



**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - MCTI
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA – PPG-ENT**

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E ESTADO DO FRUTO, INFLUENCIANDO A
ABUNDÂNCIA DE INSETOS (DIPTERA: TEPHRITIDAE E DROSOPHILIDAE) E
PARASITOIDES (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EM FRUTOS DE TAPEREBÁ EM
MANAUS – AM

GUILHERME ALVES MARQUES

Manaus, Amazonas

Abril, 2016

GUILHERME ALVES MARQUES

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E ESTADO DO FRUTO, INFLUENCIANDO A
ABUNDÂNCIA DE INSETOS (DIPTERA: TEPHRITIDAE E DROSOPHILIDAE) E
PARASITOIDES (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EM FRUTOS DE TAPEREBÁ EM
MANAUS – AM

ORIENTADORA: Dr^a. BEATRIZ RONCHI-TELES

COORIENTADOR: Dr. DANIEL RODRIGO RODRIGUES FERNANDES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia.

Manaus, Amazonas

Abril, 2016

M357 Marques, Guilherme Alves

Características biométricas e estado do fruto, influenciando a abundância de insetos (Diptera: Tephritidae e Drosophilidae) e parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) em frutos de taperebá em Manaus – AM / Guilherme Alves Marques . --- Manaus: [s.n.], 2017.
100 f.: il.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2017.
Orientador: Beatriz Ronchi-Teles
Coorientador: Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes
Área de concentração: Entomologia

1. Insetos . 2. Taperebá . 3. Fruto danificado . I. Título.

CDD 595.77

Sinopse:

Estudou-se em frutos de *Spondias mombini* (taperebá) características capazes de influenciar a abundância de moscas frugívoras e seus parasitoides. Foram amostrados 400 frutos e observadas as características: peso, maturação, estado da casca do fruto, fruto coletado no solo ou diretamente na árvore e árvore de origem do fruto. As variáveis foram testadas com a abundância utilizando ANCOVA. Dos frutos foram obtidos exemplares de: *Anastrepha antunesi*, *Anastrepha obliqua*, *Doryctobracon areolatus*, *Opius bellus*, *Zaprionus indianus* e *Drosophila* spp.

Palavras-chave: *Anastrepha*; *Zaprionus indianus*; Casca danificada; Relação tritrófica.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, em especial ao Programa de Pós Graduação em Entomologia, professores(as) e servidores(as) por oferecerem infraestrutura, conhecimento e um ambiente de aprendizagem.

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

À minha orientadora Dr^a. Beatriz Ronchi-Teles pela disposição, apoio material, auxílio nas identificações de Tephritidae e pela orientação.

Ao meu coorientador Dr. Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes pela ajuda nas identificações de Braconidae e colaborações no trabalho.

Ao MSc. Pedro Aurélio Costa Lima Pequeno, pela importante ajuda na delimitação amostral e com as análises estatísticas.

À Prof^a. Dr^a. Rosana Tidon da Universidade de Brasília, pelo auxílio com as identificações de Drosophilidae.

À Dr^a. Vivian de Siqueira Dutra pelas colaborações no projeto desse trabalho.

À Dr^a. Vivian Campos de Oliveira pela prestatividade e ajuda na rotina do laboratório.

À Roberta Brito e Marcia Santiago da empresa conservadora pelo esmero e paciência para nos ajudar com a organização e limpeza do ambiente de trabalho.

Aos meus pais Frank Lano e Regina Eleuza pelo amor incondicional e oportunidade de chegar até aqui.

Aos meus amigos Giovanna Mendes e João Custódio pela ajuda e colaborações no trabalho.

À equipe do Laboratório de Entomologia Agrícola pela ajuda e companheirismo.

À turma de 2014 do PPG-Entomologia, por serem meus amigos e família em Manaus, sempre oferecendo uma palavra ou uma mão nos momentos de diversão e trabalho.

“Te falta o gesto largo, a ébria poesia
Te sobra a pequenez, as pequenas certezas
Como Agenor dizia
A vida não te intoxica enquanto contas trocados
Não vês o anzol e a linha da vida que passa ao teu lado
Te falta subir ao mais alto, te falta descer ao mais baixo
Te sobra a maldita prudência, alegrias compradas a prazo
Ao invés de viver, sobrevives, sacrificas o essencial
Não choras de dor em finados, não gritas de amor carnaval
Cometes então, que surpresa! O sacrilégio final
Não vês a fugaz e humana beleza e sonhas em ser imortal”

Requiém do Pequeno – Os Paralamas do Sucesso

Resumo:

Foram registradas diversas espécies de insetos interagindo com *Spondias mombin*, dentre elas espécies de importância econômica infestando os frutos. Este trabalho discute a influência de características biométricas e o estado do fruto na abundância dos insetos. Foram amostrados no total 400 frutos (3,73 kg) de dois locais na área urbana de Manaus-AM e observadas as características de peso, estratificação, estado da casca, estado de maturação e árvore de origem. Os frutos foram individualizados, assim como os pupários de Tephritidae para melhor compreensão dos resultados. Obtivemos 4.938 insetos com seis principais grupos: 44 *Anastrepha antunesi*, 345 *Anastrepha obliqua*, 484 *Doryctobracon areolatus*, 155 *Opius bellus*, 3.333 *Zaprionus indianus* e 411 *Drosophila* spp.. Foi verificado que a abundância dos insetos foi influenciada pelos frutos com peso dentro da média, com a casca danificada, frutos coletados no solo e pela árvore de origem. Entre frutos com média de peso superior a média dos frutos ofertados, a abundância foi maior nos mais pesados. Provavelmente os insetos também aumentam a quantidade de danos sofridos pelos frutos além da queda propriamente dita. De forma geral, com exceção de *Drosophila* spp., *A. antunesi* e *A. obliqua*, a abundância dos insetos foi influenciada pelas características propostas no trabalho. Observar características individuais de cada árvore se mostrou importante para explicar a infestação e a abundância dos insetos que exploram seus frutos. Características complementares se mostram necessárias as aqui propostas, principalmente para *A. antunesi* e *A. obliqua*.

Palavras chave: *Anastrepha*, *Zaprionus indianus*, fruto danificado, relação tritrófica taperebá.

Abstract:

Many insect species were registered interacting with *S. mombin*, some have economical implications in the fruits. In this paper we discuss the insect abundance under influence of biometrical traits of fruits and fruit peel condition. 400 fruits (3,73 kg) were sampled from two locations on the urban area of Manaus, Amazonas state. About the traits, measures of weight were taken, and observed the stratification, peel condition, ripening state and which tree the fruit came from. We individualized the sampled fruits and the Tephritidae puparia to better observe the reared insects. Were reared 4.938 insects from six main groups, Tephritidae: 44 *Anastrepha antunesi* and 345 *Anastrepha obliqua*, Braconidae: 484 *Doryctobracon areolatus* and 155 *Opius bellus*, Drosophilidae: 3.333 *Zaprionus indianus* and 411 *Drosophila* spp.. Our results allows to presume the relation between insects abundance and average weight fruits, damaged fruits, ground sampled fruits and which tree the fruit was originated. Between fruits above the average weight the abundance of insects was higher in the heaviest. For the fruits, insect activity is another damaging (or damaging enhancer) factor besides the fall from the tree. The traits and peel condition discussed in this paper has influence in the insects abundance, except for *Drosophila* spp., *A. antunesi* and *A. obliqua*. Observe individually the tree characteristics showed an important step to explain infestation and abundance of insects exploring fruits. Additional fruits characteristics than the ones chosen in this paper could be necessary, for *A. antunesi* and *A. obliqua* in especial.

Keywords: *Anastrepha*, *Zaprionus indianus*, Damaged fruit, Tri-trophic interaction, yellow mombin

Sumário

Lista de Tabelas:	viii
Lista de Figuras:	ix
Introdução:	10
Taperebá.....	10
Tephritidae.....	11
Drosophilidae.....	11
Parasitoides.....	12
Justificativa.....	13
Objetivo:	13
Material e Métodos:	14
Locais de coleta.....	14
Material amostrado.....	15
Parâmetros de infestação.....	17
Análise estatística.....	17
Resultados:	19
Frutos amostrados e biometrias.....	19
Insetos obtidos.....	20
Parâmetros de infestação.....	21
Resultados das ANCOVAs.....	22
Resultados para a variável peso.....	22
Resultados para a variável estado de maturação do fruto.....	25
Resultados para a variável estado da casca do fruto.....	26
Resultado para a variável estratificação.....	27
Discussão:	29
Considerações Finais:	32
Referências Bibliográficas:	33

Lista de Tabelas:

Tabela 1: Código utilizado das árvores amostradas.	14
Tabela 2: Índices utilizados e seus respectivos cálculos.	17
Tabela 3: Valores das biometrias obtidas em frutos de taperebá.	19
Tabela 4: Características dos frutos por área de coleta. Média de peso; número de frutos por estado da casca e estado de maturação.	20
Tabela 5: Quantidade de frutos por estratificação e estado da casca.	20
Tabela 6: Ocorrência e número de indivíduos para os insetos obtidos no trabalho. Quando possível os insetos foram discriminadas por sexo.	21
Tabela 7: Resultados dos cálculos dos parâmetros de infestação. Valores referentes a infestação e viabilidade pupal com relação a Tephritidae. Valores referentes a parasitismo com relação a Braconidae.	21
Tabela 8: Resultados das análises de covariância. Na primeira coluna a espécie cuja abundância foi testada , na segunda coluna o correspondente valor de R ² . Demais colunas o valor de p para cada variável.	22

Lista de Figuras:

- Figura 1:** Indicações dos locais de coleta: INPA a esquerda e Acariquara a direita. A área verde de grande extensão: fragmento florestal da UFAM..... 15
- Figura 2:** Recipiente utilizado para obtenção dos insetos em laboratório..... 16
- Figura 3:** Exemplares de *S. mombim*. A) dois exemplares de taperebá com casca intacta. B) dois exemplares de taperebá com casca danificada. C) dois exemplares de taperebá com casca muito danificada. Setas vermelhas indicam os danos..... 18
- Figura 4:** Exemplares de *S. mombim* em diferentes estados de maturação. A) e B) considerados verdes. C) e D) considerados maduros. 19
- Figura 5:** Distribuição da abundância dos insetos por peso do fruto. Cada ponto representa um fruto. 23
- Figura 6:** Distribuição do peso dos frutos por árvore de origem. Cada ponto representa um fruto. Os triângulos alaranjados marcam a média de peso. 24
- Figura 7:** Distribuição do total de insetos adultos em frutos por árvore. Cada ponto represent um fruto. Os triângulos alaranjados marcam a média da abundância de insetos adultos..... 24
- Figura 8:** Abundância das espécie por estado de maturação de fruto de *S. mombim*. Frutos verdes e frutos maduros..... 25
- Figura 9:** Abundância dos insetos por estado da casca do fruto de *S. mombim*. Frutos com casca intacta, frutos com casca danificada e frutos com casca muito danificada. 26
- Figura 10:** Abundância dos insetos por estratificação do frutos coletados de *S. mombim*..... 27
- Figura 11:** Distribuição do total de insetos adultos em frutos por estratificação coletada. Cada ponto representa um fruto. Os triângulos alaranjados marcam a média de bundância de insetos adultos..... 28

Introdução:

Taperebá

O taperebá, *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae), também é chamado, entre outros nomes populares, cajá, cajamirim, hogplum, jobo, jocote e ciruela amarilla (Cavalcante 1991), seu principal sinônimo é *Spondias lutea* L. (Mitchell e Daly 2015). Tem origem neotropical, ocorrendo do sul da Flórida e México até o e Brasil (Cavalcante 1991; Mitchell e Daly 2015). Encontrada principalmente em baixas altitudes, hoje se encontra dispersa no norte, nordeste, centro-oeste e sudeste do Brasil (Rabelo 2012), na Amazônia ocorre principalmente em ambientes de várzea e terra firme (Cavalcante 1991). Essas plantas são cultivadas, e também podem ser encontrados exemplares selvagens (Rabelo 2012).

A planta é arbórea que pode alcançar até 30 metros de altura (Rabelo 2012), o tronco tem casca espessa, rugosa e fissurada (Cavalcante 1991). A copa é espreada de até 15 m de diâmetro. As folhas são composto-pinada e folíolos com 9-15 pares elípticos (Cavalcante 1991).

Com inflorescências de panículas terminais; flores diminutas, brancas e polígamas (Cavalcante 1991). Suas flores são polizadas por isetos, primariamente abelhas (Mitchell e Daly 2015). De floração e frutificação sazonal, acontecendo na região norte entre dezembro a junho (Rabelo 2012).

Os frutos são do tipo drupa, ovais, de 3 a 5 cm de comprimento e 2 a 3 cm de diâmetro, com casca fina, macia e lisa, polpa succulenta, semente oblongada, verdes quando imaturos e amarelos quando maduros, a polpa é sucosa e de sabor doce-acidulada (Cavalcante 1991; Rabelo 2012). Janzen (1985) discute que a principal síndrome de dispersão das sementes de *S. mombin* ao longo da sua história evolutiva seria de herbívoros da megafauna, privada atualmente da interação com esses animais e dispersa por outros grupos, como roedores e cervídeos.

Os frutos também são utilizados no consumo humano, possuindo características físico-químicas relevantes a nutrição como: proteínas, lipídios, açúcares, fibras, carotenoides e vitamina C. Tem ainda importante papel no mercado nacional com significantes produções locais, são consumidos tanto *in natura* como na indústria na forma de geleia, picolés e sorvete (Bastos *et al.* 2008; Rabelo 2012).

Diversos registros na literatura relatam o ataque de moscas frugívoras em frutos de taperebá, principalmente por espécies de tefritídeos, lonqueídeos e drosophilídeos (Diptera: Tephritidae, Lochaetidae e Drosophilidae) (Pipkin 1965; Sevenster e Van Alphen 1993; Leal *et al.* 2009; Costa *et al.* 2011; Strikis *et al.* 2011). De interesse no presente trabalho: Tephritidae e Drosophilidae.

Tephritidae

Os Diptera do grupo Tephritidae também são conhecidos como moscas-das-frutas, consistem em insetos de grande relevância econômica. Segundo a *Food and Agriculture Organization/International Atomic Energy Agency* (FAO/IAEA 2015) as moscas-das-frutas atacam frutas e verduras causando prejuízos capazes de impactar o comércio mundial de produtos agrícolas. Essas moscas demandam o emprego de diversas técnicas de manejo, aplicação intensiva de inseticidas e políticas restritas de importação em países livres das principais espécies dessas moscas. O bioma amazônico ocupa mais de 50% do território brasileiro e 47% (número atualizado) do total de espécies brasileiras de *Anastrepha* encontram-se nesse ambiente (Zucchi 2000; Zucchi 2008). O ambiente amazônico é um potencial foco permanente de infestação dessas moscas (Silva e Ronchi-Teles 2000).

Os principais Tephritidae registrados infestando taperebá são espécies de *Anastrepha* Schiner (Leal *et al.* 2009; Costa *et al.* 2011). No Brasil, 121 espécies de *Anastrepha* são relatadas (Uchoa 2016), sendo 54 delas registradas de na Amazonia brasileira (Zucchi 2008). Associadas a frutos de taperebá no território brasileiro foram relatadas quatro espécies de moscas-das-frutas: *Anastrepha antunesi* Lima, *Anastrepha distincta* Greene, *Anastrepha obliqua* (Macquart) e *Anastrepha striata* Schiner (Zucchi 2008).

Grande parte dos trabalhos cujo tema aborda mosca-das-frutas e taperebá envolvem a caracterização biométrica dos frutos, geralmente utilizando apenas o peso, enquanto em outros trabalhos usa-se o tamanho do fruto ou espessura da polpa. Cunha *et al.* (2011) discute de maneira não conclusiva a influência da espessura da polpa no parasitismo e Nascimento *et al.* (2015) discute que frutos com peso e tamanho próximos aos valores médios de suas distribuições tendem a receber infestação e parasitismo. Sivinski *et al.* (1997) realizaram observações sobre como o peso, espessura da polpa, tamanho, altura do dossel e período de frutificação influenciam o parasitismo de *Anastrepha* em *S. mombin* no México. Essas informações indicam que outras características também devem ser exploradas e analisadas nesses estudos.

Drosophilidae

Quanto aos Drosophilidae (Diptera), no Brasil são conhecidas atualmente 305 espécies que fazem uso de uma ampla gama de dietas, variando de substâncias de origem vegetal até fungos (Tidon *et al.* 2016). Já para o Estado do Amazonas, Gottschalk *et al.* 2008 verificou a ocorrência de 39 espécies de drosofilídeos. Ocorrendo em todo território brasileiro, diversas espécies dessa família foram relatadas em biomas como a Amazônia e o Cerrado, entre outros (Linde *et al.* 2006; Gottschalk *et al.* 2008; Acurio e Rafael 2009; Carvalho *et al.* 2012; Silva e

Silva-Forsberg 2015), trabalhos sobre drosofilídeos na Amazônia brasileira e suas interações ainda são escassos.

Tidon (2006) discute e caracteriza a relação de drosofilídeos com o ambiente em vegetações de cerrado, e utilizando armadilhas observou a flutuação temporal e espacial da população. Também em Cerrado, Roque *et al.* (2009) discutiu locais de reprodução de Drosophilidae em frutos caídos de três espécies vegetais, mostrando a importância do longo período de frutificação de *Emmotum nitens* (Benth.) Miers (Icacinaceae) na manutenção de populações de drosophilídeos em frutos no solo.

A mosca-do-figo *Zaprionus indianus* Gupta, espécie de origem afrotropical (Vilela 1999), é provavelmente o principal drosofilídeo praga no país, foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1999, no município de Santa Isabel (Estado de São Paulo), infestando frutos de caqui *Diospyros kaki* L. (Ebenaceae), e em Valinhos (Estado de São Paulo), associada a figo *Ficus carica* L. (Moraceae) (Vilela, 1999). Posteriormente, foi registrada em vários estados, como no Rio Grande do Sul (Castro e Valente 2001), Santa Catarina (De Toni *et al.* 2001), Paraíba, Pernambuco, Bahia (Santos *et al.* 2003), Maranhão, Pará, Rondônia (Tidon *et al.* 2003), Minas Gerais (Kato *et al.* 2004), Mato Grosso, Rio de Janeiro (David *et al.* 2006), Amazonas (Furtado *et al.* 2009), Ceará (Galego e Carareto 2010), Rio Grande do Norte (Fernandes e Araújo, 2011) e Mato Grosso do Sul (Barbosa *et al.* 2012), além do Distrito Federal (Tidon *et al.* 2003). Castrezana (2011) e Santos *et al.* (2003) discutem a rápida chegada em territórios brasileiros por *Z. indianus*, a facilidade que a espécie teve para colonizar o continente americano a partir do Brasil e seu potencial como peste agrícola por infestar uma grande diversidade de frutos.

Espécies de Drosophilidae também podem causar prejuízos a fruticultura e serem pragas em potencial (Linde *et al.* 2006; Goodhue *et al.* 2011; Walsh *et al.* 2011), enquanto algumas podem oferecer ainda riscos ambientais como nos casos das espécies invasoras (Martins 1989; Leão e Tidon 2004; Silva e Silva-Forsberg 2015). Atualmente *Z. indianus* é uma importante praga da cultura do figo (Stein *et al.* 2003).

Parasitoides

Levando em conta a importância econômica do taperebá, buscar formas de reduzir suas perdas durante a produção se fazem necessárias, e uma dessas formas é através do manejo integrado de pragas. Nesse sentido, é de interesse conhecer a biologia de insetos capazes de prejudicar o fruto e as interações desses organismos com a planta, caracterizando principalmente inimigos naturais (como parasitoides) para as pragas (Gallo *et al.* 2002).

São relatados parasitoides (Hymenoptera) de *Anastrepha* das famílias Braconidae e Figitidae (Zucchi *et al.* 2011a). Dentre esses braconídeos temos quatro espécies registradas em moscas-das-frutas em taperebá: *Asobara anastrephae* (Muesebeck) , *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *Opius bellus* Gahan e *Utetes anastrephae* (Viereck) (Silva *et al.* 2007a; Silva *et al.* 2007b; Silva e Silva 2007; Cunha *et al.* 2011; Marsaro Júnior *et al.* 2011; Jesus-Barros *et al.* 2012; Deus *et al.* 2013; Nascimento *et al.* 2015).

Justificativa

A caracterização das interações entre insetos e frutos de taperebá possibilita planejar melhores formas de exploração e manejo da polpa e suas pragas.

Objetivo:

Verificar a influência das características biométricas, o estado da casca do fruto, estado de maturação e estratificação do fruto na abundância de insetos frugívoros (Diptera: Tephritidae e Drosophilidae) e parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) em taperebá.

Material e Métodos:

Locais de coleta

As coletas foram realizadas em duas localidades da cidade de Manaus nos meses de janeiro e fevereiro, dentro do período de frutificação do taperebá. As coletas no *Campus II* do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (S03°05'43,7" / W059°59'22,0") foram realizadas em Janeiro/2015 em cinco árvores e as coletas no conjunto Acariquara (S03°04'58,3" / W059°57'45,6") em Fevereiro/2015 em quatro árvores. No Acariquara Os dois locais de coleta estão distantes 3,2 km um do outro (Figura 1). A Tabela 1 indica os códigos empregados para indicar as árvores cujos frutos foram amostrados.

Tabela 1: Código utilizado das árvores amostradas.

INPA	Acariquara
Planta A1	Planta B1
Planta A2	Planta B2
Planta A3	Planta B3
Planta A4	Planta B4
Planta A5	

O INPA se localiza em uma área urbanizada com intenso fluxo de pessoas e próximo a movimentadas avenidas. Possui considerável cobertura vegetal, incluindo a presença de espécies frutíferas. Já o Acariquara, conjunto residencial aberto similar a um bairro, fica próximo ao fragmento florestal da Universidade Federal do Amazonas (UFAM); o fragmento possui cerca de 700 hectares com ambientes de floresta de terra firme e nascentes de igarapés. Esse fragmento tem menor interferência humana que a vegetação próxima ao INPA. Além da proximidade com o fragmento, as plantas foram selecionadas dentro do conjunto Acariquara pela baixa atividade de pessoas e veículos.

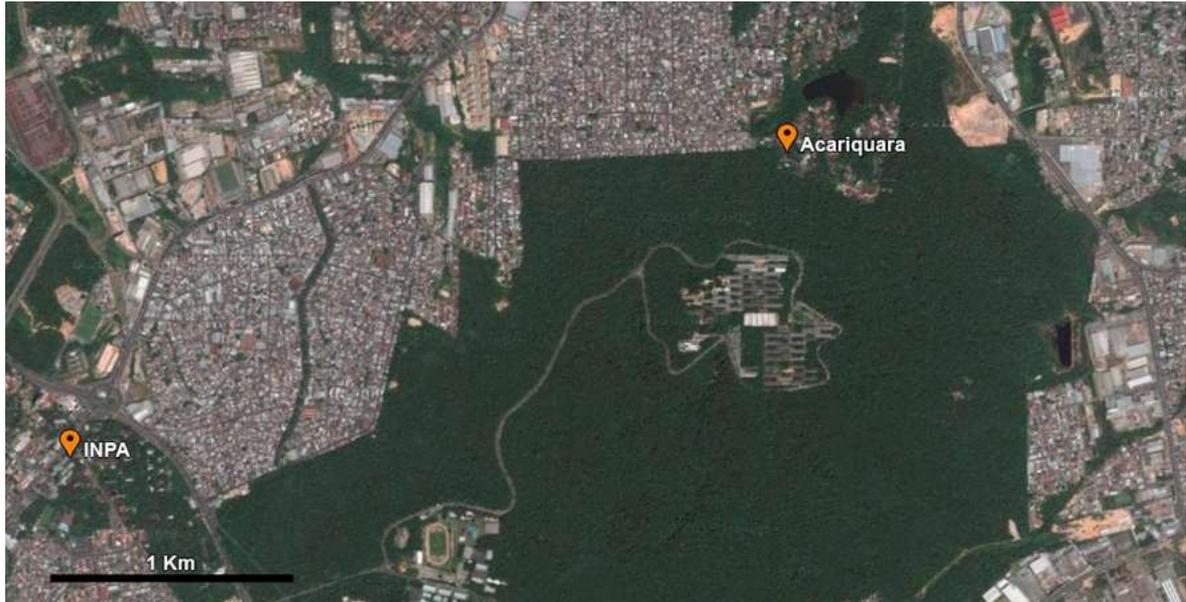


Figura 1: Indicações dos locais de coleta: INPA a esquerda e Acariquara a direita. A área verde de grande extensão: fragmento florestal da UFAM.

Material amostrado

Foram amostrados um total de 400 frutos de teperebá (*Spondias mombin*), sendo 200 em cada local. Considerando a estratificação, os 200 frutos foram subdivididos em frutos do solo e colhidos diretamente da planta, sendo 100 unidades separadas para cada uma dessas duas categorias em cada local. Foram coletados frutos em diferentes estados de maturação.

Frutos demasiadamente danificados ou já em estado de putrefação foram rejeitados para o trabalho. Os fatores biométricos observados para o trabalho foram: peso, diâmetro e comprimento. O peso foi obtido com auxílio de balança analítica, enquanto o diâmetro e comprimento foram medidos com um paquímetro. Foram coletados frutos em diferentes estados de maturação.

Os frutos foram separados em três categorias: intacto, danificado e muito danificado. Para a caracterização do estado da casca foi feita a inspeção visual dos frutos. Nesse procedimento os frutos foram observados individualmente por danos na casca. Frutos com casca intacta não apresentaram danos aparentes. Frutos danificados apresentaram algumas perfurações ou cortes na superfície da casca. Frutos muito danificados apresentaram várias perfurações, cortes, ou danos significativos de forma geral, capazes até mesmo de expor a polpa.

Os frutos amostrados foram individualizados em gaiolas plásticas de criação de 450 mL e 9 cm de altura, disponíveis para compra comercial. As tampas das gaiolas foram adaptadas com uma janela de tecido fino (voal). No fundo das gaiolas foi colocado uma camada de 2 cm de vermiculita expandida triturada em pó (Figura 2). O voal permitiu a troca de oxigênio e

umidade entre o laboratório e os recipientes de criação sem o escape dos insetos, enquanto a vermiculita auxiliou na manutenção da umidade e forneceu um substrato similar ao solo para a empupação dos insetos.



Figura 2: Recipiente utilizado para obtenção dos insetos em laboratório.

Para obtenção dos pupários, semanalmente a vermiculita foi peneirada com uma peneira de malha 1 mm. Os pupários foram então separados, identificados e colocados em recipientes menores com vermiculita e cobertura de filme de PVC. Nesses recipientes menores os insetos que emergiam, foram mantidos vivos por 48 h e após esse período fixados em álcool 70% com a respectiva identificação. Manter os insetos vivos por esse período permitiu o devido desenvolvimento das características morfológicas utilizadas para identificação. Quando possível, igualmente, os pupários de *Drosophilidae* foram agrupados e separados para a emergência dos adultos.

Os insetos foram sexados e identificados ao menor nível taxonômico possível. As espécies de *Anastrepha* foram identificadas segundo Zucchi *et al.* (2011b). Para as moscas-das-frutas, a chave de identificação permite a identificação dos espécimes fêmeas, sendo os indiví-

duos machos associados às fêmeas quando possível, considerados apenas *Anastrepha* sp. indivíduos machos sem fêmea associável ou de frutos com emergência de mais de uma espécie de fêmea. Os parasitoides foram identificados segundo Marinho *et al.* (2011). Um especialista identificou uma parte dos Drosophilidae, espécie *Zaprionus indianus* Gupta e considerou morfoespécie para a outra parte (gênero *Drosophila*), posteriormente confirmará gênero e espécie.

Parâmetros de infestação

Para melhor caracterizar a infestação dos frutos, foram calculados índices informativos segundo Silveira Neto *et al.* (1976), Hernández-Ortiz *et al.* (1994) e Southwood (1995). Os índices utilizados foram Nível de Infestação, Densidade Total de Infestação, Taxa de Emergência, Viabilidade Pupal e Porcentagem de Parasitismo (Tabela 2). Não foi possível calcular esses parâmetros para Drosophilidae por casualidades durante a separação e criação dos insetos.

Tabela 2: Índices utilizados e seus respectivos cálculos.

Índice	Cálculo
Nível de infestação ¹	$NIF = \frac{n^{\circ} \text{ de frutos infestados}}{\text{Total de frutos}} \times 100$
Densidade total de infestação ³	$DT = \frac{n^{\circ} \text{ de pupários}}{\text{peso total dos frutos}}$
Viabilidade pupal ¹	$VP = \frac{n^{\circ} \text{ de moscas emergidas}}{n^{\circ} \text{ total de pupários}} \times 100$
Porcentagem de parasitismo ²	$PP = \frac{n^{\circ} \text{ de parasitoides emergidos}}{n^{\circ} \text{ de pupários de moscas coletados}} \times 100$
Taxa de emergência ¹	$E = \frac{n^{\circ} \text{ de adultos emergidos}}{n^{\circ} \text{ total de pupários}} \times 100$

.¹ Silveira Neto *et al.* (1976); ² Hernández-Ortiz *et al.* (1994); ³ Southwood (1995).

Análise estatística

Foram realizadas análises de covariância (ANCOVA) entre as características escolhidas dos frutos (peso, estratificação, estado da casca e estado de maturação) e a abundância das espécies obtidas. O Peso foi considerado uma variável quantitativa, as demais consideradas qualitativas. Para estratificação foram utilizados os rankings planta e solo; para estado da casca do fruto foram utilizados: intacta (I), danificada (D) ou muito danificada (MD) (Figura 3); para estado de maturação foram utilizados verde para os frutos de aspecto esverdeado e poupa dura ou maduro para os frutos de aspecto amarelo e polpa mais macia (Figura 4). As medidas de Comprimento e Diâmetro foram suprimidas dos testes por se mostrarem correlacionadas com

o Peso. A árvore onde o fruto foi coletado foi acrescentada como fator para observar se características locais influenciaram os resultados. Foram considerados nesse trabalho valores significativos para $p \leq 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas no software R (Versão 3.2.1, R Core Team, 2013).

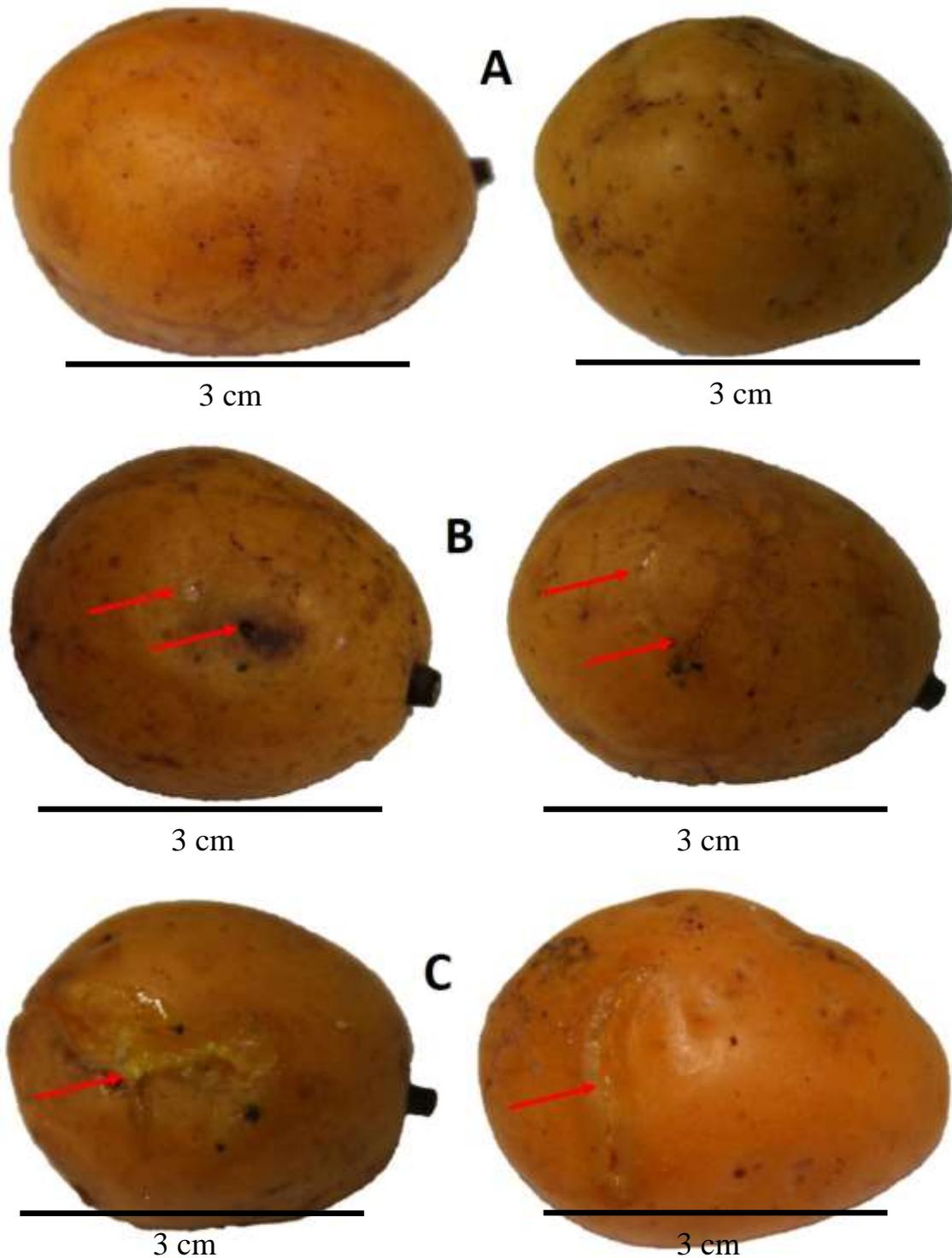


Figura 3: Exemplos de *S. mombim*. A) dois exemplares de taperebá com casca intacta. B) dois exemplares de taperebá com casca danificada. C) dois exemplares de taperebá com casca muito danificada. Setas vermelhas indicam os danos.

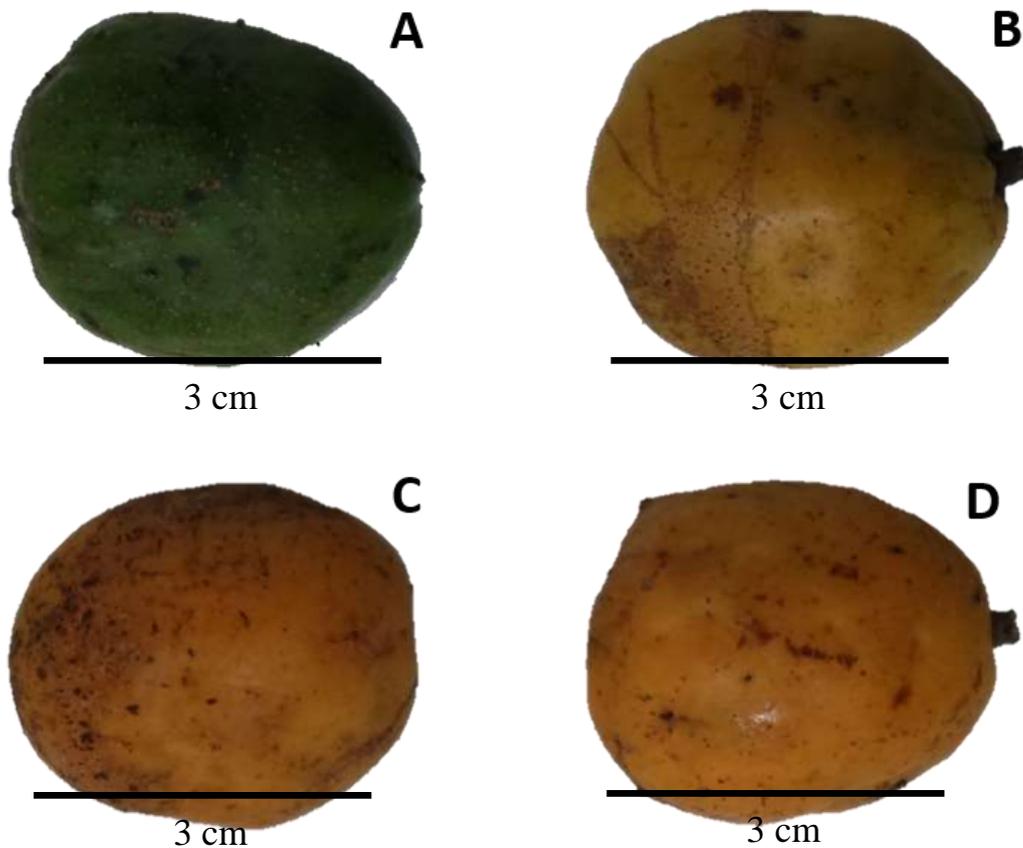


Figura 4: Exemplos de *S. mombin* em diferentes estados de maturação. A) e B) considerados verdes. C) e D) considerados maduros.

Resultados:

Frutos amostrados e biometrias

Foram amostrados e analisados 400 frutos, totalizando 3,73 kg. Os valores das biometrias se encontram na Tabela 3. Observando o estado da casca, 85 frutos foram avaliados como intactos, 145 considerados danificados e 170 como muito danificados, 328 frutos maduros e 72 verdes; as principais características dos frutos separados por local estão indicados na Tabela 4. Na Tabela 5 está indicada a distribuição dos frutos segundo em estado de maturação e estado da casca por estratificação.

Tabela 3: Valores das biometrias obtidas em frutos de taperebá.

Medida	Média	Menor Valor	Maior Valor
Peso (g)	9,34 ±3,04	3,33	19,53
Comprimento (cm)	3,35 ±0,42	2,30	4,40
Diâmetro (cm)	2,42 ±0,29	1,60	3,90

Tabela 4: Características dos frutos por área de coleta. Média de peso; número de frutos por estado da casca e estado de maturação.

	INPA	Acariquara
Média de peso (g)	7,40 ±1,90	11,28 ±2,84
Casca intacta	37	48
Casca danificada	69	76
Casca muito danificada	94	76
Frutos maduros	157	171
Frutos verdes	43	29

Tabela 5: Quantidade de frutos por estratificação e estado da casca.

	Coletados na planta		Coletados do solo	
	Maduros	Verdes	Maduros	Verdes
Intactos	38	33	9	5
Danificados	65	18	62	0
Muito danificados	32	14	122	2

Insetos obtidos

Obtivemos insetos adultos de 311 frutos, totalizando 4.938 indivíduos distribuídos em 9 grupos (Tabela 6).

Pupários de moscas-das-frutas (Tephritidae) foram separados de 322 frutos. Foram obtidos 1423 pupários de *Anastrepha* (menor número de pupários em um fruto foi 0 e o maior 19), média de 3,55 pupários/fruto. O menor número de moscas-das-frutas emergidas de um fruto foi 0, e o maior, 11. Foram obtidas moscas-das-frutas de duas espécies: *Anastrepha obliqua* (Macquart) e *Anastrepha antunesi* Lima; 106 exemplares não puderam ser identificados em nível específico por se tratarem de machos sem fêmeas associadas ou de frutos com mais de uma espécie de fêmea.

Foram obtidos braconídeos de duas espécies: *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) e *Opius bellus* Gahan. Foi possível registrar a presença simultânea das duas espécies de parasitoides em 63 frutos.

Dentre os Drosophilidae, foram obtidos exemplares de *Drosophila* spp. e de *Zaprionus indianus* Gupta. *Z. indianus* infestaram 200 frutos (50% nível de infestação) e *Drosophila* spp.

infestaram 84 frutos (nível de infestação 21%). Simultaneamente os dois grupos infestaram 83 frutos.

De frutos coletados no solo foram obtidos insetos dos grupos Nitidulidae, Figitidae e Estratiomyidae, totalizando 60 indivíduos, não utilizados no presente trabalho por ainda terem sido identificados.

Tabela 6: Ocorrência e número de indivíduos para os insetos obtidos no trabalho. Quando possível os insetos foram discriminadas por sexo.

Espécie	Ocorrência	♂	♀	Total
<i>Anastrepha antunesi</i> Lima	11	20	24	44
<i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart)	139	128	217	345
<i>Anastrepha</i> sp. (machos)	73	106	X	106
<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szépligeti)	190	230	254	484
<i>Opius bellus</i> Gahan	91	69	86	155
<i>Drosophila</i> spp.	84	X	X	411
<i>Zaprionus indianus</i> Gupta	200	X	X	3.333
Outros	38	X	X	60
Somatória	-	-	-	4.938

Parâmetros de infestação

Os resultados dos parâmetros de infestação, calculados com base em Tephritidae e Braconidae, se encontram na Tabela 6.

Tabela 7: Resultados dos cálculos dos parâmetros de infestação. Valores referentes a infestação e viabilidade pupal com relação a Tephritidae. Valores referentes a parasitismo com relação a Braconidae.

Índice	Valor
Nível de infestação	80,5%
Densidade total de infestação	380,87 pupários/kg
Viabilidade pupal	34,29%
Porcentagem de parasitismo	44,90%
Taxa de emergência (Tephritidae e Braconidae)	79,20%

Resultados das ANCOVAs

A Tabela 8 sumariza os resultados obtidos das análises de covariância realizados para as espécies (ou agrupamento de morfotipos no caso de *Drosophila* spp.). A análise teve resultado significativo para as variáveis peso e árvore de origem para a abundância de *A. antunesi*. Para a abundância de *A. obliqua* a análise resultou significativamente apenas a variável peso. Analisando a abundância de *Drosophila* spp. apenas a variável peso não teve resultado significativo. As abundâncias de *D. areolatus* e *O. bellus* resultaram de forma significativa para todas as variáveis propostas.

Tabela 8: Resultados das análises de covariância. Na primeira coluna a espécie cuja abundância foi testada, na segunda coluna o correspondente valor de R². Demais colunas o valor de p para cada variável.

Espécie	R ²	Valor de p				
		Peso	Maturação	Estado da casca	Estratificação	Ávore de origem
<i>Anastrepha antunesi</i>	0,049	<0,001	0,400	0,308	0,176	0,025
<i>Anastrepha obliqua</i>	0,036	<0,001	0,371	0,199	0,922	0,324
<i>Doryctobracon areolatus</i>	0,225	<0,001	<0,001	0,022	<0,001	0,039
<i>Opius bellus</i>	0,220	<0,001	0,003	0,016	<0,001	0,001
<i>Zaprionus indianus</i>	0,264	0,010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Drosophila</i> spp.	0,160	0,542	0,003	<0,001	<0,001	<0,001

Resultados para a variável peso

As distribuições da abundância dos insetos com o peso dos frutos estão representadas nos gráficos da Figura 5. Observando os pontos, nota-se que a abundância dos insetos está concentrada em frutos com o peso próximo da média (9,34 g), com exceção de *A. antunesi* e *Drosophila* spp. (sem relação significativa com essa variável) com pontos mais dispersos. Na Figura 6 está representada a distribuição do peso dos frutos por árvore. Representada na Figura 7 a distribuição da abundância de insetos adultos por árvore.

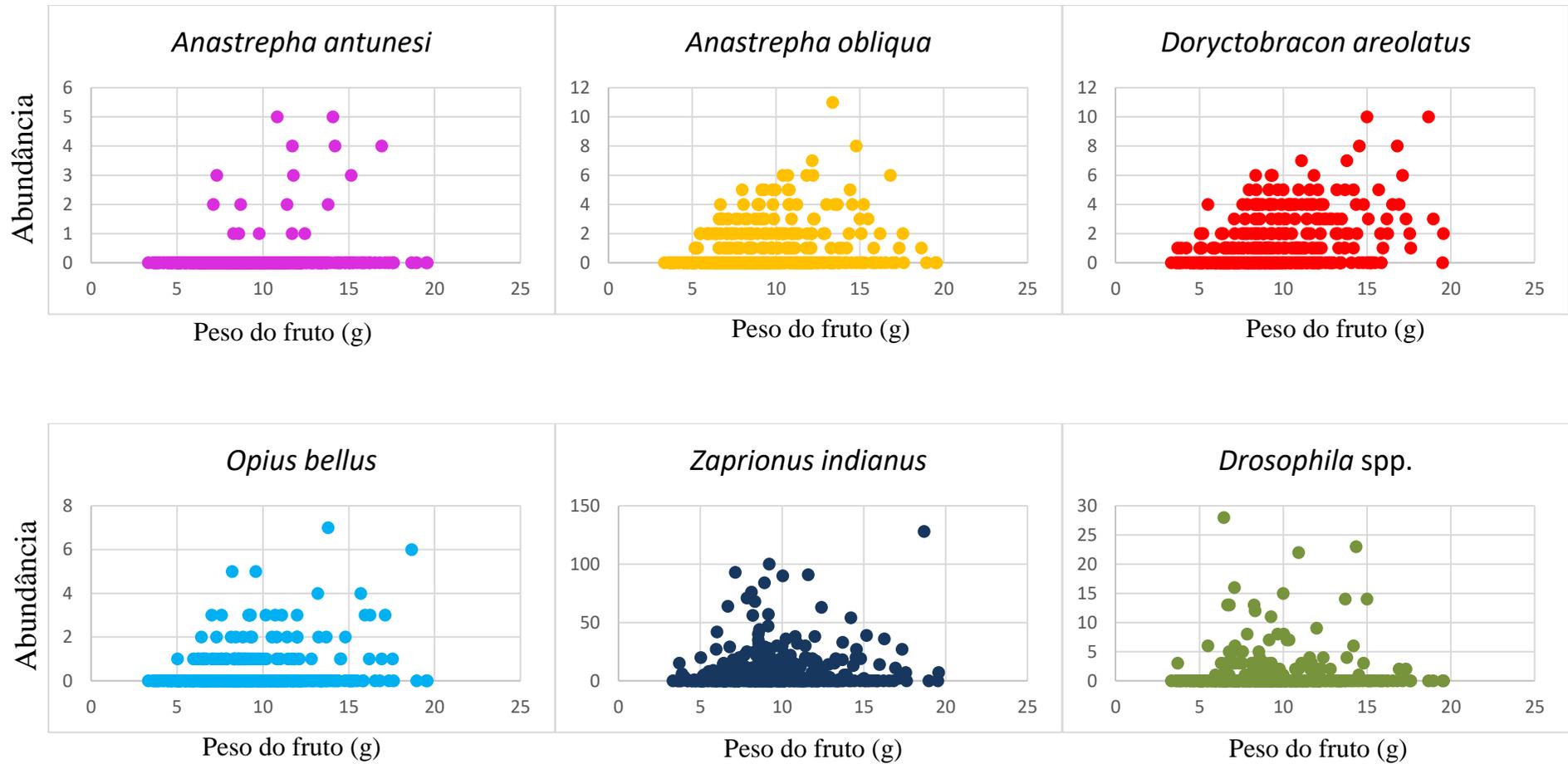


Figura 5: Distribuição da abundância dos insetos por peso do fruto. Cada ponto representa um fruto.

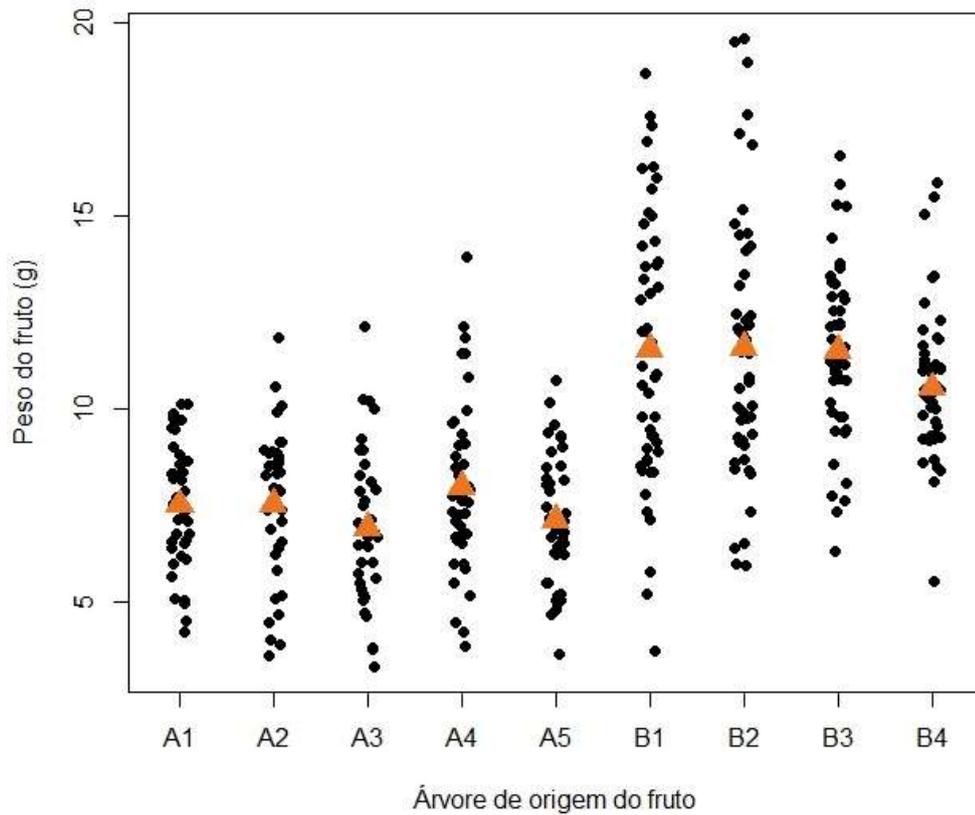


Figura 6: Distribuição do peso dos frutos por árvore de origem. Cada ponto representa um fruto. Os triângulos alaranjados marcam a média de peso.

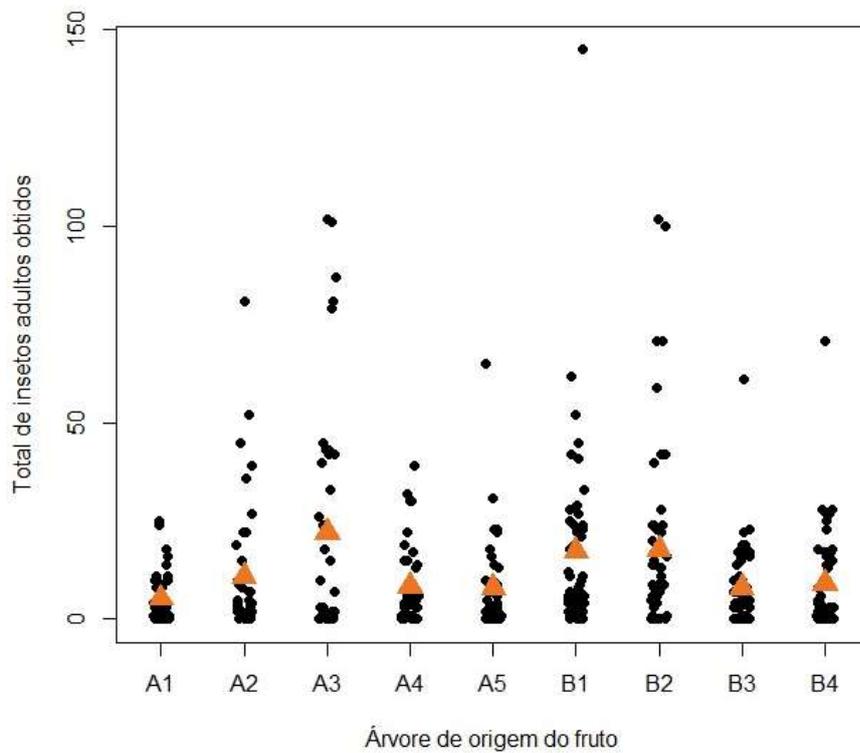


Figura 7: Distribuição do total de insetos adultos em frutos por árvore. Cada ponto represent um fruto. Os triângulos alaranjados marcam a média da abundância de insetos adultos.

Resultados para a variável estado de maturação do fruto

A Figura 8 resume a abundância dos insetos em cada estado de maturação utilizado no trabalho para caracterizar os frutos de taperebá.

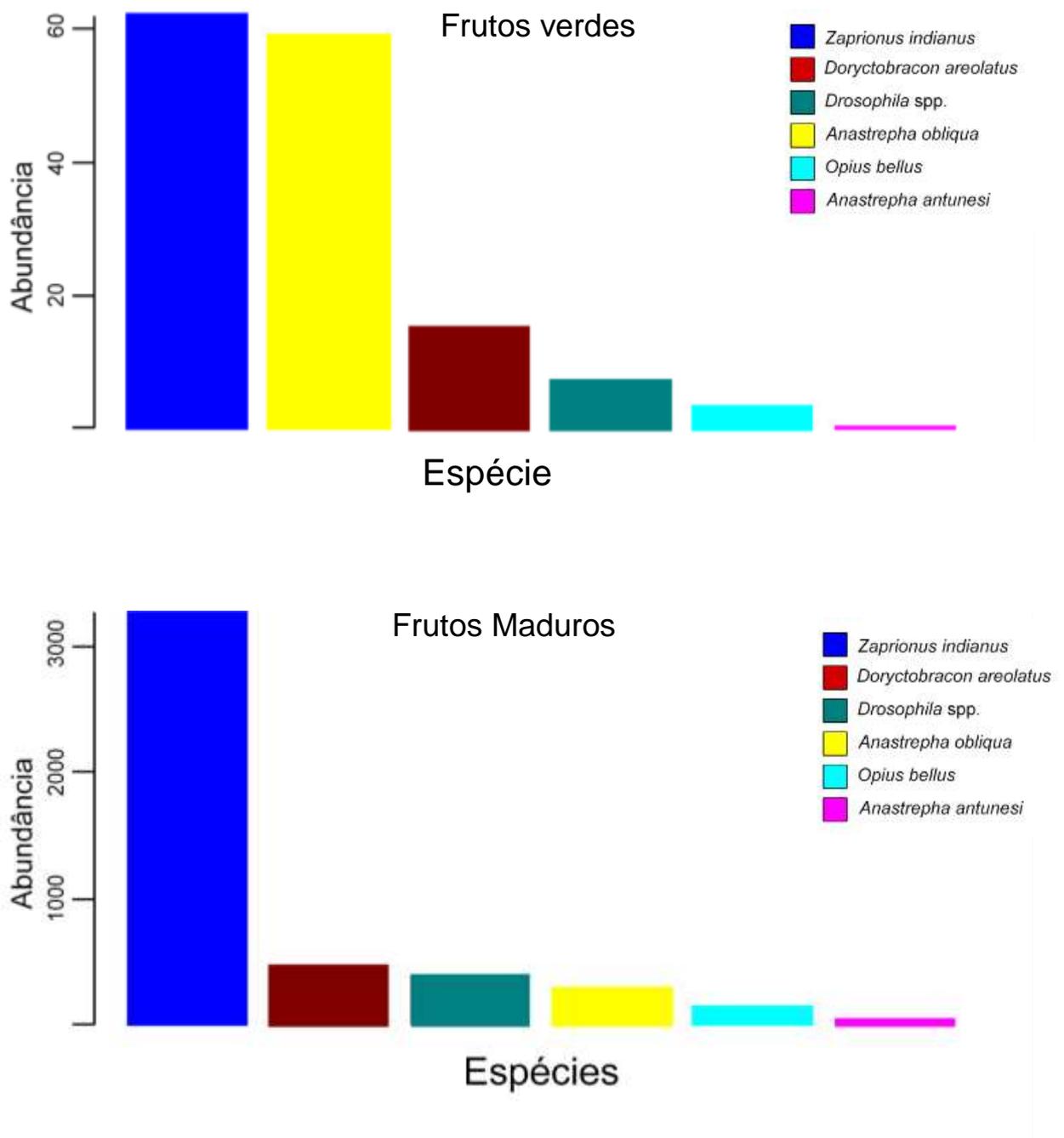


Figura 8: Abundância das espécie por estado de maturação de fruto de *S. mombin*. Frutos verdes e frutos maduros.

Resultados para a variável estado da casca do fruto

A Figura 9 sintetiza a abundância das espécies por categoria de estado da casca do fruto. Entre frutos com casca intacta e danificada temos valores bem similares de abundância.

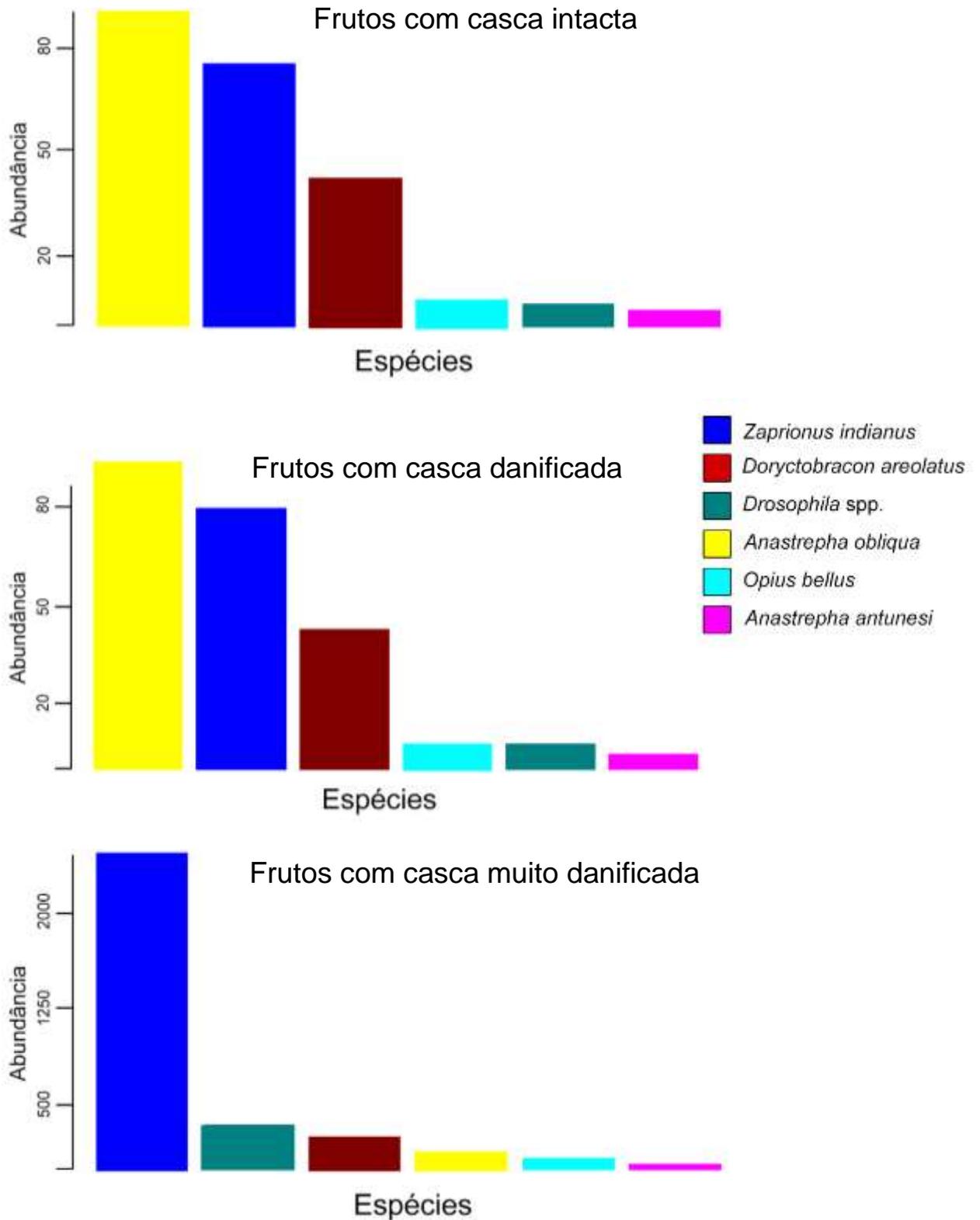


Figura 9: Abundância dos insetos por estado da casca do fruto de *S. mombin*. Frutos com casca intacta, frutos com casca danificada e frutos com casca muito danificada.

Resultado para a variável estratificação

Na Figura 10 são dispostas, por estratificação, as abundâncias dos insetos obtidos. É notável a abundância de *Z. indianus* em frutos coletados no solo. Na Figura 11 está a distribuição da abundância de insetos adultos por estratificação, é notável a quantidade de insetos em frutos coletados no solo.

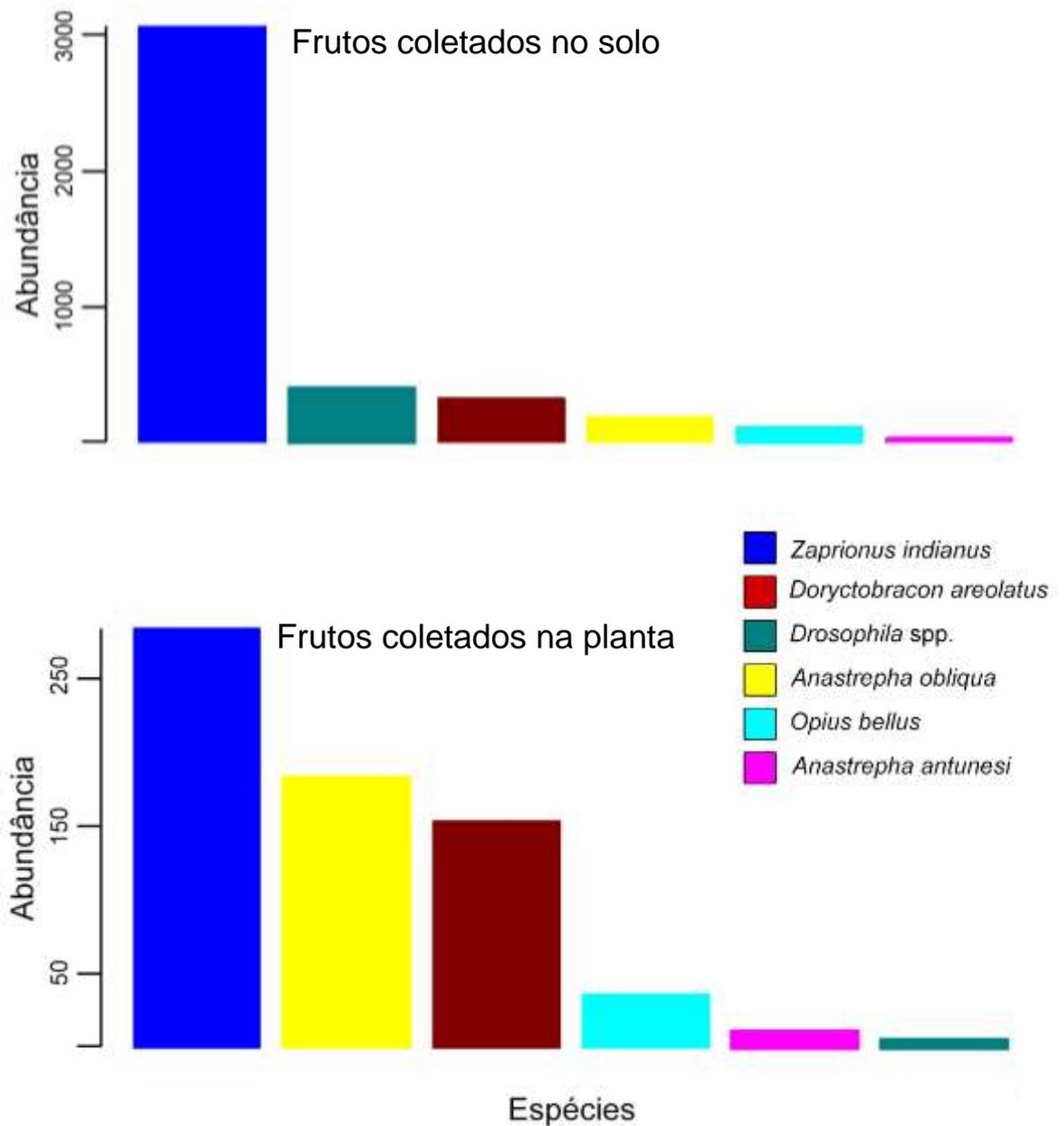


Figura 10: Abundância dos insetos por estratificação do frutos coletados de *S. mombin*.

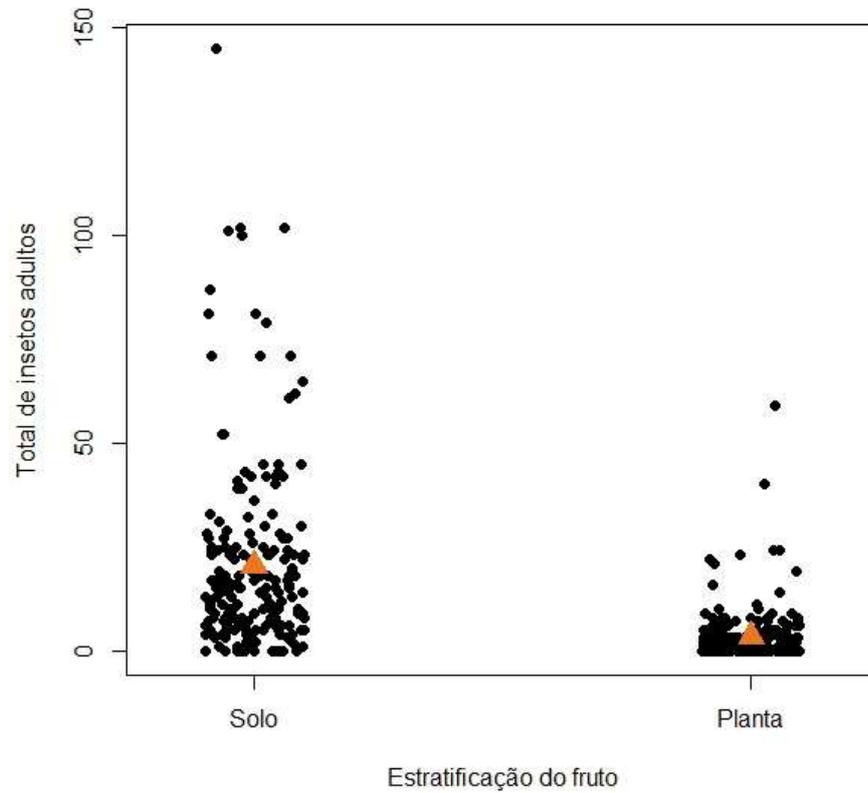


Figura 11: Distribuição do total de insetos adultos em frutos por estratificação coletada. Cada ponto representa um fruto. Os triângulos alaranjados marcam a média de bundância de insetos adultos.

Discussão:

O presente trabalho é o primeiro a fazer associação tritrófica entre a espécie vegetal *S. mombin* e os insetos *Anastrepha antunesi* e *Doryctobracon areolatus*. A proporção de pupários de *Anastrepha* por fruto calculada nesse trabalho (Tabela 6) é superior as proporções encontrados por Silva *et al.* (2007b) de 1,3 pupários/frutos, Silva e Silva (2007) de 0,5 pupários/frutos e Cunha *et al.* (2011) de 2,37 pupários/fruto. A densidade total de infestação (Tabela 6) foi maior que nos trabalho de Silva *et al.* (2007a) com 45,7 pupários/kg, Silva e Silva (2007) com 52,3 pupários/kg e Cunha *et al.* (2011) com 141,7 pupários/kg. O valor de viabilidade pupal (Tabela 6) foi próximo a 32,4% obtido por Silva *et al.* (2007a). A porcentagem de parasitismo calculada para as das moscas-das-frutas (Tabela 6) foi alta em comparação a Silva *et al.* (2007a) de 10,5% e Silva e Silva (2007) de 21,7%. A taxa de emergência calculada (Tabela 6) foi superior a de Nascimento *et al.* 2015 com 57,7% e de Cunha *et al.* (2011) com 54%.

Os resultados sugerem ainda que outras variáveis não utilizadas auxiliariam na melhor compreensão da relação fruto/abundância de insetos, visto que o modelo aqui trabalhado demonstrou limitações para as espécies *Anastrepha antunesi*, *Anastrepha obliqua* e *Drosophila* spp. (Tabela 8). Juntamente com as características observadas, o ambiente onde a árvore se situa desempenha o papel de manter esses insetos e facilitar ou dificultar o acesso deles aos frutos, outros insetos podem ter acesso a esse recurso uma vez que o fruto chega ao solo. Sobre a presença dos parasitoides, registramos *Opius bellus* nas duas áreas trabalhadas, mesmo nas de atividade humana mais intensa, Ovruski *et al.* (2004) não encontraram essa espécie em áreas muito perturbadas.

Observamos a necessidade de um futuro trabalho para avaliar se os outros organismos aqui registrados explorando o taperebá podem interagir negativamente de maneira direta ou indireta com os já identificados. Por associação, podemos já inferir que os Figitidae obtidos são parasitoides de moscas Drosophilidae.

O local de coleta é importante quando observamos a média de peso dos frutos ofertados em cada um (Tabela 4 e Figura 6), indicando a não homogeneidade entre os frutos dessas regiões. É possível que no Acariquara os frutos tenham diferenças qualitativas (água, açúcares, proteínas, etc.) ou quantitativas (densidade da polpa, espessura da polpa, etc.) em comparação aos frutos do INPA.

É preciso levar em conta que a maioria dos frutos apresentaram algum tipo de dano na casca do fruto, total de 315 (78,75%) e um número expressivo de 170 (42,5%) deles com a casca do fruto muito danificada (Tabela 4). É facilmente perceptível que frutos no solo, em sua

maioria, estão danificados (Tabela 5), principalmente pela queda dos frutos maduros, ao passo que provavelmente frutos ainda na planta tem seus danos pela ação de organismos ou algum outro agente externo. O simples fato do fruto estar danificado não é o suficiente para garantir que ele será explorado por moscas-das-frutas e parasitoides, as moscas buscam frutos com determinadas propriedades nutricionais e parasitoides buscam frutos com indícios de infestação (Toledo *et al.* 2009; Segura *et al.* 2012). Creditamos parte dos danos observados as moscas-das-frutas e demais insetos, futuros testes podem confirmar quais espécies dependem da atividade prévia de outros organismos nos frutos para se instalar.

A. obliqua de forma geral explorou frutos com o peso dentro da média total, provavelmente pelo fato de se tratar de uma espécie polífaga e de ampla ocorrência no território brasileiro (Zucchi 2008). Isso implicaria que outras variáveis não medidas aqui influenciariam a abundância desta espécie.

Não foi possível demonstrar influência do estado da casca para *Anastrepha* (Tabela 8 e Figura 9), o que sugere que em seu ciclo de vida elas não explorem sistematicamente frutos danificados. Toledo *et al.* (2009) observaram moscas adultas se alimentando em frutos com casca danificada.

Nascimento *et al.* (2015) sugere que a infestação por moscas em taperebá tende a ocorrer em frutos com o peso dentro da média da distribuição normal (Figura 5), fato esse observado aqui. Igualmente observamos que a maioria dos frutos onde ocorreram os parasitoides tem peso dentro da média (Figura 5), situação similar foi observada em Nascimento *et al.* (2015). Provavelmente isso se justifica pela dependência que *O. bellus* e *D. areolatus* tem dos pupários de Tephritidae para completar seu ciclo de vida. Posteriormente ambos os parasitoides foram testados simultaneamente com o nível de infestação com resultado significativo ($p < 0,05$). Sivinski *et al.* (1997) discute que o tamanho do fruto tem importância no parasitismo da mosca, pois a quantidade de tecido da planta que envolve a larva de mosca-das-frutas pode determinar o sucesso ou não do parasitoide, similarmente Hickel (2002) afirma que a espessura da polpa pode constituir uma barreira ao parasitismo. Entretanto, a espessura da polpa não foi testada no presente trabalho. *Opius bellus* é a espécie de parasitoide utilizada no trabalho com o menor ovipositor, era esperada maior abundância dessa espécie em frutos mais leves e danificados, porém isso não foi observado (Sivinski *et al.* 1997; Sivinski *et al.* 2001).

Foi possível observar que a abundância de *D. areolatus* e *O. bellus* é influenciada também pelo estado da casca (Figura 9), com médias maiores para cascas danificadas e muito danificadas. Esses danos podem sinalizar a presença de hospedeiros ou facilitar sua localização

pelos parasitoides. Se faz necessário, a *posteriori*, um estudo de caso dos comportamentos de oviposição dessas espécies em frutos de taperebá.

Considerando que as espécies de *Anastrepha* infestam os frutos em estado de maturação ainda na árvore (Selivon 2000), frutos coletados maduros tiveram a possibilidade de entrar em contato com as moscas e posteriormente essas moscas com os parasitoides. Provavelmente o número pouco expressivo de parasitoides em frutos verdes comparados aos frutos maduros (Figura 8) se deve a esse comportamento. A maior abundância de *D. areolatus* e *O. bellus* em frutos no solo (Figura 10) pode ser interpretada em função da infestação, geralmente esses frutos, quando infestados, já possuem larvas em instar adequado para serem parasitadas.

O comportamento de chegar tardiamente nos frutos explicaria a influência que a maturação, estado da casca e estratificação tem sobre a abundância de *Zaprionus indianus* e *Drosophila* spp. (Tabela 8, Figura 8, Figura 9 e Figura 10). Alguns drosofilídeos se alimentam de levedos e compostos oriundos de decomposição (Carson 1971; Roque *et al.* 2009), portanto se relacionam indiretamente com a polpa do fruto. Entretanto, algumas espécies como *D. suzukii* Matsumura e *D. pulchrella* Tan, se alimentam de frutos já maduros ou danificados (Goodhue *et al.* 2011; Walsh *et al.* 2011). Roque *et al.* (2009) confirma que frutos caídos são um importante recurso para drosofilídeos nativos. Frutos no solo seriam mais acessíveis e adequados para o forrageio dessas moscas. Sugere-se que esses drosofilídeos se aproveitem de rupturas na superfície do fruto feitos por outros organismos ou fatores abióticos. Nos casos aqui relatados desses grupos infestando frutos ainda na planta, os frutos estavam danificados. *Z. indianus* é generalista e capaz de utilizar frutos de diferentes espécies vegetais para se reproduzir, sendo reportado para mais de 70 espécies de frutos (Lachaise e Tsacas, 1983) e podem utilizar tanto frutos ainda na planta como do solo (Fernandes & Araujo, 2011).

A abundância média de insetos de todos os grupos foi maior para as árvores B1 e B2 (Figura 7). Provavelmente pelas árvores oferecerem frutos mais pesados ou de melhor valor nutricional. Não observamos a mesma situação nas plantas B3 e B4 (Figura 6 e 7), também com média de peso superior à média geral e da mesma região de coleta. A média de tamanho dos frutos do Acariquara foi muito próximo comparando as árvores, o que consideramos outro indicativo da influência das plantas individualmente nos resultados. É importante notar que a planta A3 demonstrou grande abundância de insetos (Figura 7) pela presença de drosofilídios que normalmente são coletados em grandes quantidades. Também foram observadas nas plantas B1 e B2 a maior quantidade de frutos muito danificados, o que pode indicar que a prévia atividade de Tephritidae e Braconidae danificaria o fruto e o deixaria em condições favoráveis para a infestação de Drosophilidae.

Frutos de *Spondias mombin* coletados no solo foram explorados por uma maior quantidade de insetos (Figura 11). O ciclo de vida de *Anastrepha* começa no fruto ainda na árvore e a mosca emerge no solo após a queda do mesmo (Aluja 1994; Selivon 2000), existindo assim a possibilidade das coletas feitas diretamente na planta influenciarem a dinâmica de amadurecimento do fruto e conseqüentemente os resultados (viabilidade pupal de 34,29%). *Zaprionus indianus* e *Drosophila* spp., salvo exceções, infestam os frutos já maduros (Carson 1971, Roque *et al.* 2009), entretanto, diferentes espécies de *Drosophila* podem utilizar os recursos diferentemente ou compartilhados. Fernandes *et al.*, 2009 verificaram a presença de *D. nebulosa* Sturtevant e *D. simulans* Sturtevant em frutos de café coletados diretamente da árvore, enquanto que *D. cardini* Sturtevant, *D. immigrans* Sturtevant e *D. willistoni* Sturtevant foram coletados apenas de frutos mantidos no solo, sob a copa das árvores de café. Assim, a posterior identificação específica das espécies de drosófilas no futuro pode verificar a separação de nichos entre essas possíveis espécies.

No que diz respeito às espécies de insetos aqui trabalhadas, discriminar a estratificação dos frutos coletados é pertinente, principalmente pela fase em que os frutos passam no solo. Abordando a estratificação no sentido econômico: frutos no solo estão submetidos a uma maior abundância de insetos e são os mais danificados, Tsukui *et al.* (2012) mostra que a integridade do fruto afeta a qualidade da polpa, expondo a parte comestível e acelerando sua deterioração e Louise *et al.* (1996) discute que danos causados por *Drosophila* podem servir de acesso para bactérias, fungos e levedos.

Considerações Finais:

A abundância dos insetos pode ser influenciada por características no fruto que o tornam mais acessível e por características que alteram a quantidade ou qualidade da poupa. Fica evidente a necessidade de observar em cada árvore as características químicas/nutricionais dos frutos ofertados, pois nesse estudo frutos de árvores próximas na mesma região foram explorados de formas diferentes pelos mesmos organismos.

Evidenciamos que abordagens diferentes das tradicionais (apenas coleta de frutos, uso de biometria e obtenção dos insetos) podem ser mais esclarecedoras para melhor compreender as interações entre insetos e frutos.

Em última instância, analisando economicamente, é melhor colher os frutos to taperebazeiro ainda no pé, visto que os frutos no solo são mais infestados e por isso estão sujeitos a uma maior chance de perda na polpa (qualidade e quantidade).

Referências Bibliográficas:

- Acurio, A.E.; Rafael, V.L. 2009. Inventario Taxonómico de Drosophilidae (Diptera) en el Parque Nacional Yasuni, Amazonia Ecuatoriana. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 3, p. 713-718.
- Aluja, M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, n. 39, p. 155-178.
- Barbosa, M.R.R.; Gracioli, g.; Paiva, F. 2012. Diptera, Drosophilidae, *Zaprionus indianus* Gupta, 1970: distribution extension for the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check List*, n. 8, v. 1, p. 175-176.
- Bastos, C.T.R.M.; Ladeira, T.M.S.; Rogez, H.; Pena, R.S. 2008. Estudo da eficiência da pasteurização da polpa de Taperebá (*Spondias mombin*). *Alimentos e Nutrição*, v.19, n.2, p. 123-131.
- Carson, H. L. 1971. The ecology of *Drosophila* breeding sites. Harold L. Lyon Arboretum Lecture. Honolulu. University of Hawaii Press. 28 p.
- Carvalho, C.J.B.; Rafael, J.A.; Couri, M.S.; Silva, V.C. 2012. Diptera. In: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B.; Casari, S.A.; Constantino R. (Ed.). *Insetos do Brasil, diversidade e taxonomia*. Holos Editora, p. 701-743.
- Castrezana, S. 2011. New record on novel hosts for the Drosophilid pest *Zaprionus indianus*. *Drosophila Information Service*, n. 94, p. 1-2.
- Castro, F.L.; Valente, V.L.S. 2001. *Zaprionus indianus* is invading Drosophilid communities in the southern Brazilian city of Porto Alegre. *Drosophila Information Service*, v. 84, p. 15-17.
- Cavalcante, P.B. Frutas comestíveis da amazônia. 5.ed.. Belém: INPA-CEJUP, 1991. 179p
- Costa, A.M.; Amorim, F.O.; Anjos-Duarte, C.S.; Joachim-Bravo, I.S. 2011. Influence of diferente tropical fruits on biological and behavioral aspects of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera, Tephritidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, n. 55, v. 3, p. 355-360.
- Cunha, A.C.; Silva, R.A.; Pereira, J.D.B.; Santos, R.S. 2011. Efeito da espessura da polpa, tamanho e peso de frutos de taperebá (*Spondias mombin* L.) sobre o parasitismo natural (Hymenoptera: Braconidae) em moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). *Revista de Agricultura*, v. 86, n. 2, p. 125-133.
- David, J.R.; Araripe, L.O.; Bitner-Mathé, B.C.; Capy, P.; Goñi, B.; Klaczko, L.B.; Legout, H.; Martins, M.; Vouidibio, J.; Yassin, A.; Moreteau, B. 2006. Quantitative trait analysis and geographic variability of natural populations of *Zaprionus indianus*, a recent invader in Brazil. *Heredity*, v. 96, n. 1, p. 53-62.
- De Toni, D.C.; Hofmann, P.R.P.; Valente, V.L.S. 2001. First record of *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in the State of Santa Catarina, Brazil. *Biotemas*, v. 14, n. 1, p. 71-85.

Deus, E.G.; Pinheiro, L.D.S.; Lima, C.R.; Souza, M.S.M.; Guimarães, J.A.; Strikis, P.C.; Adaime, R. 2013. Wild hosts of frugivorous dipterans (Tephritidae and Lonchaeidae) and associated parasitoids in the Brazilian Amazon. *Scientific Notes*, v. 96, n. 4, p. 1621-1625.

FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Joint. 2014. Tephritid fruit flies (<http://www-naweb.iaea.org/nafa/ipc/tephritid-fruit-flies.html>). Acessado em 20 de novembro de 2015.

Fernandes, D.R.R.; Lara, R.I.R.; Perioto, N.W. 2009. Drosofilídeos e seus himenópteros parasitoides em *Coffea arabica* L. *Coffee Science*, v. 4, n. 2, p. 110-113.

Fernandes, D.R.R.; Araújo, E.L. 2011. Ocorrência de *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) em frutas de juazeiro *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 4, p. 1356-1358.

Furtado, I.S.; Martins, M.B.; Costa, J.E. 2009. First record of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in the Urucu Petroleum Province in Amazonas, Brazil. *Drosophilid Information Service*, n. 92, p. 17-18.

Galego, L.G.C.; Carareto, C.M.A. 2010. Scenario for the spreading of the invasive species *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) throughout Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, n. 33, p. 767-773.

Gallo, D. *et al.* 2002. *Entomologia agrícola*. Piracicaba, Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v. 10, 920 p.

Goodhue, R.E.; Bolda, M.; Farnsworth, D.; Williams, J.C.; Zalom, F.G. 2011. Spotted wing drosophila infestation of California strawberries and raspberries: economic analysis of potential revenue losses and control costs. *Pest Management Science*, n. 67, p. 1396-1402.

Gottschalk, M.S.; Hofmann, P.R.P.; Valente, V.L.S. 2008. Diptera, Drosophilidae: historical occurrence in Brasil. *Check List*, v. 4, n. 4, p. 485-518.

Hernández-Ortiz, V.; Pérez-Alonso, R.; Wharton, R.A. 1994. Native parasitoids associates with the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in los Tuxtlas Veracruz, Mexico. *Entomophaga*, v. 39, n. 2, p. 171-178.

Hickel, E.R. 2002. Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera: Braconidae. *Ciência Rural*, v. 32, n.6, p.1005-1009.

Jesus-Barros, C.R.; Adaime, R.; Oliveira, M.N.; Silva, W.R.; Costa-Neto, S.V.; Souza-Filho, M.F. 2012. *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) species, their hosts and parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in five municipalities of the state of Amapá, Brazil. *Florida Entomologist*, v. 95, n. 3, p. 694-705.

Kato, C.M.; Foureaux, L.V.; César, R.A.; Torres, M.P. 2004. Ocorrência de *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) no Estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 2, p. 457-458.

- Lachaise, D.; Tsacas, L. 1983. Breeding- sites in tropical african drosophilids. In: Asburner, M.; Carson, H. L.; Thompson Jr., J.N. (Ed.). *The genetics and biology of Drosophila*. Academic Press. Inc., London.
- Leal, M.R.; Souza, S.A.S.; Aguiar-Menezes, E.L.; Filho, M.L.; Menezes, E.B. 2009. Diversidade de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e seus parasitoides nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência Rural*, v. 39, n. 3, p. 627-634.
- Leão, B.F.D.; Tidon, R. 2004. Newly invading species exploiting native host-plants: the case of the African *Zaprionus indianus* (Gupta) in the Brazilian Cerrado (Diptera, Drosophilidae). *Annales de la Société Entomologique de France*, v. 40, n. 3-4, p. 285-290.
- Linde, K.; Steck, G. J.; Hibbard, K.; Birdsley, J.S.; Alonso, L.M.; Houle, D. 2006. First records of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae), a pest species on commercial fruits from Panama and the United States of America. *Florida Entomologist*, n. 89, v. 3, p. 402-404.
- Louise, C.M.; Girard, G.; Kuhl Lopez-Ferber. 1996. Persistence of *Botrytis cinerea* in its vector *Drosophila melanogaster*. *Phytopathology*, n. 86, p. 934-939.
- Marinho, C.F.; Silva, R.A.; Zucchi, R.A. 2011. Chave de identificação de Braconidae (Alysiinae e Opiinae) parasitoides de larvas frugívoras na região Amazônica. In: Silva, R. A.; Lemos, W.P.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Embrapa Amapá, p. 91-101, 21^a ed.
- Marsaro Júnior, A.L.; Adaime, R.; Ronchi-Teles, B.; Lima, C.R.; Pereira, P.R.V.S. 2011. *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae), their hosts and parasitoids in the extreme north of Brazil. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 4, p. 117-123.
- Martins, M.B. 1989. Invasão de fragmentos florestais por espécies oportunistas de *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). *Acta Amazonia*, v. 19, p. 265-271.
- Nascimento, D.B.; Adaime, R.; Cunha, A.C.; Silva, J.G. 2015. Influência dos parâmetros biométricos de frutos de *Spondias mombin* L. sobre os índices de infestação por *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) e parasitismo. *Biota Amazônia*, v. 5, n. 3, p. 83-87.
- Ovruski, S.M.; Schliserman, P.; Aluja, M. 2004. Indigenous parasitoids (Hymenoptera) attacking *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in native and exotic host plants in Northwestern Argentina. *Biological Control*, v. 29, n. 1, p. 43-57
- Pipkin, S.B. 1965. The Influence of Adult and Larval Food Habits on Population Size of Neotropical Ground-Feeding *Drosophila*. *University of Notre Dame*, v. 74, n. 1, p. 1-27.
- Popenoe, W. 1920. Manual of tropical and subtropical fruits, excluding the banana, coconut, pineapple, citrusfruits, olive, and fig. *The Macmillan Company*. Norwood, Massachusetts, United States of America. p. 349-350.
- Rabelo, A. 2012. *Frutos nativos da Amazônia: comercializados nas feiras de Manaus-AM*. Editora INPA, Manaus, 2012, 390 p.

R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (www.r-project.org/). Acesso em 03/01/2016.

Roque, F.; Hay, J.D.V.; Tidon, R. 2009. Breeding sites of drosophilids (Diptera) in the Brazilian Savanna. I. Fallen fruits of *Emmotum nitens* (Icacinaceae), *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) and *Anacardium humile* (Anacardiaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, n. 53, v. 2, p. 308-313.

Santos, J.F.; Rieger, T.T.; Campos, S.R.C.; Nascimento, A.C.C.; Félix, P.T.; SILVA, S.V.O.; Freitas, F.M.R. 2003. Colonization of Northeast Region of Brazil by the drosophilid flies *Drosophila malerkotliana* and *Zaprionus indianus*, a new potential insect pest for Brazilian fruit culture. *Drosophila Information Service*, v.86, p.92-95.

Segura, D.F.; Viscarret, M.M.; Ovruski, S.M.; Cladera, J.L. 2012. Response of the fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* to host and host-habitat volatile cues. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 143, p.164–176.

Selivon, D. 2000. Biologia e padrões de especiação. In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil, conhecimento básico e aplicado*. Holos Editora, p. 25-28, 2ª ed.

Sevenster, J.G.; Van Alphen, J.J.M. 1993. A Life History Trade-Off in *Drosophila* Species and Community Structure in Variable Environments. *Journal of Animal Ecology*, n. 62, p. 720-736.

Silva, N.M.; Ronchi-Teles, B. 2000. Moscas-das-frutas nos Estados brasileiros: Amapá, Amazonas, Pará e Roraima. In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil, conhecimento básico e aplicado*. Holos Editora, p. 13-24, 2ª ed.

Silva, R.A.; Xavier, S.L.O.; Souza Filho, M.F.; Silva, W.R.; Nascimento, D.B.; Deus, E.G. 2007a. Frutíferas hospedeiras e parasitóides (Hym.: Braconidae) de *Anastrepha* spp. (Dip.: Tephritidae) na Ilha de Santana, Estado do Amapá, Brasil. *Arquivo Instituto Biologia*, v. 74, n. 2, p. 153-156.

Silva, R.A.; Nascimento, D.B.; Deus, E.G.; Souza, G.; Oliveira, L.P.S. 2007b. Hospedeiros e parasitóides de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em Itaúbal do Pírim, Estado do Amapá, Brasil. *Ciência Rural*, v. 37, n. 2, p. 557-560.

Silva, W.R.; Silva, R.A. 2007. Levantamento de moscas-das-frutas e de seus parasitóides no município de Ferreira Gomes, Estado do Amapá. *Ciência Rural*, v. 37, n. 1, p. 265-268.

Silveira Neto, S.; Nakano, O.; Bardin, D.; Nova, N.A.V. 1976. *Manual de ecologia dos insetos*. Ceres, São Paulo, 420p.

Silva, A.F.; Silva-Forsberg, M.C. 2015. Espécies exóticas invasoras e seus riscos para a Amazônia Legal. *Scientia Amazonia*, v. 4, n. 2, p. xx-xx.

Sivinski, J.; Aluja, M.; Lopez, M. 1997. Spatial and temporal distributions of parasitoids of mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. *Ecology and population Biology*, v. 90, n. 5, p. 604-618.

Sivinski, J.; Vulinec, K.; Aluja, m. 2001. Ovipositor Length in a Guild of Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) Attacking *Anastrepha* spp. Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) in Southern Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 94, n.6, p.886-895.

Southwood, T.R.E. 1995. *Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations*. 2nd ed, Chapman & Hall, London, 524p.

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

Strikis, P.C.; Deus, E.G.; Silva, R.A.; Pereira, J.D.B.; Jesus, C.R.; Marsaro Júnior, A.L. 2011. Conhecimento sobre Lonchaeidae na Amazônia brasileira. In: Silva, R. A.; Lemos, W.P.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Embrapa Amapá, p. 205-215, 1ª ed.

Tidon, R.; Gottschalk, M.S.; Schmitz, H.J.; Martins, M.B. 2016. Lista do Brasil - Drosophilidae Rondani, 1856. Available in: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt>, atualizado em 17 de Fevereiro de 2016. Accessed on 06 de Maio de 2016.

Tidon, R.; Leite, D.F.; Leão, B.F.D. 2003. Impact of the colonisation of *Zaprionus* (Diptera, Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical region: 2 years after the invasion. *Biological Conservation*, v. 112, n. 3, p. 299-305.

Tidon, R. 2006. Relationships between drosophilids (Diptera: Drosophilidae) and the environment in two contrasting tropical vegetations. *Biological Journal of the Linnean Society*, n. 87, p. 233-247.

Toledo, J.; Malo, E.A.; Cruz-López, L.; Rojas, J.C. 2009. Field Evaluation of Potential Fruit-Derived Lures for *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 102, n. 6, p. 2072-2077.

Tsukui, A.; Mattietto, R.A.; Neves, E.C.A.; Veiga, T.C.M. 2012. Influência da integridade dos frutos de taperebá (*Spondias mombin* L.) in natura na qualidade da polpa congelada. *COBEQ 2012*, p. 9886-9892.

Uchoa, M.A. 2016. Lista do Brasil - *Anastrepha* Schiner, 1868. Available in: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt>, atualizado em 30 de Setembro de 2015. Accessed on 05 de Maio de 2016.

Vilela, C.R. 1991. Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical Region? *Drosophila Information Service*, v. 82, p. 37-39.

Walsh, D.B.; Bolda, M.P.; Goodhue, R.E.; Dreves, A.J.; Lee, J.; Bruck, D.J.; Walton, V.M.; O'Neal, S.D.; Zalom, F.G. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive Pest of Ripening Soft Fruit Expanding its Geographic Range and Damage Potential. *Journal of Integrated Pest Management*, n. 2, v. 1, p. 1-7.

Zucchi, R.A. 2000. Taxonomia. In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil, conhecimento básico e aplicado*. Holos Editora, p. 13-24, 2ª ed.

Zucchi, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Available in: http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/edita_geo_i.php, atualizado em 15 de Outubro de 2015. Accessed on 27 de fevereiro de 2016

Zucchi, R.A.; Silva, R.A.; Deus, E.G. 2011a. Espécies de *Anastrepha* e seus hospedeiros na Amazônia brasileira. In: Silva, R. A.; Lemos, W.P.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Embrapa Amapá, p. 52-70, 1ª ed.

Zucchi, R.A.; Uramamoto, K.; Souza-Filho, M.F. 2011b. Chave ilustrada para as espécies de *Anastrepha* da região Amazônica. In: Silva, R. A.; Lemos, W.P.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Embrapa Amapá, p. 71-90, 1ª ed.