UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Biologia
Ciências Biológicas – Bacharelado

Trabalho Acadêmico

Interações tritróficas entre *Sorocea bonplandii*, moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitoides associados

Alexandre Schneid Neutzling

Pelotas, 2013

ALEXANDRE SCHNEID NEUTZLING

INTERAÇÕES TRITRÓFICAS ENTRE *SOROCEA BONPLANDII*, MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) E PARASITOIDES ASSOCIADOS

Trabalho Acadêmico apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas – Bacharelado da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Roberto Mello Garcia

Pelotas, 2013

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB 10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

C395r Neutzling, Alexandre Schneid

Interações tritróficas entre *Sorocea bonplandii*, moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitoides associados / Alexandre Schneid Neutzling. – 29f. : il. color. – Monografia (Conclusão de curso). Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas, 2013. – Orientador Flávio Roberto Mello Garcia.

1.Biologia. 2.Moscas-das-frutas. 3. Moraceae. 4.Utetes. 5.*Ceratitis capitata*. 6.Hexachaeta. I.Garcia, Flávio Roberto Mello. II.Título.

CDD: 595.77

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Flávio Roberto Mello Garcia

Prof. Dr. Edison Zefa

Profª. Msc. Daniela Roberta Holdefer Woldan

Msc. Emily Silva Araujo suplente

“Vivemos, agimos e reagimos uns com os outros; mas sempre, e sob quaisquer circunstâncias, existimos a sós. Os mártires penetram na arena de mãos dadas; mas são crucificados sozinhos. Abraçados, os amantes buscam desesperadamente fundir seus êxtases isolados em uma única autotranscendência; debalde. Por sua própria natureza, cada espírito, em sua prisão corpórea, está condenado a sofrer e gozar em solidão. Sensações, sentimentos, concepções, fantasias - isso tudo são coisas privadas e, a não ser através dos símbolos, e indiretamente, não podem ser transmitidas. Podemos acumular informações sobre experiências, mas nunca as próprias experiências. Da família à nação, cada grupo humano é uma sociedade de universos insulares.”

Aldous Huxley

Agradecimentos

Agradeço principalmente aos meus pais, Flávio e Maria, que não mediram esforços para me apoiar em todos os aspectos de minha jornada. Também sou muito grato à Vó Lidia, minha segunda mãe, que me apoiou de forma imprescindível durante toda minha formação. Obrigado por acreditarem em mim!

Também tenho profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Flávio Garcia, que me abriu as portas para a ciência, me indicou os caminhos do pensamento biológico e solidificou minha profunda admiração pela ciência ecológica.

Aos meus amigos, agradeço pela imensurável contribuição para com a construção do meu conhecimento e pensamento crítico através destes 5 anos, seja por profundos diálogos filosóficos ou pelo simples café, tragos, poker e locuragens. Entre muitos, devo citar Bréscia, Darlan, Dieguito, Eneko, Gabriel, Ethi, Lisi, Pablo, Yuri, Theo, Toko e de um modo muito especial à Nathi pelo apoio e carinho que me deu neste último ano de faculdade.

À gurizada da Barroso 1503 pela vivência e companheirismo que tornaram Pelotas um lugar bem melhor para se morar.

Ao meu irmão, Adriano, meu reconhecimento por sempre estar ao lado do nosso pai, ajudando sempre que possível e contribuindo de modo muito significativo com a minha formação.

Devo gratidão à minha dinda Laura, pela confiança depositada em mim.

Sou grato à alguns professores que foram indispensáveis na minha formação, especialmente ao meu amigo Prof. Edison Zefa, pelas conversas sempre construtivas (ok, nem sempre) e por ser essa pessoa tão solícita e verdadeira.

À banca por se dispor a contribuir com meu trabalho.

À FAPERGS, Processos 10/0094-1 e 11/0244-4, pelas bolsas de iniciação científica.

À todos que de alguma maneira participaram positivamente da construção destes anos que morei em Pelotas e consequentemente têm papel relevante no desenvolvimento deste trabalho e conclusão desta etapa.

Resumo

NEUTZLING, Alexandre Schneid**. Interações tritróficas entre *Sorocea bonplandii*, moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitoides associados.** 2013. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Por sua importância econômica, Tephritidae é um grupo bastante estudado tanto em aspectos aplicados como em ecológicos e comportamentais, porém ainda é pobre o conhecimento quanto a diversidade e interação com seus hospedeiros nativos, bem como há carência de dados quanto aos seus inimigos naturais. Este trabalho objetiva caracterizar a interação de *Sorocea bonplandii* como hospedeira de várias espécies de Tephritidae e os parasitóides destas moscas. As coletas foram realizadas na zona rural de São Lourenço do Sul, RS e no Horto Botânico Irmão Teodoro Luiz, no Município de Capão do Leão, RS. 1175 frutos de *S. bonplandii* foram coletados. Os frutos foram coletados e isolados em placas de Petri até a emergência dos insetos. Também foi realizada a caracterização dos frutos injuriados e um teste de germinação entre frutos injuriados e intactos, bem como notas comportais de *Hexachaeta socialis*. A espécie mais freqüente foi *H. socialis*, seguida de *Anastrepha* sp., *Ceratitis capitata* e uma provável nova espécie de *Hexachaeta* do grupo Amabilis, sendo *S. bonplandii* registrada pela primeira vez como hospedeira destas espécies. Ainda, registrou-se pela primeira vez *Utetes* como parasitóide de *Hexachaeta*. Em média, mais da metade dos frutos foram infestados, os quais apresentaram características semelhantes, como orifícios, depressões e um túnel interno antes do consumo total da semente. O teste de germinação indicou que a grande maioria das sementes infestadas não germinou. Através de notas comportamentais, descreveu-se poliginia por defesa de recursos como uma estratégia reprodutiva de *H. socialis* e o comportamento de oviposição foi descrito pela primeira vez, havendo sabotagem dos vasos laticíferos da planta.

Palavras-chave: Moraceae. *Utetes*. *Anastrepha. Ceratitis capitata*. *Hexachaeta.*

Abstract

NEUTZLING, Alexandre Schneid. **Interações tritróficas entre *Sorocea bonplandii*, moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitoides associados.** 2013. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

For its economic importance, Tephritidae is a group well studied both in applied aspects as ecological and behavioral, but is still poorly known about the diversity and interaction with its native host, and there is a lack of data about their natural enemies. This study analyzes the interaction of *Sorocea bonplandii* as host of several species of Tephritidae and parasitoids of these flies. The samples were collected in the countryside of São Lourenço do Sul, RS and Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, in the Municipality of Capão do Leão, RS. 1175 fruits from *S. bonplandii* were collected. The fruits were collected and isolated in Petri dishes until the emergence of insects. Was performed the characterization of injured fruits and a germination test between intact and injured fruits, as well as behavioral notes of *Hexachaeta socialis*. The most frequent species was *Hexachaeta socialis*, followed by *Anastrepha* sp., *Ceratitis capitata* and a probable new species of *Hexachaeta* group Amabilis, being *S. bonplandii* first recorded as host of these species. Plus, *Utetes* was registered for the first time as a parasitoid of *Hexachaeta*. On average, more than half of the fruits were infested, which showed similar characteristics, such as holes, depressions and a tunnel built before the total consumption of the seed. The germination test indicated that the great majority of non-infested seeds germinated. Through behavioral notes, was described polygyny by resource defense as a reproductive strategy of *H. socialis* and was also first described the oviposition behavior, in which flies sabotage laticifer vessels of the plant.

Keywords: Moraceae. *Utetes. Anastrepha. Ceratitis capitata. Hexachaeta.*

Lista de Figuras

Figura 1 - ♀ *Hexachaeta socialis* 16

Figura 2 - ♂*Anastrepha* sp 16

Figura 3 -♀ Ceratitis capitata 16

Figura 4 -♀Parasitóide do gênero Utetes (Braconidae) 16

Figura 5 - Aparência externa de frutos de *Sorocea bonplandii* infestados por uma larva de *Hexachaeta*. 16

Figura 6 - Progressão dos danos nas sementes de *Sorocea bonplandii* com o passar do tempo e desenvolvimento da larva de *Hexachaeta* em quatro estágios de destruição da semente 16

Figura 7 - Acúleo de *H. socialis* e seu comportamento de oviposição. a: ovipositor de *H. socialis* revestido pela bainha; b: acúleo de *H. socialis; H. socialis* em comportamento de oviposição, com círculos azuis indicando o local da sangria e o circulo amarelo indica o local de oviposição. 16

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Frutos obtidos (Fru), número de pupários (Pup), Índice de infestação (I.I.), Viabilidade pupal (V.P.), número de moscas (Mos), número de parasitóides (Par) e Índice de parasitismo (I.P.) em São João da Reserva..... 20

Tabela 2 - Frutos obtidos (Fru), número de pupários (Pup), Índice de infestação (I.I.), Viabilidade pupal (V.P.), número de moscas (Mos), número de parasitóides (Par) e Índice de parasitismo (I.P.) no HBITL..... 21

Sumário

1 Introdução..... 10
1.1 Objetivos..... 11
1.1.1 Objetivo Geral..... 11
1.1.2 Objetivos Específicos..... 11

2 Revisão de literatura..... 12

3 Metodologia..... 14
3.1 Área de estudo..... 14
3.2 Sistema biológico..... 14
3.3 Desenho experimental..... 15
3.4 Notas comportamentais..... 16

4 Resultados e Discussão..... 17
4.1 Insetos obtidos e novos registros..... 17
4.2 Índice de infestação e parasitismo..... 19
4.3 Análise dos danos..... 21
4.4 Notas comportamentais..... 23

5 Conclusões..... 25

Referências..... 26

1 Introdução

A família Tephritidae inclui as verdadeiras moscas-das-frutas, insetos de extrema importância econômica para a fruticultura mundial. Desta forma tem sido tradicionalmente estudada sob aspectos aplicados (e.g. manejo, monitoramento, criação massiva, etc). Contudo, sua plasticidade ecológica e comportamental permite utilizarmos estes insetos como bons modelos de estudo para responder perguntas biológicas básicas e questões evolutivas de amplo interesse (ALUJA; NORRBOM, 1999).

Na maioria dos registros de plantas hospedeiras de tefrítideos frugívoros, a parte do fruto atacado não é descrita. Assim, não se sabe exatamente quantas e quais são as moscas-das-frutas predadoras de sementes e muito menos a influência desta guilda na dinâmica de comunidades florestais (ALUJA; NORRBOM, 1999).

Insetos predadores de sementes podem se adaptar para se desenvolverem e viverem dentro de sementes, permanecendo isolados e protegidos do ambiente pelo tegumento (HERRERA, 1989). A predação pré-dispersão por insetos pode causar o abortamento e perda de mais de 80% das sementes, seja em ambientes florestais ou em savanas (ANDERSEN, 1988; JANZEN, 1972).

Há vários estudos abordando predação pré-dispersão de sementes de espécies de Asteraceae por Tephritidae, comprometendo mais de 90% do potencial reprodutivo da planta (PICKERING, 2009). Porém, poucos estudos abordam esse tipo de interação com árvores frutíferas, existindo breves descrições de danos (SANTOS et al. 1993, 1996).

Recentemente descobriu-se que *Sorocea bonplandii* (Baill.) Burger, Lanjow & Boer (Moraceae) tem suas sementes infestadas por moscas-das-frutas do gênero *Hexachaeta* Loew, apresentando um alto nível de infestação (NEUTZLING et al., 2011).

Assim, pode-se prever que *Sorocea bonplandii* apresenta um alto índice de infestação por insetos predadores de semente, principalmente da família Tephritidae e suas sementes perderão significativamente sua capacidade de germinação após o ataque dos mesmos.

Este trabalho contribui para o desenvolvimento do estudo das interações tritróficas, estas que participam da estruturação de ecossistemas florestais. Além disso, o conhecimento adquirido sobre a bioecologia de tefritídeos predadores de semente pode auxiliar no desenvolvimento de estratégias de manejo das espécies de importância econômica devido à sua aproximação filogenética.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

- Avaliar aspectos das interações entre Tephritidae, *Sorocea bonplandii* e seus possíveis parasitóides.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Registrar as espécies de tefritideos associados a *Sorocea bonplandii;*
- Registrar possíveis parasitóides associados aos tefritideos;
- Verificar aspectos quantitativos (índice de infestação, índice de parasitismo, viabilidade pupal) quanto às interações entre Tephritidae, *Sorocea bonplandii* e seus possíveis parasitóides;
- Descrever as injúrias causadas pelas larvas de Tephritidae nas sementes de *Sorocea bonplandii*.
- Quantificar a influência dos danos sobre as taxas de germinação das sementes de *Sorocea bonplandii;*

2 Revisão de literatura

Há pouca informação sobre os hospedeiros de *Hexachaeta*. Os poucos registros são para moscas frugivoras e de algumas atacando sementes, na sua maioria da família Moraceae e Verbenaceae (HERNANDEZ-ORTIZ, 2006).

Já se sabe que frutos de Moraceae são atacados por outras espécies de Tephritidae, como *Anastrepha*, principalmente dos grupos filogenéticos Robusta e Fraterculus (Norrbom, 1985). Para Verbenaceae há registro do gênero *Eutreta* Loew que inclui espécies formadoras de galha (FOOTE; BLANC; NORRBOM, 1993).

Os hospedeiros conhecidos para o grupo filogenético Socialis como *H. bondari, H. cronia, H. fallax, H. valida* são da família Moraceae (HERNANDEZ-ORTIZ, 2006). Contudo, os únicos hospedeiros do grupo filogenético Eximia são *H. eximia* em Verbenaceae e *H. barbiellinii* como atacando frutos conhecidos como “pau-de-tamanco (LIMA;LEITE, 1952). Também para Verbenaceae há o registro de *Hexachaeta* sp em sementes de *Aegiphilla sellowiana* Cham., 1832, com danos de 42,6% e reduzindo o poder germinativo destas (SANTOS et al,1996). Os hospedeiros para os grupos filogenético Colombiana e Amabilis permanecem desconhecidos (HERNANDEZ-ORTIZ, 2006).

Pouco se sabe sobre a diversidade de padrões de uso dos hospedeiros, sendo os detalhes conhecidos para poucos gêneros, como *Blepharoneura*, onde Condon (1997) trata com detalhes a evolução destes padrões neste gênero e demonstra a importância de estudos neste viés.

Aparentemente o gênero que mais se conhece sobre larvas predadoras de sementes é *Anastrepha* Schiner. Sabe-se que larvas de *Anastrepha sagittata* (Stone, 1939), *Anastrepha katiyari* Norrbom, 1998 e *Anastrepha pallens* Coquillett, 1904 se alimentam exclusivamente de sementes (McPHAIL; BERRY, 1936; BAKER et al. 1944; ALUJA; NORRBOM, 1999). Larvas de *Anastrepha pseudoparallela* (Loew, 1873) e *Anastrepha montei* Lima, 1934 se alimentam de sementes em desenvolvimento e tecidos associados (MORGANTE et al. 1996; STEFANI; MORGANTE, 1996).

As larvas de *Anastrepha cordata* Aldrich, 1925 se alimentam principalmente de sementes, podendo consumir a polpa, possivelmente devido aos frutos imaturos terem grandes quantidades de látex (HERNÁNDEZ-ORTIZ; PÉREZ-ALONSO, 1993)

Aluja e Norrbom (1999) abordam em seu livro os aspectos ecológicos e evolutivos do comportamento de Tephritidae e demonstram que há escassez de dados quanto à historia natural destes insetos.

“Mast seeding” é o evento sincrônico, interanual e altamente variável de produção de sementes pela população de uma espécie de planta em um dado local e essa estratégia reprodutiva resulta em eventos de superprodução de sementes seguidos por eventos de pouca ou nenhuma produção (KELLY; SORK, 2002). Além da forte influência ambiental demonstrada por Koenig & Knops (2000), duas principais hipóteses tentam explicar a evolução desta estratégia: Polinização por vento, pois uma alta produção sincrônica de pólen por toda uma população aumentaria a probabilidade de polinização, justificando a alocação de recursos para realizar “masting”, principalmente quando a espécie for dioica (SMITH; HAMRICK; KRAMER, 1990). A segunda hipótese é a de saciação dos predadores de semente, predizendo que em anos de “masting”, a demanda dos predadores será menor que a oferta de sementes, o que aumentaria a probabilidade de sementes não infestadas serem dispersas e germinarem, e ainda que em anos de pouca produção de sementes as populações dos predadores de sementes seriam afetadas por efeitos de densidade-dependência (JANZEN, 1971).

3 Metodologia

3.1 Área de estudo

A amostragem ocorreu em um pequeno fragmento florestal com cerca de 1ha de floresta na zona rural do município de São Lourenço do Sul, na localidade de São João da Reserva (31º17' S; 52°09' 0) e no Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, com 23ha de área (31°47'48'' S; 52°15'45'' W) localizado no município de Capão do Leão.

São João da Reserva está localizada na Encosta do Sudeste no Rio Grande do Sul, tendo seu clima classificado como tipo Cfb, temperado, segundo o sistema de Köppen (MORENO, 1961). A vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Sub-Montana e este ecossistema inserido em área de domínio Mata Atlântica, região altamente ameaçada (TEIXEIRA et al., 1986; MARCUZZO; PAGEL; CHIAPPETTI, et al., 1998; WOLFF et al., 2008; BRASIL, Decreto n° 6.660/08).

O HBITL consiste em um fragmento de mata de Restinga pertencente à Universidade Federal de Pelotas (UFPel) (31°47'48"S, 52°15'45"W, ±13m). A área esta situada a três quilômetros do Campus Universitário da UFPel, no município de Capão do Leão, Planície Costeira do sul (SCHLEE, 2000). Conforme a classificação de Köppen apresenta clima Cfa, subtropical úmido, com estações definidas, verões quentes e chuvas bem distribuídas durante o ano (MORENO, 1961). As temperaturas médias para as estações são de 23°C no verão, 15ºC no outono, 14°C no inverno e 20ºC na primavera, a precipitação média anual é de 1366,9mm, a média da velocidade máxima do vento é de 30m.s^{-1} anuais e a umidade relativa média é de 80% (EAP, 2010).

3.2 Sistema biológico

Sorocea bonplandii é uma arvoreta da família Moraceae, perenifólia, lactescente, sendo uma das mais características do sub-bosque florestal da Mata Atlântica e de grande interesse farmacológico (JARENKOW; WAECHTER, 2001; KLEIN, 1972). Frutos de *S. bonplandii* são monocárpicos, a núcula é completamente envolvida pelo perianto persistente e carnoso, tem formato esférico e apresentam coloração vermelho-vinácea tendendo ao roxo escuro quando maduros. Apresenta

uma única semente, com testa fina e branca, desprovida de endosperma e o embrião é carnoso com cotilédones de tamanho desigual (BARROSO et al.,1999; SOUZA; ROSA, 2005). Apresenta comportamento de banco de plântulas e distribuição agrupada, representando cerca de 10% do total de plantas lenhosas do seu ecossistema (RUSCHEL et al., 2006).

3.3 Desenho experimental

Os frutos foram obtidos de três árvores em São João da Reserva selecionadas por apresentarem maior tamanho e de três árvores do HBITL, que apresentaram tamanho semelhante das da localidade anterior. Foram selecionados frutos de diversos pontos da copa.

As coletas foram realizadas semanalmente entre dezembro de 2010 e janeiro de 2011. Foram coletados frutos maduros de *Sorocea bonplandii* em quantidade dependendo da oferta de cada árvore, estes apresentaram características de maturidade como pericarpo de consistência carnosa e coloração roxa escura (SOUZA; ROSA, 2005).

Os frutos foram acondicionados individualmente em placas de Petri forradas com papel filtro e umedecidos periodicamente com água destilada no Laboratório de Biologia de Insetos, UFPEL. A manutenção da criação foi sob condições controladas (T 25 ± 3ºC, UR 70 ± 10% e fotofase de 12 h) no Laboratório de Biologia de Insetos da UFPEL.

A identificação dos tefritídeos foi baseada em Hernández-Ortiz (2006) e Zucchi (2000), através de características dos acúleos e padrões alares. Os parasitóides foram enviados para a especialista no grupo Dra. Angélica Maria Penteado-Dias.

O índice de infestação foi calculado a partir do número de pupas sobre o número de frutos coletados(pupas/fruto). A viabilidade pupal foi calculada a partir da razão de moscas emergidas sobre o numero de pupas. O índice de parasitismo foi obtido por P = (nº de parasitóides) x 100/nº de pupários.

Selecionamos 50 frutos aparentemente injuriados e nestes foram executados cortes com lâminas metálicas a fim de descrever as injurias causadas pelas larvas infestantes em diversas fases do desenvolvimento. Além disso, descrevemos a aparência externa dos frutos intactos e infestados.

Foi realizado um teste comparativo entre taxas de germinação de frutos infestados e intactos. Para isto foram selecionados 30 frutos com sinais de infestação pré-determinados (furos, deformações, etc) e 30 frutos sem sinais, aparentemente intactos. O pericarpo dos frutos foi removido restando apenas as sementes, que foram distribuídas em grupos de 10 em placas de Petri umedecidas periodicamente com água destilada. As placas foram mantidas durante 30 dias em sala de crescimento a 23°C, 40µmol m-2 s-1 e fotoperíodo de 16h (lâmpadas fluorescentes brancas).

3.4 Notas comportamentais

Durante o período de frutificação de *S. bonplandii* foram realizadas observações periódicas da árvore a fim de registrar alguns aspectos comportamentais dos tefritídeos associados. Cada evento comportamental foi observado e descrito em uma planilha.

4 Resultados e discussão

4.1 Insetos obtidos e novos registros

Foram coletados ao todo 1175 frutos maduros, dos quais foram obtidas 624 pupas e 225 moscas.

A espécie de tefritídeo predominante foi *Hexachaeta socialis* (Wiedemann, 1830) (Fig.1), atingindo 97% da amostragem, seguido de *Anastrepha* sp. (Fig. 2) onde foram obtidos apenas cinco machos, impossibilitando sua identificação. Um indivíduo de *Hexachaeta* sp. do grupo Amabilis foi obtido dos frutos coletados em São João da Reserva e um indivíduo de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Fig. 3) foi obtido no HBITL. A análise dos frutos após emergência dos tefritídeos indicou que apenas os indivíduos do gênero *Hexachaeta* consumiram a semente. *Anastrepha* sp. e *C. capitata* consumiram e danificaram a polpa.

Figura 1 - ♀ *Hexachaeta socialis.*

Figura 2 - ♂*Anastrepha* sp.

Figura 3 - ♀ *Ceratitis capitata.*

Figura 4 - ♀ Parasitóide do gênero *Utetes* (Braconidae).

Este é o primeiro registro de hospedeiro de *H. socialis*, a qual é a primeira espécie descrita deste gênero que está inserido dentro do grupo filogenético Socialis, que inclui *H. bondari*, *H. cronia*, *H. fallax* e *H. valida* cujos hospedeiros conhecidos são também da família Moraceae (HERNANDEZ ORTIZ, 2006).

Até hoje não se havia reportado nenhum hospedeiro para as espécies do grupo filogenético Amabilis, que é relacionado ao grupo Socialis e juntos formam o subgênero *Costamyia* (HERNANDEZ ORTIZ, 2006).

Este também é o primeiro registro de *S. bonplandii* como hospedeiro de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha*, o qual tem extrema importância para a fruticultura do continente americano. Porém, não foi possível identificar os indivíduos, visto que todos foram machos e a identificação é baseada no acúleo. *S. bonplandii* pode ser considerada hospedeiro alternativo desta espécie de *Anastrepha* sp.

Foi verificado nas placas com frutos individualizados a ocorrência de uma ou nenhuma pupa, indicando a tendência de apenas um inseto infestar cada fruto.

Ao todo foram obtidos 20 parasitóides (Fig. 4), todos identificados como *Utetes* sp., provavelmente uma nova espécie. *Utetes* é um gênero cosmopolita que tem sua taxonomia confusa, com várias discussões quanto a monofilia do grupo e tem sido reportado na região neotropical como parasitóide de *Anastrepha* e *Rhagoletotrypeta* (OVRUSKI et al, 2000). Este trabalho registra pela primeira vez parasitóides de *Hexachaeta*, o que é interessante tanto em uma perspectiva de história natural como para abordagens de interesse agrícola, visto que há carência de dados sobre parasitóides nativos de Tephritidae (GARCIA; RICALDE, 2013).

Através de um único indivíduo de *C. capitata* temos o primeiro registro de *S. bonplandii* como hospedeiro da mosca-da-fruta do mediterrâneo, e o segundo hospedeiro da família Moraceae para esta mosca, que até então era apenas *Ficus carica* (MORALES et al., 2004). Esta mosca é o maior causadora de prejuízos para a fruticultura mundial e se torna importante conhecer os hospedeiros nativos, visto que estes podem atuar como hospedeiros alternativos ou multiplicadores, fator importante para alternativas de manejo integrado (WHITE; ELSON-HARRIS, 1992).

4.2 Índice de infestação e parasitismo

São João da Reserva apresentou um alto índice de infestação (tab.1), ao contrário do HBITL que registrou um baixo valor (tab. 2), com apenas uma mosca emergida, *Ceratitis capitata*. Porém, o índice de parasitismo no HBITL foi maior que em São João da Reserva.

A diferença nos índices de infestação podem ser resultado da baixa amostragem de frutos no HBITL e por estas duas regiões estarem localizadas em diferentes fisiografias e em diferentes contextos de conservação (TEIXEIRA et al., 1986). Apesar do intenso monitoramento da região de Pelotas devido à presença de pomares de pêssego, acredita-se que diversidade da região seja maior do que os números atuais (MALAVASI, A.; ZUCCHI, 2000).

A espécie *S. bonplandii* apresenta alguns padrões característicos de plantas com estratégia reprodutiva de “mast seeding”, como ser dióica, apresentar intensa floração em anos alternados e anemofilia (RUSHEL, 1999). Desta forma, a hipótese da polinização por vento explica com maior parcimônia o desenvolvimento de “masting” em *S. bonplandii,* porém os altos índices de infestação por *H. socialis* podem ter influenciado a evolução desta estratégia pela hipótese da saciação dos predadores de semente. Este é um dos primeiros relatos de “mast seeding” para família Moraceae.

Alguns fatores podem determinar parte do baixo índice de parasitismo, como o grau de especificidade do parasitóide, características do fruto e idade da larva (VINSON, 1997).

Tabela 1- Frutos obtidos (Fru), número de puparios (Pup), Índice de infestação (I.I.), Viabilidade pupal (V.P.), número de moscas (Mos), Razão sexual (R.S.), número de parasitóides (Par) e Índice de parasitismo (I.P.) em São João ‘da Reserva.

Árvore	Fru	Pup	I.I.%	V. P.%	Mos	Par	I.P.%
1	590	321	54,5	37,4	120	7	2,2
2	340	206	60,5	34,5	71	6	2,9
3	135	77	57	42,8	33	2	2,6
Total	1065	604	56,7	36,2	190	15	2,5

Tabela 2- Frutos obtidos (Fru), número de puparios (Pup), Índice de infestação (I.I.), Viabilidade pupal (V.P.), número de moscas (Mos), Razão sexual (R.S.), número de parasitóides (Par) e Índice de parasitismo (I.P.) no HBITL.

Árvore	Fru	Pup	I.I.%	V. P.%	Mos	Par	I.P.%
1	50	9	18	11,1	1	3	33
2	30	4	13,3	0	0	0	0
3	30	7	23,3	0	0	2	28
Total	110	20	18	5	1	5	25

4.3 Análise dos danos

Os frutos infestados apresentaram de pequenas a médias deformações externas, como aprofundamentos e mau desenvolvimento de alguns pontos do tegumento externo (Fig. 5). Outra característica dos frutos infestados foi a frequente presença de um ou dois orifícios observáveis a olho nu no epicarpo (Fig. 5). A análise das sementes injuriadas por espécimes de *H. socialis* demonstrou que as larvas inicialmente ingerem os cotilédones da semente produzindo um túnel que frequentemente atravessa a semente de sua porção apical até a basal, e no ultimo instar quase a totalidade dos cotilédones é ingerida restando apenas a testa e matéria orgânica em decomposição no interior (Fig. 6).

No teste comparativo de germinação entre frutos infestados e intactos, 29 sementes não infestadas e apenas duas infestadas germinaram.

Os danos observados nos frutos e sementes sugerem o potencial destrutivo de larvas de *H. socialis*. Os resultados obtidos do experimento de germinação demonstram que as larvas atuam regulando as populações de *S. bonplandii*, visto que a probabilidade de um fruto infestado germinar é extremamente baixa.

Figura 3 - Aparência externa de frutos de *Sorocea bonplandii* infestados por uma larva de *Hexachaeta*.

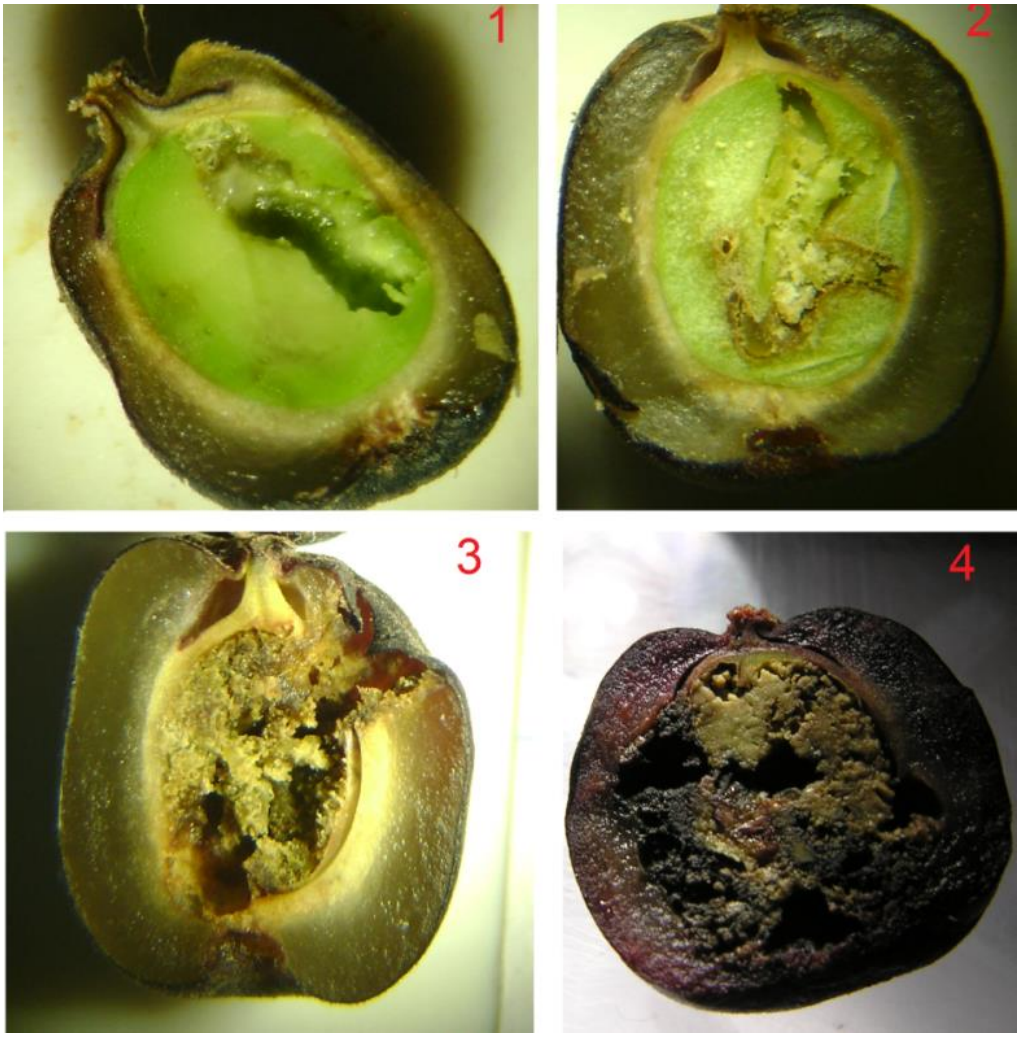

Figura 4 - Progressão dos danos nas sementes de *Sorocea bonplandii* com o passar do tempo e desenvolvimento da larva de *Hexachaeta* em quatro estágios de destruição da semente.

4.4 Notas Comportamentais

4.4.1 Poliginia por Defesa de Recursos

A teoria da poliginia de defesa de recursos postula que machos, através do monopólio de recursos (e.g. sítios apropriados para oviposição), obtêm suas fêmeas defendendo ativamente estes locais através de comportamentos territorialistas (SEARCY; YASUKAWA, 1989; KREBS; DAVIES, 1996). Esta estratégia reprodutiva foi verificada em três ocasiões no campo, quando um macho de *Hexachaeta sp.*, localizado sempre em galhos com muitos frutos, ao perceber a aproximação de um macho invasor, seja por voo ou por deslocamento cursorial, o repeliu através de voos rápidos e agressivos.

4.4.2 Comportamento de oviposição

A partir de quatro observações, foi verificado um padrão no comportamento de oviposição, onde a fêmea de *Hexachaeta* sp. ao chegar no fruto em estado de pré-maturação, caminhava por grande parte da superfície. Em seguida, a fêmea se deslocava até a porção apical do fruto e introduzia seu acúleo em forma de flecha e serreado nas margens (Fig. 7 a,b), praticando movimentos laterais breves e repetidas punções, e como resultado, uma grande quantidade de látex escorria pelo fruto. A mosca aguardava até o fluxo de látex diminuir o bastante para que na sequência ovipositasse em algum ponto do fruto. A partir destas observações, pode-se inferir que este inseto tem seu comportamento adaptado à planta hospedeira, reduzindo a quantidade de látex para otimizar alguns fatores determinantes para o sucesso da oviposição, como por exemplo a redução da pressão de turgência e a simples redução dos níveis de látex, os quais podem ser tóxicos para os ovos e larvas (LEWINSOHN; VASCONCELOS-NETO, 2000).

Compton (1987) sugere o termo "*sabotage*" para definir este tipo de comportamento, onde o látex é retirado por influência mecânica do inseto, normalmente utilizando o aparelho bucal e a fim de ingerir as partes em que o látex foi drenado, e Dussourd e Denno (1991) caracterizaram este tipo de sabotagem como "sangria", o que difere de outras estratégias como "torniquete" e "trincheiras" (LEWINSOHN; VASCONCELOS-NETO, 2000). Porém, estes padrões comportamentais diferem de *Hexachaeta sp.*, visto que ela utiliza o aparelho reprodutor e direciona o comportamento para o desenvolvimento de sua prole e não para ingestão direta dos tecidos vegetais, assim, sendo este o primeiro relato deste

padrão de sabotagem de látex e um novo padrão de comportamento de oviposição para Tephritidae.

Importante ressaltar que apesar destas poucas observações, a maioria dos frutos infestados apresentavam “cicatrizes” de látex solidificado (Fig. 7c), indicando que este comportamento ocorre frequentemente.

O trabalho de Hernández-Ortiz (2006) sugere que a maioria das espécies hospedeiras de *Hexachaeta* são latescentes, isto, somado ao fato de que grande parte das espécies deste gênero apresenta um acúleo conspícuo em forma de flecha e serreado nas margens, pode sugerir que este comportamento se repita em outras espécies deste gênero e esta ser uma característica monofilética. Estes relatos evidenciam a importância de mais estudos comportamentais deste gênero, que pode ser utilizado como modelo evolutivo para trabalhos de cunho etológico.

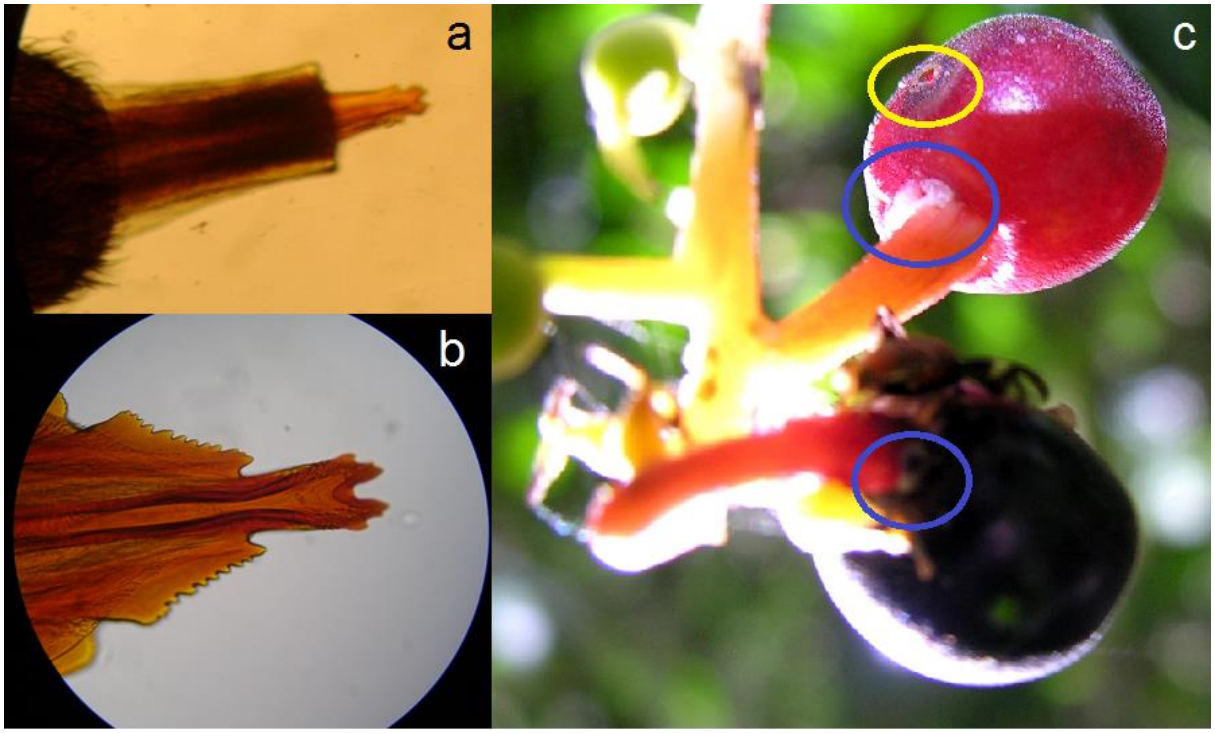

Figura 5 - Acúleo de *H. socialis* e seu comportamento de oviposição. a: ovipositor de *H. socialis* revestido pela bainha; b: acúleo de *H. socialis*; *H. socialis* em comportamento de oviposição, com círculos azuis indicando o local da sangria e o circulo amarelo indica o local de oviposição.

5 Conclusões

Com este trabalho torna-se evidente a necessidade de mais estudos quanto à historia natural de tefritídeos silvestres e aspectos da interação de Tephritidae com seus hospedeiros. Além da aplicabilidade econômica que estes estudos podem ter, novos aspectos quanto ao comportamento e evolução das interações tritroficas podem ser estudados.

Os novos registros realizados tem caráter de importância em várias perspectivas científicas, bem como os índices de infestação e análise de viabilidade de frutos infestados podem auxiliar no desenvolvimento de planos de manejo que envolve a utilização de *S. bonplandii*. Descobrir os primeiros parasitóides de *Hexachaeta*, assim como um relevante hospedeiro, eram informações necessárias e buracos para a tefritologia neotropical.

Os comportamentos descritos podem abrir as portas para novos estudos comportamentais envolvendo a evolução das interações inseto-planta, atualizando de modo significativo esta área que tanto vem sido estudada nos últimos 50 anos.

A interação entre *S. bonplandii* e Tephritidae demonstrou ser um interessante modelo para estudos de ecologia de comunidades, pela praticidade de amostragem. E poderá ser contemplado em uma perspectiva econômica futuramente.

Referências

ALUJA, M.; NORRBOM, A.L. **Fruit flies (Tephritidae)**: phylogeny and evolution of behavior. New York: CRC Press, 1999. 987p.

ANDERSEN, Alan N. Insect seed predators may cause far greater losses than they appear to. **Oikos,** n.52, p.337–340, 1988.

BAKER, A.C.; W.E. STONE, C.C. PLUMMER; MCPHAIL M. A review of studies on the Mexican fruitfly and related Mexican species. **U.S. Department of Agriculture Miscellaneous Publications**. v.531, p.155, 1944.

BARROSO, G.M.; AMORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes**: Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BRASIL. Decreto n° 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. **Diário Oficial da União** [República Federativa do Brasil], Brasília, nov. de 2008

CANCINO, J.; RUIZ, L.; SIVINSKI, J.; GALVEZ, F. O.; ALUJA, M. Rearing of 5 hymenopterous larvalprepupal (Braconidae, Figitidae) and three pupal (Diapriidae, Chalcidoidea, Eurytomidae) native parasitoids of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) on irradiated *A. ludens* larvae and pupae. **Biocontrol Science and Technology**. v.19, p.193-209, 2009.

CLARK, D. A; CLARK, D. B. Spacing dynamics of a tropical tree: evaluation of the Janzen-Connell model. **American Naturalist**, n.124, p.769-788, 1984.

COMPTON S.G*. Aganais speciosa and Danaus* chrysippus (Lepidoptera) sabotage the latex defences of their host plants. **Ecological Entomology**, n.12, p.115-118, 1987.

CONDON, M.A.; G.J. STECK. Evolution of host use in fruit flies of the genus *Blepharoneura* (Diptera:Tephritidae): cryptic species on sexually dimorphic host plants. **Biological Journal of Linnean Society**. n.60, p.443–466, 1997.

DUSSOURD, D.E.;R.F. DENNO,. Deactivation of plant defense: Correspondence between insect behavior and secretory canal architecture. **Ecology** n.72, p.1383-1396, 1991.

FOOTE, R.H., BLANC, F.L. AND NORRBOM, A.L.. **Handbook of the fruit flies (Diptera: Tephritidae) of America north of Mexico**. Comstock Publishers, Cornell University Presspp. 1993. 571p.

FOOTE, Richard H. **Fruit fly Genera south of the United States**. Washington: U. S. Government Technical Bulletin, 1980p.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; PÉREZ-ALONSO R.. The natural host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in a tropical rain forest of Mexico**. The Florida Entomologist**. v.76, p.447–460, 1993.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, Vicente. Morphology and Phylogenetic Relationships of Species Groups of the Genus *Hexachaeta* Loew (Diptera: Tephritidae: Trypetinae). **Israel Journal of Entomology**, v.35-36, p.9-34, 2006.

HERRERA, Carlos M. Vertebrate frugivores and their interaction with invertebrate fruit predators: supporting evidence from a Costa Rican dry forest. **Oikos** v.54, p.185–188, 1989.

HOLL, Karen D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica**. v.31, p. 229–242, 1999.

HO, Y.H.; RO, K.E. Molecular phylogeny of the family Tephritidae (Insecta: Diptera): New insight from combined analysis of the mitochondrial 12S, 16S, and COII genes. **Molecules and Cells**. v.27, n.1, p.55-66, 2009.

JANZEN Daniel H. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**. n.2, p.465-92, 1971.

JANZEN, Daniel H. Escape in space by *Sterculia apetala* seeds from the bug *Dysdercu fasciatus* in a Costa Rican deciduous Forest. **Ecology**. n.53 p.350–361, 1972.

JARENKOW, J.A.; WAECHTER J.L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. v.24, p.263-272, 2001.

KELLY, D.; SORK, V.L. Mast seeding in perennial plants: why, how, where? **Annual Review of Ecology and Systematics**. n.33, p.427–447, 2002.

KLEIN, R.M. Árvores Nativas da Floresta Subtropical do Alto Uruguai. **Sellowia**. n.24, p.09-62, 1972.

KOENIG, W.D.; KNOPS, J.M.H. Patterns of annual seed production by Northern Hemisphere trees: a global perspective. **American Naturalist**. n. 155, p.59-69, 2000.

KREBS, J.R.; DAVIES, N.B. Introdução à **Ecologia Comportamental**. São Paulo: Atheneu, 1996. 420p.

LEWINSOHN, T. M.; VASCONCELLOS-NETO, J. Como insetos sabotam defesas de plantas: o caso do látex., p. 281–298. In: MARTINS, R.P.; LEWINSOHN, T.M.; BARBEITOS, M.S. (eds.). **Ecologia e comportamento de insetos**. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VIII. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2000. 435p.

LIMA, A.C.; COSTA LEITE, I. Moscas dos generos *Hexachaeta* e *Blepharoneura* (Diptera-Trypetidae). **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, n.50, p.297-33, 1952.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil**, Conhecimento Básico e Aplicado. Holos, Ribeirão Preto, 2000.

McPHAIL, M.; N.O. BERRY. Observations on *Anastrepha pallens* (Coq.) reared from wild fruits in the lower Rio Grande Valley of Texas during the spring of 1932. **Journal of Economical Entomology**. v.29, p.405–411, 1936.

MARCUZZO, S.; PAGEL, S. M.; CHIAPPETTI, M. I. S. **A reserva da biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul**: situação atual, ações e perspectivas. São Paulo: Cetesb, 1998. 60p.

MORALES, P.; CERMELI, M; GODOY, F. Benigna Salas Lista de hospederos de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) basada en lo Entomotropica antes/formerly. **Boletín de Entomología Venezolana**. v.19, n.1, p.51-54, 2004.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** 1.ed. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

MORGANTE, J.S.; SELIVON, D.; SOLFERINI, V.N.; DO NASCIMENTO, A.S. Genetic and morphological differentiation in the specialist species *Anastrepha pickeli* and *A. montei*. In **Fruit Fly Pests**: A World Assessment of Their Biology and Management (MCPHERON, B.A.; STECK, G.J. eds.), p.259–276. St. Lucie Press, Delray Beach. 1996. 586p.

NEUTZLING, A.S.; MALDANER, C.; SOUZA, D.S.; GARCIA, F.R.M. Tephritidae e o efeito Janzen-Connell: Um teste empírico em um fragmento florestal no extremo sul do Brasil. In: XX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA. 2011, Pelotas. **Anais do XX Congresso de Iniciação Cientifica**: UFPel, 2011. ISSN: 2177-2592.

NORRBOM, A.L. Phylogenetic analysis and taxonomy of the cryptostrepha, daciformis, robusta and schausi species groups of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). Ph. D. thesis (unpublished). Pennsylvania State University. 1985. 355p.

NORRBOM, A.L. New synonymy of *Epochra* Loew with *Euphranta* *(Rhacochlaena* Loew) (Diptera:Tephritidae) and description of a new species from Mexico. Proceedings of the **Entomological Society of Washington.** n.95, p.189-194. 1993.
.
NORRBOM, A.L.; ZUCCHI, R.A.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. Phylogeny of *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology. In: ALUJA, M.; A.L. NORRBOM, A.L. (eds.). **Fruit flies (Tephritidae)**: Phylogeny and evolution of behavior. Florida: CRC Press. 1999. 944p.

OVRUSKI, S. M.,ALUJA, M.; SIVINSKI, J.;WHARTON, R.A. Biology and Taxonomy of *Rhagoletotrypeta* (Diptera: Tephritidae): A New Species from Cuba and New Host Plant, Parasitoid, and Distribution Records from Northwestern Argentina. **Int. Pest Manage. Rev**. v.5, n. 2, p.81-107(27), 2000.

PROKOPY, P.J.; PAPAJ, D.R. Behavior of Flies of the Genera *Rhagoletis, Zonosemata,* and *Carpomya* (Trypetinae: Carpomyina). In: ALUJA, M.; A.L. NORRBOM, A.L. (eds.). **Fruit flies (Tephritidae)**: Phylogeny and evolution of behavior. Florida: CRC Press. 1999. 944p

SANTOS, G. P.; ANJOS, N.; ZANUNCIO, J. C.; ASIIS JUNIOR, S. L. Danos e aspectos biológicos de *Anastrepha* bezzii Lima, 1934 (Diptera: Tephritidae) em sementes de *Sterculia chicha* (Sterculiaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.37, n.1, p.15-18, 1993.

SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, T.V.; LÉO, E.A.; DUARTE, N.F. Notas preliminares sobre danos causados por *Hexachaeta* sp. (Diptera: Tephritidae) em sementes de Papagaio - *Aegiphila sellowiana* Cham., 1832 (Verbenaceae). **Revista Cerne,** v.2, n.2, p.152-160, 1996.

SEARCY, W.A.; YASUKAWA, K. Alternative models of territorial polygyny in birds. **American Naturalist**. n.134, p.323-43, 1989.

SOUZA, L. A.; ROSA, S.M. Morfo-anatomia do fruto em desenvolvimento de *Sorocea bonplandii* (Baill.)Burger, Lanjow & Boer (Moraceae). **Acta Scientiarum - Biological Sciences**. v.27, n.4, p.423-428, 2005.

STEFANI, R.N.; MORGANTE, J.S. Genetic variability in *Anastrepha pseudoparallela*: A specialist species. In **Fruit Fly Pests**: A World Assessment of Their Biology and Management (MCPHERON, B.A.; STECK, G.J. eds.), p.259-276. St. Lucie Press, Delray Beach. 1996, 586p.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. **Fruit flies of economic significance**: their identification and bionomics. London: International Institute of Entomology. 1992. 601p.

WOLFF, L. F.; GOMES, G.C.; RODRIGUES, W.F.; BARBIERI, R.L.; MEDEIROS, C.A.B. **Flora apícola arbórea nativa na região serrana de Pelotas para a apicultura sustentável na metade Sul do RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 37p.

SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F. & MOURA BAPTISTA, L.R. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de Restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica,** v.19, p.717-726, 2005.

SMITH, C.C.; HAMRICK, J.L.; KRAMER, C.L. The advantage of mast years for wind pollination. **American Naturalist.** n.136, p.154-66, 1990.

TEIXEIRA, M. B.; COURA-NETO, A. B.; PASTORE, U.; RANGEL-FILHO, A. L. R. Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos - Estudo fitogeográfico. In: IBGE (Ed.). **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1986.

Vinson, S. B. The general host selection behavior of parasitoid Hymenoptera and acomparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. **Biological Control**. n.11, p.79-96, 1998.