
ECOLOGIA

TICIANE GIUSTI BONIN

**VARIAÇÃO NA CURVA DE CRESCIMENTO E
TAMANHO DE ASA DE *Zaprionus indianus*
(GUPTA, 1970) (DIPTERA: DROSOPHILIDAE)
DE ACORDO COM DIFERENTES
TEMPERATURAS**



Rio Claro
2010

TICIANE GIUSTI BONIN

**VARIAÇÃO NA CURVA DE CRESCIMENTO E TAMANHO DE ASA
DE *Zaprionus indianus* (GUPTA, 1970) (DIPTERA: DROSOPHILIDAE)
DE ACORDO COM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Orientador: Claudio José Von Zuben

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 Ecólogo.

Rio Claro - SP
2010

595.7 Bonin, Ticiane Giusti
B715v Variação na curva de crescimento e tamanho de asa de
Zaprionus indianus (Gupta, 1970) (Diptera: Drosophilidae) de
acordo com diferentes temperaturas / Ticiane Giusti Bonin. -
Rio Claro : [s.n.], 2010
47 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade
Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Claudio José Von Zuben

1. Inseto. 2. Drosofilídeos. 3. Densidades larvais. 4. Praga.
5. Curva de crescimento. 6. Aspectos morfológicos. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais, João e Lenira, e aos meus avós, Nena [em memória] e Vale, pelo incentivo, apoio, compreensão e carinho.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pela proteção em todos os momentos.

Aos meus pais, João e Lenira, por terem apoiado minhas decisões e ensinado a buscar por meus objetivos; obrigada pela educação, carinho, apoio, conversas e confiança. Vocês são exemplos de pais e pessoas que adotarei como referência em toda minha vida, principalmente pela coragem, perseverança, força de vontade e humildade que sempre tiveram.

Às minhas irmãs, Daiane e Ariane, pela força, compreensão e por estarem sempre ao meu lado, principalmente durante os momentos conturbados; ter irmãos é aprender a dividir, compartilhar e fazer concessões, sou feliz por tê-las por perto! Ao meu cunhado Rê, pelas inúmeras situações que renderam muitas risadas.

Ao meu namorado Patrick, pelo aprendizado durante os anos de convivência, pela companhia nos finais de semana enquanto rodava meus experimentos no laboratório, pela ajuda, carinho e compreensão em diversos momentos; e à sua família, por estarem presentes em diversos momentos durante os anos que se passaram.

Aos meus avós paternos Ana e Antônio, e em especial aos meus avós maternos Nena [em memória] e Vale, pelos quais sinto um amor imensurável! Agradeço aos dois por cada segundo de convivência, pelos ensinamentos, preocupação, orações e recomendações. Obrigada por participarem diretamente de minha educação, pelo carinho e amor, pelas histórias contadas e lições de vida, pela humildade, sabedoria, bondade, e por terem alegrado meus dias!

Às minhas tias (Liene e Carmem), primos (Michele, Chélide, Márcio, Jorginho; Júlia e Gustavo) e a toda minha família, que se manteve sempre unida; obrigada por me apoiarem e entenderem minha ausência em alguns momentos.

Aos meus animais de estimação (Beethoven, Max, Rex, Pipo, Fred; Duda, Bethoven e Megg), pelos quais sou apaixonada!

À minha família Rioclarense, Ecologia 2007: vocês são as melhores pessoas com as quais poderia ter convivido durante a graduação! Às minhas “amigas irmãs”, pelas quais serei

eternamente grata e apaixonada, Guandu e Xena: obrigada pela companhia, baladas, bobearas, parceria, cumplicidade, pelos momentos de harmonia e também pelas discussões (imprescindíveis para que se valorize a verdadeira amizade), para sempre me lembrarei das inúmeras histórias do “Trio Parada Dura” e sentirei muita saudade! Aos Madruguenses, meus irmãos amados: Pakito, Zeca, Demorô e Terts, obrigada por me fazerem rir horrores e por serem tão especiais, compreensivos e loucos, sentirei falta das zuações e besteiras espontâneas, do cuidado e carinho, vocês são show de bola! Pan, Dudu e Caramelo, vocês são muito queridos, obrigada pelas conversas, chacotas, fofocas e carinho, enfim, por estarem sempre presentes! Joana e Vivi, agradeço por termos nos aproximado mais, pude perceber e admirar a pureza existente em vocês! Ana, Bia e Larissa, vocês são muito fofas, tenho um carinho enorme por cada uma! Capote, Mari, Pituxa (e suas palhaçadas), Braqui (companheira querida durante o CIC 2010), Helps, Tereza e Pê, obrigada por me ensinarem a pensar e ver as coisas de diferentes formas! Agradeço também ao desertores: Tchuc (pequena linda!), Tofu (futuro médico!) e Bixano (querido!), por terem deixado suas marcas e estarem presentes sempre que possível! A todos vocês: obrigada pelas risadas, pela força e apoio, pelo aprendizado, pelas bobearas sem sentido, pelos momentos inesquecíveis durante os campos, rolês, reuniões, jantares e baladas; vocês foram minha família e cada um de sua forma me acrescentou muito, serão para sempre muito especiais! Tenho todos como grandes amigos e parte de mim, mesmo longe quero tê-los sempre por perto!

Ao pessoal de outros anos da Ecologia (o melhor curso, com pessoas extremamente especiais!), aos amigos de outros cursos e das baladas, às amigas da kit, e a todos aqueles que tive a oportunidade e felicidade de conhecer e conviver.

Aos docentes e funcionários da UNESP Rio Claro, pelo auxílio e ensinamentos, que muito contribuíram para minha formação profissional; à PIBIC e FAPESP, pelo financiamento dos meus dois projetos de Iniciação Científica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Claudio José Von Zuben, pela confiança, incentivo e apoio durante a Iniciação Científica; muito obrigada pela amizade, ensinamentos e convivência, por ter sido um excelente professor e orientador, por sua alegria, humildade e sabedoria.

Às amigas do laboratório: Helena, que me ensinou os “primeiros passos” no laboratório e muito me auxiliou durante o primeiro projeto de Iniciação Científica; à Débora

(Baby), Larissa (Carioca) e Cris, pela amizade e troca de conhecimentos, vocês são minhas lindas!

Às diferentes Instituições nas quais estagiei durante a graduação e pude aprender sobre diversos assuntos: CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura, SP), Parque Nacional da Tijuca (RJ) e ESALQ (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, SP). Agradeço aos amigos que fiz durante estes estágios: Prof. Dr. Valdemar L. Tornisielo, Neide e Marília, do CENA; Bernardo Issa de Souza, Cristina, Lúcio, Luana, Milton, Katyucha, Alexandre, Roxester, Dudu e demais funcionários do PARNA da Tijuca; prof. Dr. Wesley A. C. Godoy e Juliana, da ESALQ;

Às amigas de Piracicaba: Rafaela, Camila, Flávia e Patrícia, por estarem presentes sempre que possível, apesar da distância! Amo vocês!

Finalmente, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação profissional e/ou pessoal, me acrescentando valores e sorrisos, fazendo meus dias mais felizes e deixando marcas em diversos momentos de minha graduação, contribuindo para que ela fosse a melhor possível e para sempre lembrada! Muito obrigada!

"Mesmo que as pessoas mudem e suas vidas se reorganizem, os amigos devem ser amigos para sempre, mesmo que não tenham nada em comum, somente compartilhar as mesmas recordações. Pois boas lembranças são marcantes, e o que é marcante nunca se esquece! Uma grande amizade mesmo com o passar do tempo é cultivada assim!"

Vinícius de Moraes

Resumo

Insetos são estudados como modelos biológicos e evolutivos devido, principalmente, ao tamanho reduzido e ciclo de vida curto, tendo importância ecológica pelo fato de gerarem diversos benefícios em todos os ecossistemas e estarem presentes em todos os níveis tróficos. A espécie *Zaprionus indianus* pertence à família Drosophilidae, é nativa da África Tropical e foi recentemente introduzida no Brasil, causando grande preocupação devido aos danos causados na produção de figo roxo (*Ficus carica*). A temperatura é um dos fatores abióticos que influencia a velocidade de desenvolvimento, fecundidade e dispersão dos insetos, provocando alterações em aspectos morfológicos e relativos ao ciclo de vida de drosofilídeos. Estudos sobre a influência da temperatura no desenvolvimento de *Z. indianus* são importantes para um futuro programa de controle dessa praga, de acordo com as características climáticas de cada região. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes temperaturas, em diferentes densidades larvais, sobre a espécie *Z. indianus*, visando analisar sua curva de crescimento e tamanho de asa. Adultos de *Z. indianus* foram coletados nas dependências da Universidade Estadual Paulista (Rio Claro - SP), com auxílio de puçá entomológico. Da amostra de drosofilídeos coletados, os espécimes de *Z. indianus* foram identificados e mantidos em potes plásticos redondos, estes acondicionados em câmaras climáticas sob condições controladas de temperatura e umidade e fotoperíodo. Foi oferecida como alimento dieta artificial comum de drosofilídeos feita à base de banana. Os ovos obtidos foram contados e separados em densidades de 100 e 500 indivíduos, em duplicata para cada densidade e temperatura testadas; os imaturos foram mantidos sob as mesmas condições que os parentais, exceto pela temperatura que foi estipulada de forma a se estudar os efeitos de três valores - 20, 25 e 30°C - sobre os parâmetros a serem analisados. Em intervalos de 8h, até a emergência dos primeiros adultos, foi registrado o peso total de uma amostra aleatória de 10 larvas de cada recipiente experimental (indicador da taxa de desenvolvimento) e após a emergência, foi medido o comprimento da asa direita de uma amostra aleatória de 20 adultos de cada recipiente. A análise estatística dos dados foi feita através do Teste de Friedman e Kruskal-Wallis, pelo programa SAS. Da análise dos dados obtidos foi possível observar quanto maior a temperatura, menor o tempo de desenvolvimento das larvas e emergência dos adultos, maior a massa das larvas e tamanho de asa; quanto maior a densidade populacional, maior a competição por recursos, causando menor tamanho larval, e adultos maiores.

Palavras-chave: drosofilídeos, densidades larvais, praga, curva de crescimento, aspectos morfológicos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. Fruticultura: produção e exportação.....	10
2.2. Cultura do figo.....	11
2.4. Importância do estudo de insetos.....	13
2.3. Influência da temperatura no desenvolvimento de insetos.....	14
2.4. Espécies invasoras.....	15
2.5. <i>Zaprionus indianus</i>	16
3. OBJETIVO.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1. Coleta de adultos em campo.....	20
4.2. Manutenção dos adultos em laboratório.....	21
4.3. Pesagem das larvas e medição do tamanho de asa.....	22
4.4. Análises Estatísticas.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6. CONCLUSÃO.....	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
8. ANEXOS.....	47
8.1. Anexo A - Valores de massa (em mg), para as densidades de 100 e 500 indivíduos, mantidos a 20, 25 e 30 °C.....	47
8.2. Anexo B – Valores de comprimento de asa (em mm), para as densidades de 100 e 500 indivíduos, mantidos a 20, 25 e 30 °C.....	48

1. INTRODUÇÃO

Dentre os maiores produtores mundiais de frutas, o Brasil ocupa o segundo lugar, com cerca de 32 milhões de toneladas/ano, contribuindo com 10% da produção mundial (CEPAFRO – EMBRAPA, 2010). A fruticultura apresenta importância social pelo fato de gerar cerca de 4 milhões de empregos (CEPAFRO – EMBRAPA, 2010), ou seja, é importante para o crescimento da economia brasileira uma vez que é fonte de alimentos, gera empregos para a população, além de seu valor de produção superar 10 bilhões anuais (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2008).

Em 2000, o Brasil só exportou 1% de sua produção (aproximadamente 430 mil toneladas), o equivalente a US\$ 169,8 milhões (URAMOTO, 2002). Este baixo valor pode ter sido causado principalmente por pragas nas áreas de cultivo; os insetos-pragas representam uma constante ameaça, uma vez que esporádica ou constantemente, causam perdas econômicas significativas, além de prejuízos ambientais devido ao uso de inseticidas para seu controle (EMBRAPA, 2005). Dentre inúmeras pragas que atacam cultivos, podem-se destacar os dípteros frugívoros (URAMOTO, 2002), os quais causam danos diretos às culturas, uma

vez que as fêmeas depositam seus ovos nos frutos em amadurecimento e as larvas alimentam-se da polpa, inviabilizando o consumo humano.

Dentro da família Tephritidae encontram-se as espécies de moscas das frutas que apresentam grande importância econômica, estando distribuídas entre os gêneros *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis* e *Rhagoletis* (ZUCCHI, 2000). Contudo, a espécie *Zaprionus indianus* (GUPTA, 1970), pertencente à família Drosophilidae, foi recentemente introduzida no Brasil e vem causando grande preocupação devido aos danos causados na produção de figo roxo (*Ficus carica*).

A família Drosophilidae é composta por cerca de 62 gêneros e 3.000 espécies de moscas, com aproximadamente 2,5-3,0mm de comprimento (WHEELER, 1981, 1986); o gênero *Zaprionus* (COQUILLET, 1902), pertencente a esta família, é composto por dois subgêneros e um total de 56 espécies (CHASSAGNARD & KRAAIJEVELD, 1991; CHASSAGNARD & TSACAS, 1993). As espécies do gênero *Zaprionus* apresentam como característica 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 (VILELA et al., 2000).

A espécie *Z. indianus* é nativa da África Tropical e ocorre nas regiões Afrotropical, Oriental e Australiana (VILELA et al., 2000), havendo registros de sua ocorrência em ilhas do Oceano Índico (Madagascar, Comores, Seychelles, Reunião e Mascarenhas), Oceano Atlântico (Canárias e Santa Helena), na Índia, Arábia Saudita, Paquistão (SHAKOORI & BUTT, 1979; CHASSAGNARD & KRAAIJEVELD, 1991; CHASSAGNARD & TSACAS, 1993) e Brasil (VILELA, 1999). Apesar de sua abundância relativa, esta espécie não possui o status de praga na sua região de origem (COQUILLET, 1902; CHASSAGNARD & UYYUI KRAAIJEVELD, 1991; VILELA et al., 2000). A disseminação de *Z. indianus* por vários Estados brasileiros aumentou (STEIN et al., 2003) e atualmente há registros da presença desta mosca em todas as regiões do Brasil (CASTRO, VALENTE, 2001; VILELA, 1999; VILELA et al., 2000; TIDON et al., 2003; SETTA & CARARETO, 2005).

A primeira ocorrência de *Z. indianus* no Continente Americano ocorreu no município de Santa Isabel, Estado de São Paulo, Brasil (VILELA, 1999), em frutos de caqui (*Diospyros kaki*) apodrecidos. Esta mosca foi observada em Valinhos, São Paulo, em março de 1999, na época da safra dos figos (STEIN et al., 2003). Foi encontrada postura de ovos na região do ostíolo dos figos em início de maturação, justamente quando é realizada a colheita, o que tornou os frutos inviáveis para o consumo humano (VILELA et al., 2000).

Sabendo-se que diferentes temperaturas podem provocar alterações em aspectos tanto morfológicos quanto relativos ao ciclo de vida de drosofilídeos (por exemplo, variação no comprimento de asas e aumento ou diminuição da duração dos diferentes estágios de desenvolvimento, de acordo com temperaturas mais altas ou mais baixas) (DAVID et al., 1983, *apud* FIGUEIREDO, 2009; IMASHEVA et. al., 1994; BARKER & KREBS, 1995; KARAN et al., 1999), faz-se importante um estudo mais detalhado do desenvolvimento de *Z. indianus* quando sujeita a diferentes temperaturas, visando a um futuro programa de controle dessa praga. A partir de um melhor conhecimento dos efeitos da temperatura sobre esta praga agrícola, será possível determinar uma estratégia de controle desta mosca de acordo com as características climáticas de cada região.

O efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de insetos já vem sendo estudado para várias espécies, principalmente aquelas de importância econômica. Entretanto, existem poucos estudos sobre o efeito dessa variável na curva de crescimento de *Z. indianus*. O conhecimento da curva de crescimento de uma espécie de acordo com a temperatura fornece informações importantes para o desenvolvimento de planos de controle para a espécie, de acordo com a região, já que se sabe que em regiões com temperaturas mais elevadas, o desenvolvimento de insetos é geralmente favorecido.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Fruticultura: produção e exportação

Dentre os diversos segmentos da economia brasileira, a fruticultura apresenta grande dinamismo e contínua evolução, atendendo a um mercado interno constantemente em

crescimento, com frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, com aumento no volume das exportações, no número de empresas exportadoras, nas variedades de frutas exportadas e países de destino das exportações (BRAZILIAN FRUIT, 2010).

O Brasil apresenta produção de 41,8 milhões de toneladas, ocupando a terceira posição entre os maiores produtores mundiais de frutas – atrás apenas de China e Índia - sendo responsável por 6,2% do volume colhido (FAEP, 2010), em uma área de cultivo de cerca de 2,3 - 2,5 milhões de hectares (IBRAF, 2003). Segundo o IBGE, a produção brasileira de frutas em 2007 foi de 43.112.804 toneladas, em uma área de aproximadamente 2.260.154 hectares (IBRAF, 2010). Quanto à exportação, apresentou um declínio de 848.308.636 toneladas no ano de 2004 para 805.098.358 toneladas para o ano 2006; em 2007, a exportação sofreu um aumento, atingindo valores de 918.797.511 toneladas (IBRAF, 2010).

Quanto às frutas exportadas em maior volume, o Brasil lidera a produção mundial de suco de laranja, sendo o Estado de São Paulo o maior parque citrícola do mundo, com volume de 78,4% de laranjas produzidas e representando 43,4% do volume total da fruticultura (FAEP, 2010); a banana ocupa o segundo lugar em volume produzido, com 6,9 milhões de toneladas, sendo a Bahia o principal estado produtor (FAEP, 2010). Dentre os principais estados produtores, destacam-se Minas Gerais, Paraíba e Pará, com 51,3% da produção nacional (FAEP, 2010).

A exportação brasileira de frutas frescas, em 2009, gerou US\$ 560 milhões, com volume de 780 mil toneladas, valor este 22,7% inferior em relação a 2008, devido à crise econômica mundial (FAEP, 2010); o mercado europeu importa 76% das frutas brasileiras, sendo a Holanda o maior importador, atuando como distribuidor para a Europa (FAEP, 2010).

Devido ao clima e solo favoráveis, o Brasil apresenta-se como um país importante para a fruticultura, pelo fato de produzir diversas espécies e exportá-las em grande número, para diversos países, além de gerar empregos para a população local e estimular a economia brasileira tanto para o mercado interno quanto externo.

2.2. Cultura do Figo

A figueira é conhecida botanicamente como *Ficus carica* e pertence à família Moraceae; é originária da região árabe mediterrânea, Mesopotâmia, Armênia e Pérsia, havendo relatos de cultivos desde 639 a.C (TODA FRUTA, 2007). O figo foi um dos alimentos mais populares que sustentaram a humanidade desde o começo da sua história; os

frutos foram utilizados como alimento dos atletas olímpicos e oferecidos aos vencedores, como a primeira medalha olímpica, sendo a planta descrita em muitas passagens bíblicas como árvore sagrada e respeitada pelos homens (LEONEL, 2008).

A planta de figueira chega a atingir de 3 a 7 metros de altura; no Brasil, devido às técnicas culturais utilizadas, especialmente as podas anuais de frutificação, seguidas de desbrotas, que condicionam o desenvolvimento de um número determinado de ramos por ano, a planta adquire um porte arbustivo (LEONEL, 2008). O pomar é preferencialmente implantado em áreas com pouca declividade, com solos bem drenados e ricos em matéria orgânica, com textura areno-argilosa, orientação para a face norte (mais iluminada e mais quente) e em áreas não propícias para a ocorrência de geadas (SOUZA et al., 2010).

A Turquia é o maior produtor mundial de figo, com produção de aproximadamente 280.000 t/ano, exportando 40.000 t/ano deste total (SOUZA et al., 2010). O Brasil é o segundo produtor mundial, sendo que a cultura da figueira no Brasil teve o início da sua exploração econômica somente a partir de 1910, quando começou a ser cultivada comercialmente na região de Valinhos-SP. Nessa região, os plantios restringem-se ao cultivo de uma única cultivar, que é o Roxo de Valinhos (LEONEL, 2008). A cotação máxima do figo ocorre no mês de outubro e a mínima, em abril, sendo que nos meses de agosto a outubro não há figos no mercado; o primeiro semestre do ano apresenta maior oferta da fruta, por ser período de safra, estando os preços mais baixos e homogêneos (SOUZA et al., 2010).

No Estado de São Paulo, a cultura apresenta cerca de 510 mil pés cultivados, numa área de 330 hectares, sendo que o cultivo se caracteriza por ser uma atividade predominantemente familiar, em pequenas áreas; na região de Campinas, principalmente no município de Valinhos, onde a cultura se desenvolveu inicialmente, concentra-se mais de 80% da produção paulista de figo (LEONEL, 2008). A produção de figo para mesa em São Paulo, concentrada na região de Campinas, atingiu 3,9 milhões de engradados (1,50 quilos cada) em 2007 e o valor de produção foi estimado em R\$ 19,6 milhões, de acordo com o Instituto de Economia Agrícola (IEA/Apta/SAA) (IBRAF, 2008). Ainda segundo a IBRAF (2010), em 2007 a produção brasileira de figo totalizou o volume de 23.225 toneladas; na Tabela 1 estão listados os Estados brasileiros produtores de figo, sendo os Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais os maiores produtores.

Tabela 1: Estados Brasileiros produtores de figo no ano de 2007.

Produção Brasileira de Figo por Estado 2007			
Estados	Área (ha)	Volume (Ton)	Valor (Mil R\$)
Rio Grande do Sul	1.927	9.961	14.435
São Paulo	263	6.625	12.742
Minas Gerais	482	5.084	6.202
Paraná	158	1.439	3.222
Santa Catarina	10	52	52
Rio de Janeiro	4	32	44
Goiás	10	10	4
Espírito Santo	3	8	14
Ceará	4	8	79
Distrito Federal	2	6	29
Total	2.863	23.225	36.823

Fonte: Instituto Brasileiro de Frutas – IBRAF (2010). Disponível em http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp - Produção Brasileira de Frutas, 2007.

Do figo fresco brasileiro produzido, cerca de 10% é exportado, sendo o maior importador a Europa, aonde as frutas chegam na entressafra (SOUZA et al., 2010). O valor de uma caixa com 1,5 a 1,8 kg de figo é em média R\$ 2,63 para exportação e R\$ 2,00 para o mercado interno; por ser altamente perecível, os figos maduros devem ser rapidamente colhidos, beneficiados e redistribuídos, sendo que o transporte para exportação se dá por via aérea (SOUZA et al., 2010).

Uma das pragas da cultura do figo é o drosofilídeo *Z. indianus*; a mosca-do-figo foi observada pela primeira vez nas Américas na safra de 1998/99, causando na época, prejuízos da ordem de 40% na produção de figo in natura para o mercado interno e de até 80% do figo para exportação (STEIN, *apud* IBRAF, 2008). Esta espécie de mosca deposita seus ovos no ostíolo do figo, e as larvas penetram no interior do fruto, tornando-o impróprio para o consumo (STEIN et al., 2003). Imediatamente após sua introdução, essa espécie tornou-se a praga-chave da cultura do figo, sendo, até o momento, o único relato de ação danosa da mesma a uma cultura no mundo (IBRAF, 2008).

2.3. Importância do Estudo de Insetos

Atualmente, os insetos são o maior grupo animal da terra nos tempos atuais, ocorrendo em diversos locais (GULLAN & CRANSTON, 2008; UFV, 2010) e apresentando grande diversidade - quase 80% de todas as espécies de animais são classificadas como insetos (UFMT, 2003; GULLAN & CRANSTON, 2008). A razão de estudá-los está no fato de sempre terem estado relacionados com o homem, afetando a produção agrícola ou florestal, bem como a saúde humana e animal, além do fato de servirem como modelos biológicos e

evolutivos, devido ao ciclo de vida curto e tamanho reduzido, permitindo criá-los em laboratório e acompanhar seu desenvolvimento desde a fase de ovo até adulto (UFV, 2010).

Quanto ao papel ecológico, os insetos apresentam importância pelo fato de serem úteis para a polinização de plantas, produção de mel, seda e outros produtos naturais, bem como para decomposição de matéria orgânica e reciclagem de carbono (GALLO et al., 2002), podendo atuar ainda como reguladores no equilíbrio biológico de outras espécies, impedindo que a população aumente drasticamente – insetos parasitoides e predadores (UFMT, 2003); ou seja, geram diversos benefícios, tanto aos homens quanto aos ecossistemas, pois estão presentes em quase todos os níveis tróficos (GULLAN & CRANSTON, 2008).

Cerca de 10% de um milhão de espécies de insetos descritas são pragas, sendo prejudiciais para o homem, animais e plantas; o prejuízo se dá de acordo com a densidade populacional da praga, bem como local e duração do ataque (GALLO et al., 2002). Podem causar danos diretos, ao atacarem produtos a serem comercializados, ou indiretos, atacando estruturas vegetais não comercializáveis, além de poderem transmitir patógenos, que facilitarão a proliferação de bactérias e fungos (GALLO et al., 2002). As perdas mundiais ocorridas pelo ataque de pragas e doenças são elevadas, chegando a causar danos em torno de 38%; no Brasil, a perda é significativa pelo fato de ser uma região tropical, sendo as perdas variáveis de acordo com a região e diferenças socioeconômicas existentes (GALLO et al., 2002).

2.4. Influência da temperatura no desenvolvimento de insetos

Dentre os fatores ambientais que apresentam efeitos diretos no tamanho do corpo e desenvolvimento de animais ectotérmicos, está a temperatura (JAMES et al., 1997), a qual corresponde a um dos fatores abióticos que influenciam na velocidade de desenvolvimento, comportamento, alimentação, fecundidade e dispersão dos insetos (ANDREWARTHA; BIRCH, 1954 *apud* RODRIGUES, 2004). O calor é capaz de aumentar a sua temperatura corporal em níveis que podem ser letais e, portanto, a exposição diária a temperaturas muito altas é uma ameaça à sua sobrevivência (DENLINGER & YOCUM, 1998 *apud* RODRIGUES, 2004).

A temperatura à qual os insetos são expostos nos estágios embrionário e pós-embrionário influencia diretamente a taxa de desenvolvimento dos mesmos (PEDIGO & ZEISS, 1996 *apud* RODRIGUES, 2004). Para a maioria das espécies a faixa tolerável de temperatura está entre 10 °C e 38 °C, sendo que com o incremento da temperatura até um

determinado limite, a taxa de desenvolvimento aumenta e a duração de um estágio específico diminui (PEDIGO & ZEISS, 1996 *apud* RODRIGUES, 2004).

Animais ectotérmicos como os insetos, em geral, possuem o metabolismo, o crescimento e a reprodução relacionados a condições abióticas. Considerando essa relação, fatores ambientais podem influenciar a atividade desses animais (WELSH, 1938 *apud* FIGUEIREDO, 2009). Para os dípteros drosofilídeos, a temperatura, a luz e a umidade possuem efeitos fisiológicos imediatos e/ou tardios, influenciando o comportamento e o desenvolvimento dessas moscas (DAVID et al., 1983, *apud* FIGUEIREDO, 2005); além destes, a nutrição larval também pode ser considerada um fator controlador do tamanho corpóreo adulto (DAVID et al., 1994).

Nas regiões temperadas, a temperatura é considerada o fator ambiental de maior influência nas flutuações populacionais de drosofilídeos, porém, cabe ressaltar que são escassos os estudos que avaliaram a influência da umidade na atividade dessas moscas (DAVID et al., 1983, *apud* FIGUEIREDO, 2009). Por outro lado, nos trópicos, onde se espera que as variações diárias na temperatura sejam menos drásticas, tais flutuações populacionais poderiam ser melhor explicadas pela umidade; apesar da história natural da maioria dos insetos terrestres estar altamente correlacionada com variações da umidade, esse fator vem sendo negligenciado em estudos de ecologia de insetos (TAUBER et. al, 1998 *apud* FIGUEIREDO, 2005).

Vários estudos foram realizados analisando a influência da temperatura no desenvolvimento de insetos. Segundo estudo de Srivastava et al. (1998), que investigaram o efeito da temperatura sobre a oviposição em quatro espécies de *Drosophila*, quanto menor a temperatura, menor a quantidade de ovos depositados pelas fêmeas. De acordo com Gallo et al. (2002), a temperatura ótima para o desenvolvimento dos insetos está em torno de 25 °C, sendo 15 e 38 °C os limiares mínimos e máximos, respectivamente, dentro dos quais há desenvolvimento e atividade favoráveis.

2.5. Espécies Invasoras

O estudo de populações de espécies invasoras permite melhor entendimento sobre os processos básicos em biologia de populações, uma vez que as consequências de invasões biológicas permitem avaliar como estes invasores respondem às novas condições bióticas e abióticas, e como as espécies nativas respondem aos mesmos (SAKAI et al., 2001 *apud* VALIATI et al., 2009). Estudos de diversidade genética dos invasores são úteis para entender

seu potencial de colonização, seus limites de expansão, suas respostas à pressão do ambiente colonizado e possíveis práticas de manejo (SAKAI et al., 2001 *apud* VALIATI et al., 2009).

Estudos sobre a biologia de espécies invasoras, tanto em seu habitat nativo quanto em ambientes por elas invadido, são deficientes; em muitos casos, a ausência de predadores, competidores e parasitos, ou a característica do habitat invadido são sugeridas como causas primárias para o sucesso na invasão (TSUTSUI et al., 2000 *apud* VALIATI et al., 2009).

Espécies de drosofilídeos (e outros animais) que são generalistas quanto à utilização de recursos tróficos e tolerantes a condições climáticas variáveis, são possíveis invasoras de novos territórios (BRNCIC & BUDNIK, 1987 *apud* VALIATI et al., 2009). Sua capacidade de invadir novos ambientes depende de sua “versatilidade ecológica”, expressa como ajuste aos sítios de criação de pré-adultos e de alimentação dos adultos (VALIATI et al., 2009).

O alimento é um fator que influencia processos biológicos e também na distribuição dos insetos, sendo que, com o advento da agricultura, houve maior produção de alimento e conseqüentemente maior oferta de recursos para os insetos, provocando aumento populacional (GALLO et al., 2002). Portanto, a alta capacidade de dispersão de muitas espécies de drosofilídeos, sua preferência por diversos frutos e outros materiais vegetais em decomposição e seu pequeno tamanho, fazem das moscas dos gêneros *Drosophila* e *Zaprionus* bons modelos para estudar ecologia e evolução; além disso, há muitas espécies de drosofilídeos que vivem próximo a habitações humanas, como jardins, pomares e depósitos de lixo e, portanto, podem se espalhar com a criação de tais habitats (PARSONS, 1987 *apud* VALIATI et al., 2009). Partindo destes pressupostos, espécies colonizadoras possuiriam capacidade de associação com a expansão humana (VALIATI et al., 2009).

2.6. *Zaprionus indianus*

O impacto ecológico causado por *Z. indianus* está no fato de ser generalista e poder colonizar diversos substratos, ocupando espaço de espécies nativas, as quais têm menor disponibilidade de substrato tanto para seu desenvolvimento larval quanto para alimentação dos adultos (INSTITUTO HORUS, 2010). A composição das comunidades de moscas em um ecossistema é extremamente importante, pois pode ser indicativa do seu estado de preservação, uma vez que a degradação de determinado ambiente afeta o número e o tipo de espécies ali existentes (PORTAL EDUCAÇÃO, 2010).

Apesar de estar predominantemente restrita a climas tropical e subtropical quentes (KARAN et al., 1999; TIDON et al., 2003; ARARIPE et al., 2004), *Z. indianus* é capaz de

adaptar-se a diferentes condições ambientais (PARKASH & YADAV, 1993). Apesar de parecer apresentar dificuldades em se estabelecer em regiões de clima temperado, essa espécie apresenta-se como uma mosca semicosmopolita que, aparentemente por intermediação humana, tem se espalhado nas últimas décadas pelas regiões tropicais (VILELA et al., 2000).

Quanto à alimentação, a mosca *Z. indianus* se utiliza de uma grande variedade de frutos; segundo Lachaise & Tsacas (1983, *apud* VILELA et. al, 2000) foram encontrados imagos de *Z. indianus* que se desenvolveram em frutos de 74 espécies de 31 famílias de plantas, segundo estudos realizados na região Afrotropical, sendo muitas delas nativas do continente americano, como o abacate (*Persea americana*), abacaxi (*Ananas comosus*), goiaba (*Psidium guajava*) e mamão (*Carica papaya*), além de outras introduzidas, como a banana (*Musa* sp), carambola (*Averrhoa carambola*), cítricas (*Citrus* sp), manga (*Mangifera indica*) e figo (*Ficus carica*).

A inviabilização dos frutos de figo se dá quando as fêmeas colocam os ovos no ostíolo, mesmo que os frutos ainda estejam verdes; durante a postura dos ovos, os adultos trazem leveduras e bactérias, as quais se desenvolvem no ostíolo e servem de alimento para as larvas. Os frutos tornam-se impróprios para o consumo humano na medida em que tal processo de decomposição caminha para o interior do fruto e permite a entrada das larvas (TODA FRUTA, 2003).

Assim como os demais drosofilídeos, as moscas do gênero *Zaprionus* são atraídas por substâncias voláteis originadas da fermentação do substrato do qual se alimentam, geralmente frutos em decomposição; tais substratos apresentam bactérias e leveduras, são ricos em carboidratos e utilizados pelos adultos tanto para a alimentação, quanto para corte e oviposição, além de local para desenvolvimento das larvas e freqüentemente também para pupação (VILELA et al., 2000).

No Brasil, *Z. indianus* atingiu o “status” de praga, devido ao alto potencial reprodutivo e às prováveis condições ambientais favoráveis, sendo considerada limitante na cultura de figo, o que levou muitos ficicultores da região de Campinas/SP a abandonarem seus pomares durante a safra de 2000/2001 (RAGA et al., 2002). Nessa safra, a espécie *Z. indianus* provocou perdas de aproximadamente 50% da produção (STEIN et al., 2002) e queda em torno de 80% na exportação. Devido a tais características, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento considerou a mosca-do-figo *Z. indianus* como praga quarentenária A2 (KATO et al., 2003); tal classificação se refere a uma praga que já está presente no país, porém não se encontra amplamente distribuída, ou seja, existem áreas e/ou regiões geográficas em que a praga ainda não está estabelecida (CEINFO, 2002).

Alguns estudos envolvendo temperatura e ciclos de vida vêm sendo realizados com *Z. indianus*. Um estudo relacionado à faixa termal de desenvolvimento de *Z. indianus* mostrou que essa espécie consegue se desenvolver quando criada de 14 a 32 °C (KARAN et al., 1999). Quando criada a 13°C, *Z. indianus* apresenta uma taxa muito baixa de sobrevivência (KARAN et al., 1999). Já quando criada a 12 °C ocorre letalidade total na fase de pupa. No outro extremo da amplitude térmica, também ocorre letalidade completa quando o desenvolvimento ocorre a 33°C (KARAN et al., 1999). Ainda neste trabalho, observou-se a influência da temperatura no tamanho corpóreo de *Z. indianus*, sendo que temperaturas muito baixas ou muito altas (12 e 32°C, respectivamente) acarretaram tamanho corpóreo menor, enquanto que temperaturas intermediárias (entre 18 e 24°C) proporcionaram tamanho maior.

Araripe et al. (2004) observaram que a espécie *Z. indianus* é mais sensível ao frio, o que provavelmente explicaria o fato desta mosca ser restrita a climas tropicais e subtropicais. Segundo Silva et al. (2005), que realizaram um levantamento de drosofilídeos no Sul do país, as maiores frequências de *Z. indianus* foram obtidas durante as estações com temperaturas elevadas, especialmente durante o verão. Do total de indivíduos de *Z. indianus* amostrados em seu estudo, 80% foram coletados nesta estação.

Outros estudos realizados demonstram a importância do tamanho corpóreo na adaptabilidade de moscas de frutas. Robertson (1957) descobriu a correlação fenotípica positiva entre tamanho de tórax e produção de ovos. Tantawy & Vetukhiv (1960) e Tantawy (1961) demonstraram que as fêmeas maiores de *Drosophila pseudoobscura* vivem mais e colocam mais ovos se comparadas com aquelas menores. Em outros estudos, observou-se que os machos maiores são mais bem sucedidos quanto à competição intraespecífica do que os machos menores (EWING, 1961; PARTRIDGE & FARQUHAR, 1983). Já em estudos focando a variação no tamanho das asas, Imasheva *et. al* (1994) observaram em seu estudo com populações de *Drosophila melanogaster* coletadas na Europa Oriental, Cáucaso e Ásia Central, que o tamanho das asas pode apresentar possível correlação com a temperatura. Segundo Barker e Krebs (1995), as médias no tamanho do tórax e das asas de *Drosophila aldrichi* e *D. buzzatii* são maiores a 24 °C do que a 18 ou 31 °C.

Quanto a medidas possíveis a serem utilizadas a fim de reduzir a população de *Z. indianus*, sugere-se limpar os pomares para que as plantas de frutíferas não apresentem frutas em estágio avançado de amadurecimento ou mesmo parcialmente consumidas por insetos e pássaros, além de queimar ou enterrar frutas e legumes que estejam em decomposição e não abandonar pomares com frutos maduros, pois podem ser locais de criação de moscas (INSTITUTO HORUS, 2010); sugere-se também o uso de adesivos protetores de ostíolo em

frutos, a fim de evitar a oviposição (RAGA et al., 2003), além de iscas (armadilhas) que possibilitem capturar indivíduos adultos (RAGA et al., 2006).

Segundo Belo et al. (2009), um possível controle para esta praga seria o uso de bioinseticidas, os quais consistem na utilização, por exemplo, de extratos de plantas para o controle populacional de insetos, apresentando como vantagens menor custo e menores danos ao meio ambiente, à saúde humana e animal, se comparados com inseticidas sintéticos. No estudo desses autores, avaliou-se o efeito de extratos de *Tabernaemontana catharinensis* e *Zeyheria montana* sobre diferentes estágios de desenvolvimento de *Z. indianus*, observando que seus usos diminuíram a emergência de imagos.

3. OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar sob condições laboratoriais os efeitos de diferentes temperaturas sobre o desenvolvimento da espécie *Z. indianus*, considerando diferentes densidades larvais. Uma vez que a temperatura influencia no desenvolvimento da espécie, pretendeu-se analisar seu efeito sobre a curva de crescimento e também sobre tamanho de asa.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Coleta de adultos em campo

Adultos de *Z. indianus* foram coletados com auxílio de puçá entomológico confeccionado para a captura de drosofilídeos, por meio de um pote plástico transparente acoplado ao final da parte de tecido do puçá (Figura 1). As coletas foram feitas em frutos caídos ao redor de árvores do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, na cidade de Rio Claro, SP (Figura 2).



Figura 1: Puçá Entomológico para coleta de drosofilídeos.



Figura 2: Vista aérea do local de coleta dos adultos de *Z. indianus* (UNESP – Rio Claro, SP).
Fonte: Google Earth. Acessado em 20/08/2010.

4.2. Manutenção dos adultos em laboratório

A amostra de drosofilídeos coletados foi levada para o laboratório e os espécimes de *Z. indianus* foram anestesiados com éter etílico, identificados com auxílio de lupa (estereomicroscópio Zeiss Stemi SV 11), separados com auxílio de pinça e mantidos em potes plásticos redondos (aproximadamente 8 x 6cm), cobertos por organza e tampados (Figura 3), sendo colocado em cada pote o mesmo número de machos e fêmeas (cerca de 30 adultos por recipiente). Estes recipientes foram acondicionados em câmaras climáticas (Câmara Climática Eletrolab, modelos EL 202 e 102 FC) sob condições controladas de temperatura e umidade, sendo estas $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $60\% \pm 10$, respectivamente.

A alimentação oferecida foi dieta artificial comum de drosofilídeos (Figura 4) feita à base de banana, agar-agar, fermento biológico, água, mel Karo®, nypagin e ácido propiônico, mantida em pote plástico e acondicionada em refrigerador; em cada recipiente experimental, foi colocado um “bloco” de dieta de aproximadamente (1x1x1cm). Para obtenção da oviposição, a dieta foi substituída por uma porção nova de dieta e oferecida aos adultos por 24 horas.

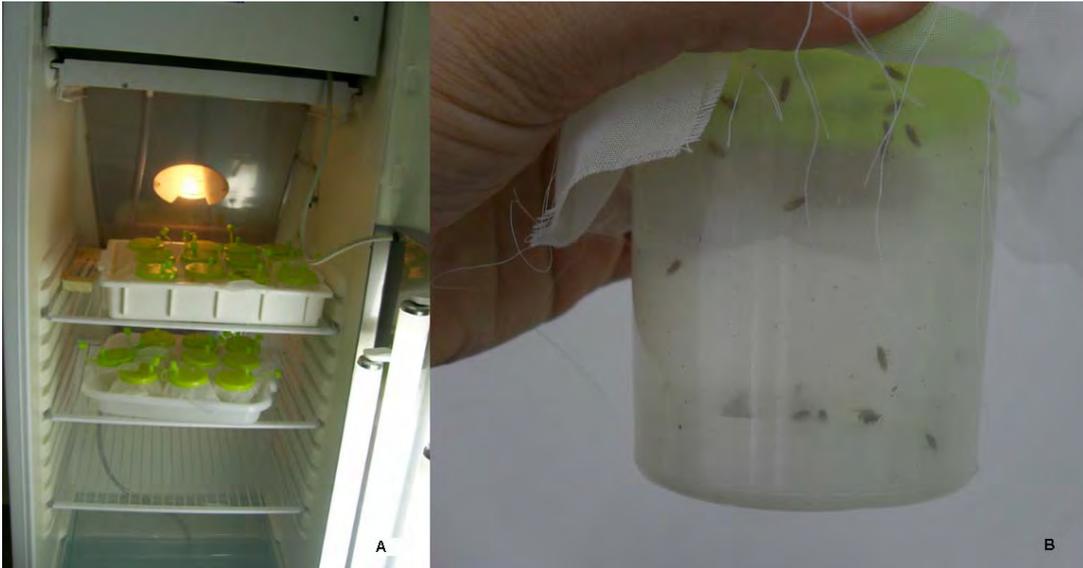


Figura 3: A) Recipientes mantidos em BOD, contendo indivíduos adultos de *Z. indianus* coletados em campo. B) Recipiente experimental.



Figura 4: Dieta artificial comum de drosofilídeos, oferecida aos adultos para alimentação e oviposição, bem como para alimentação e pupação dos imaturos.

4.3. Pesagem das larvas e medição do tamanho de asa

Os ovos de *Z. indianus* apresentam coloração leitosa característica, tendo em uma das extremidades quatro filamentos; a larva possui pequeno tamanho, com coloração branco leitosa (Figura 5), enquanto o pupário apresenta cor castanha.

Os ovos obtidos foram contados e separados em duas densidades larvais, 100 e 500. Para a montagem de cada uma das densidades, foram colocados os blocos de dieta contendo ovos em uma tampa plástica, acrescidos de dieta até totalizar 12 g. Cada uma destas tampas plásticas foi disposta dentro de potes plásticos (potes experimentais) (Figura 6), sendo que os

imatuos foram mantidos sob as mesmas condições que os parentais, exceto pela temperatura que foi estipulada de forma a se estudar os efeitos dos três valores (20, 25 e 30 °C) sobre a curva de crescimento e comprimento de asa dos adultos.

Foram montados dois potes experimentais para cada densidade e temperatura estudada, de forma que houvesse duas repetições de cada densidade para cada temperatura. Em intervalos de 8h, foi registrado o peso total de uma amostra aleatória de 10 larvas de cada densidade, como um indicador do padrão de desenvolvimento larval (conforme ilustrado na Figura 7). A primeira pesagem foi realizada após 12h da montagem das densidades populacionais, a fim de aguardar a eclosão das larvas; esta pesagem foi denominada como sendo 0h de desenvolvimento larval. Após as pesagens, as larvas eram devolvidas imediatamente aos frascos. Também foi registrado, a partir da montagem das densidades populacionais, o tempo em horas até a pupação e emergência dos adultos.

Para a medição do comprimento da asa direita, amostrou-se aleatoriamente de 20 adultos emergidos de cada recipiente experimental, sendo que as asas foram retiradas de cada exemplar para que pudessem ser observadas em uma ocular micrométrica, sob estereomicroscópio Zeiss Stemi SV11. Para o cálculo do tamanho, utilizou-se a fórmula $b \times f.c.$, onde b representa o comprimento da asa e $f.c.$ representa o fator de correção da ocular micrométrica, o qual é variável e depende do aumento utilizado. Utilizou-se para a medição o aumento de 1,6 cujo fator de correção é 0,62.

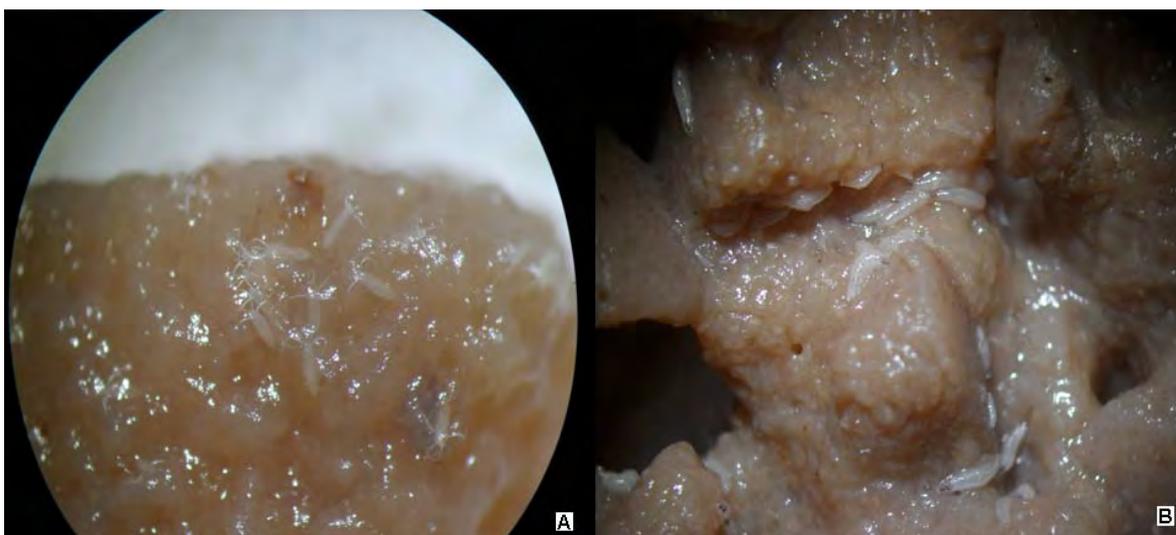


Figura 5: A) Ovos e B) Larvas de *Z. indianus* (Aumento: 40x).

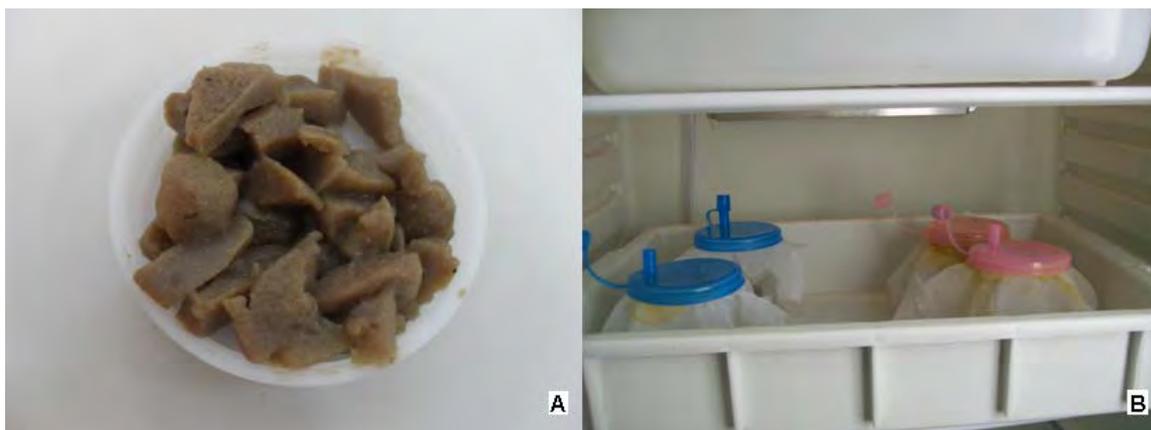


Figura 6: A) Tampa plástica contendo ovos e dieta, totalizando 12 g; B) Potes experimentais contendo densidades larvais de 100 e 500, sendo dois potes (teste e replicata) para cada densidade.

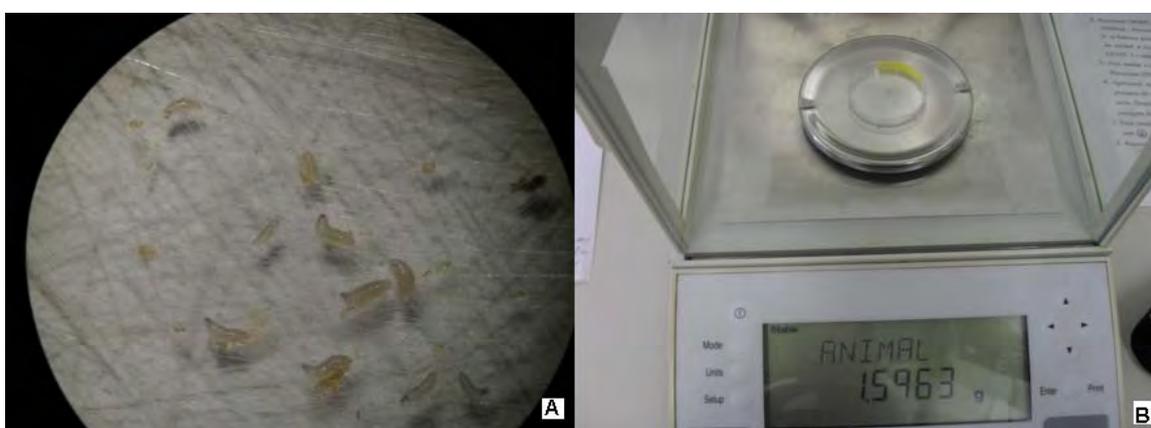


Figura 7: A) Separação de 10 larvas, para cada recipiente amostral (aumento de 40x); B) Pesagem em conjunto das 10 larvas.

Foram rodados simultaneamente, em duas câmaras climáticas, os experimentos com as densidades de 100 e 500 larvas, com desenvolvimento ocorrendo a 25 e 30 ± 1 °C e $60\% \pm 10$ de umidade relativa, com objetivo de quantificar a influência da temperatura no desenvolvimento de *Z. indianus*, sob condições experimentais. Posteriormente, foram realizados experimentos com as densidades de 100 e 500 larvas a 20 ± 1 °C.

4.4. Análises Estatísticas

Os testes estatísticos utilizados são não-paramétricos. Os dados originais coletados foram transformados em tabelas, sendo cada coluna chamada de postos (ranks), onde eram colocados os valores referentes (seja de massa ou tamanho de asa, para cada temperatura ou densidade testada); ou seja, não se empregaram médias aritméticas, pois os intervalos de

tempo, considerados como “blocos”, estão associados entre si (por exemplo, o peso medido no tempo $t+1$ é função do peso medido no tempo t - intervalo de tempo anterior). Para a variável massa, utilizou-se uma média entre os valores das duas repetições. Para “tamanho das asas” também se agrupou os dados referentes às duas repetições, ou seja, as amostras totalizaram $N=40$. Em anexo, estão disponíveis as tabelas com os resultados coletados durante este experimento.

O teste de Friedman foi utilizado para verificar-se a existência de diferenças significativas entre as três temperaturas (20, 25 e 30 °C) para a variável “massa”. Analisou-se cada densidade larval (100 e 500) separadamente. Como os experimentos variaram em duração em função da temperatura, foram utilizados dados referentes até o intervalo de 256 h, comum às três temperaturas. De forma independente a estas comparações, o teste de Friedman também foi empregado para ser verificada a existência de diferença significativa entre as densidades de 100 e 500 em relação a cada variável separadamente (massa e tamanho de asa), e para cada temperatura isoladamente. Também neste caso, os intervalos de tempo (horas) foram o fator de agrupamento.

Em relação à variável “tamanho das asas, o teste de Kruskal-Wallis foi empregado para comparar-se as três temperaturas. Igualmente, fez-se um teste para a densidade de 100 e outro para densidade de 500.

Nos casos dos testes utilizados para a comparação das duas densidades, em cada temperatura separadamente e para cada variável isolada, o teste de Mann-Whitney foi empregado.

A execução dos testes seguiu as recomendações presentes em ZAR (1999). O nível de significância adotado em todos os testes foi de 5% ($\alpha=0,05$). Utilizou-se o programa SAS para as análises estatísticas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 8, 9 e 10 estão representados graficamente os valores de massa conjunta de um total de 10 larvas de cada densidade populacional (100 e 500 indivíduos), em intervalos de 8 horas, para as temperaturas de 20, 25 e 30 °C, respectivamente; na Figura 11 estão representados gráficos comparando as curvas para cada temperatura. O valor de peso foi obtido através do cálculo da média entre os valores correspondentes às duas repetições para cada tratamento.

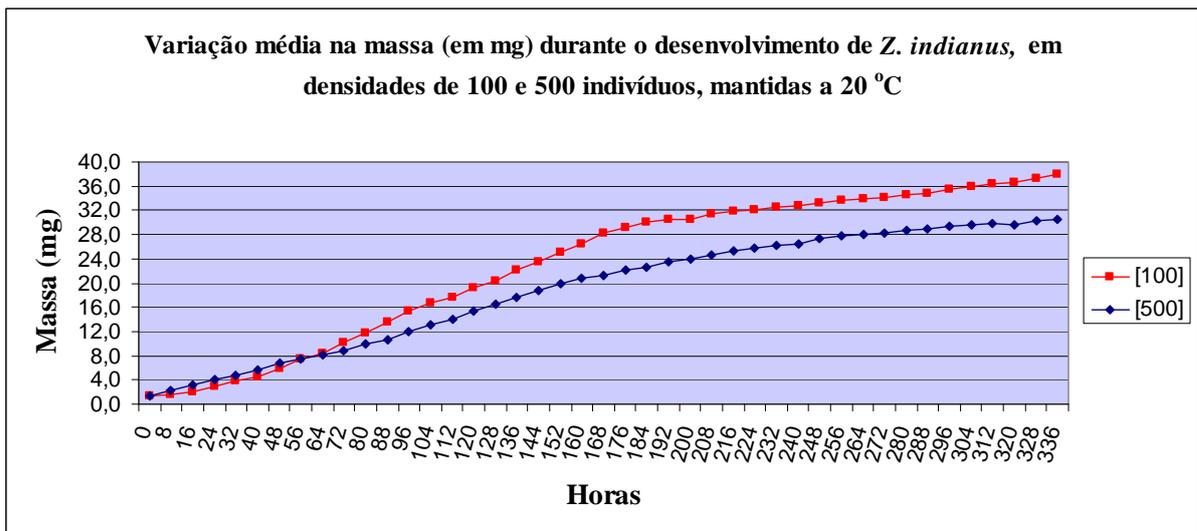


Figura 8: Desenvolvimento larval a 20 °C, para densidades de 100 e 500 indivíduos.

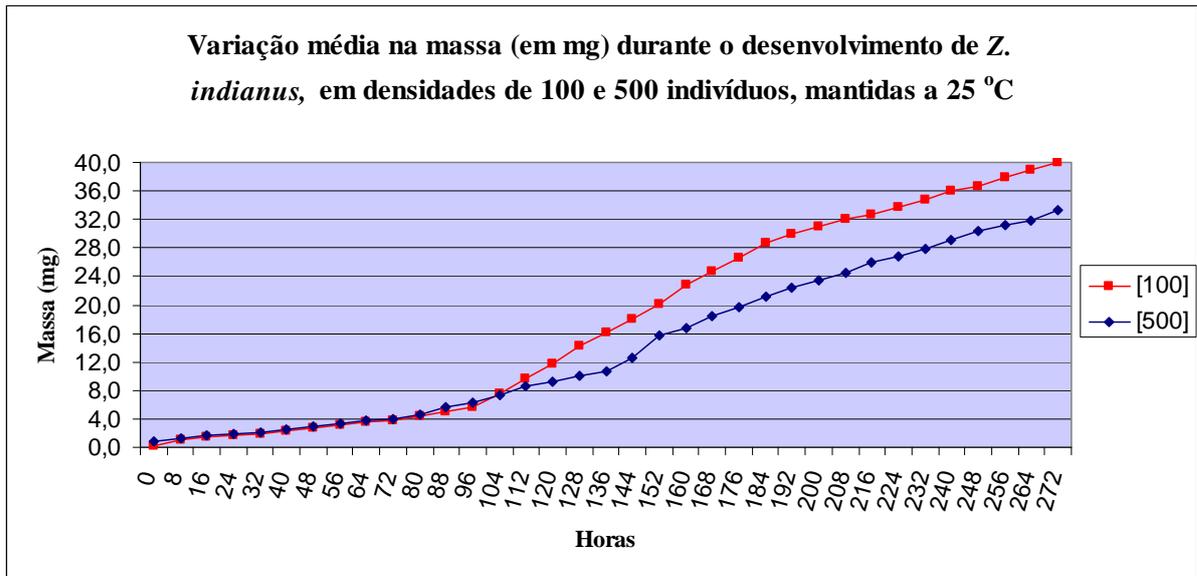


Figura 9: Desenvolvimento larval a 25 °C, para densidades de 100 e 500 indivíduos.

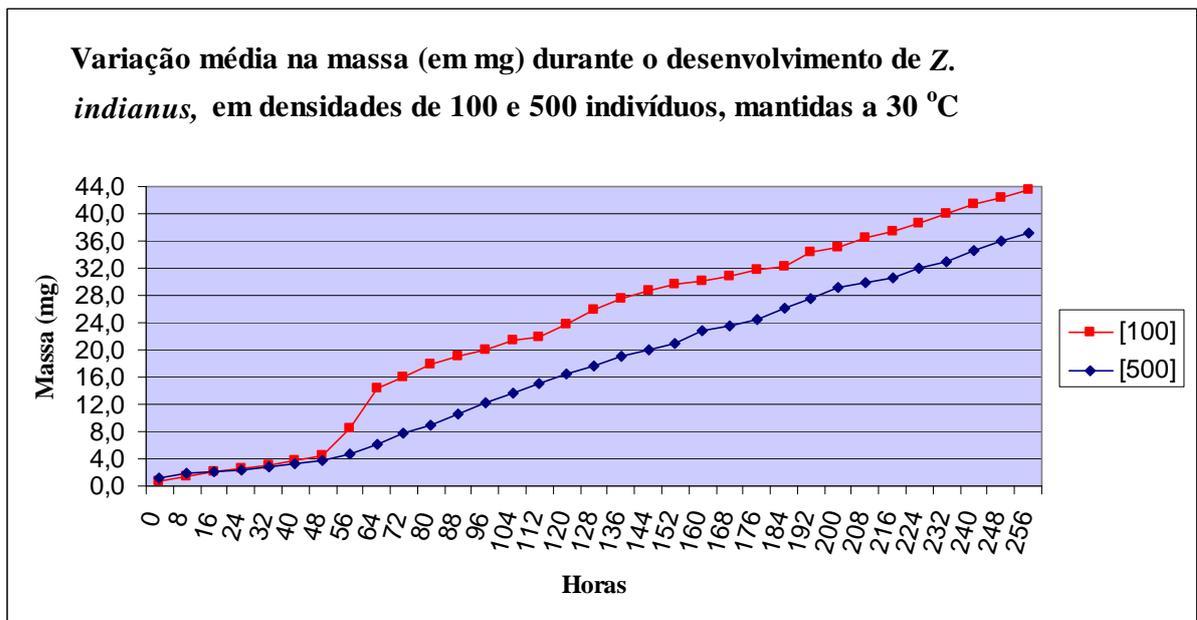


Figura 10: Desenvolvimento larval a 30 °C, para densidades de 100 e 500 indivíduos.

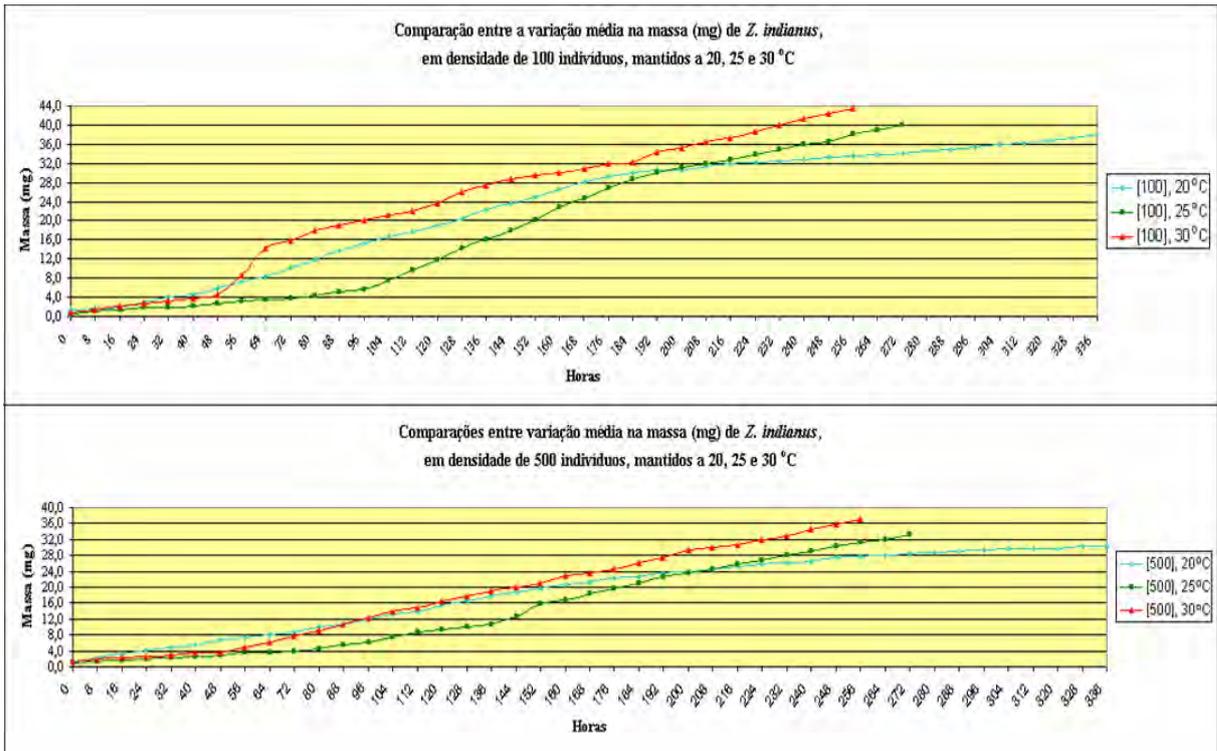


Figura 11: Comparação entre os valores de peso obtido para as concentrações populacionais de 100 e 500 indivíduos, em ambas as temperaturas testadas.

Foram realizadas pesagens das larvas ainda presentes no recipiente experimental até ocorrer a emergência dos primeiros adultos, uma vez que após o início do surgimento dos primeiros adultos, muitas larvas já haviam empupado e as larvas presentes apresentavam em sua maioria o mesmo tamanho e peso, sendo estes o máximo atingido pelas mesmas.

Nas Figuras 12 e 13 estão representadas graficamente o tempo (em horas) decorrido para o aparecimento das primeiras pupas, e para a emergência dos primeiros adultos, respectivamente. Através deste gráfico, é possível observar a diferença existente entre o tempo de desenvolvimento para cada densidade populacional (100 e 500 indivíduos), em diferentes temperaturas (20, 25 e 30 °C).

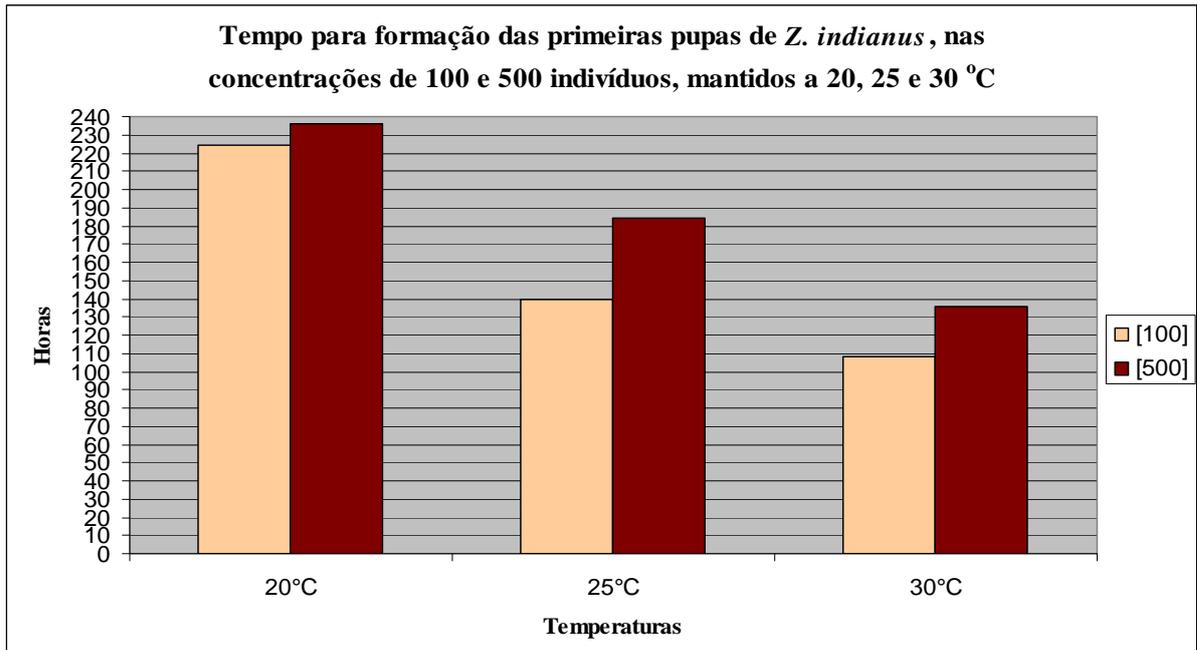


Figura 12: Tempo (em horas) para formação das primeiras pupas de *Z. indianus*.

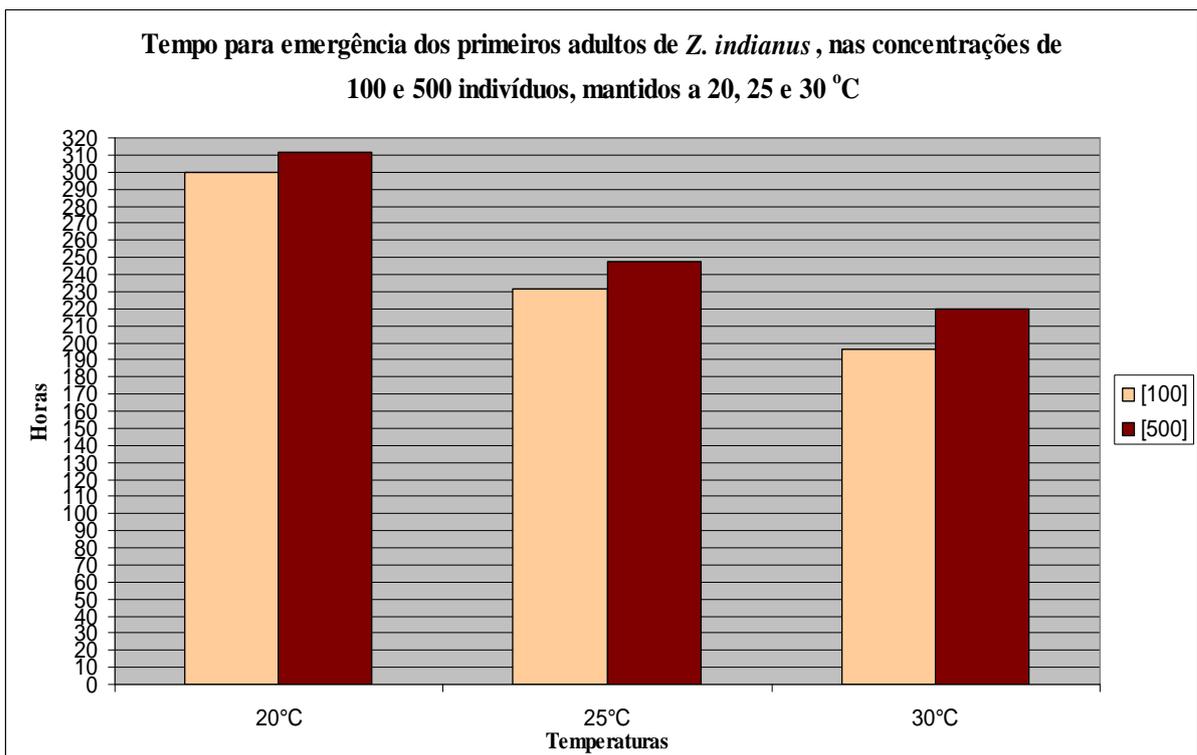


Figura 13: Tempo (em horas) para emergência dos primeiros adultos de *Z. indianus*.

Na Figura 14 estão representadas as médias do tamanho da asa das densidades de 100 e 500 indivíduos, para as temperaturas de 20, 25 e 30 °C.

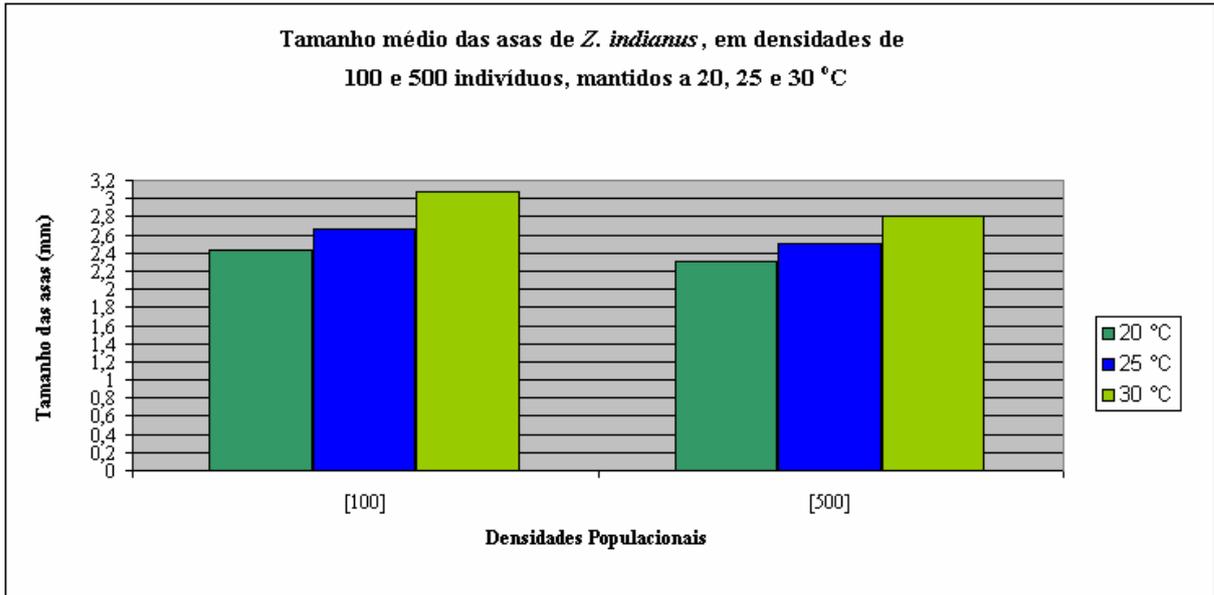


Figura 14: Tamanho médio da asa direita de 20 adultos de *Z. indianus*, em.

Os dados obtidos das análises estatísticas estão representados nas tabelas a seguir.

Na Tabela 2 estão representados os resultados obtidos pelo Teste de Friedman, considerando a variável massa, para as densidades de 100 e 500 indivíduos (em temperaturas de 20, 25 e 30 °C), separadamente.

Tabela 2: Teste de Friedman – variável Massa, para densidades de 100 e 500 indivíduos separadamente, considerando diferentes temperaturas.

Teste de Friedman [100]			
	1 (20 °C)	2 (25 °C)	3 (30 °C)
Soma dos Ranks=	64,0000	41,0000	93,0000
Mediana=	20,3000	14,2000	25,9000
Média dos Ranks=	1,9394	1,2424	2,8182
Média dos Valores=	19,2848	16,4364	23,2606
Desvio Padrão=	11,4381	13,4144	13,7101
Friedman (Fr)=	41,1515		
Graus de Liberdade=	2		
(p)=	<0,0001		
Comparações	Diferença	(p)	
Ranks 1 e 2=	23	<0,05	
Ranks 1 e 3=	29	<0,05	
Ranks 2 e 3=	52	<0,05	

Teste de Friedman [500]			
	1 (20 °C)	2 (25 °C)	3 (30 °C)
Soma dos Ranks=	71,5000	39,0000	87,5000
Mediana=	16,6000	10,0000	17,7000
Média dos Ranks=	2,1667	1,1818	2,6515
Média dos Valores=	15,7273	13,1394	17,5242
Desvio Padrão=	8,5276	10,2300	11,6743
Friedman (Fr)=	37,0152		

Graus de Liberdade=	2		
(p)=	<0,0001		
Comparações	Diferença	(p)	
Ranks 1 e 2=	32,5	<0,05	
Ranks 1 e 3=	16	ns	
Ranks 2 e 3=	48,5	<0,05	

Na Tabela 3 estão representados os resultados obtidos pelo Teste de Kruskal-Wallis, considerando a variável comprimento de asa, para as densidades de 100 e 500 indivíduos (em temperaturas de 20, 25 e 30 °C), separadamente.

Tabela 3: Teste de Kruskal-Wallis – variável Comprimento de Asa, para densidades de 100 e 500 indivíduos separadamente, considerando diferentes temperaturas.

Teste de Kruskal-Wallis [100]				
	Resultados			
H=	103,8698			
Graus de Liberdade=	2			
(p) Kruskal-Wallis=	<0,0001			
R 1=	892,0000			
R 2=	2348,0000			
R 3=	4020,0000			
R 1 (posto médio)=	22,3000			
R 2 (posto médio)=	58,7000			
R 3 (posto médio)=	100,5000			
Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	p
Postos médios 1 e 2	36,4000	4,6798	2,394	<0,05
Postos médios 1 e 3	78,2000	10,0538	2,394	<0,05
Postos médios 2 e 3	41,8000	5,3740	2,394	<0,05

Teste de Kruskal-Wallis [500]				
	Resultados			
H=	105,1523			
Graus de Liberdade=	2			
(p) Kruskal-Wallis=	<0,0001			
R 1=	876,0000			
R 2=	2364,0000			
R 3=	4020,0000			
R 1 (posto médio)=	21,9000			
R 2 (posto médio)=	59,1000			
R 3 (posto médio)=	100,5000			
Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	p
Postos médios 1 e 2	37,2000	4,7826	2,394	<0,05
Postos médios 1 e 3	78,6000	10,1052	2,394	<0,05
Postos médios 2 e 3	41,4000	5,3226	2,394	<0,05

Na Tabela 4 estão representados os resultados obtidos a 20 °C, para ambas as densidades populacionais (100 e 500), considerando separadamente as variáveis massa (Teste de Friedman) e comprimento de asa (Teste de Mann-Whitney).

Tabela 4: Testes realizados para experimentos realizados a 20 °C: A) variável massa, B) variável comprimento de asa.

A) Variável Massa: Teste de Friedman (20 °C)		
	Rank 1	Rank 2
Soma dos Ranks=	78,0000	51,0000
Mediana=	28,2000	21,4000
Média dos Ranks=	1,8140	1,1860
Média dos Valores=	23,1140	18,8930
Desvio Padrão=	12,2325	9,4551
Friedman (Fr)=	16,9535	
Graus de Liberdade=	1	
(p)=	<0,0001	
Comparações	Diferença	(p)
Ranks 1 e 2=	27	<0,05

B) Variável Comprimento de Asa: Teste de Mann-Whitney - amostras independentes (20 °C)		
Resultados	Amostra 1 [100]	Amostra 2 [500]
Tamanho da amostra	40	40
Soma dos Postos (Ri)	2324	916,00
Mediana=	2,40	2,20
U=	96,00	
Z(U)=	6,7742	
p-valor (unilateral)=	<0,0001	
p-valor (bilateral)=	<0,0001	

Na Tabela 5 estão representados os resultados obtidos a 25 °C, para ambas as densidades populacionais (100 e 500), considerando separadamente as variáveis massa (Teste de Friedman) e comprimento de asa (Teste de Mann-Whitney).

Tabela 5: Testes realizados para experimentos realizados a 25 °C: A) variável massa, B) variável comprimento de asa.

A) Variável Massa: Teste de Friedman (25 °C)		
	Rank 1	Rank 2
Soma dos Ranks=	57,0000	48,0000
Mediana=	16,2000	10,7000
Média dos Ranks=	1,6286	1,3714
Média dos Valores=	17,7543	14,2514
Desvio Padrão=	14,1024	10,9330
Friedman (Fr)=	2,3143	
Graus de Liberdade=	1	
(p)=	0,1282	

B) Variável Comprimento de Asa: Teste de Mann-Whitney - amostras independentes (25 °C)		
Resultados	Amostra 1 [100]	Amostra 2 [500]
Tamanho da amostra	40	40
Soma dos Postos (Ri)	2303,0	937,0
Mediana=	2,70	2,50
U=	117,00	
Z(U)=	6,5722	
p-valor (unilateral)=	<0,0001	
p-valor (bilateral)=	<0,0001	

Na Tabela 6 estão representados os resultados obtidos a 30 °C, para ambas as densidades populacionais (100 e 500), considerando separadamente as variáveis massa (Teste de Friedman) e comprimento de asa (Teste de Mann-Whitney).

Tabela 6: Testes realizados para experimentos realizados a 30 °C: A) variável massa, B) variável comprimento de asa.

A) Variável Massa: Teste de Friedman (30 °C)		
	Rank 1	Rank 2
Soma dos Ranks=	63,5000	35,5000
Mediana=	25,9000	17,7000
Média dos Ranks=	1,9242	1,0758
Média dos Valores=	23,2606	17,5242
Desvio Padrão=	13,7107	11,6743
Friedman (Fr)=	23,7576	
Graus de Liberdade=	1	
(p)=	<0,0001	
Comparações	Diferença	(p)
Ranks 1 e 2=	28	<0,05

B) Variável Comprimento de Asa: Teste de Mann-Whitney - amostras independentes (30 °C)		
Resultados	Amostra 1 [100]	Amostra 2 [500]
Tamanho da amostra	40	40
Soma dos Postos (Ri)	2420,0	820,0
Mediana=	3,00	2,80
U=	0,00	
Z(U)=	7,6980	
p-valor (unilateral)=	<0,0001	
p-valor (bilateral)=	<0,0001	

Através das Figuras 8, 9, 10 e 11, é possível observar que, para cada uma das três temperaturas testadas, a massa larval máxima obtida foi maior para as densidades 100 do que 500, tendo também seu maior valor a 30 °C que se comparado a 25 °C e 20 °C, respectivamente, em ambas densidades populacionais. Em relação ao tempo para se completar o desenvolvimento até a emergência dos primeiros adultos, observa-se que foi maior a 20° C,

menor a 30°C e intermediário a 25 °C, para as concentrações populacionais de 100 e 500 indivíduos.

A partir das Figuras 12 e 13, nota-se que o tempo (em horas) para a formação das primeiras pupas, e também para a emergência dos primeiros adultos, foi superior a 20 °C, inferior a 30 °C e intermediário a 25 °C, ou seja, quanto maior a temperatura, menor o tempo de desenvolvimento das larvas e conseqüente emergência dos adultos.

Quanto aos valores de tamanho de asa, representados na Figura 14, observa-se que foram maiores para adultos mantidos em temperatura de 30 °C, em ambas as densidades populacionais (100 e 500); os maiores tamanhos médios de asa foram atingidos pelos indivíduos das concentrações de 100 (se comparados com indivíduos das concentrações de 500), para as três temperaturas testadas.

É possível observar pelas análises estatísticas realizadas (Tabela 2), para comparar a variável massa para densidades de 100 e 500 indivíduos separadamente, que para a densidade de 100 todas as temperaturas foram distintas entre si quando comparadas as pares ($p < 0,05$, entre ranks 1 e 2; 1 e 3; 2 e 3); para a densidade de 500, exceto entre as temperaturas de 20 e 30 °C (rank 1 e 3), as demais foram distintas entre si quando comparadas aos pares ($p < 0,05$ entre ranks 1 e 2; 2 e 3).

Pela Tabela 3 (variável comprimento de asa para densidades de 100 e 500 indivíduos separadamente), nota-se que tanto para a densidade de 100, quanto para a de 500, todas as temperaturas foram distintas entre si quando comparadas aos pares ($p < 0,05$, entre ranks 1 e 2; 1 e 3; 2 e 3).

Ou seja, as três temperaturas (20, 25 e 30 °C) são estatisticamente distintas entre si, em relação a cada uma das variáveis (massa e comprimento de asa) e em relação a cada densidade larval inicial (100 e 500). A única exceção refere-se às temperaturas 20 e 30 °C em relação à variável massa na densidade de 500, pois não são estatisticamente distintas entre si ($p > 0,05$).

A partir dos resultados das análises estatísticas (Tabelas 4 a 6), é possível constatar que a 20 °C, detectou-se diferença significativa entre as densidades de 100 e 500 para as variáveis massa e tamanho de asa ($p < 0,01$); a 25 °C não houve diferença significativa entre as densidades de 100 e 500 para a variável massa ($p = 0,13$), porém houve diferença entre as densidades para a variável tamanho de asa; a 30 °C detectou-se diferença significativa entre as densidades de 100 e 500 para as variáveis massa e tamanho de asa ($p < 0,01$).

Ou seja, em relação a cada variável e a cada temperatura separadamente, as duas densidades larvais são estatisticamente distintas entre si. A única exceção é a variável massa

na temperatura de 25 °C, em que as densidades de 100 e 500 não são estatisticamente distintas entre si ($p=0,13$).

Há dois mecanismos ecológicos que influenciam no tamanho inferior e superior de uma população, o efeito de Allee e a competição (OLIVEIRA, 2008). O efeito de Allee se dá pela baixa taxa de crescimento populacional em densidades baixas, causado por dificuldades em encontrar parceiros para acasalamento, ao explorar o alimento ou ao se defender de um fator externo (OLIVEIRA, 2008). A competição por recursos pode ser do tipo *contest*, em que determinados indivíduos obtêm quantidade suficiente de recurso e o restante não tem acesso, ou *scramble*, em que todos os indivíduos obtêm mesma quantidade de recurso, suficiente ou não (OLIVEIRA, 2008). Pelo fato de *Z. indianus* apresentar adultos de mesmo tamanho, quando emergidos de um mesmo recipiente amostral e expostos às mesmas condições - seja de temperatura ou densidade - é possível concluir que a competição é do tipo *scramble*. Em altas densidades, há maior número de indivíduos competindo por recursos, de forma que a quantidade mínima disponível per capita é menor; o tempo mínimo para pupação é maior e há influência sobre a sobrevivência, esta sendo menor decorrente também de menor espaço para desenvolvimento, bem como presença de resíduos metabólicos presentes no recipiente experimental.

De acordo com OLIVEIRA (2009), em estações secas tem-se menor oferta de recursos alimentares, o que implica em densidades menores de drosofilídeos, utilizando menores proporções de frutos. Porém, a escassez de recursos não é a única causa para diminuição populacional em períodos secos, sendo que fatores abióticos como temperatura e umidade controlariam a dinâmica populacional. Portanto, confirma-se que a temperatura é um fator que influencia no desenvolvimento dos insetos, causando alterações em seu ciclo de vida, bem como em caracteres morfológicos (por exemplo, tamanho de asa), conforme apresentado nos dados deste trabalho.

Foi possível observar que para *Z. indianus*, quanto maior a temperatura e menor a densidade de imaturos, menor o tempo para emergência dos adultos, e maior o tamanho destes; tais resultados coletados estão relacionados com o encontrado na literatura, em que consta que a variabilidade termal de *Z. indianus* está compreendida entre 14 e 32 °C, sendo encontrado tamanho corpóreo maior em temperaturas intermediárias (entre 18 e 24°C) (KARAN *et al*, 1999). De acordo com Gallo *et al*. (2005), acima de 38 °C os insetos entram em estivação temporária, podendo atingir estivação irreversível e causar a morte (52 °C), enquanto entre 15 e 0 °C ocorre hibernação temporária, podendo também chegar a morte (-20

°C); ou seja, o melhor desenvolvimento dos insetos se dá na faixa ótima de temperatura (15 a 38 °C).

A partir dos dados obtidos neste experimento, é possível relacioná-los com diversos trabalhos, sob aspectos variados, envolvendo a espécie *Z. indianus*. Segundo ARARIPE *et al* (2004), *Z. indianus* é mais sensível ao frio; no trabalho de SILVA *et al* (2005) e VALIATI (2010), maiores frequências de *Z. indianus* são encontradas em estações com temperaturas maiores, portanto, confirmam que a espécie se desenvolve preferencialmente em temperaturas elevadas, estas sendo essenciais para a manutenção da espécie, lhe conferindo desenvolvimento ótimo. Segundo SETTA & CARARETTO (2005), o curto tempo para desenvolvimento de *Z. indianus*, dentre outros fatores, poderia explicar a habilidade competitiva da espécie; somado a isso, o aumento no tamanho das asas, provavelmente facilitando o potencial de dispersão da espécie, traria conseqüências positivas para a adaptabilidade e estabelecimento de uma espécie invasora, como é o caso de *Z. indianus*.

Portanto, sabendo-se que o desenvolvimento deste drosofilídeo é mais rápido em regiões com temperaturas mais elevadas, os locais e épocas em que estas temperaturas são atingidas são aqueles que mais necessitam de planos de controle desta praga.

Após a Segunda Guerra Mundial, o uso de inseticidas para controle de pragas foi intensificado e utilizado muitas vezes de forma indiscriminada; hoje, esta concepção é diferente, e os planos de controle para espécies praga e invasoras devem ser economicamente viáveis e menos impactantes dentro do possível ao meio ambiente. Durante o desenvolvimento do presente trabalho, observou-se através de revisão de literatura, a ausência de estudos sobre alguns aspectos importantes da biologia desta espécie, como por exemplo: a influência da umidade em seu ciclo de vida, a distância de dispersão que atinge, a qual facilita sua distribuição por diferentes pomares, em diferentes períodos, bem como novas alternativas de controle viáveis para a mesma.

7. CONCLUSÃO

* A temperatura é um fator importante para o desenvolvimento de *Z. indianus*, visto que a temperatura onde as larvas se desenvolveram influencia na duração do ciclo de vida, no peso dos adultos e no tamanho das asas da espécie;

* Quanto maior a temperatura em que as larvas foram expostas e se desenvolveram, maior é o tamanho das asas e o peso dos adultos gerados, e menor o ciclo de vida;

* Os dados obtidos no experimento confirmam que a espécie provavelmente apresenta competição do tipo *scramble*, uma vez que expostos a uma mesma densidade, todos os adultos apresentam de forma geral o mesmo tamanho (menor ou maior tamanho, de acordo com densidades mais altas ou baixas, respectivamente);

* A maior densidade populacional de larvas aumenta o tempo mínimo para a pupação e diminui o tamanho dos adultos gerados;

* Da análise estatística dos dados, é possível observar que em geral as temperaturas testadas apresentam diferenças entre si, ao se comparar diferentes variáveis e densidades populacionais;

* Houve diferenças estatísticas entre as duas densidades para cada variável e temperatura testada, não sendo observada diferença significativa para a variável massa, comparando-se densidades de 100 e 500 indivíduos a 25 °C, provavelmente pelo fato desta temperatura ser intermediária, favorecendo desenvolvimento “ótimo” dos indivíduos, de ambas as densidades.

* Este trabalho ajudará a compreender melhor a biologia e ecologia da espécie e poderá auxiliar em futuros programas de controle da espécie, na medida em que esclarece quais são as temperaturas que facilitam o desenvolvimento da mesma; conhecendo a espécie, é possível manejá-la adequadamente, de forma a causar menos impacto possível aos ecossistemas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. The innate capacity for increase in numbers, p. 31-54. In H.G. Andrewartha & L.C. Birch (eds.), *The distribution and abundance of animals*. Chicago, University of Chicago Press., p. 782, 1954.

ARARIPE, L.O.; KLACZKO, L.B.; MORETEAU, B.; DAVID, J.R. *Male sterility thresholds in a tropical cosmopolitan drosophilid, Zaprionus indianus*. **Journal of Thermal Biology**, v. 29, p. 73-80, 2004.

BARKER, J.S.F.; KREBS, R.A. *Genetic variation and plasticity of thorax length and wing length in Drosophila aldrichi and D. buzzatii*. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 8, p. 689-709, 1995.

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 Tabernaemontana catharinensis A.DC. (Apocynaceae) e Zeyheria montana Mart. (Bignoniaceae) sobre a mosca Zaprionus indianus (Díptera: Drosophilidae) (Gupta, 1970)*. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 3, 2009.

BRAZILIAN FRUIT – PROGRAMA DE PROMOÇÃO DAS EXPORTAÇÕES DAS FRUTAS BRASILEIRAS E DERIVADOS. “O objetivo é colocar o Brasil no centro do mercado mundial de frutas”. Disponível na internet em: <<http://www.brazilianfruit.org/Apresentacao/apresentacao.asp>>. Acessado em: 14 Agosto 2010.

BRNCIC, D.; BUDNIK, M. *Some interactions of the colonizing species of Drosophila subobscura with local Drosophila fauna in Chile*. **Genética Ibérica**, v. 39, p. 249-267, 1987.

CASTRO, F.L. & VALENTE, V. L. S. *Zaprionus indianus* is invading *Drosophilid* communities in the southern Brazilian city of Porto Alegre. **Drosophila Information Service**, v. 84, p. 15-17, 2001.

CEINFO – CENTRO DE INFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS E COMERCIAIS PARA FRUTICULTURA TROPICAL 2002 [online]. Disponível na Internet em: <<http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/index2.php>>. Acessado em: 24 Julho 2010.

CEPAFRO – Embrapa, 2010. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Rondônia. *A Fruticultura no Brasil*. Disponível na internet em <http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/Artigos/frut_brasil.html>. Acessado em: 20 agosto 2010.

CHASSAGNARD, M.T.; KRAAIJEVELD; A.R. *The occurrence of Zaprionus sensu stricto in the Palearctic region (Diptera: Drosophilidae)*. **Annales de la Société Entomologique de France**, 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)*. **Annales de la Société Entomologique de France**, v. 29, p. 173–194, 1993.

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

DAVID, J.R.; ALLEMAND, R.; VAN HERREWEGW, J.; COHET, Y. *Ecophysiology: abiotic factors*, pp. 105-170. In: Ashburner, M, Carson, H.L. & Thompson Jr, J.N. *The Genetics and Biology of Drosophila*. **Academic Press, Harvard**, 1983.

DAVID, J.R.; MORETEAU, B.; GAUTHIER, J.P.; PÉTAVY, G.; STOCKEL, A.; IMASHEVA, A.G. *Reaction norms of size characters in relation to growth temperature in Drosophila melanogaster: an isofemale lines analysis*. **Genet. Sel. Evol.**, v. 26, p. 229-251, 1994.

DENLINGER, D.L.; YOCUM, G.D. *Physiology of heat sensitivity*, p. 7-57. In G.J. Hallman & D.L. Denlinger (eds.), *Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management*. Boulder, Westview Press, p. 311, 1998.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2005). *Cultivo do Pessegueiro - Pragas e Métodos de Controle*. Disponível na internet em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessegueiro/CultivodoPessegueiro/cap12.htm>>. Acessado em: 19 Julho 2010.

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 <www2.faepr.com.br/boletim/bi1085/bi1085.pdf>. Acessado em: 23 Agosto 2010.

FIGUEIREDO, R.R. *Variação na riqueza e abundância de drosofilídeos (Diptera, Drosophilidae) ao longo do dia em uma floresta tropical de terra firme, Amazônia central*. Disponível em: <<http://tamandua.inpa.gov.br/~pdbff/download/efa/livro/2005/pdfs/rlfroberta.pdf>>. Acessado em: 05 Agosto 2010.

GALLO, D.; NAKANO, O.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; FILHO, E.B.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GOOGLE EARTH. Unesp, Rio Claro. Acessado em: 20 Agosto 2010.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. *Os insetos. Um resumo de Entomologia*. São Paulo: Editora Roca, 2008.

GUPTA, J.P. *Description of a new species of Phorticella and Zaprionus (Drosophilidae) from Índia*. **Proc. Indian Nat. Sci. Acad.**, v. 36, p. 62-70, 1970.

IBRAF – INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS 2003 [online]. Disponível na Internet em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acessado em: 19 Julho 2010.

IBRAF – INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS 2008 [online]. Disponível na Internet em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acessado em: 05 Agosto 2010.

IBRAF – INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS 2010 [online]. Frutas Frescas. Disponível na Internet em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acessado em: 05 Agosto 2010.

IMASHEVA, A.G.; LAZEBNY, O.E. *Variation in wing length in Eurasian natural populations of Drosophila melanogaster*. **Heredity**, v. 72, p. 508-514, 1994.

INSTITUTO HORUS. *Zaprionus indianus*. Disponível na internet em: <http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/zaprionus_indianus.htm>. Acessado em: 17 Julho 2010.

JAMES, A.C.; AZEVEDO, R.B.R.; PARTRIDGE, L. *Genetic and Environmental Responses to Temperature of Drosophila melanogaster from a Latitudinal Cline*. **Genetics**, v. 146, p. 881-890, 1997.

KARAN, D.; MORETEAU, B.; DAVID, J. R. *Growth temperature and reaction norms of morphometrical traits in a tropical drosophilid: Zaprionus indianus*. **Heredity**, v. 83, p. 398-407, 1999.

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*. Comunicação. **Ciênc. agrotec.**, v. 28, n. 2., p. 454-455, 2003.

LACHAISE, D.; TSACAS, L., 1983. *Breeding-sites in tropical African drosophilids*, p. 221-332. In: Ashburner, M.; H.L. Carson & J.N. Thompson, Jr. (ed.), *The genetics and biology of Drosophila*, v. 3. **Academic Press, London**.

LEONEL, S., *A figueira*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 30, 2008.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. *Moscas das Frutas de importância econômica no Brasil*. Cap. 12. Ecologia Comportamental, Lavavali, A., Sugayama, R.L. **Holos Editora**, 1999.

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.

OLIVEIRA, H.V. *Dinâmica temporal da estrutura de comunidades de Drosophilidae (Insecta, Diptera) em frutos do cerrado*. **Dissertação** para a obtenção do título de mestre em Ecologia, pela Universidade de Brasília, 2009.

PARKASH, R; YADAV, J.P. *Geographical clinal variation at seven esterase-coding loci in indian populations of *Zaprionus Indianus**. **Hereditas**, v. 119, p. 161-170, 1993.

PARSONS, P.A. *Colonization, Sucession and Stability*. **Blackwell Scientific Publications**, Oxford, p. 254, 1987.

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.

PEDIGO, L.P.; ZEISS, M.R. *Developing a degree-day model for predicting insect development*, p.67-74. In L.P. Pedigo & M.R Zeiss (eds.), *Analyses in insect ecology and management*. **Ames, Iowa State University Press**, p. 168, 1996.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2008. *Fruticultura Brasileira em Análise*. Disponível na internet em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=24830>>. Acessado em: 09 Agosto 2010.

PORTAL EDUCAÇÃO. *Moscas podem ser indicadores de preservação ambiental*. Disponível na internet em: <<http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/1752/moscas-podem-ser-indicadores-de-preservacao-ambiental>>. Acessado em: 17 Julho 2010.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M.F.; SATO, M.E. 2002. *A mosca-do-figo está sendo pesquisada no Instituto Biológico*. Disponível na Internet em: <http://www.biológico.br/ceib/a_mosca.htm>. Acesso em: 15 Julho 2010.

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.

RAGA, A.; MACHADO, R.A.; DINARDO, W.; STRIKIS, P.C. *Attractiveness of food baits to the fruit flies in citrus orchard*. **Bragantia**, v.65, n.2, Campinas, 2006.

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.

RODRIGUES, S.M.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V.; SOGLIA, M.C.M. *Influência da temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)*. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 3, 2004.

SAKAI, A.K.; ALLENDORF, F.W.; HOLT, J.S.; LODGE, D.M.; MOLOFSKY, J.; WITH, K.A.; BAUGHMAN, S.; CABIN, R.J.; COHEN, J.E.; ELLSTRAND, N.C.; MCCAULEY, D.E.; O'NEIL, P.; PARKER, I.M.; THOMPSON, J.N. & WELLER, S.G. *The Population biology of invasive species*. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 32, p.305-332, 2001.

SAS/STAT. *User's guide: statistics*, version 6.0, volume 2, forth Ed. Cary, North Carolina: SAS Institute, 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.

SHAKOORI, A.R.; BUTT, U. *Effect of thiocetamide on the development of a drosophilid fly. I. Morphometrical studies. Pakistan J. Zool.*, v. 11, n. 2, p. 315-328, 1979.

SILVA, N.M.; FANTINEL, C.C.; VALENTE, V.L.S.; VALIATI, V.H. *Population Dynamics of the Invasive Species Zaprionus indianus (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) in Communities of Drosophilids of Porto Alegre City, Southern of Brazil. Neotropical Entomology*, v. 34, n. 3, p. 363-374, 2005.

SIMFIGO – 2º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Figueira. CATI – Campinas (SP), 2010. Disponível na internet em <www.feagri.unicamp.br/simfigo>. Acessado em: 20 Agosto 2010.

SOUZA, O.P.; MELO, B.; MACIN, C.A. *Cultura da Figueira*. Disponível na internet em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/figo.html#_Toc42603257>. Acessado em: 27 Julho 2010.

SRIVASTAVA, T.; SINGH, B. N. *Efeito da temperatura na oviposição em quatro espécies do grupo melanogaster da Drosophila. Rev. Bras. Biol. [online]*, v.58, n.3, p. 491-495, 1998.

STEIN, C.P.; TEIXEIRA, E.P.; NOVO, J.P.S. 2002. Mosca do figo - *Zaprionus indianus* [online]. Disponível na Internet em: <<http://sites.mpc.com.br/jpsnovo/artigos/zaprionus/index.htm>>. Acessado em: 19 Julho 2010.

STEIN, C.P.; TEIXEIRA, E.P.; NOVO, J.P.S. *Aspectos biológicos da mosca do figo, Zaprionus indianus Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae). Entomotropica*, v. 18, n.3, p. 219-221, 2003.

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.

TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A.; NYROP, J.A.; VILLANI, M.G. *Moisture, a vital but neglected factor in the seasonal ecology of insects: hypotheses and tests of mechanisms*. **Environmental Entomology**, v. 27, p. 523-530, 1998.

TIDON, R.; LEITE, D.F.; LEÃO, B.F.D. *Impact of the colonisation of Zaprionus (Diptera, Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical Region: 2 years after the invasion*. **Biological Conservation**, v. 112, p. 299 – 305, 2003.

TODA FRUTA (2007). *O cultivo da figueira*. Pio, R.; Chagas, E.A.; Dall'Orto, F.A.C.; Barbosa, W. Disponível na internet em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=15051>. Acessado em: 20 Julho 2010.

TSUTSUI, N.D.; SUAREZ, A.V.; HOLWAY, D.A.; CASE, T.J. *Reduced genetic variation and the success of an invasive species*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América**, v. 97, n.11, p. 5948-5953, 2000.

UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso. *Importância dos Insetos*, 2003. Disponível na internet em <<http://www.ufmt.br/famev/ento/importan.htm>>. Acessado em: 03 Agosto 2010.

UFV – Universidade Federal de Viçosa, Pós Graduação em Entomologia. *Importância e Diversidade dos Insetos*. Disponível na internet em <<http://www.insecta.ufv.br/Entomologia/ent/disciplina/ban%20160/AULAT/aula2/Diversidade.html>>. Acessado em: 04 Agosto 2010.

URAMOTO, K. *Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero Anastrepha (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo*. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. **Dissertação de Mestrado**, 2002.

VALIATI, V.H.; SOFIA, T.; SILVA, N.M.; GARCIA, A.C.L.; ROHDE, C.; GAIESKY, V.L.S.V. *Colonização, competição e coexistência: insetos como modelo de invasões biológicas*. Disponível em: <http://guaiba.ulbra.tche.br/praxis/artigos_2004/biologia.pdf>. Acessado em: 05 Julho 2010.

VILELA, C.R. *Is Zaprionus indianus Gupta, 1970 (Díptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical Region?* **Drosophila Information Service**, 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*. **Ribeirão Preto: Holos Editora**, p. 48-52, 2000.

ZAR, J.H. *Bioestatistical analysis*. 4th ed. New Jersey: **Prentice Hall Inc**, p. 938, 1999.

ZUCCHI, R.A. *Taxonomia*. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.) *Moscas das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. **Ribeirão Preto: Holos**, cap. 1, p. 13-24, 2000.

WELSH, J.H. *Diurnal Rhythms*. **The Quartely Review of Biology**, v. 13, p. 123-139, 1938.

WHEELER, M.R., 1981. *The Drosophilidae: a taxonomic overview*, p. 1 – 97. In: Ashburner, M.; Carson, H.L.; Thompson Jr., J.N. (Ed.). **The genetics and biology of Drosophila**, Vol. 3a. Academic Press, London.

WHEELER, M.R., 1986. *Additions to the catalog of the World's Drosophilidae*, p. 395 – 409. In: Ashburner, M.; Carson, H.L.; Thompson Jr., J.N. (Ed.). **The genetics and biology of Drosophila**, Vol 3e. Academic Press, London.

8. ANEXOS

8.1. Anexo A - Valores de massa (em mg), para as densidades de 100 e 500 indivíduos, mantidos a 20, 25 e 30 °C.

<i>Horas</i>	Massa (mg) - [100]		
	<i>20 °C</i>	<i>25 °C</i>	<i>30 °C</i>
	<i>Rank 1</i>	<i>Rank 2</i>	<i>Rank 3</i>
0	1,3	0,2	0,8
8	1,6	1,0	1,4
16	2,0	1,4	2,1
24	3,0	1,8	2,7
32	3,9	2,0	3,2
40	4,6	2,3	3,7
48	5,8	2,8	4,5
56	7,4	3,2	8,5
64	8,3	3,5	14,4
72	10,1	3,8	16,0
80	11,9	4,3	18,0
88	13,6	5,1	19,0
96	15,4	5,6	20,1
104	16,7	7,6	21,3
112	17,7	9,6	22,0
120	19,1	11,8	23,7
128	20,3	14,2	25,9
136	22,2	16,2	27,5
144	23,5	18,1	28,8
152	25,1	20,1	29,6
160	26,5	22,9	30,2
168	28,2	24,7	30,8
176	29,3	26,7	31,9
184	30,2	28,6	32,3
192	30,6	30,0	34,4
200	30,5	31,0	35,1
208	31,4	32,1	36,4
216	31,8	32,7	37,3
224	32,1	33,7	38,6
232	32,6	34,8	40,1
240	32,9	36,0	41,4
248	33,2	36,6	42,4
256	33,6	38,0	43,5

<i>Horas</i>	Massa (mg) - [500]		
	<i>20 °C</i>	<i>25 °C</i>	<i>30 °C</i>
	<i>Rank 1</i>	<i>Rank 2</i>	<i>Rank 3</i>
0	1,4	0,9	1,3
8	2,2	1,3	1,9
16	3,3	1,6	2,1
24	4,1	2,0	2,5
32	4,8	2,2	2,9
40	5,6	2,5	3,4
48	6,8	3,0	3,7
56	7,5	3,4	4,8
64	8,1	3,7	6,1
72	8,8	4,0	7,7
80	9,9	4,6	9,0
88	10,7	5,6	10,7
96	12,0	6,2	12,3
104	13,2	7,4	13,8
112	13,9	8,6	15,0
120	15,5	9,3	16,6
128	16,6	10,0	17,7
136	17,7	10,7	19,0
144	18,7	12,5	20,0
152	19,8	15,7	21,1
160	20,8	16,9	22,8
168	21,4	18,5	23,5
176	22,3	19,8	24,4
184	22,7	21,1	26,1
192	23,4	22,5	27,6
200	24,0	23,5	29,2
208	24,7	24,6	29,9
216	25,2	25,9	30,5
224	25,8	26,8	32,1
232	26,3	28,0	33,0
240	26,6	29,1	34,6
248	27,5	30,5	35,9
256	27,7	31,2	37,1

8.2. Anexo B – Valores de comprimento de asa (em mm), para as densidades de 100 e 500 indivíduos, mantidos a 20, 25 e 30 °C.

Comprimento da asa (b*f.c) (mm) [100]		
20 °C	25 °C	30 °C
Rank 1	Rank 2	Rank 3
2,4	2,6	3,0
2,4	2,5	3,1
2,5	2,6	3,0
2,4	2,7	3,0
2,4	2,7	3,2
2,5	2,5	3,1
2,4	2,7	3,2
2,4	2,6	3,0
2,5	2,5	3,2
2,4	2,8	3,0
2,4	2,7	3,0
2,5	2,5	3,1
2,4	2,6	3,0
2,5	2,8	3,2
2,4	2,7	3,2
2,5	2,6	3,0
2,4	2,7	3,0
2,5	2,5	3,2
2,5	2,8	3,0
2,4	2,7	3,0
2,5	2,7	3,1
2,5	2,8	3,0
2,4	2,5	3,0
2,5	2,7	3,0
2,4	2,6	3,1
2,5	2,5	3,0
2,4	2,6	3,2
2,4	2,8	3,0
2,4	2,8	3,1
2,5	2,7	3,0
2,4	2,6	3,2
2,4	2,8	3,2
2,4	2,8	3,0
2,5	2,6	3,0
2,4	2,5	3,1
2,4	2,7	3,0
2,5	2,8	3,2
2,4	2,8	3,0
2,5	2,6	3,1
2,4	2,5	3,2

Comprimento da asa (b*f.c) (mm) [500]		
20 °C	25 °C	30 °C
Rank 1	Rank 2	Rank 3
2,2	2,4	2,9
2,3	2,5	2,9
2,2	2,5	2,7
2,3	2,5	2,8
2,2	2,4	2,7
2,2	2,5	2,9
2,4	2,4	2,9
2,2	2,5	2,9
2,3	2,5	2,7
2,2	2,5	2,8
2,2	2,5	2,8
2,4	2,4	2,9
2,3	2,5	2,9
2,2	2,4	2,7
2,2	2,5	2,8
2,4	2,5	2,7
2,2	2,5	2,9
2,3	2,4	2,8
2,2	2,5	2,9
2,4	2,5	2,9
2,2	2,4	2,7
2,4	2,5	2,7
2,3	2,5	2,9
2,2	2,4	2,8
2,2	2,5	2,7
2,4	2,4	2,9
2,2	2,5	2,8
2,3	2,5	2,9
2,2	2,4	2,7
2,2	2,5	2,7
2,4	2,4	2,9
2,2	2,5	2,8
2,3	2,5	2,9
2,2	2,4	2,7
2,2	2,5	2,7
2,4	2,4	2,9
2,2	2,5	2,8
2,3	2,5	2,9
2,2	2,4	2,7
2,2	2,5	2,7
2,4	2,4	2,9
2,2	2,5	2,8
2,3	2,5	2,9
2,2	2,4	2,7
2,2	2,5	2,7
2,4	2,4	2,9
2,2	2,5	2,8
2,3	2,5	2,9
2,2	2,4	2,7
2,2	2,5	2,7
2,4	2,4	2,9
2,2	2,5	2,8
2,3	2,4	2,9
2,3	2,5	2,8
2,2	2,5	2,7
2,2	2,5	2,9
2,2	2,4	2,7
2,3	2,4	2,9
2,3	2,5	2,8
2,2	2,5	2,7
2,2	2,5	2,9
2,2	2,4	2,8

Rio Claro, 10 de Dezembro de 2010.

Aluna:

Ticiane Giusti Bonin

Orientador:

Claudio José Von Zuben