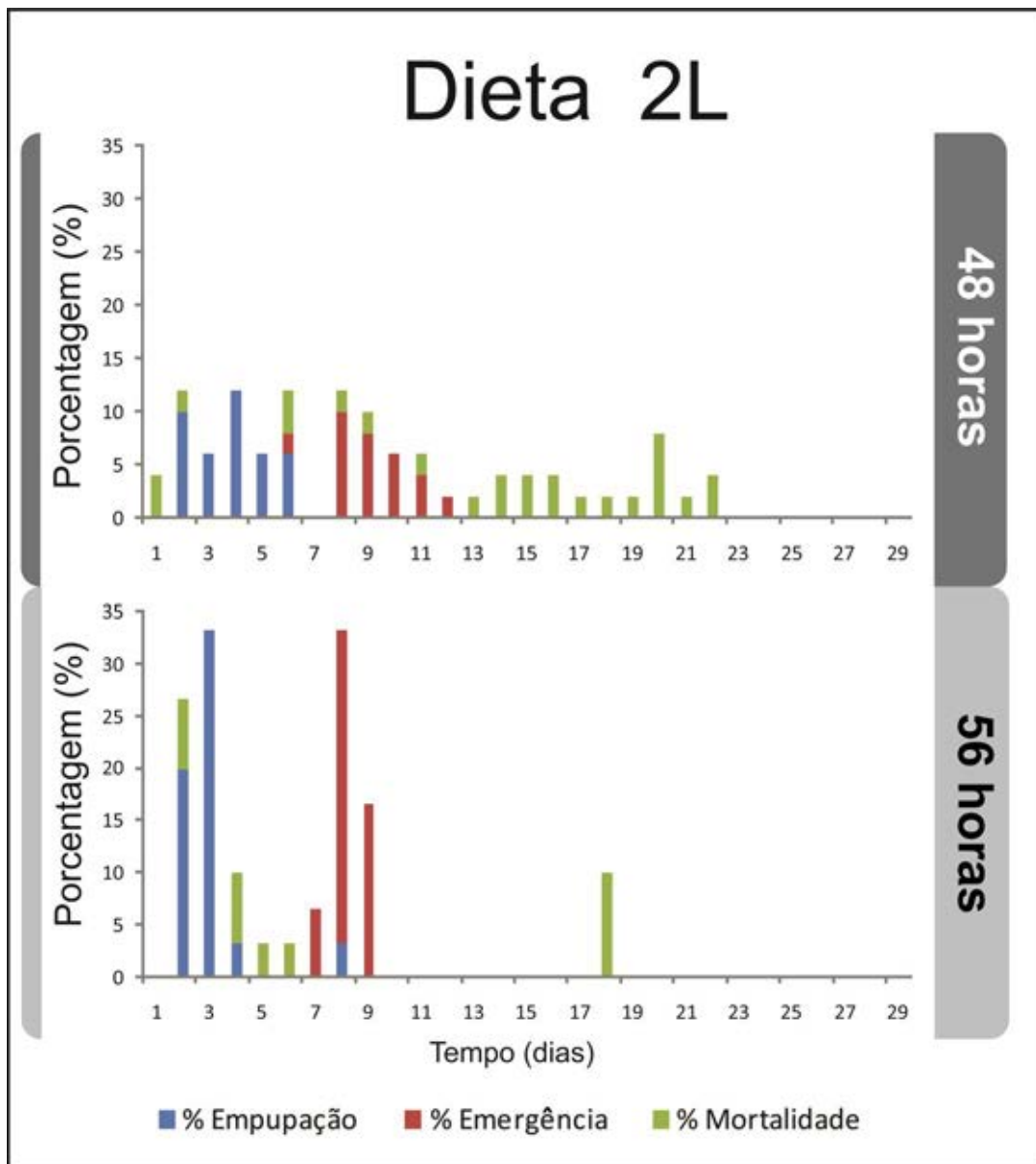
**Figura 9.** Porcentagens referentes à empupação, emergência e mortalidade de *Z. indianus* ao longo dos dias, para as diferentes horas de alimentação na Dieta C.



Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 10.** Porcentagens referentes à empupação, emergência e mortalidade de *Z. indianus* ao longo dos dias, para as diferentes horas de alimentação na Dieta 2L.



Fonte: Dados da pesquisa.

Sobre as réplicas em que foi observada empupação (Tabela 5), pode-se notar que o valor referente ao peso crítico encontra-se, possivelmente, entre 0,0008 e 0,0009 g, mas para a confirmação dessa informação, seriam necessários estudos mais detalhados.

Os resultados mostram que para um peso médio larval aproximado de 0,0100 g, os valores de empupação são altos (Tabelas 5 e 6). No entanto, para valores de peso larval abaixo de 0,0057 g, não ocorreu empupação. Comparando as duas dietas testadas, os indivíduos que se alimentaram da Dieta 2L tiveram um incremento de peso por hora de alimentação relativamente maior que a Dieta C, pois, o peso das larvas referente ao período de

56 horas de alimentação, permitiu uma porcentagem de empupação além de 50%. Portanto, ao invés de continuar o experimento com larvas de 64 horas de alimentação, como na Dieta C, optou-se por aumentar o número de repetições referentes ao período de 48 horas de alimentação.

Para valores referentes ao peso de adulto, o menor valor foi 0,0003 g, referente a uma fêmea. O comprimento de asa encontrado nos adultos emergentes de pequenas pupas é inferior ao encontrado em adultos cujos imaturos tiveram condições ótimas de alimentação durante todo desenvolvimento. Não foram feitos testes referentes à viabilidade desses adultos no presente trabalho. No entanto, experimentos da Condição A já mostram que a fecundidade diminui conforme diminui o tamanho e peso corpóreo do inseto (Tabela 4).

Quanto à mortalidade, observou-se que os maiores valores foram referentes ao décimo sexto dia após a retirada do alimento. Porém, houve também mortalidade logo nos três primeiros dias em que as larvas foram retiradas do alimento, sendo que a morte dessas larvas pode ter ocorrido devido à perfuração do corpo das larvas no processo de manuseio e não devido à condição de inanição.

**Tabela 5.** Média dos pesos para larvas, pupas e adultos de *Z. indianus* ( $\pm$ DP) em Dieta C; para fêmeas (F) e machos (M).

N larva	Peso médio larva (g)	N pupa	Peso médio pupa (g)	N adulto	Peso médio adulto (g)	Sexo	Tamanho médio de asa (mm)
10	0,00059	3	0,0005(0,0001)	3	0,0004 (0,0001)	3F	0,53(0,006)
10	0,00069	2	0,0005(0,0001)	2	0,0004 (0,0001)	2F	0,54(0,014)
10	0,00072	3	0,0005(0,0001)	1	0,0003 (0,0000)	F	0,55(0,000)
10	0,00073	3	0,0007(0,0001)	2	0,0004 (0,0001)	1F:1M	0,51(0,048)
10	0,0008	2	0,0006 (0,0000)	2	0,0005 (0,0001)	1F:1M	0,56(0,041)

Fonte: Dados da pesquisa

**Tabela 6.** Média dos pesos para larvas, pupas e adultos de *Z. indianus* ( $\pm$ DP) em Dieta 2L; para fêmeas (F) e machos (M).

<b>N larva</b>	<b>Peso médio larva (g)</b>	<b>N pupa</b>	<b>Peso médio pupa (g)</b>	<b>N adulto</b>	<b>Peso médio adulto (g)</b>	<b>Sexo</b>	<b>Tamanho médio de asa (mm)</b>
10	0,0009	4	0,0008 (0,0002)	3	0,0005 (0,0001)	3F	1,99 (0,13)
10	0,0009	7	0,0008 (0,0003)	6	0,0004 (0,0001)	4F/2M	1,83 (0,08)
10	0,0014	9	0,0011 (0,0002)	9	0,0004 (0,0002)	8F/1M	2,09 (0,14)
10	0,0015	9	0,0013 (0,0004)	8	0,0006 (0,0001)	4F/4M	2,24 (0,14)
10	0,002	9	0,0017 (0,0003)	8	0,0008 (0,0003)	3F/5M	2,41 (0,11)

Fonte: Dados da pesquisa.

## 6 DISCUSSÃO

No presente trabalho, buscou-se investigar o desenvolvimento de *Z. indianus* sob o efeito de diferentes densidades e quantidades de levedura nas dietas artificiais testadas. Sabe-se que a densidade larval em insetos pode afetar o número de sobreviventes para os estágios subsequentes (pupa e adulto), a duração dos estágios larval e pupal e o tamanho e a razão sexual dos adultos resultantes (SANG, 1949).

Em trabalho realizado por Amoud, Diab e Abou-Fannah (1993) com diferentes densidades iniciais de larvas de *Z. indianus*, observou-se que quanto maior a densidade, maior é o tempo de desenvolvimento larva-adulto, menor é a taxa de sobrevivência e menor é o tamanho corpóreo dos adultos resultantes. Esses autores sugerem que na competição intraespecífica, as alterações causadas no desenvolvimento, sobrevivência e tamanho corporal, estão relacionadas com a depleção de recursos e com o aumento de resíduos larvais (ácido úrico e gás carbônico). Esses resíduos poderiam prejudicar ou promover o crescimento de leveduras ou outros recursos necessários à sobrevivência e desenvolvimento desses drosofilídeos, reduzindo ou facilitando o seu desenvolvimento (WEISBROT, 1966; BUDNIK et al., 2001; GALECO; CARARETO, 2005). Os resultados do presente estudo corroboram aqueles de Amoud, Diab e Abou-Fannah (1993), já que houve um aumento no tempo médio de desenvolvimento de *Z. indianus*, quanto maior a densidade, tanto em relação ao tempo de desenvolvimento das larvas até o estágio de pupa, quanto ao tempo decorrido entre o estágio de larva e a emergência dos adultos.

Entretanto, esses resultados aqui apresentados contradizem aqueles apresentados por Galeco e Carareto (2005). Nestes últimos, larvas de *Z. indianus* foram mantidas por vinte dias no meio contendo resíduos larvais da própria espécie, sendo que não foi observada nenhuma alteração quanto ao tempo de desenvolvimento ou viabilidade. No entanto, nos experimentos realizados no presente trabalho, a densidade e o tempo em que os imaturos permaneceram na dieta foram muito maiores, o que talvez torne a presença desses resíduos metabólitos um fator limitante.

Quanto à mortalidade, notou-se uma seletividade entre os sexos para o caso da Dieta 2L. Houve maior emergência de fêmeas, principalmente para a densidade de 200, resultado também encontrado por Oliveira (2008) para *Z. indianus*. Em ambos os estudos, quando as larvas se encontram em altas densidades e sob severos níveis de competição, os machos tendem a ter maior mortalidade, ocorreu assim uma maior formação de fêmeas ao término do desenvolvimento. Quanto à mortalidade pupal, ainda para a Dieta 2L, pode-se notar que, para

a maior densidade, esta foi alta. Sugere-se que isto pode estar relacionado à contaminação do meio por microrganismos, facilitada pela presença de uma quantidade maior de leveduras, ou ainda algum estresse causado no decorrer do procedimento de transferência da pupa de um recipiente para outro.

No que se refere à mortalidade larval em insetos, sabe-se que existe o efeito de Allee, em que há a necessidade de um mínimo agregado larval para tornar eficiente o processo de alimentação (SANG, 1949). Neste caso, para uma determinada quantidade de alimento, uma densidade larval baixa não necessariamente implica em condição ótima de alimentação e sobrevivência. As viabilidades entre os estágios larva-pupa foram, para todas as densidades e dietas, acima de 70%; portanto, acredita-se que houve um mínimo agregado necessário para a continuidade do desenvolvimento.

Sobre a emergência dos adultos, os resultados obtidos neste trabalho se assemelham a aqueles apresentados para outros drosofilídeos. Os adultos exibiram o mesmo padrão encontrado para *D. melanogaster*, com fêmeas emergindo primeiro que os machos (SANTOS et al., 1993).

Segundo Santos, Fowler e Patridge. (1993), o crescimento larval em insetos pode ser dividido em duas fases: (1) um período de tempo variável, entre a eclosão das larvas e a obtenção de um peso crítico, o qual implica em um processo irreversível de empupação e (2) seguido de um tempo constante até o estágio de pupa. Outros estudos com drosofilídeos, como com *D. melanogaster*, demonstraram que o tempo de estágio larval pode chegar a duplicar sob condições de alta densidade, e larvas que permaneceram vivas por 14 dias, tornaram-se pequenas pupas e foram raramente viáveis (SANG, 1949). No presente estudo, foi também observado que para as maiores densidades, bem como no experimento sobre peso crítico, o período larval é prolongado, sugerindo que as larvas pudessem estar à procura de uma fonte adicional de alimento, por não terem atingido o peso crítico até aquele momento (GOMES; VON ZUBEN, 2005). O fato de que os imaturos de *Z. indianus* que se desenvolveram em dieta com maior quantidade de levedura, terem o seu desenvolvimento mais rápido que na dieta convencional, ou seja, atingiram o seu peso crítico em um menor tempo de alimentação, pode estar relacionado à informação imediatamente anterior, sugerindo que a maior quantidade de levedura foi ótima para o desenvolvimento larval de *Z. indianus*, não exigindo procura por novas fontes de alimento.

O efeito de densidade pode ser observado também em relação ao peso das pupas formadas, pois larvas de *Z. indianus* que se desenvolveram em maiores densidades deram origem a pupas de menores pesos e conseqüentemente, a adultos de peso e tamanho corpóreo

reduzidos. Comparando-se os dois sexos, tanto para as diferentes densidades quanto para as diferentes dietas, o peso das fêmeas de *Z. indianus* foi maior do que o dos machos.

No presente trabalho, o tamanho do adulto foi quantificado através das medidas de comprimento e largura de asa. Nota-se que conforme a densidade de larvas de *Z. indianus* aumenta, o tamanho do adulto emergente diminui, verificando que o tamanho final do adulto é influenciado pela quantidade de alimento ingerido durante a fase larval (JOSHI, 1997), ou seja, quanto maior a densidade, menor a quantidade de alimento por larva; no entanto, não houve diferença para o tamanho do adulto quando comparadas as dietas.

Pode-se observar também que dentre as densidades estudadas, a de 200 larvas foi a que apresenta maior razão entre tamanho de asa e peso corpóreo. Isso sugere uma vantagem adaptativa, já que mesmo com peso/tamanho corpóreo reduzido, as moscas ainda apresentam asas com dimensões favoráveis a uma boa dispersão, o que seria interessante caso estejam em um ambiente com condições desfavoráveis. Desta forma, o custo energético do deslocamento durante a dispersão seria reduzido, tendo em vista uma menor razão entre o peso do indivíduo e a área da asa (ROFF, 1977).

O tamanho de asa geralmente tem uma relação direta com a capacidade de dispersão do indivíduo em busca de novos sítios de alimentação e oviposição, o que pode interferir na dinâmica populacional da espécie em gerações subsequentes (LOMÔNACO; GERMANOS, 2001). No caso dos machos, o tamanho de asa também está relacionado ao sucesso na competição intraespecífica e sucesso na cópula (EWING, 1961).

Portanto, como explicitado acima, o efeito da densidade pode ser percebido no tempo de desenvolvimento e refletir em algumas características essenciais para o *fitness* da espécie (TANTAWY; VETUKHIV, 1961). Em *Drosophila*, por exemplo, o tempo de desenvolvimento tem efeitos na mortalidade nos estágios pré-adultos, podendo também retardar a formação da primeira prole (JOSHI, 1997).

Quanto ao comportamento de oviposição, Robertson e Sang (1943) descrevem em seu trabalho que sob as mesmas condições experimentais, tanto as moscas que ovipõem pouco, mas por um intervalo de tempo mais prolongado quanto àquelas que ovipõem mais e vivem menos, apresentam praticamente a mesma fecundidade. Assim, o que alteraria a fecundidade seriam fatores como genótipo, temperatura, umidade, nutrição, estímulo para oviposição e presença de outros indivíduos. No presente trabalho, testou-se como diferentes condições nutricionais poderiam alterar a fecundidade e, de maneira geral, foi observado que existe uma maior oviposição durante os dias de observação para as fêmeas que se alimentaram da dieta

com maior a disponibilidade de levedura (Dieta 2L), corroborando os resultados obtidos para *D. melanogaster* por Robertson e Sang (1943).

No entanto, mesmo em condições ótimas de alimentação, a idade da fêmea é um fator que altera a quantidade de ovos depositados pela mesma ao longo de sua vida. Em *D. melanogaster*, observou-se que a oviposição inicia-se no segundo dia de vida da fêmea, aumenta do sexto ao décimo dia, e após esse período decai, sem haver certa periodicidade na frequência de oviposição (ROBERTSON; SANG, 1943). Em *Z. indianus*, a oviposição somente foi contabilizada a partir do quinto dia de vida da fêmea, independente da dieta em questão, já que sua oviposição é baixa antes desse período. As fêmeas provenientes da densidade 200, ovipuseram em um período posterior, quando comparado às outras densidades, mas comparando-se as duas dietas, a Dieta 2L teve maior oviposição, pois mesmo tendo sido fornecida a mesma quantidade alimentar (12 g) em ambos os casos, a quantidade de leveduras na Dieta 2L foi o dobro do que na Dieta C, ou seja, as leveduras como fontes proteicas aumentaram a produção de óvulos. Segundo Zucoloto (2000), fontes proteicas são fundamentais tanto na fase imatura quanto na fase de pré-oviposição e podem afetar diretamente na produção de óvulos.

Estudos realizados por Robertson (1957) com *Drosophila*, demonstram uma correlação fenotípica positiva entre tamanho de tórax e produção de ovos. Tantawy e Vetukhiv (1960) e Tantawy (1961) demonstraram que as fêmeas maiores de *Drosophila pseudoobscura* vivem mais e colocam mais ovos se comparadas com aquelas menores. Observou-se também que machos maiores são mais bem sucedidos quanto à competição intraespecífica do que os machos menores (EWING, 1961; PARTRIDGE; FARQUHAR, 1983). Para *Z. indianus*, considerando tamanho de asa, pode-se observar essa mesma correlação, porém considerando tamanho de asa e não do tórax, pois as fêmeas provenientes da densidade de 50, que tiveram uma maior média de tamanho de asa, também colocaram um número médio de ovos maior que as densidades de 100 e 200 e comparando-se as duas dietas, as fêmeas que se alimentaram da Dieta 2L colocaram mais ovos que a Dieta C.

Em relação aos experimentos realizados para determinação do peso crítico, o menor peso médio pupal em *Z. indianus* foi 0,0005 g para larvas que se desenvolveram por 48 horas na Dieta C. Em trabalho realizado por Robertson (1963) com *D. melanogaster*, observou-se que o menor peso pupal condizia com cerca de um quarto do peso médio pupal, para larvas que se desenvolveram sob condições ótimas de alimentação. Isso também parece ser válido para *Z. indianus*, já que pupas formadas a partir de larvas bem alimentadas possuem cerca de 0,0023 g, de acordo com experimentos realizados previamente. Dos indivíduos que

conseguiram empupar, grande porcentagem emergiu (Tabelas 5 e 6), independente da dieta testada. Isso nos mostra a grande importância de se atingir o peso crítico para a continuidade do desenvolvimento de insetos holometábolos.

Em relação ao peso dos indivíduos, observou-se uma diminuição conforme os estágios de desenvolvimento se sucederam, de larva, pupa e adulto, sendo o adulto de menor peso uma fêmea com 0,0003 g. O comprimento de asa encontrado nos adultos emergentes de pequenas pupas é muito inferior ao encontrado em adultos cujos imaturos tiveram condições ótimas de alimentação. Não foram feitos testes referentes à viabilidade desses adultos no presente trabalho. No entanto, experimentos da Condição A já mostraram que a fecundidade diminui conforme diminui o tamanho e peso corpóreo do inseto.

Quanto ao sexo dos adultos emergentes, pode-se notar que, para pesos larvais menores, os adultos são em maioria fêmeas, mas ocorre um aumento na emergência de machos conforme aumenta o peso larval. Talvez a maior emergência de fêmeas, em condições de escassez de alimento, seja uma importante vantagem adaptativa para a manutenção da espécie, já que quanto maior o número de fêmeas, maiores as chances de produzir progênie, pois apenas um macho pode copular com mais de uma fêmea.



## 7 CONCLUSÕES

- Houve efeito da densidade no tempo de desenvolvimento, sendo que para densidades maiores, houve um aumento no tempo de desenvolvimento de *Z. indianus*.
- Quando são comparadas as duas dietas, imaturos que se desenvolveram na Dieta 2L tiveram o tempo de desenvolvimento reduzido, para todas as densidades, em relação à Dieta C.
- O peso pupal foi diferente entre as densidades testadas, mas não quando são comparadas as duas dietas.
- Conforme foi aumentada a densidade, houve uma diminuição do peso e tamanho dos adultos, sendo as fêmeas maiores que os machos.
- A fecundidade também foi menor para adultos provenientes de densidades maiores. As fêmeas que se desenvolveram na Dieta 2L, colocaram mais ovos do que as fêmeas que se desenvolveram em Dieta C.
- A razão sexual apresentou diferença entre as dietas; conforme a densidade foi aumentada, existiu uma tendência de se aproximar da proporção 1:1, para a Dieta C e emergência de mais fêmeas, para a Dieta 2L.
- O valor de peso crítico não pode ser precisamente determinado, mas estimou-se que deve estar compreendido entre valores de 0,0008 e 0,0009 g.
- Entre as duas dietas testadas, notou-se que para a Dieta 2L atinge-se valores próximos ao peso crítico em menor tempo de alimentação, quando comparado com a Dieta C.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT- Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível na internet em:  
<extranet.agricultura.gov.br/agrofit\_cons/principal\_agrofit\_cons>. Acesso em: 13 dez. 2013.
- AMOUD, M. A.; DIAB, F. M.; ABOU-FANNAH, S. S. M. Effects of larval population density on the life cycle parameters in *Zaprionus indianus*, Gupta 1970 (Diptera: Drosophilidae). **Pakistan J. Zool.**, v. 25, p. 37-40, 1993.
- ARARIPE, L. O.; KLACZKO, L. B.; MORETEAU, B.; DAVID, J. R. Male sterility thresholds a tropical cosmopolitan drosophilid, *Zaprionus indianus*. **J. Ther. Biol.**, v. 29, p. 73-80, 2004.
- ATKINSON, D. Temperature and organism size- a biological law for ectotherms. **Adv. Ecol. Res.**, v. 25, p. 1-58, 1994.
- BAKKER, K. Feeding period, growth, and pupation in larvae of *Drosophila melanogaster*. **Entomol. Expis. Appl.**, v. 2, p. 171-186, 1959.
- BAKKER, K. An analysis of factors which determine success in competition for food among larvae of *Drosophila melanogaster*. **Arch. Neerland. Zool.**, v. 14, p. 200- 281, 1961.
- BAKKER, K. Selection for rate of growth and its influence on competitive ability of larvae of *Drosophila melanogaster*. **Arch. Neerland. Zool.**, v. 19, n. 4, p. 541- 595, 1969.
- BELO, M.; BARBOSA, J. C.; BRAGANHOLI, D.; PEREIRA, P. S.; BERTONI, B. W.; ZINGARELLI, S.; BELEBONI, R. O. Avaliação do efeito bioinseticida dos extratos de *Tabernae montana catharinensis* A.DC. (Apocynaceae) e *Zeyheria montana* Mart.(Bignoniaceae) sobre a mosca *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) (Gupta, 1970). **Revi. Bras.Bioc.**, v. 7, n. 3, p. 235-239, 2009.
- BERREUR, P.; PONCHERON, P.; BERREUR- BENNEFANT, J.; SIMPSON, P. Ecdysone levels and pupariation in a temperature sensitive mutation of *Drosophila melanogaster*. **J. Exp. Biol.**, v. 210, p. 333–373, 1979.
- BOAVENTURA, D. D., SOUSA, L. B., BONIN, T. G.; VON ZUBEN, C. J. Levantamento de densidade populacional de *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 a partir de frutos de figo-roxo na região de Valinhos-SP. In: **Anais do Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Figueira**, 2, 2010, Campinas – São Paulo, p. 15.
- BOAVENTURA, D. D.; SOUSA, B. L.; MATAVELLI, C. Indução de pupação de *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) sob condições experimentais. In: **Congresso de Iniciação Científica da Unesp**, 23, 2011, Rio Claro- São Paulo.
- BONIN, T. G. **Variação na curva de crescimento e tamanho de asa de *Zaprionus indianus* (GUPTA, 1970) (DIPTERA: DROSOPHILIDAE) de acordo com diferentes temperaturas.** 2010. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia)- Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro, Rio Claro.
- BRAZILIAN FRUIT – PROGRAMA DE PROMOÇÃO DAS EXPORTAÇÕES DAS FRUTAS BRASILEIRAS E DERIVADOS. 2010. “O objetivo é colocar o Brasil no centro do

mercado mundial de frutas”. Disponível na internet em:

<<http://www.brazilianfruit.org/Apresentacao/apresentacao.asp>>. Acesso em: 26 out. 2011.

BROWDER, M. H., D' AMICO, L. J.; NIJHOUT, H. F. The role of low levels of juvenile hormone esterase in the metamorphosis of *Manduca sexta*. **J. Insect Sci.**, v. 1, p. 11-14. 2001.

BROWN, W. M. The mitochondrial genome of animals. In: McIntyre, R.J. (Ed.), **Molecular evolutionary genetics**. Plenum Press, Nova York, 1985, p. 95-130.

BUDNIK, M.; VALENTE, V. L.; MANRIQUEZ, G.; CIFUENTES, L. Preadult interactions between *Drosophila simulans* and *D. willistoni* (Diptera: Drosophilidae) emerged from the same substrata. **Acta Entomologica Chilena**, v. 25, p. 21- 26, 2001.

BURK, T. Behavioral ecology of mating in the Caribbean fruit flies, *Anastrepha suspense* (Loew) (Diptera: Tephritidae). **Fla. Ent.**, v. 66, p. 330-344, 1983.

CASTRO, F. L.; VALENTE, V. L. S. *Zaprionus indianus* invading communities in the southern Brazilian city of Porto Alegre. **Dros. Inf. Serv.**, v. 84, p. 15-17, 2001.

CEPAFRO – EMBRAPA. 2010. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Rondônia. *A Fruticultura no Brasil*. Disponível na internet em:

<[http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/frut\\_brasil.html](http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/frut_brasil.html)>. Acesso em: 26 out. 2011

CHAPMAN, R. F. **The insects: Structure and Function**. Cambridge University press, Cambridge, 1998.

CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function**. Elsevier, New York, p. 819, 1982.

CHASSAGNARD, M. T.; KRAAIJEVELD, A. R. The occurrence of *Zaprionus sensu stricto* in the Palearctic region (Diptera: Drosophilidae). **Ann. Soc. Entomol. Fr.**, v.27, p. 495–496, 1991.

CHASSAGNARD, M. T.; TSACAS, L. Le sous-genre *Zaprionus* S. Str. Définition de groupes d'espèces et révision du sous-groupe vittiger (Diptera: Drosophilidae). **Ann. Soc. Entomol. Fr.**, v. 29, p. 173–194, 1993.

COHEN, A. C. **Insect diets: science and technology**. Boca Raton: CRC, 2004, 324 p.

COQUILLET, D. W. New Diptera from Southern Africa. **Proc. U. S. Nat. Mus.**, v. 24, p. 27-32, 1902.

D'AMICO, L. J., DAVIDOWITZ, G. ; NIJHOUT, H. F. The developmental and physiological basis of body size evolution in an insect. **Proc. R. Soc. Lond. B.** v. 268, p. 1589- 1593, 2001.

DADD, R. H. Nutrition: Organisms. In: KERKUT, G. A.; GILBERT, L. I. (Ed.). **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. Pergamon Press, Londres, 1985, p. 313-389.

DAVIDOWITZ, G., D'AMICO, L. J.; NIJHOUT, H. F. Critical weight in the development of insect body size. **Evol.Dev.**, v. 5, n. 2, p. 188- 197, 2003.

DE MOED, G. H., KRUITWAGEN, C., DE JONG, G.; SCHARLOO, W. Environmental effects on body size variation in *Drosophila melanogaster*: genetic and environmental variation. **J. Evol. Biol.**, v. 12, p. 852-858, 1999.

EWING, A. W. Body size and courtship behaviour in *Drosophila melanogaster*. **Anim. Behav.**, v. 9, p. 93-99, 1961.

FAEP– Federação da Agricultura do Estado do Paraná. Boletim Informativo do Sistema FAEP, nº 1085, semana de 01 a 07 de março de 2010. *O que falta à fruticultura do Paraná?* Disponível na internet em: [www.faep.com.br/boletim/bi1085/bi1085.pdf](http://www.faep.com.br/boletim/bi1085/bi1085.pdf)>. Acesso em: 1 nov. 2010.

FERNANDES-DA-SILVA, P. G ; ZUCOLOTO, F. S. Effect of host nutritive value on egg production by *Ceratites capitata* (Diptera: Tephritidae). **J. Insect Physiol.**, v. 43, p. 939-943, 1993.

FERRO, M. I. T.; ZUCOLOTO, F.S. Influência da nutrição proteica no desenvolvimento da glândula salivar de macho de *Anastrepha obliqua*. **Científica**, v. 17, p. 1-5, 1989.

FITT, G. P. Variation in ovariole number and egg size of species of *Dacus* (Diptera: Tephritidae) and their relation to host specialization. **Ecol. Ent.**, v. 15, p. 225-264, 1990.

FOURCHE, J. Le déterminisme des mueset des metamorphoses chez *Drosophila melanogaster*: influence de jeune et de la fourniture d'ecdysone. **Arch. Anat. Microsc.**, v. 56, p. 141–152, 1967.

GALEGO, L. G. C.; CARARETO, C. M. A. Intraspecific and interspecific pré-adult competition on the neotropical region colonizer *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) under laboratory conditions. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 249-255, 2005.

GALEGO, L. G. C.; CARARETO, C. M. A. Scenario of the spread of the invasive species *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) in Brazil. **Genet. Mol. Biol.**, v. 33, n. 4, p. 767-773, 2010.

GALUN, R.; GOTHILF, S.; BLONDHEIM, S.; SHARP, J. L.; MAZOR, M. ; LACHMAN, A. Comparison of aggregation and feeding responses by normal and irradiated fruit flies, *Ceratitis capitata* and *Anastrepha sespensa*. **Environ. Ent.** v. 14, p. 726-732, 1985.

GOMES, L. ; VON ZUBEN, C. J. Study of the combined radical post-feeding dispersion of the blowflies *Chrysomya megacephala* (Fabricius) and *C. albiceps* (Wiedemann) (Diptera:Calliphoridae). **Revta. Bras. Entomol.**, v. 49, n. 3, p. 415-420, 2005.

GOÑI, B.; FRESIA, P.; CALVIÑO, M.; FERREIRO, M. J.; VALENTE, V. L. S.; BASSO DA SILVA. First record of *Zaprionus indianus* Gupta, 1979 (Diptera, Drosophilidae) in southern localities of Uruguay South America. **Dros. Inf. Serv.**, v. 84, p. 61-65, 2001.

HARBONE, J. B. **Introduction to Ecological Biochemistry**. Academic Press, London, 1985. 225 p.

HARNLY, M. H. An experimental study of environmental factors in selection and population. **Jour.Exper.Zool.**,v. 53, p. 141-70, 1929.

- HENDRICH, J.; KATSOYANNOS, B. I.; PAPA, D. R.; PROKOPY, R. J. Sexual differences in movement between natural feeding and mating sites and trade-offs between food consumption, mating success and predator evasion in Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Oecologia**, v. 86, p. 223-231, 1993.
- HSIAO, T. H. Feeding behavior. In: KERKUT, G. A.; GILBERT, L. I. (Ed.). **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. Pergamon Press, London, 1985, p. 471-512.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [online]. 2012. Disponível na Internet em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Arquivo consultado em: 28 ago. 2013.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2008 [online]. Disponível na Internet em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Arquivo consultado em: 15 jul. 2010.
- IBRAF – INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. 2009. [online]. Disponível na Internet em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Arquivo consultado em: 25 out. 2011.
- INSTITUTO HORUS. *Zaprionus indianus*. 2010. Disponível na internet em: <[http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/zaprionus\\_indianus.htm](http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/zaprionus_indianus.htm)>. Acesso em: 26 out. 2011.
- JOSHI, A. laboratory studies of density-dependent selection: adaptations to crowding in *Drosophila melanogaster*. **Curr. Sci. Índia**, v. 72, n. 8, p. 555-562, 1997.
- KATO, C. M.; FOUREAUX, L. V.; CÉSAR, R. A.; TORRES, M. P. Ocorrência de *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) no estado de Minas Gerais. **Ciência & Arte**, v. 28, p. 454-455, 2004.
- KOGAN, N. Criação de insetos: bases nutricionais e aplicações em programas de manejo de pragas. In: RAMIRO, Z.A.; GRAZIA, J.; LARA, F.M. (Ed.). Congresso Brasileiro de Entomologia, 6, Campinas, 1980. **Anais...**Campinas: Fundação Cargill, p. 45-75.
- KRAINACKER, D. A.; CAREY, J. R. ; VARGAS, R. I. Effects of larval host on life history traits of the Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata*. **Oecologia**, v. 73, p. 583-590, 1987.
- KUNKEL, J. Development and the availability of food in the German cockroach, *Battelle Germanic* (L.). **J. Insect Physiol.**, v. 12, n. 2, p. 227-235, 1966.
- LANDOLT, P. J.; DAVIS-HERNANDEZ, K. M. Temporal patterns of feeding by Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) on sucrose and hydrolyzed yeast. **Ann. Ent. Soc. Am.**, v. 86, p. 749-755, 1993.
- LINDE, K.; STECK, G. B.; HIBBARD, K.; BIRDSLEY, J. S., ALONSO, L. M. ; HOULE, D. First records of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae), a pest's species on commercial fruits from Panama and United States of America. **FlaEntomol.**, v.89, p.402-403, 2006.
- LOMNICKI, A. Population ecology of individuals. Princeton Press, 233 p. 1988.

- LÔMONACO, C.; GERMANOS, E. Variações fenotípicas em *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) em resposta à competição larval por alimento. **Neotrop.Entomol.**, v. 30, n. 2, p. 223-231, 2001.
- MATAVELLI, C.; VON ZUBEN, C. J. New versions of trap and bait for the collection of the fig-fly *Zaprionus indianus* Gupta 1970 (Diptera: Drosophilidae). **Dros. Inf. Serv.**, n. 95, p. 122-128, 2012.
- MARCHIORI, C. H.; SILVA, C. G. Primeira ocorrência do parasitóide *Spalangia endius* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) no Brasil. **Braz. J. Biol.**, v. 63, n. 2, mai. 2003.
- MARCHIORI, C. H.; ARANTES, S. B.; PEREIRA, O. M. F.; BORGES, V. R. First record of *Leotopilina boulandi* Barbotin et al. (Hymenoptera: Figitidae: Eucolinae) parasitizing of *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) in Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 321-324, 2003.
- NIJHOUT, H. F.; WILLIAMS, C. M. Control of molting and metamorphosis in tobacco hornworm, *Manduca sexta* (L) - growth of last-instar larva and decision to pupate. **J. Exp. Biol.**, v. 61, p. 481-491, 1974.
- NIJHOUT, H. F. Stretch-induced moulting in *Oncopeltus fasciatus*. **J. Insect. Physiol.**, v. 25, p. 277-281, 1979.
- NIJHOUT, H. F. Physiological control of molting in insects. **Am. Zool.** v. 21, p. 631-640, 1981.
- OCHIENG ODERO, J.P.R. Critical pupal and adults weights in the size related metamorphosis of the black lyre leafroller *Cnephasis jactanana*. **Entomol. Exp. Appl.**, v.54, p. 21-27, 1990.
- OLIVEIRA, H. G. **Dinâmica Populacional de *Zaprionus indianus* (GUPTA, 1970) (Diptera: Drosophilidae) sob condições experimentais**. 2008, 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro, Rio Claro, 2008.
- PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 3. ed., Piracicaba: FEALQ, 1996, 137p.
- PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole. 2002. p. 143-164.
- PARTRIDGE, L. ; FARQUHAR, M. Lifetime mating success of male fruit flies (*Drosophila melanogaster*) is related to their size. **Anim. Behav.**, v. 31, p. 871-877, 1983.
- PESSOA, F. O Guardador de Rebanhos: poemas de Alberto Caeiro. 1914. Ed. Princípio, São Paulo. 1997, 62 p.
- PREZOTO, F.; BRAGA, N. Predation of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) by the social wasp *Synoeca cyanea* (Himenoptera: Vespidae). **Florida Entomologist**. v. 96, n. 3, p. 670-672, 2013.

- PROKOPY, R. J.; ROITBERG, B. D. Foraging behavior of true fruit flies. **Am. Sci.**, v. 72, p. 41-49, 1984.
- RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F. ; SATO, M. E. Eficiência de protetores de ostíolo do figo sobre a infestação da mosca *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) no campo. **Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo**, v. 70, n. 3, p. 287-289, 2003.
- RAUBENHEIMER, D.; SIMPSON, S. J. The analysis of nutrient budgets. **Funct. Ecol.**, v. 8, p. 783-791, 1995.
- RENWICK, J. A. A.; CHEW, F. S. Oviposition behavior in Lepidoptera. **Annu. Rev. Ent.**, v. 39, p. 377-400, 1994.
- ROBERTSON, F. W.; SANG, J. H. The ecological determinants of population growth in *Drosophila* culture V. Fecundity of Adult Flies. **Proc. Soc. London.**, v. 132, p. 258-77, 1943.
- ROBERTSON, F. W. Studies in quantitative inheritance. XI. Genetic and environmental correlations between body size and egg production in *Drosophila*. **J. Genet.**, v. 55, p. 428-443, 1957.
- ROBERTSON, F. W. The ecological genetics of growth in *Drosophila*. 1. Body size and developmental time on different diets. **Genet. Res.**, v. 4, p. 74-92, 1963.
- ROFF, D. Dispersal in Dipterans: Its Costs and Consequences. **J. Anim. Ecol.** v. 46, n. 2, p. 443-56, 1977.
- SANG, J. H. The ecological determinants of population growth in *Drosophila* culture V. The adult population count. **Physiol. Zool.**, v. 22, n. 3, p. 210-223, 1949.
- SANTOS, M; FOWLER, K.; PARTRIDGE, L. Gene-environment interaction for body size and larval density in *Drosophila melanogaster*: an investigation of effects on development time, thorax length and adult sex ratio. **Heredity**, v.72, p. 515-521, 1993.
- SETTA, N.; CARARETO, C. M. A. Fitness components of a recently-established population of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in Brazil. **Iheringia. Sér. Zool.**, v. 95, n. 1, p. 47-51, 2005.
- SIMPSON, S. J.; ABISGOLD, D. Compensation by locusts for changes in dietary nutrients: behavioral mechanisms. **Physiol. Ent.**, v. 10, p. 443-452, 1985.
- SLANSKY, F.; SCRIBER, J. M. Food consumption and utilization. In: KERKUT, G. A. ; GILBERT, L. I. (Ed.). **Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology**. Pergamon Press, Oxford, 1985, v. 4, p. 87-163.
- STEIN, C.P.; TEIXEIRA, E. P., NOVO, J. P. S. 2002. Mosca do figo - *Zaprionus indianus* [online]. Disponível em: <<http://sites.mpc.com.br/jpsnovo/artigos/zaprionus/index.htm>>. Acessado em: 19 fev. 2010.
- TANTAWY, A. O.; VETUKHIV, M. O. Effects of size on fecundity, longevity and viability in populations of *Drosophila pseudoobscura*. **Am. Nat.**, v. 94, p. 395-403, 1960.

- TANTAWY, A. O. Effects of temperature on productivity and genetic variance of body size in populations of *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, v. 46, p. 227-238, 1961.
- THOMPSON, J. N. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. **Ent. Exp. Appl.**, v. 47, p. 3-14, 1988.
- TIDON, R.; LEITE, D. F.; LEÃO, B. F. D. Impact of the colonization of *Zaprionus* (Diptera: Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical Region: 2 years after the invasion. **Biol. Conserv.**, v. 12, p. 299-305, 2003.
- TODAFRUTA [online]. 2010. Disponível na internet em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Arquivo consultado em: 15 jul. 2010.
- TRUMAN, J. W. Physiology of insect rhythms. I. Circadian organization of the endocrine events underlying the moulting cycle of larval tobacco hornworms. **J. Exp. Biol.**, v. 57, p. 805-820, 1972.
- ULLYETT, G. C. Competition for food and allied phenomena in sheep-blowfly populations. **Commonwealth Bureau of Biol. Control**, 234 p., 1947.
- URAMOTO, K. **Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo**. 2002. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 85 p.
- VILELA, C. R. Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical Region? **Dros. Inf. Serv.**, v. 82, p. 37- 39, 1999.
- VILELA, C. R.; TEIXEIRA, E. P.; STEIN, C. P. Mosca-africana-do-figo, *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae). In: VILELA, E. F., ZUCCHI, R. A. ; CANTOR, F. (Eds.) **Histórico e impacto das pragas introduzidas**. Holos Editora: Ribeirão Preto, 2000, p. 48-52.
- WEISBROT, D. R. Genotypic interactions among competing strains and species of *Drosophila*. **Genetics**, v. 53, p. 427-435, 1966.
- WIGGLESWORTH, V. B. Physiology of ecdysis in *Rhodnius prolixus* (Hemiptera). II. Factors controlling moulting and metamorphosis. **Q. Fl. Microsc. Sci.** v. 77, p. 191-222, 1934.
- WOODRING, J. P. Control of molting in the house cricket, *Acheta domesticus*. **J. Insect Phys.**, v. 29, p. 461-464, 1983.
- ZUCOLOTO, F. S. Alimentação e nutrição de moscas-das-frutas, p. 67-80. In: MALAVASI, A. ; ZUCCHI, R. A. (Eds.), **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**. Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto. 2000. Holos, 327 p.
- ZUCOLOTO, F.S. Quantitative and Qualitative competition for food in *Ceratitis capitata* larvae (Diptera: Tephritidae). **Revta. Bras. Biol.**, v. 48, p. 523-526, 1988.