

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

MOSCAS DAS FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM UMA
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARAGUAI:
DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E PADRÕES POPULACIONAIS

Michelli Cristine Nunes Facholi Bendassolli

Dourados-MS
Março de 2019

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Michelli Cristine Nunes Facholi Bendassolli

**MOSCAS DAS FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM UMA
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARAGUAI:
DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E PADRÕES POPULACIONAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Araécio Uchoa-Fenandes

Dourados-MS
Março de 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B458m Bendassolli, Michelli Cristine Nunes Facholi
MOSCAS DAS FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM UMA UNIDADE DE
CONSERVAÇÃO DO PARAGUAI: DIVERSIDADE E PADRÕES POPULACIONAIS [recurso
eletrônico] / Michelli Cristine Nunes Facholi Bendassolli. – 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Manoel Araújo Uchoa Fernandes.
Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da
Grande Dourados, 2019.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Anastrepha. 2. Biodiversidade. 3. Parque Nacional. 4. Cerro Corá. I. Fernandes, Manoel
Araújo Uchoa. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

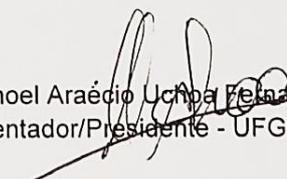
©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

“MOSCAS DAS FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM UMA UNIDADE DE
CONSERVAÇÃO DO PARAGUAI: DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E PADRÕES
POPULACIONAIS”.

Por

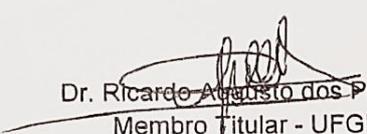
MICHELLI CRISTINE NUNES FACHOLI BENDASOLLI

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação


Dr. Manoel Araújo Uchôa Fernandes
Orientador/Presidente - UFGD


Dr. Isaias de Oliveira
Membro Titular - AGRAER


Dr. Yzel Rondon Suárez
Membro Titular - UEMS


Dr. Ricardo Augusto dos Passos
Membro Titular - UFGD


Dr.^a Viviana de Oliveira Torres
Membro Titular - UFGD

Aprovada em: 08 de março de 2019.

Biografia da Acadêmica

Michelli Cristine Nunes Facholi nasceu em Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, no dia 14 de agosto de 1980, filha de José Luiz Facholi e Edna Maria Nunes Facholi. Coursou o Ensino Fundamental de 1987 a 1994 na Escola Presbiteriana Erasmo Braga, e o Ensino Médio de 1995 a 1997, na sua maior parte no Colégio Objetivo, ambas as escolas localizadas no município de Dourados-MS. Em 1998 foi aprovada no Vestibular e se matriculou no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), *Campus* de Dourados, em Dourados-MS, concluindo em 2002. Após finalizar a graduação, ainda em 2002, prestou o Processo Seletivo e foi aprovada para ingressar na primeira turma do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), *Campus* de Dourados, em nível de mestrado, concluindo em 2004. Durante o mestrado, desenvolveu atividades de monitoria. Logo após ingressou como docente colaboradora na instituição de ensino superior Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS, lecionando nas unidades de Dourados, Ivinhema, Naviraí e Mundo Novo, no período de 2005 a 2008. Em 2006 assumiu o concurso da Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso do Sul para o quadro de professora efetiva. No ano seguinte (2007), iniciou como docente na instituição de ensino superior Faculdades Magsul, curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, atuando também como integrante da Comissão de Bioética e Biossegurança do Colegiado de Curso, do Núcleo Docente Estruturante (NDE), comissão organizadora das semanas acadêmicas, além de orientar e participar da banca de vários trabalhos de conclusão de curso (TCC). No ano de 2018, concluiu o Curso de Especialização em Metodologia e Didática do Ensino Superior, pelas Faculdades Magsul.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus, o autor de tudo. Foi Ele que me deu forças e sabedoria para chegar até este momento sublime.

Sou grata a minha família que tanto amo. À minha mãe Edna Maria Nunes Facholi, em especial, que sempre orou por mim, e nessa fase tão exaustiva e trabalhosa, triplicou suas orações e carinho, cuidando dos meus filhos para que eu pudesse realizar todas as minhas atividades discente e de pesquisa. Ao meu amado filho José Luiz, que por muitas vezes cuidou da irmã, juntamente com minha querida nora, Danielly. Ainda, à minha princesinha presente de Deus, Anne Rafaelle, que pacientemente esperou que a mamãe conseguisse completar este trabalho tão árduo, mas que será muito importante para todos nós. E finalmente, ao meu amado herói e saudoso pai, José Luiz Facholi, o qual sempre foi minha inspiração. Família, amo muito todos vocês!

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Manoel Araújo Uchoa Fernandes, por ser meu mentor desde o início dos meus estudos na pós graduação, no mestrado e agora doutorado. Saiba Prof., que tenho grande respeito e admiração por seu trabalho e dedicação! Muito obrigada pelas oportunidades e confiança depositada em mim.

Também agradeço ao Dr. José Nicácio, pela colaboração nas análises dos resultados.

Agradeço ao Professor Doutor Marcos Arturo Ferreira Agüero, pelo auxílio na obtenção das licenças para a realização das minhas coletas no Parque Nacional Cerro Corá. E aproveito também para agradecer aos guardas responsáveis pelo parque, que foram sempre solícitos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPECB), professores e colegiado, ao secretário Vítor Cunha Gomes Sfeir, e ao ex-secretário Marcelo Cardoso Oliveira, meu muito obrigada.

Agradeço também aos meus ex-orientandos de TCC das Faculdades Magsul, minha querida equipe de trabalho: Anderson, Evandro, Jayme, Juliane (Ju), companheiros de 2017, e Nádia e Paloma, além da Ju novamente, companheiras de 2018. Obrigada a todos pelo auxílio, companheirismo, os momentos de força e diversão. Saibam que todos crescemos e aprendemos muito juntos durante esse tempo. Vocês têm parte desta vitória comigo também!

À minha amada mãe Edna Maria Nunes Facholi
Que sempre sonhou e muito batalhou por mim

LISTA DE TABELAS

Revisão Bibliográfica

Tabela 1. Porcentagem de Áreas Silvestres Protegidas por Departamentos do Paraguai.	9
Tabela 2. Parques Nacionais registrados por Departamentos no Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas do Paraguai (SINASIP).....	10

Manuscrito 1

Tabela 1 Espécies de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) capturadas mensalmente em 25 armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, Paraguai, no período de novembro de 2016 a outubro de 2018.....	50
Tabela 2 Checklist das espécies de Moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) reportadas no Paraguai, com suas respectivas localidades e referências.....	51

Manuscrito 2

Tabela 1 Parâmetros populacionais das moscas das frutas do gênero <i>Anastrepha</i> (Diptera: Tephritidae) capturadas em armadilhas McPhail iscadas com atrativo alimentar no Parque Nacional Cerro Corá, (Departamento de Amambay), Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).....	83
Tabela 2 Épocas de ocorrência das espécies de <i>Anastrepha</i> Schiner (Diptera: Tephritidae, Trypetinae) capturadas em armadilhas MacPhail no interior do Parque Nacional de Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).....	84
Tabela 3 Análise de correlação dos fatores climáticas e a abundância das espécies de <i>Anastrepha</i> (Diptera: Tephritidae) coletadas no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).....	86

LISTA DE FIGURAS

Revisão Bibliográfica

- Figura 1. Mapa político do Paraguai apresentando os limites de fronteira e os departamentos do país, com destaque para o Departamento de Amambay, onde se localiza o Parque Nacional Cerro Corá (Fonte: Google Maps 2019, modificado pela autora)..... 12
- Figura 2. Comunidades vegetais integrantes do Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (Fonte: SEAM, 2012, modificada pela autora).... 13
- Figura 3. Espécime de *Bactrocera*, com suas principais características usadas para reconhecimento desse gênero de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica (Fonte: < <http://fruitflyidentification.org.au/species/bactrocera-neohumeralis/>>)..... 15
- Figura 4. Macho de *Ceratitis capitata*, com as principais características para reconhecimento das espécies desse gênero de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica (Fonte: HERNÁNDEZ-ORTIZ *et al.*, 2010)..... 16
- Figura 5. Espécime de *Rhagoletis* com suas principais características para reconhecimento dos representantes desse gênero de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica. (Fonte < <https://www.inaturalist.org/taxa/52202-Rhagoletis-completa>>)..... 17
- Figura 6. Espécime de *Anastrepha*, com suas principais características para reconhecimento desse gênero de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica nativo da Região Neotropical..... 18

Manuscrito 1

- Fig 1 Frequência relativa das espécies de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) capturadas mensalmente em 25 armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (novembro de 2016 a outubro de 2018)..... 55
- Fig 2 Distribuição geográfica no Paraguai das espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) relatadas no departamento de Amambay e com registros de coocorrência em outros departamentos paraguaios, baseados neste documento, e em registros anteriores (Arias *et al.* 2014, Bezzi 1919, Gurrieri 2011 *apud* Arias *et al.* 2014, Hendel 1914, Norrbom 1991, 1998, 2004, Sosa Rivas 2014, Stone 1942). 1, *A. amita* Zucchi; 2, *A. barbiellinii* Lima; 3, *A. barnesi* Aldrich*; 4, *A. bistrigata* Bezzi; 5, *A. daciformis* Bezzi; 6, *A. dissimilis* Stone; 7, *A. distincta* Greene; 8, *A. elegans* Blanchard; 9, *A.*

<i>fraterculus</i> (Wiedemann); 10, <i>A. grandis</i> (Macquart); 11, <i>A. haywardi</i> Blanchard; 12, <i>A. leptozona</i> Hendel*; 13, <i>A. limae</i> Stone; 14, <i>A. macrura</i> Hendel; 15, <i>A. matogrossensis</i> Norrbom & Uchoa*; 16, <i>A. montei</i> Lima; 17, <i>A. nr concava</i> Greene*; 18, <i>A. obliqua</i> (Macquart); 19, <i>A. parallela</i> (Wiedemann); 20, <i>A. pickeli</i> Lima; 21, <i>A. pseudoparallela</i> (Loew); 22, <i>A. punctata</i> Hendel; 23, <i>A. rheediae</i> Stone; 24, <i>A. serpentina</i> (Wiedemann); 25, <i>A. sororcula</i> Zucchi; 26, <i>A. striata</i> Schiner; 27, <i>A. turpiniae</i> Stone; 28, <i>A. undosa</i> Stone; 29, <i>A. zenildae</i> Zucchi*; 30, <i>A. zernyi</i> Lima. (* Novos registros para o Paraguai: espécies 3, 12, 15, 17 e 29).....	56
--	----

Manuscrito 2

Fig 1 Imagem via satélite ilustrando os cinco pontos amostrais para as moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) no Parque Nacional Cerro Corá, Amambay, Paraguai. As cores indicam a localização: Verde, ponto 1; Laranja, ponto 2; Azul, ponto 3; Amarelo, ponto 4; Vermelho, ponto 5. (05 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).....	88
Fig 2 Abundância relativa de espécies de <i>Anastrepha</i> (Diptera: Tephritidae) capturadas em armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).....	89
Fig 3 Curva de acumulação das espécies de <i>Anastrepha</i> (Diptera: Tephritidae) amostradas nas diferentes estações do ano no Parque Nacional Cerro Corá (Departamento de Amambay, Paraguai) (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).....	90
Fig 4 Abundância e Riqueza das espécies de <i>Anastrepha</i> (Diptera: Tephritidae) amostradas com armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, nas diferentes estações do ano em dois anos consecutivos de amostragens Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).....	91
Fig 5 Flutuação populacional de adultos (fêmeas) de <i>A. fraterculus</i> e <i>A. sororcula</i> (Diptera: Tephritidae) amostradas com armadilhas McPhail e relação com os dados climáticos: temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica acumulada no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento Amambay, Paraguai. (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).....	92

SUMÁRIO

MOSCAS DAS FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARAGUAI: DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E PADRÕES POPULACIONAIS	
Resumo Geral/Palavras – chave.....	1
FRUIT FLIES (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN A CONSERVATION UNIT FROM PARAGUAY: SPECIES DIVERSITY AND POPULATION PATTERNS	
Abstract/Key words.....	2
Introdução Geral.....	3
Revisão Bibliográfica.....	6
<i>1. Ambientes de Conservação.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1. Parque Nacional Cerro Corá.....</i>	<i>11</i>
<i>2. Moscas das Frutas.....</i>	<i>14</i>
<i>2.1. Taxonomia de Anastrepha</i>	<i>18</i>
<i>2.2. Estudos de Anastrepha no Paraguai.....</i>	<i>22</i>
Referências.....	25
Objetivo Geral.....	31
Hipótese(s).....	31
Manuscrito 1. Diversidade de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) em uma unidade de conservação no Paraguai.....	32
<i>Introdução.....</i>	<i>35</i>
<i>Materiais e métodos.....</i>	<i>37</i>
<i>Resultados.....</i>	<i>40</i>
<i>Discussão.....</i>	<i>41</i>
<i>Referências.....</i>	<i>45</i>
Manuscrito 2. Padrões Populacionais das Espécies de <i>Anastrepha</i> (Diptera: Tephritidae) em uma Unidade de Conservação do Paraguai.....	58
<i>Introdução.....</i>	<i>61</i>
<i>Materiais e métodos.....</i>	<i>63</i>
<i>Resultados.....</i>	<i>69</i>
<i>Discussão.....</i>	<i>71</i>
<i>Referências.....</i>	<i>79</i>
Considerações Finais.....	93

MOSCAS DAS FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARAGUAI: DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E PADRÕES POPULACIONAIS

Resumo Geral

Tephritidae compreende um grupo muito grande de moscas fitófagas, em especial frugívoras, com cerca de 5000 espécies descritas distribuídas em aproximadamente 500 gêneros. As moscas das frutas têm sido intensivamente estudadas no mundo em razão de sua importância econômica, principalmente nos países com intensa atividade agrícola. Entretanto, estudos relacionados à ocorrência dessas espécies em áreas de conservação são escassos. Embora exista um vasto acervo de registro de ocorrência de espécies de moscas das frutas no continente americano, em especial do gênero *Anastrepha* na América do Sul, são as poucas pesquisas relacionadas ao registro de espécies de Tephritidae no Paraguai. O Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), unidade de conservação integral do Paraguai, compreende comunidades naturais terrestres representadas pelo Cerrado, Cerradão, Floresta Densa Subtropical Semidecídua, Floresta Média Subtropical Semidecídua, Represas, Pastagens, Penhascos, Matas Ciliares, Córregos e Rios. O PNCC está localizado no Departamento de Amambay, a 450 Km da cidade de Assunção e 40 Km da capital departamental Pedro Juan Caballero, cujas coordenadas geográficas são 22°39'15"S e 56°00'26"W, abrangendo uma área de 5.538 hectares. Esta pesquisa original apresenta, no Capítulo 1, um inventário das espécies de moscas das frutas. No Capítulo 2, é realizada uma análise faunística e da flutuação populacional da comunidade amostrada com armadilhas modelos McPhail iscadas com atrativo alimentar durante dois anos ininterruptos no Parque Nacional Cerro Corá. Foram obtidas 18 espécies de *Anastrepha* Schiner 1868, das quais cinco espécies correspondem a novos registros para o Paraguai: *A. barnesi*, *A. nr. concava*, *A. leptozona*, *A. matogrossensis* e *A. zenildae*. As espécies mais abundantes e frequentes foram *A. sororcula* e *A. fraterculus*, sendo que as maiores densidades populacionais ocorreram nos meses de maio e junho, com pico no mês de julho, correspondendo à estação sazonal de inverno. Esta pesquisa contribui para o conhecimento da diversidade e distribuição geográfica das espécies de moscas das frutas, tão importantes economicamente para as atividades hortifrutícolas no Paraguai. Além disso, este é o primeiro trabalho sobre moscas das frutas realizados em uma Unidade de Conservação do Paraguai.

Palavras – chave: *Anastrepha*, Biodiversidade, Parque Nacional.

FRUIT FLIES (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN A CONSERVATION UNIT FROM PARAGUAY: SPECIES DIVERSITY AND POPULATION PATTERNS

Abstract

Tephritidae comprises a very large group of phytophagous flies, and in particular frugivorous flies, with about 5000 described species distributed in approximately 500 genera. Fruit flies have been intensively studied in the world because of their economic importance, especially in countries with intense agricultural activity. However, studies related to the occurrence of these species in conservation areas are scarce. Although there is a large record of occurrence of species of fruit flies in the American continent, especially of the genus *Anastrepha* in South America, there is little research related to the registration of species of Tephritidae in Paraguay. The Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), a conservation unit in Paraguay, comprises natural terrestrial communities represented by the Cerrado, Cerradão, Subtropical Semideciduous Dense Forest, Semideciduous Subtropical Average Forest, Dams, Gallery Forests, Pastures, Cliffs, Riparian Forests, Streams and Rivers. The PNCC is located in the Department of Amambay, 450 km from the city of Asunción and 40 km from the provincial capital Pedro Juan Caballero, whose geographic coordinates are 22 ° 39'15 "S and 56 ° 00'26" W, it covers an area of 5,538 hectares. This original research presents, in Chapter 1, an inventory of species of fruit flies. In Chapter 2, a faunal analysis and population fluctuation of the sampled community were carried out with traps McPhail models with attractive food for two years in Parque Nacional Cerro Corá. 18 species of *Anastrepha* Schiner 1868 were obtained, of which five species correspond to new records for Paraguay: *A. barnesi*, *A. nr. concava*, *A. leptozona*, *A. matogrossensis* and *A. zenildae*. The most abundant and frequent species were *A. sororcula* and *A. fraterculus*, and the highest population densities occurred in May and June, with a peak in July, corresponding to the seasonal winter season. This research contributes to the knowledge of the diversity and geographic distribution of species of fruit flies, which are so economically important for fruit and vegetable activities in Paraguay. In addition, this is the first research on fruit flies in a Conservation Unit in Paraguay.

Key words: *Anastrepha*, Biodiversity, National Park

MOSCAS DAS FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARAGUAI: DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E PADRÕES POPULACIONAIS

Introdução Geral

A Superfamília Tephritoidea pertence à Ordem Diptera, uma das maiores ordens de Insecta, abundantes, biodiversas e cosmopolita, caracterizada pela redução do segundo par de asas, modificado em estruturas de equilíbrio, os halteres, apresentando apenas um par de asas funcionais ao vôo (Toplehorn & Johnson, 2015).

Integrantes da Subordem Brachycera, por apresentarem antenas curtas com três a cinco segmentos, os tefritóideos estão incluídos na infraordem Cyclorrapha, caracterizada por larvas em sua maioria saprófagas, com ganchos bucais esclerotinizados, e a formação de pupário ocorre a partir da cutícula do 3º e último ínstar larval, que é um aspecto do plano básico de todos os braquíceros. Nesta Infraordem (Cyclorrapha), os representantes da Divisão Schizophora se caracterizam por apresentarem a fissura ptilinal, que circunda a face; uma estrutura em formato de “U”, logo acima da base das antenas. Pertencentes aos esquizóforos, os tefritóideos se inserem, ainda, na Seção Acalyptratae, em decorrência da ausência de caliptra na base das asas (Rull, 2009).

Os tefritóideos são caracterizados pelo fato de as fêmeas apresentarem o último segmento abdominal cilíndrico, que envolve um ovipositor, adaptado em muitos táxons para a oviposição endofítica. O ovipositor é retrátil, conectado por músculos, e telescopa dentro do sétimo segmento abdominal (= sintergoesternito 7) (Norrbom, 2010).

As relações filogenéticas de Tephritoidea, como os caracteres básicos para o monofiletismo das famílias têm sido discutidos, porém, existe discordância entre os taxonomistas contemporâneos e a filogenia ainda permanece não bem resolvida (Aluja & Norrbom, 2000). Entretanto, apesar das discussões entre os taxônomos, atualmente Tephritoidea é composta por oito famílias: Lonchaeidae, Ulidiidae, Pallopteridae, Piophilidae, Platystomatidae, Pyrgotodae, Richardiidae e Tephritidae (Norrbom, 2010).

As famílias Lonchaeidae e Tephritidae são denominadas moscas das frutas. Representadas por espécies que apresentam grande importância econômica mundial, pelo fato de seus indivíduos compreenderem uma guilda especializada com larvas frugívoras. Em decorrência de sua biologia reprodutiva, que apresenta como principal característica o desenvolvimento de parte do ciclo de vida no interior de frutos. Os representantes destas

famílias causam perdas significativas na produção e comercialização de frutícolas e hortícolas em todo o mundo. São cerca de 5000 espécies em Tephritidae e aproximadamente 590 de Lonchaeidae, sendo que por volta de 14 espécies dos tefritídeos e seis de lonqueídeos são consideradas pragas chave da fruticultura e horticultura na Região Neotropical (Malavasi & Zucchi, 2000; Uchoa, 2012).

As moscas das frutas, como todos os insetos holometábolos, se desenvolvem em cinco estágios: ovo, larva (com três ínstaes), pré-pupa, pupa e adulto. As fêmeas utilizam os frutos como substrato de oviposição e recurso alimentar dos juvenis, fazendo a postura dos ovos no epicarpo e mesocarpo dos frutos ainda verdes ou em fase de maturação. A partir destes ovos, as larvas eclodidas, se desenvolvem e se alimentam da polpa do fruto, ocasionando seu amolecimento e apodrecimento. Após completar a fase larval, com cerca de 13 dias, a larva sai do fruto, se enterrando no solo para empupar. O período pupal dura em torno de 14 dias, emergindo, então a mosca adulta. Na fase adulta, as moscas das frutas se alimentam de néctar, seiva, pólen, fezes de pássaros, necessitando ingerir proteínas para atingir a maturidade sexual, principalmente as fêmeas, que necessitam de uma demanda protéica maior para a produção dos ovos (Malavasi & Zucchi, 2000; Uchoa, 2012).

Os danos diretos aos frutos são causados pelo desenvolvimento das larvas no interior destes, resultando na má qualidade do mesmo. Já os danos indiretos correspondem ao ponto de perfuração provocado pela atividade de postura dos ovos, que abre caminho para a contaminação por fungos e bactérias, podendo resultar na queda precoce, perda de qualidade e o apodrecimento do fruto. A infestação por moscas das frutas cria obstáculos para a comercialização do produto. Pois os compradores exigem qualidade das frutas para consumo *in natura*, e até mesmo o comércio visando à industrialização, se torna impossível, quando a infestação é evidente. Além disso, os países importadores de frutas e hortaliças vêm aprimorando suas técnicas de controle de qualidade, impondo barreiras fitossanitárias, com o intuito de impedir o trânsito e a introdução de espécies pragas em seus territórios, exigindo maior qualidade dos produtos importados (Malavasi & Zucchi, 2000; Uchoa, 2012).

As moscas das frutas além de usarem a planta como fonte de alimento, também dependem de plantas hospedeiras como abrigo, local de cópula, sítio de oviposição, tornando muitas dessas interações bem específicas. Em decorrência desses fatos, a distribuição geográfica das moscas das frutas se encontra intimamente associada à ocorrência de plantas hospedeiras, de maneira que sua dinâmica populacional pode sofrer interferência de fatores como diversidade e abundância de hospedeiros, composição do ecossistema, gradientes latitudinais, inimigos naturais e organismos simbiotes (Aluja, 1994; Duyck et al., 2004).

Nesse contexto, pesquisas sobre a composição de espécies e a dinâmica populacional das moscas das frutas são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias direcionadas ao manejo integrado das espécies que atingem o status de praga em pomares e hortas. São principalmente valiosas as pesquisas voltadas ao conhecimento da biodiversidade de moscas das frutas no Paraguai, suas interações tróficas e distribuição geográfica, em especial aquelas conduzidas em ambientes naturais. Esta pesquisa visa contribuir para o conhecimento da diversidade de espécies de moscas das frutas e de seus padrões populacionais de ocorrência ao longo do ano em uma unidade de conservação no Paraguai.

Revisão Bibliográfica

1. Ambientes de Conservação

A Floresta Tropical Úmida é considerada o bioma que apresenta a maior riqueza de espécies do escosistema terrestre. Entretanto, mudanças no ambiente, como a destruição das áreas florestais em decorrência de atividades antrópicas (agricultura, pecuária, construção de imóveis, etc.) interferem na distribuição e abundância da maioria dos animais (Turner, 1996).

O grande aumento da população humana e o uso inadequado da terra, como o desmatamento, acabam levando à fragmentação dos ambientes naturais. Esse fato causa efeitos intensos na dinâmica das interações, prejudicando o equilíbrio dessas relações entre os organismos, podendo acarretar extinções e isolamentos de espécies principalmente quando as interações são complexas e estreitas (Dudley, 2008; Turner, 1996).

A conservação da biodiversidade se torna necessária para manter a diversidade biológica mundial. A biota auxilia na estabilidade dos ecossistemas e favorecendo a obtenção de recursos biológicos e prestação de serviços ambientais. Assim, para reduzir os impactos causados pelo homem ao meio natural, foram elaboradas leis para estabelecer a criação de áreas protegidas. Estas últimas, devem ser delimitadas e mantidas com o intuito de proteger e conservar a diversidade biológica, os recursos naturais, culturais e o biótopo (ambiente físico). Nestas áreas são permitidas somente atividades não destrutivas, como por exemplo, as pesquisas científicas de diagnóstico da flora e da fauna (Dudley, 2008).

As Unidades de Conservação (UCs) compreendem um tipo especial de Área Protegida: um espaço territorial com seus recursos ambientais, que apresenta características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público do País, com objetivos de conservação e de limites definidos, sob regime especial de administração, às quais se aplicam garantias adequadas de proteção (SNUC, 2000).

No Brasil, as Áreas Protegidas Públicas são divididas em dois grupos, de acordo com suas finalidades: Unidades de Uso Sustentável e Unidades de Proteção Integral. As Unidades de Uso Sustentável têm por finalidade compatibilizar a conservação da natureza e o uso sustentável de recursos naturais em nível local. Esse tipo de unidade de conservação compreende as Áreas de Proteção, Áreas de relevante interesse, Floresta Nacional, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural. Já as Unidades de Proteção Integral têm o objetivo de preservar e conservar a natureza; permitem apenas o uso indireto de seus recursos naturais, ou seja, não é permitida a coleta, consumo, destruição ou danos dos recursos naturais. Esse tipo de unidade de

conservação compreende as Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques Nacionais, Monumentos Naturais e Refúgios de Vida Silvestre (Maia, 2016).

De acordo com a legislação referente às áreas florestais e seus territórios correspondentes, Brasil e Paraguai desenvolveram normativas similares, embora as normativas brasileiras apresentem uma vertente mais conservacionista (González & Bacha, 2007).

Oliveira & Espíndola (2015), em discussão sobre as normas jurídicas ambientais do Mercosul, mencionam que o Paraguai conta com um expressivo corpo de leis de proteção ao meio ambiente. De acordo com esses autores, a legislação paraguaia e sua política governamental dedicam como prioridade de interesse à sociedade, a preservação, a conservação, a recomposição e o melhoramento do meio ambiente. Fato esse observável na Constituição do Paraguai, em seu artigo 8º, o qual prevê a proteção ambiental, regulamentando as atividades suscetíveis de produzir alteração ambiental, como previsto nas principais normas ambientais paraguaias: Lei da Vida Silvestre, Lei de Áreas Silvestres Protegidas, Lei do Fomento à Preservação Florestal e ao Reflorestamento (Oliveira & Espíndola, 2015).

Uma das grandes conquistas a favor da proteção ambiental no Paraguai, foi a criação, por meio da Lei nº 1561/00, da Secretaria del Ambiente (SEAM), do Sistema Ambiental Nacional (SISNAM) e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAM), a partir dos quais foi possível elaborar e reconhecer uma Política Ambiental Nacional, o Plano Ambiente Nacional (PAN). Através deste plano, se estabelecem, por exemplo, a Lei de Águas, o Estatuto Agrário (Lei Nº 1863702), a Mesa Setorial de Turismo, o Plano de Ordenamento Territorial, além da formação de Comitês de Gestão de Áreas Silvestres Protegidas (SEAM, 2007).

Nos últimos anos, por meio da aprovação de normas legais de proteção e conservação, o Paraguai tem fortalecido seu panorama ambiental, como apresentado na Constituição Nacional; na ratificação da Lei dos acordos internacionais em matéria ambiental; Lei Nº 251/93 sobre as mudanças climáticas; Lei Nº 253/93 sobre Diversidade Biológica; Lei Nº 1.447/99 referente ao protocolo de Kyoto; Lei Nº 716/96 que sanciona Delitos contra o Meio Ambiente; Lei Nº 1863/02 referente ao Estatuto Agrário; Lei Nº 2524/04 que proíbe atividades de transformação de áreas com cobertura de florestas na Región Oriental; Lei Nº 3001/2006 que valoriza e retribui os serviços ambientais; Lei Nº 352/94 a respeito das Áreas Silvestres Protegidas; as Resoluções Regulamentárias da Lei Nº 352/94 de Áreas Silvestres Protegidas; dentre outras (SEAM, 2007).

Na definição da Secretaria del Ambiente (SEAM), Áreas Silvestres Protegidas correspondem a sistemas interrelacionados voltados à gestão sustentável de seus recursos naturais, com vistas à recuperação dos ecossistemas, formando redes ecológicas que funcionam

como ferramentas de conexão entre si e entre os sistemas que protegem, sendo essenciais à integração entre conservação da biodiversidade e setores como agricultura e manejo de recursos naturais (SEAM, 2007).

Segundo dados obtidos do SEAM (2007), o território paraguaio compreende uma área de 40.675.200 hectares que abriga 101 ecossistemas. Entretanto, apenas 5.719.583 hectares correspondem à Áreas Silvestres Protegidas (Tabela 1), as quais perfazem um total de 14,9% da extensão do país.

O estabelecimento das Áreas Silvestres Protegidas no Paraguai remonta a ano 1945, quando o Estado promulgou, por decreto, a delimitação da primeira "Zona de Reserva sobre Estradas Nacionais". Na década de 60, foi instituída a delimitação de áreas de "Reserva para o Parque", mas que ainda não continham o nome de "Nacional" (SEAM, 2012).

Apenas em 1963 a Legislação Paraguaia passa a adotar a terminologia "Parque Nacional", no artigo 18 da Lei nº 854/63 do Conselho Estatuto Agrário (SEAM, 2012). Um Parque Nacional, segundo definição do Sistema Nacional de Áreas Protegidas do Paraguai, corresponde a uma extensa área geográfica que engloba um ou vários ecossistemas não alterados fisicamente, seja por exploração ou ocupação humana, e em cujo ambiente se encontrem fauna e flora, sítios geomorfológicos e hábitats de interesse científico, educacional e recreativo, ou que compreendam paisagens naturais de beleza rara (SINASIP, 1993).

A Controladoria Geral da República do Paraguai apresenta, dentre as áreas protegidas no Paraguai, 16 Parque Nacionais (Tabela 2): 1, Parque Nacional Bella Vista; 2, Parque Nacional Caazapá (anteriormente Caaguazú); 3, Parque Nacional Cerro Corá; 4, Parque Nacional Lago Ypacarai; 5, Parque Nacional Paso Bravo; 6, Parque Nacional Lago Ypoa; 7, Parque Nacional Ñacunday; 8, Parque Nacional Saltos del Guairá; 9, Parque Nacional Serranía de San Luis; 10, Parque Nacional Ybicuí; 11, Parque Nacional Médanos del Chaco; 12, Parque Nacional Tifunque; 13, Parque Nacional Tenente Agripino Enciso; 14, Parque Nacional Médanos del Chaco; 15, Parque Nacional Rio Negro; 16, Parque Nacional Chovoreca (CGR, 2010)

Tabela 1. Porcentagem de Áreas Silvestres Protegidas por Departamentos do Paraguai.

DEPARTAMENTO	SUPERFÍCIE (hectare)	SUPERFÍCIE ASPs (hectare)	%
Asunción	11.700?	303?	2,3
Concepción	1.805.100	180.273	10
San Pedro	2.000.200	3.126	0,16
Cordillera	494.800	4.794	1,00
Guaira	384.600	24.000	6,24
Caaguazú	1.147.400	20.000	1,74
Caazapá	949.600	50.778	5,34
Itapúa	1.652.500	51.640	3,12
Misiones	955.600	37.345	3,90
Paraguari	870.500	30.000	3,45
Alto Paraná	1.489.500	37.390	2,51
Central	246.500	34.677	14,06
Ñeembucu	1.214.700	36.189	3,00
Amambay	1.293.300	90.179	7,00
Canindeyu	1.466.700	74.316	5,06
Pte. Hayes	7.290.700	241.320	3,30
Boquerón	9.166.900	1.402.971	15,30
Alto Paraguay	8.234.900	3.400.282	41,29
TOTAL	40.675.200	5.719.583	14,06

Total de 50 Áreas Silvestres Protegidas, distribuídas em 17 Departamentos e uma Capital Departamental (Assunción). Fonte: SEAM (2007).

Tabela 2. Parques Nacionais registrados por Departamentos no Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas do Paraguai (SINASIP).

PARQUES NACIONAIS (PN)	LOCALIZAÇÃO POLÍTICA DEPARTAMENTOS	BASE LEGAL	DATA	SUPERFÍCIE (hectare)
PN Bella Vista	Amambay	Decreto nº 20.713	20/04/1998	7.311
PN Caazapa	Caazapa	Decreto nº 30952	1973	16.000
PN Cerro Corá	Amambay	Lei nº 2.714	04/10/2005	5.538
PN Lago Ypacarai	Central y Cordillera	Decreto nº 5.686	07/05/1990	16.000
PN Paso Bravo	Concepción	Decreto nº 20.712	20/04/1998	103.018
PN Lago Ypoá	Central, Paraguari e Ñeembucu	Decreto nº 13.681	29/05/1992	1000.000
PN Ñacunday	Alto Paraná	Decreto nº 16.146	18/01/1993	2.000
PN Saltos del Guairá	Alto Paraná	Decreto nº 30.955	14/02/1973	900
PN Serranía de San Luís	Concepción	Decreto nº 17.740	07/01/1997	10.273
PN Ybicuí	Paraguari	Decreto nº 32.722	16/05/1973	5.000
PN Defensores del Chaco	Alto Paraguai e Boquerón	Decreto nº 13.202	21/05/2001	720.000
PN Tifunque	Villa Hayes	Decreto nº 18.205	04/05/1966	241.320
PN Tenente Agripino Enciso	Boquerón	Decreto nº 15.936	21/05/1980	40.000
PN Médanos del Chaco	Boquerón e Alto Paraguai	Decreto nº 2.726	30/06/2004	514.233
PN Rio Negro	Alto Paraguai	Decreto nº 14.218	07/01/2004	123.786
PN Chovoreca	Alto Paraguai	Decreto nº 13.202	21/05/2001	100.953
TOTAL				
16 Parques Nacionais	11 Departamentos			2.906.332

Fonte: CGR (2010); SEAM (2007).

1.1. Parque Nacional Cerro Corá

O Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), localizado no Departamento de Amambay, foi instituído em 1960, como área de “Reserva para Parque” administrada pelo Ministério de Defesa Nacional (MDN), constituindo uma reserva militar com intuito de preservação da riqueza histórica (SEAM, 2012).

Em 11 de fevereiro de 1976 o Decreto nº 20.698 amplia a área do PNCC e eleva o estatuto de “Reserva para Parque”, à categoria de Parque Nacional, sendo então denominado Parque Nacional Cerro Corá (PNCC) (SEAM, 2012). O PNCC passou a abranger uma área de aproximadamente 5.539ha (CGR, 2007).

Em 1990 o Decreto nº 6.890 amplia a área do PNCC e é ampliada novamente, incorporando uma zona de 6.500ha, totalizando uma área de aproximadamente 12.039 ha (CGR, 2007). Posteriormente, no ano de 2005, pela Lei nº 2714/05, o PNCC é indicado a registro de bem cultural, sob proteção da Lei nº 946/82, devido ao seu valor histórico (CGR, 2007). Entretanto a lei nº 2714/05, apesar de reconhecer as ampliações realizadas pelo Decreto Nº 6890/90 e a lei Nº 117/90, reduziu a área do parque a 5.538ha, uma redução de 9.905ha (CGR, 2010).

Atualmente, a Área Silvestre Protegida PNCC, localizado no Departamento de Amambay, a 450 Km da cidade de Assunción e 40 Km da capital departamental Pedro Juan Caballero, com coordenadas geográficas 22°39'15”S e 56°00'26”W, abrange uma área de 5.538 hectares (SEAM, 2012). Pedro Juan Caballero faz fronteira seca com o município de Ponta Porã-MS, Brasil (Figura 1).

O PNCC corresponde à Ecorregião Amambay, cujas comunidades naturais terrestres são representadas pelo Cerrado, Cerradão, Floresta Densa Subtropical Semidecídua, Floresta Média Subtropical Semidecídua, Represas, Florestas de Galeria, Pastagens, Penhascos, Córregos e Rios (Figura 2). Possui nascentes e cursos d'água e cachoeiras que desembocam no rio Aquidabán, bem como nos córregos Aceiteí, Aquidabán Nigui e Panambi'y, os quais têm importante função na conservação hídrica da região. Além disto, a vegetação da área de pastagem (Campos Baixos), serve como captadora de água superficial e subterrânea para o Aquífero Guaraní. Esse ambiente apresenta uma temperatura média anual 23° C na zona mais fria, em direção ao Nordeste, a 25 ° C na zona mais quente, em direção ao Sudeste (SEAM, 2012).



Figura 1. Mapa político do Paraguai apresentando os limites de fronteira e os departamentos do país, com destaque para o Departamento de Amambay, onde se localiza o Parque Nacional Cerro Corá (Fonte: Google Maps 2019, modificado pela autora).

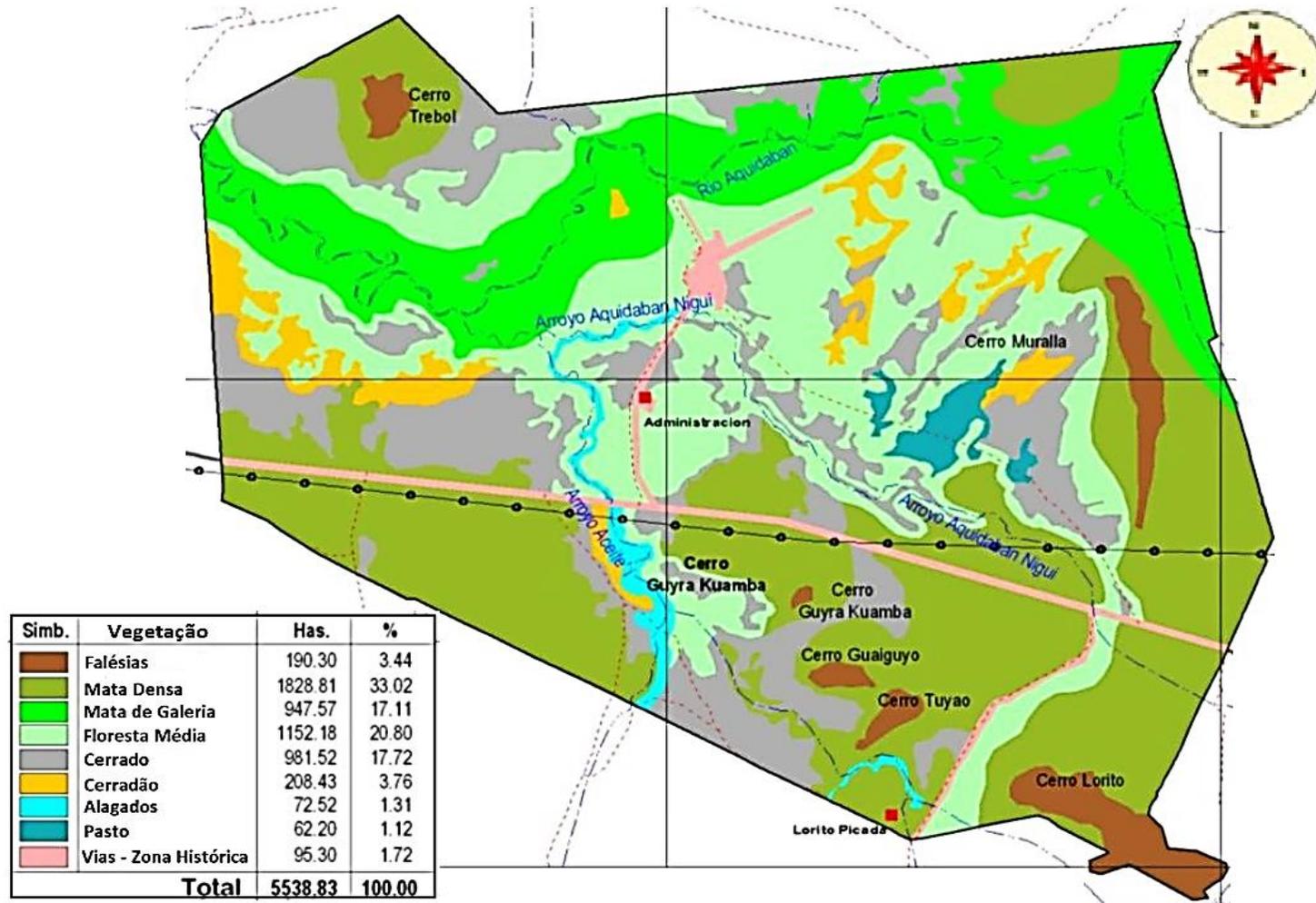


Figura 2. Comunidades vegetais integrantes do Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (Fonte: SEAM, 2012, modificada pela autora)

A variação sazonal da temperatura na região do PNCC é muito grande, sendo marcante a diferença entre inverno (jul.-ago.) e verão (dez.-mar). Temperaturas mais altas são observadas entre a primavera e verão, sendo janeiro o mês mais quente, com média de 25 °C. No inverno é registrada temperatura média de 15 °C, podendo ocorrer até geadas (temperaturas iguais ou inferiores a 0°C). O clima da região oscila do úmido ao sub-úmido, com umidade relativa do ar por volta do 70%. A precipitação média anual varia entre 1.450-1.700 mm, sendo que a estação chuvosa compreende os meses de outubro a março. Durante abril e maio a estação chuvosa declina, e a estação seca engloba os meses de julho a agosto. O mês de setembro marca o recomeço da estação chuvosa (SEAM, 2012).

O Parque Nacional Cerro Corá está localizado dentro dos limites da Cordilheira do Amambay, onde há um grande número de colinas que oferecem falésias rochosas e uma paisagem única no país. Entre as colinas mais conhecidas estão o Cerro Akua, o Cerro Guasú, o Cerro Memby, o Cerro Corá, o Cerro Sarambi, o Cerro Lorito, entre outros. Alguns deles são importantes recursos culturais devido às inscrições rupestres que apresentam, para os quais estão em processo de estudo e reavaliação social pelo Ministério da Cultura da Presidência da República. A região compreende uma área extremamente rica em diversidade biológica. Pesquisas científicas no parque se iniciaram a partir da década de 80, visando principalmente descrever a flora. Muitos pesquisadores nacionais e internacionais contribuíram para coleções em diferentes comunidades vegetais do Parque, especialmente no Cerrado. Entretanto, poucos estudos científicos sobre sua fauna têm sido desenvolvidos (SEAM, 2012). A conservação da biodiversidade é uma necessidade reconhecida pela comunidade científica mundial e do Paraguai (SEAM, 2012).

As moscas das frutas têm sido intensivamente estudadas no mundo em razão de sua importância biológica, ecológica e econômica, principalmente nos países com intensa atividade agrícola. Estudos relacionados à ocorrência das espécies de moscas das frutas em ambientes preservados são escassos. Segundo Aluja et al. (2003), para que se possa compreender a biologia, ecologia e evolução dos tefritídeos são necessários estudos em áreas de vegetação nativa e preservada.

2. Moscas das Frutas

Tephritidae compreende um grupo muito grande de moscas fitófagas, e em especial os gêneros com espécies frugívoras. São reconhecidas seis subfamílias (Tachiniscinae,

Blepharoneurinae, Phytalmiinae, Trypetinae, Dacinae e Tephritinae), aproximadamente 500 gêneros e 5000 espécies descritas distribuídas (Uchoa, 2012).

A caracterização dos tefritídeos se baseia no seu padrão cromático alar elaborado, além do fato das fêmeas possuírem ovipositor protrátil (Rull, 2009), característica compartilhada com outros Tephritoidea. Em decorrência da elevada diversidade dos tefritídeos, as relações filogenéticas entre vários táxons permanecem inconclusivas, variando com relação aos aspectos morfológicos e dados moleculares para alguns táxons pesquisados (Uchoa, 2012).

Espécies em quatro gêneros de Trypetinae: *Anastrepha* Schiner; tribo Dacini, subtribo Ceratitidina, que inclui *Ceratitis* McLeay; subtribo Dacina, com *Bactrocera* Macquart; tribo Carpomyini e subtribo Carpomyina, com *Rhagoletis* (Loew), são consideradas como as mais importantes economicamente na Região Neotropical (Uchoa, 2012).

O gênero *Bactrocera*, com grande importância econômica, tem 486 espécies nativas da região Indo-Australiana (Hernández-Ortiz et al., 2010). Entretanto, várias espécies foram introduzidas no continente americano (Hernández-Ortiz et al., 2010; Uchoa, 2012). São registrados pelo menos 26 espécies de hospedeiros para *Bactrocera*, a maioria de importância econômica em todo o mundo, como carambola, cereja, goiaba, jabuticaba, laranja, maçã, manga, tomate (Uchoa, 2012).

Bactrocera (Figura 3) se caracteriza por apresentar tórax com escutelo esbranquiçado ou amarelo, mais claros que o restante do escuto, que é geralmente preto. As asas são hialinas com faixa costal estreita (Hernández-Ortiz et al., 2010).



Figura 3. Espécime de *Bactrocera*, com suas principais características usadas para reconhecimento desse gênero de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica (Fonte: < <http://fruitflyidentification.org.au/species/bactrocera-neohumeralis/> >).

O gênero *Ceratitis* com aproximadamente 90 espécies nativas da região Afrotropical, são principalmente abundantes nos países do Mediterrânea (Uchoa, 2012). *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) é cosmopolita. É também a espécie de maior distribuição geográfica, conhecida como “mosca do mediterrâneo”, apresenta grande importância econômica na América Central e do Sul (Uchoa, 2012).

C. capitata (Figura 4), se caracteriza por apresentar tórax com escuto escuro e padrão de manchas claras; escutelo volumoso preto brilhante. Abdômen amarelo escuro com duas faixas acinzentadas e asas com padrão de listras amarelas (Hernández-Ortiz et al., 2010).



Figura 4. Macho de *Ceratitis capitata*, com as principais características para reconhecimento das espécies desse gênero de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica (Fonte: HERNÁNDEZ-ORTIZ et al., 2010).

O gênero *Rhagoletis* compreende cerca de 70 espécies descritas. São encontradas na região Holártica e Neotropical, sendo que a maioria das espécies habita zonas montanhosas de clima temperado (Hernández-Ortiz et al., 2010; Uchoa, 2012). No continente americano, são encontradas desde a América do Norte, cordilheiras montanhosas do centro do México e América Central, aos países andinos como o Peru, Equador e Bolívia, chegando até o Chile, Brasil e Argentina. Na América do Sul, atacam principalmente hospedeiros da família Solanaceae (Hernández-Ortiz et al., 2010). Entretanto, as espécies deste gênero não são consideradas pragas importantes no Brasil, embora com grande importância econômica no Peru e Chile (Uchoa, 2012).

Rhagoletis (Figura 5), apresenta corpo escuro, geralmente preto ou castanho. Asas com padrão de manchas castanho-escuro ou pretas, normalmente formando três bandas transversais (Hernández-Ortiz et al., 2010).



Figura 5. Espécime de *Rhagoletis* com suas principais características para reconhecimento dos representantes desse gênero de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica. (Fonte < <https://www.inaturalist.org/taxa/52202-Rhagoletis-completa>>).

O gênero *Anastrepha* é originário da região Neotropical. Portanto, nenhuma espécie pode ser considerada invasora, pois estão adaptadas dentro da sua área de origem (Malavasi et al., 2000; Uchoa, 2012).

As espécies de *Anastrepha* são nativas do Continente Americano, se dispersam entre as latitudes 35°N a 35°S, colonizam grande diversidade de ambientes de toda a América. Porém, se limitam aos climas tropical e subtropical, desde o sul dos Estados Unidos, ocorrendo nas ilhas do Caribe, até o norte da Argentina, com exceção do Chile, onde seu registro é esporádico ao norte do deserto de Atacama, na fronteira com o Peru (Malavasi et al., 2000; Hernández-Ortiz et al., 2010).

Hernández-Ortiz (2007) destaca que a distribuição geográfica das espécies de *Anastrepha* apresenta limitação no norte da América, provavelmente em decorrência de fatores ecológicos e geográficos. Segundo Hernández-Ortiz, devido ao fato de as espécies terem um padrão de dispersão neotropical, caracterizado por elementos originados no sul do continente, sendo distribuídos ao longo das terras baixas tropicais americanas. Por isso há uma menor riqueza de espécies na região que ocupa grande parte do território mexicano, até a conexão com a Costa Rica, em comparação com a grande riqueza e o alto número de endemismos nas américas Central e do Sul. Estas últimas localidades se constituem em centros de origem e diversificação mais importantes das espécies de *Anastrepha*, como os territórios das Guianas, Suriname, maior parte do Peru, Bolívia, Brasil, Panamá, Venezuela, Colômbia e parte do Equador (Malavasi et al., 2000; Hernández-Ortiz, 2007; Hernández-Ortiz et al., 2010).

Os adultos das espécies de *Anastrepha* (Figura 6), apresentam coloração geralmente amarelo castanho, com padrão de asas característico, possuindo manchas amarelas (raramente castanho-escuras) formando uma banda costal (faixa C), uma banda S (faixa S) e uma banda V (faixa V).



Figura 6. Espécime de *Anastrepha*, com suas principais características para reconhecimento desse gênero de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica nativo da Região Neotropical.

Há uma extensa literatura inventariando, revendo e registrando a ocorrência, bem como descrevendo novas espécies de *Anastrepha* para o continente americano. Essas pesquisas em muito contribuem para o conhecimento parcial da diversidade e distribuição geográfica desse gênero no Continente Americano.

2.1. Taxonomia de *Anastrepha* Schiner

O gênero *Anastrepha* foi descrito em 1868 por Ignaz Rudolf Schiner (1813-1873), entomólogo austríaco.

As primeiras espécies, atualmente incluídas em *Anastrepha*, foram caracterizadas e inseridas neste gênero erigido por Schiner em 1868. Algumas espécies foram originalmente descritas nos gêneros: *Trypeta* Megein, 1803 e *Dacus* Fabricius, 1805, sendo *Dacus serpentinus* Wiedemann (1830) indicada como espécie tipo (Costa Lima, 1934; Korytkowski, 2001).

Em 1873, Friedrich Hermann Loew (1807-1879), entomólogo alemão, descreveu o gênero *Acrotoxa*, que continha espécies que, mais tarde, foram transferidas para *Anastrepha* (Korytkowski, 2001).

Os trabalhos taxonômicos com intuito de compilar informações a respeito das espécies de *Anastrepha* foram iniciados pelo italiano Mario Bezzi (1868-1927), em 1909, o qual reuniu

informações publicadas por Wiedemann, Walker, Macquart, Schiner, Van der Wulp e Loew (Stone, 1942). O gênero *Acrotoxa*, por exemplo, erigido por Loew (1807-1879) em 1873, continha espécies que, mais tarde foram realocadas em *Anastrepha* (Korytkowski, 2001). A esta publicação, Bezzi acrescentou uma nova espécie, e listou outras 19 pertencentes ao gênero *Anastrepha*. Além disso, elaborou uma chave para a identificação das espécies descritas até então (Stone 1942).

Em 1914, Friedrich Georg Hendel (1874-1936), entomólogo austríaco, publicou uma nova chave para as 34 espécies de *Anastrepha*, já incluindo 15 novas espécies (Stone, 1942). Nesse mesmo ano, Hendel descreveu e propôs o subgênero *Pseudodacus*, dentro de *Anastrepha*. Entretanto, Alan Stone (1904-1999), entomólogo americano, em 1939, elevou *Pseudodacus* ao nível de gênero, incluindo nele quatro espécies anteriormente publicadas como *Anastrepha*. Nesse mesmo ano, 1939, Stone erigiu o gênero *Lucumaphila* e incluiu doze espécies que haviam sido descritas em *Anastrepha* (Korytkowski, 2001).

Em 1925, John Merton Aldrich (1866-1934), entomólogo americano, descreveu o gênero *Phobema*, incluindo e designando a nova espécie, *Phobema atrox*, como tipo (Costa Lima, 1934). Entretanto, em 1977, George C. Steyskal (1909-1996), entomólogo americano, transformou *Phobema* Aldrich, 1925, *Acrotoxa* Loew, 1873, *Pseudodacus* Hendel, 1914, e *Lucumaphila* Stone, 1939, em sinônimas de *Anastrepha* (Korytkowski, 2001).

No ano de 1941, Erich Martin Hering (1893- 1967), entomólogo alemão, ao descrever o gênero *Stoneola*, integrou neste a espécie *Anastrepha fuscobasalis* Hering, 1935, e transferiu a espécie indonésia *Anastrepha extranca* Meijere, 1914 para *Seracea* Walker. *Stoneola* e *Seracea* são considerados gêneros válidos e distintos de *Anastrepha* (Korytkowski, 2001).

A partir dos trabalhos de Hendel, por um longo período não houveram mais publicações taxonômicas sobre *Anastrepha*, exceto as descrições de algumas novas espécies por Aldrich, Bezzi, Knab, Townsend, Sein, Lutz e Costa Lima. A partir de 1934 novos trabalhos foram publicados por Charles Tull Greene (1879-1958), entomólogo americano (Stone, 1942).

Greene (1934), se baseando em materiais coletados por Max Kisliuk e C. E. Cooley, provenientes de uma viagem através às Índias Ocidentais (atualmente Antilhas e Bahamas, ilhas caribenhas) e ao redor da América do Sul, em espécimes coletados no Panamá por James Zetek, registrou a ocorrência de 54 espécies de *Anastrepha*, tendo provido 16 novas descrições de espécies (Stone, 1942).

No mesmo ano (1934), Ângelo Moreira da Costa Lima (1887-1964), entomólogo brasileiro, se baseou quase que inteiramente em material brasileiro, mas incluindo a maioria das espécies já descritas, exceto as de Greene, registrou 62 espécies de *Anastrepha*, incluindo 22

novas espécies que as descreveu. Foi Costa Lima o primeiro pesquisador a empregar intensivamente características do acúleo (ovipositor) das ♀♀ como caractere importante (diagnóstico) para a distinção entre as espécies de *Anastrepha* (Stone, 1942). Embora, de fato foi Alfonso Dampf (1884-1948), pesquisador e chefe do Laboratório de Entomologia do Ministério da Agricultura do México (1933), quem discutiu pela primeira vez, a importância do exame dessa estrutura (ápice do ovipositor) para a identificação das espécies de *Anastrepha* (Costa Lima, 1934).

Após os trabalhos de Greene (1934) e Costa Lima (1934), os espécimes coletados que não se identificavam em nenhuma das chaves propostas, tornou evidente a necessidade de realização de mais revisão taxonômica e descrições de novas espécies de *Anastrepha*. Nesta mesma época também se destacou o trabalho do entomólogo americano Foster Hendrickson Benjamin (1895-1936), que descreveu novas espécies e reportou novos registros para os Estados Unidos da América (EUA), as quais haviam sido coletadas em Rio Grande Valley e na Flórida. Entretanto, o pesquisador faleceu e não publicou seus resultados, sendo esta tarefa entregue ao entomólogo americano de mesma linha de pesquisa, Alan Stone (1904-1999), que decidiu realizar uma revisão de todo o gênero e incluir as espécies que haviam sido recentemente descritas por Costa Lima à época da preparação do manuscrito (1942).

Stone (1942) publicou seu trabalho revisional e de descrição de novas espécies, incluindo então 126 espécies de *Anastrepha* com nomes válidos. Segundo Korytkowski (2001), o trabalho de Stone, publicado em 1942, ainda é reconhecido como a mais importante fonte de referência para o gênero *Anastrepha*. A partir daí o acúleo e novos caracteres morfológicos de fêmeas passaram a serem usados de forma padronizada para a taxonomia das espécies do gênero *Anastrepha*.

A partir do trabalho de Stone (1942), novas pesquisas foram conduzidas, tendo como principais pesquisadores George C. Steyskal (1909-1996), (Korytkowski, 2001). Atualmente merecem destaque os trabalhos do biólogo Allen L. Norrbom (USDA, USA); de Cheslavo Korytkowski, engr. agrônomo da Universidade do Panamá (Panamá), anteriormente trabalhou no Peru; Vicente Hernández Ortiz, biólogo mexicano da Universidade Nacional Autónoma do México (UNAM); Nelson Augusto Canal Daza, engr. agrônomo colombiano (Universidad del Tolima, Ibagué) e dos brasileiros: engr. agrônomo Roberto Antonio Zucchi (USP, Piracicaba-SP) e biólogos Manoel Araécio Uchoa-Fernandes (FCBA, UFGD) e Keiko Uramoto, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Universidade de São Paulo (USP). Estes pesquisadores muito contribuíram e contribuem para a descoberta, reconhecimento e registro das espécies de moscas das frutas, de seus hospedeiros e parasitoides no continente americano. Isto tem auxiliado no

entendimento taxonômico das espécies de moscas das frutas, no conhecimento de sua distribuição geográfica e elucidado as interações tróficas com hospedeiros e inimigos naturais.

Recentemente, Mengual et al. (2017), realizaram pesquisas de cunho filogenético, empregando biologia molecular e comprovaram que *Anastrepha* é um clado parafilético, pois apresenta um estreito relacionamento com as espécies do gênero *Toxotrypana* Gerstaecker, 1860. Então, com base em caracteres morfológicos, principalmente relacionados a aspectos da genitália feminina e dados moleculares, quando agrupadas em um só táxon as espécies de *Anastrepha* e de *Toxotrypana* compreendem um clado monofilético.

Reconhecendo a monofilia entre *Anastrepha* e *Toxotrypana*, Norrbom et al. (2018a, 2018b) verificaram que esses dois gêneros, na verdade, representavam um caso de sinonímia.

De acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN, 1999), em casos de sinonímia (Artigo 23), deve permanecer o sinônimo sênior. Entretanto, embora houvesse prioridade para a denominação *Toxotrypana*, foi solicitado à Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica o caso excepcional de sinonimização subjetiva de *Toxotrypana* por *Anastrepha*. Esta exceção foi defendida por considerar o maior número de espécies do gênero *Anastrepha*; pelo motivo em *Anastrepha* ocorrerem várias espécies com estatos de praga de grande importância para fruticultura e horticultura mundial, atacando uma enorme diversidade de espécies de frutos, tendo, portanto, maior impacto na economia mundial. Já no gênero *Toxotrypana*, há apenas uma espécie praga: *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker, 1860, que ataca o mamão (*Carica papaya* L.) nas regiões ao redor do Caribe (Norrbom et al., 2018a, 2018b).

Caso não fosse aceita a sinonímia subjetiva de *Toxotrypana* Gerstaecker (1860) por *Anastrepha* Schiner (1868), isto poderia ocasionar sérios problemas na pesquisa e na comunicação científica sobre bioecologia, gestão e regulação das espécies de moscas das frutas, pois geraria uma instabilidade nomenclatural que afetaria a taxonomia e todas as outras atividades decorrentes do emprego do nome do gênero *Anastrepha*. Ainda, como defesa, foi apresentado que a quantidade de publicações é muito mais vasta a respeito das espécies de *Anastrepha* que das de *Toxotrypana*, o que implicaria em sérios problemas na comunicação científica a respeito desse importante grupo de pragas de frutíferas e hortícolas nas Américas (Norrbom et al., 2018a, 2018b).

Assim, após reconhecer a sinonímia entre os gêneros *Toxotrypana* e *Anastrepha*, foi solicitada a permanência da nomenclatura *Anastrepha* (Norrbom et al., 2018b) e as espécies de *Toxotrypana* passarão a serem reconhecidas como pertencentes ao complexo de espécies *Anastrepha curvicauda* (Norrbom et al., 2018a), grupo infragenérico *curvicauda*.

Quanto à diversidade de espécies de moscas das frutas do gênero *Anastrepha*, Norrbom et al. (2015), reportou 268 espécies com nome válidos. Entretanto, segundo a base de dados delta-intkey.com (Norrbom et al. 2012), versão atualizada em dezembro de 2018, são reportadas atualmente 274 espécies *Anastrepha* no mundo.

Estudos taxonômicos baseados na morfologia de espécimes adultos de *Anastrepha*, como a forma e tamanho do acúleo, padrão cromático do corpo (incluindo características do mesonoto) e das asas, indicam a existência vários grupos de espécies crípticas e filogeneticamente mais próximos entre si no gênero *Anastrepha*. Norrbom et al. (1999) e Norrbom et al. (2012), revisaram esses agrupamentos e reconheceram 21 grupos de espécies: *benjamini*, com 9 espécies; *caudata*, com 3 espécies; *daciformis*, com 14 espécies; *dentata*, com 10 espécies; *doryphoros*, com 4 espécies; *fraterculus*, com 43 espécies; *grandis*, com 9 espécies; *hastata*, com 3 espécies; *leptozona*, com 6 espécies; *mucronota*, com 43 espécies; *panamensis*, com 3 espécies; *pseudoparallela*, com 23 espécies; *punctata*, com 4 espécies; *ramosa*, com 3 espécies; *raveni*, com 2 espécies; *robusta*, 29 espécies; *schausi*, com 5 espécies; *serpentina*, com 10 espécies; *spatulata*, com 14 espécies; *striata*, com 3 espécies; e *tripunctata*, com 3 espécies; além de 31 espécies que não foram atribuídas a nenhum desses grupos infragenéricos.

Embora existam várias publicações sobre a ocorrência de espécies de moscas das frutas no continente americano, em especial do gênero *Anastrepha* na América do Sul, existem poucas pesquisas relacionadas à riqueza em espécies de Tephritidae no Paraguai.

2.2. Estudos de moscas das frutas no Paraguai

O início dos estudos taxonômicos das espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) no Paraguai, se basearam em grande parte em espécimes depositadas em museus, como o *Hungarian National Museum* (Museu Nacional da Hungria) e *Wiener Hof-Museum* (Museu Histórico de Viena), na Áustria.

Os registros de ocorrência das espécies de *Anastrepha* no Paraguai foram iniciados por Hendel, em 1914, em seu trabalho de revisão e catalogação das espécies de tefritídeos da região neotropical.

A partir de material coletado pelo pesquisador Fiebrig em San Bernardino, Cordillera, no Paraguai, e que foi depositado nos museus da Hungria e de Viena, Hendel (1914) registrou a ocorrência de 4 espécies: *A. daciformis* Bezzi, 1909; *A. parallela* (Wiedemann, 1830); *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830); e *A. obliqua* (Macquart, 1835). Estas duas últimas,

provenientes de San Bernardino, Departamento de Cordillera. Entretanto, é importante observar para *A. fraterculus*, a sua sinonímia como *A. unicolor* Loew, 1862 que inicialmente foi identificada para o Paraguai, porém, Hendel reconheceu esse erro e registrou corretamente. O mesmo aconteceu para *A. munda* (Schiner, 1868), sinonímia de *A. obliqua*.

Hendel (1914) descreveu duas novas espécies: *A. macrura* Hendel, 1914 e *A. punctata* Hendel, 1914, registrando sua ocorrência para San Bernardino, Departamento de Cordillera.

Bezzi (1919) se dedicou a uma nova revisão do gênero *Anastrepha* e neste trabalho registrou a ocorrência de mais uma espécie para o Paraguai: *A. grandis* (Macquart, 1846), a partir de material coletado por Schorotky em Porto Bertoni, Departamento de Alto Paraná. Ainda, a partir de material coletado por Schorotky e Bertoni (não menciona a localização), confirmou o registro de *A. fraterculus*; e reconheceu a sinonimização de *A. obliqua*, proveniente de San Bernardino, Departamento de Cordillera, como proposto por Hendel (1914).

Anos mais tarde, Stone (1942), realizou uma nova publicação sobre as espécies de *Anastrepha*. Neste livro, reporta a ocorrência de dois novos registros de espécies para o Paraguai: *A. elegans* Blanchard, 1937, a partir de material da coleção de Everard E. Blachard e *A. montei* Lima, 1934, a partir de material coletado por Fiebrig, em San Bernardino, Departamento de Cordillera.

Norrbom (1991), em seu trabalho de revisão das espécies de *Anastrepha* do complexo *grandis*, registra a ocorrência de *A. grandis*, a partir de material coletado por Schade, em 1938, nos municípios de Bella Vista e Hohenau, departamento de Itapúa (embora tenha considerado que Hohenau se localizasse no Departamento de Alto Parana), e em 1940, para Villarica, Departamento de Guairá; a partir de material coletado por Schulze, sem data, para o município de Horqueta, Departamento de Concepción; e a partir de material coletado por Fiebrig, sem data, para o município de San Bernardino, Departamento de Cordillera.

Norrbom (1998), revisou as espécies de *Anastrepha* do grupo *daciformis*, tendo registrado a ocorrência de *A. macrura* para o município de San Bernardino, Departamento Cordillera.

Arias et al. (2014), publicaram os resultados de sua dissertação de mestrado e registraram a ocorrência de 17 espécies de *Anastrepha* para o Paraguai, sendo nove novos registros obtidos por Arias em sua pesquisa: *A. amita* Zucchi, 1979, *A. haywardi* Blanchard, 1937, e *A. zernyi* Lima, 1934 para o município de Santa Rosa, Departamento de Misiones; *A. turpiniae* Stone, 1942, e *A. serpentina* (Wiedemann, 1830) para o município de Concepción, Departamento Concepción; *A. dissimilis* Stone, 1942, e *A. pickeli* Lima, 1934 para os municípios de Concepción, Horqueta e Loreto, Departamento de Concepción; *A. rheediae* Stone, 1942 e *A.*

striata Schiner, 1868 para os municípios de Concepción, Departamento de Concepción, e Santa Rosa, Departamento de Misiones.

Arias et al. (2014) citam o trabalho catalográfico de Norrbom (2004), que acrescentou três novos registros de espécies para o Paraguai: *A. undosa* Stone, 1942 para o município de Concepción, Departamento de Concepción; *A. barbiellinii* Lima, 1938 e *A. sororcula* Zucchi, 1979; sendo que para estas duas últimas não são apresentadas as localidades de coleta.

Arias et al. (2014), menciona o trabalho de monografia realizado por Francisco Gurrieri Lovera (2011), o qual registrou pela primeira vez a existência de *A. distincta* Greene, 1934 e *A. pseudoparallela* (Loew, 1873) no Paraguai. Entretanto, esses dados não foram publicados, mas foram considerados pelos autores. Além disso, também em 2014, Sosa Rivas, em pesquisa com amostragem de frutos hospedeiros de moscas das frutas, registrou a ocorrência de *A. elegans*, *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. obliqua*, *A. serpentina* e *A. striata* no município de San Pedro de Ycuamandyyú, Departamento de San Pedro, além de dois novos registros para aquele país: *A. bistrigata* Bezzi, 1919; e *A. limae* Stone, 1942. Os dados dessa pesquisa foram apresentados em um evento científico (congresso) no Paraguai.

Esta pesquisa original apresenta um inventário das espécies de moscas das frutas amostradas com armadilhas modelos McPhail iscadas com atrativo alimentar durante dois anos no Parque Nacional Cerro Corá, contribuindo para o conhecimento da diversidade e distribuição geográfica das espécies de moscas das frutas, tão importantes economicamente para as atividades hortifrutícolas no Paraguai. Este é o primeiro trabalho sobre moscas das frutas realizados em uma Unidade de Conservação do Paraguai.

Referências Citadas

ALUJA M. & NORRBOM, A.L. 2000. **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Boca Raton, CRC Press, 963p.

ALUJA, M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 155-78.

ALUJA, M.; RULL, J.; SIVINSKI, J.; NORRBOM, A.L.; WHARTON, R.A.; MACÍAS-ORDÓÑEZ, R.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; LÓPEZ, M. 2003. Fruit Flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the Tropical Rainforest Biosphere Reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. **Environmental Entomology**, v. 32, n. 6, p.1377-1385.

ARIAS, O.R.; FARIÑA, N.L; LOPES, G.N.; URAMOTO, K.; ZUCCHI, R.A. 2014. Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from some localities of Paraguay: new records, checklist, and illustrated key. **Journal of Insect Science**, v. 14, p. 1-9.

BEZZI, M.1909. Le specie dei generi *Ceratitis*, *Anastrepha* e *Dacus*. **Bollettino del Laboratorio di Zoologia Generale e Agraria della R. Scuola superiore d'Agricoltura in Portici**, v. 3, p. 273-313.

BEZZI, M.1919. Una nuova specie brasiliana del genere *Anastrepha* (Dipt.). **Bollettino del Laboratorio di Zoologia Generale e Agraria della R. Scuola superiore d'Agricoltura in Portici**, v. 13, p. 3-14.

CGR – Contraloría General de la República. 2007. **Informe final de auditoria de gestión ambiental**: Resolución CGR N° 475/06. Dirección General de Control de la Gestión de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente. Asunción, Paraguay, Abril, 2007.

CGR – Contraloría General de la República. 2010. **Informe final**: Resolución CGR N° 1238/09. Dirección General de Control de la Gestión Ambiental. Asunción, Paraguay, Agosto, 2010.

COSTA LIMA, A. da. 1934. Moscas de frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Trypetidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 28, p. 487-575.

DUDLEY, N. (Editor) (2008). **Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. Gland, Switzerland: IUCN.** x + 86pp. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-021.pdf>>. Acesso: Janeiro de 2019.

DUYCK, P.F.; DAVID, P. & QUILICI, S. 2004. A review of relationships between interspecific competition and invasions in fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Ecological Entomology**, n. 29, p. 511-520.

GONZÁLEZ, M.V. & BACHA, C.J.C. 2007. As políticas florestais do Brasil e Paraguai. **Teoria e evidência econômica**, v. 14, n. 28, p. 37-56.

GREENE, C.T. 1934. A revision of the genus *Anastrepha* based on a study of the wings and on the length of the ovipositor sheath. (Diptera: Trypetidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 36, p. 127-179.

HENDEL, F. 1914. Die bohrfliegen südamerikas; übersicht und katalog der bisher aus der neotropischen region beschrieben tephritinen. [Dresden] **Abhandlungen und Berichte des Konigl. Zoologischen und Anthropologisch-Etnographischen Museums zu Dresden**, v. 14, n. 3, 84p.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. 2007. Diversidad y Biogeografía del género *Anastrepha* em México, p. 53-76. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (Ed.), **Mocas de la Fruta em Latinoamérica (Diptera: Tephritidae):** Diversidad, biología y manejo. S y G editores, Distrito Federal, México, 167p.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; GUILLÉN-AGUILLAR, J.; LÓPEZ, L. 2010. Taxonomía e identificación de moscas de la fruta de Importancia económica em América. MONTOYA, P.; TOLEDO, J.; HERNÁNDEZ, E. (eds.), **Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo.** México, D.F.: S y G editores, pp. 49-80.

INTERNATIONAL COMMISSION ON ZOOLOGICAL NOMENCLATURE (ICZN). 1999. **International Code of Zoological Nomenclature**. Online. 4ed. London: The International Trust for Zoological Nomenclature. Disponível em:<<http://www.iczn.org/iczn/index.jsp>>. Acesso: Janeiro de 2019.

KORYTKOWSKI, C.A. 2001. Situación actual del género *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) en el Perú. **Revista Peruana de Entomologia**, v. 42, p. 97-158.

MAIA, S. G. C. 2016. **O Mecanismo de Compensação da Reserva Legal em Unidades de Conservação no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: Ed. UFMT.

MALAVASI, A. & ZUCCHI, R. A. 2000. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Hollos. 327p.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A.; SUGAYAMA, R.L. 2000. Biogeografia, pp. 93-98. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora. 327p.

MENGUAL, X.; KERR, P. H.; NORRBOM, A. L.; BARR, N. B.; LEWIS, M. L.; STAPELFELDTE, A. M.; SCHEFFER, S. J.; WOODS, P.; ISLAM, M.-S.; C. KORYTKOWSKI, A.; URAMOTO, K.; RODRIGUEZ, E. J.; SUTTON, B. D.; NOLAZCO, N.; STECK, G. J.; GAIMARI, S. 2017. Phylogenetic relationships of the tribe Toxotrypanini (Diptera: Tephritidae) based on molecular characters. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 113, p. 84–112.

NORRBOM, A.L. 1991. The species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) with a *grandis*-type wing pattern. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 93, p. 101–124.

NORRBOM, A.L. 1998. A revision of the *Anastrepha daciformis* species group (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 100, p. 160–192.

NORRBOM, A.L. 2004. ***Anastrepha Schiner* (Diptera: Tephritidae)**. Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov/Diptera/tephriti/Anastrep/Anastrep.htm>>. Acesso em Janeiro de 2019.

NORRBOM, A. L. 2010. Tephritidae (fruit flies, moscas de frutas), pp. 909-954. In: Brown B.V., Borkent A., Cumming J. M., Wood D. M, Woodley N. E. & Zumbado, M. (eds.). **Manual of Central American Diptera**, v. 2, NRC Research Press, Ottawa. 442p.

NORRBOM, A.L.; ZUCCHI, R.A.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. 1999. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology. pp. 299-341. In: Aluja M, Norrbom AL. (Eds) **Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior**. CRC, Boca Raton, Florida, 984p.

NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A.; ZUCCHI, R.A.; URAMOTO, K.; VENABLE, G.L.; MCCORMICK, J.; DALLWITZ, M.J. 2012. ***Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys**. Disponível em <<http://www.deltaintkey.com/anatox/index.htm>> Acesso em janeiro de 2019.

NORRBOM, A. RODRIGUEZ, E.J.; STECK, G.J.; SUTTON, B.A.; NOLAZCO, N. 2015. New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Peru and Bolivia. **Zootaxa**, v. 4041, p.1-94.

NORRBOM, A.L.; BARR, N.B.; KERR, P.; MENGUAL, X.; NOLAZCO, N.; RODRIGUEZ, E.J.; STECK, G.J.; SUTTON, B.D.; URAMOTO, K.; ZUCCHI, R.A. 2018a. Synonymy of *Toxotrypana* Gerstaecker with *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 120, p. 834-841.

NORRBOM, A.L.; BARR, N.B.; KERR, P.; MENGUAL, X. 2018b. Case 3772 – *Anastrepha* Schiner, 1868 (Insecta, Diptera, TEPHRITIDAE): Proposed precedence over *Toxotrypana* Gerstaecker, 1860. **Bulletin of Zoological Nomenclature**, v. 75, p. 165-169.

OLIVEIRA, C.M.de; ESPÍNDOLA, I.B. 2015. Harmonização das normas jurídicas ambientais nos países do Mercosul. **Ambiente & Sociedade**, v. XVIII, p. 1-18.

RULL, J. 2009. Phylogeny, biology, behavior and management of Tephritid fruit flies: an overview. In CLARO, K.D.; OLIVEIRA, P.S.; RICO-GRAY, V. (Eds). **Tropical biology and**

conservation management. Phytopathology and Entomology. Vol VII. Encyclopedia of life support systems. Oxford: EOLSS Publishers Co. Ltd. 304p.

SEAM - Secretaría del Ambiente. Paraguay. 2007. **Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay.** Informe Nacional. 84p.

SEAM – Secretaria del Ambiente. Paraguay. 2012. **Evaluación ecológica rápida Parque Nacional Cerro Cora.** Informe Final. 100p.

SINASIP – Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Paraguay. 1993. **Reglamentaciones.** Asunción: Subsecretaria de Estado de Recursos Naturales y Medio Ambiente. 314p.

SNUC – Sistema Nacional De Unidades De Conservação. 2000. **LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000.**

SOSA RIVAS, D.C. 2014. Moscas de las frutas identificadas em três espécies frutales em San Pedro de Ycuamandyú. *In:* CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS, 3., 2014, San Lorenzo, Paraguay. **Anais[...]**. San Lorenzo, Paraguay: FCA-UNA, p. 476-477. Disponível em <<http://www.agr.una.py/descargas/publicaciones/IIICNCA2014.pdf>>. Acesso em Janeiro de 2019.

STEYSKAL, G.C. 1977. Pictorial key to the species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Washington, D.C. **Washington Entomological Society**, 35p.

STONE, A. 1942. **The fruitflies of the genus *Anastrepha*.** Misc. Publication 439, U. S. Dept. of Agriculture. Washington, D. C. January 1942. 112p.

TROPLEHORN, C.A. & JOHNSON, N.F. 2015. **Estudo dos insetos.** 2ed. São Paulo: Cengage Learning. 816p.

TURNER, I.M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology**, v. 33, p. 200-209.

UCHOA, M. A. 2012. Fruit Flies (Diptera: Tephritoidea): biology, host plants, natural enemies, and the implications to their natural control. *In*: LARRAMENDY, M.L. e SOLONESKI, S. (Eds). **Integrated Pest Management and Pest Control: current and future tactics**. Croatia: Intech. 668p.

Objetivo Geral¹

Inventariar as espécies de moscas das frutas com uso de armadilhas e avaliar seus padrões de flutuação populacional ao longo do ano no Parque Nacional Cerro Corá-PY.

Objetivos Específicos:

1. Elaborar uma lista de espécies de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) ocorrentes na unidade de conservação Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), Paraguai;
2. Reportar a ocorrência de novos registros de espécies do gênero *Anastrepha* para o Paraguai;
3. Identificar as espécies de *Anastrepha* mais abundantes e frequentes no Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), Paraguai;
4. Analisar a diversidade de espécies de *Anastrepha* no Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), Paraguai e,
5. Conhecer os padrões de sazonalidade de ocorrência das espécies do gênero *Anastrepha* no Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), Paraguai.

Hipóteses

H1: No Parque Nacional Cerro Corá-PY coexistem diferentes espécies de moscas-das-frutas, incluindo as do gênero *Anastrepha*.

H2: A diversidade de espécies do gênero *Anastrepha* varia em função da sazonalidade.

¹ Esta Tese está de acordo com as “Normas para Redação de Dissertações e Teses” do Programa de PósGraduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS, Brasil.

Manuscrito 1**Diversidade de Moscas das Frutas (Diptera: Tephritidae) em uma unidade de
conservação do Paraguai**

M.C.N. FACHOLI, M.A. UCHOA

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB),
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Avenida Guaicurus km 12, Caixa Postal
241, CEP 79804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: <uchoa.manoel@gmail.com>,
<michelli.facholi@gmail.com>

ABSTRACT – The Tephritidae family, distributed in all the temperate and tropical regions of the world, presents great taxonomic diversity, but an expressive number of species, popularly called fruit flies, are considered important pests of the world fruit growing. Although there are many publications on the occurrence of fruit flies in the Americas, especially in South America, there are few reports of *Anastrepha* and *Ceratitis* species in Paraguay, especially in preservation areas such as Parque Nacional Cerro Corá in the department of Amambay. Thus, this research provides an inventory of species of fruit flies in Parque Nacional Cerro Corá, Paraguay, contributing to the knowledge of Tephritidae species richness and their geographic distribution. The survey was carried out with McPhail traps with food bait during 24 consecutive months. The collections were monthly; using five transects with five points by transect (25 traps) inside the Parque Nacional Cerro Corá, Paraguay. The aim of this inventory was to evaluate fruit fly species diversity throughout two years. *Ceratitis capitata* (Wiedemann 1824) and 18 species of *Anastrepha* Schiner 1868 were collected, of which five species correspond to new records to Paraguay: *A. barnesi*, *A. nr. concava*, *A. leptozona*, *A. matogrossensis* e *A. zenildae*. The most abundant and frequent species were *A. sororcula* and *A. fraterculus*. This is the first inventory of species of fruit flies in a protected wilderness area in Paraguay.

Keywords: Biodiversity, Frugivorous flies, Unity Conservation.

¹ Este manuscrito segue as normas da Revista NEOTROPICAL ENTOMOLOGY

RESUMO – A família Tephritidae, distribuída em todas as regiões temperada e tropicais do mundo, apresenta grande diversidade taxonômica, mas um número expressivo de espécies, popularmente denominadas moscas das frutas, são considerados pragas importantes da fruticultura mundial. Embora existam muitas publicações sobre ocorrência de moscas das frutas no continente americano, especialmente na América do Sul, são poucos relatos de espécies de *Anastrepha* e *Ceratitis* no Paraguai, especialmente em áreas de preservação, como o Parque Nacional Cerro Corá, no departamento de Amambay. Assim, esta pesquisa fornece um inventário de espécies de moscas das frutas no Parque Nacional Cerro Corá, no Paraguai, contribuindo para o conhecimento da riqueza de espécies de Tephritidae e sua distribuição geográfica. A pesquisa foi realizada com armadilhas McPhail com isca alimentar durante 24 meses consecutivos. As coletas foram mensais, utilizando cinco transectos, cada um com cinco pontos (25 armadilhas) no interior do Parque Nacional Cerro Corá, no Paraguai. O objetivo foi avaliar a diversidade das espécies de moscas-das-frutas ao longo de dois anos. *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) e 18 espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 foram coletadas, das quais cinco espécies correspondem a novos registros para o Paraguai: *A. barnesi*, *A. nr. concava*, *A. leptozona*, *A. matogrossensis* e *A. zenildae*. As espécies mais abundantes e frequentes foram *A. sororcula* e *A. fraterculus*. Este é o primeiro inventário de espécies de moscas-das-frutas em uma área silvestre protegida no Paraguai.

Palavras chave: Biodiversidade, Moscas Frugívoras, Unidade de Conservação

Introdução

A família Tephritidae apresenta grande diversidade taxonômica e se distribui em todas as regiões temperada e tropicais do mundo. Seus representantes são popularmente denominados moscas das frutas e compreendem aproximadamente 5000 espécies, quase todas fitófagas. Em muitas espécies, toda a fase juvenil (exceto pre-pupa e pupa) se desenvolve no interior dos frutos e por isso vários táxons são considerados pragas importantes da fruticultura e horticultura mundial (Malavasi & Zucchi 2000, Uchoa 2012).

A presença das moscas das frutas nas áreas comerciais se constitui em um dos grandes entraves à produção e livre comércio de produtos hortifrutícolas no mundo, sendo particularmente importantes para os países em desenvolvimento que incluem na sua matriz econômica a produção e comercialização interna e externa de frutas e hortaliças (Malavasi 2000, Uchoa 2012).

A principal forma de proteger um país contra a introdução de pragas é através de programas de detecção dessas espécies potenciais invasoras (Malavasi 2000). O Ministerio de Agricultura y Ganadería (Pecuária) do Paraguai, por meio do Servicio Nacional de Calidad y sanidade Vegetal y de Semillas (SENAVE), conta com um programa de vigilância sanitária específico para moscas das frutas de importância econômica. Visa evitar a entrada de espécies que possam se desenvolver em hospedeiros principais ou alternativos. O “Programa de Vigilancia Fitosanitaria de Mosca de la fruta”, dá ênfase especial aos táxons frugívoros: *Drosophila suzukii*, *Bactrocera* spp. *Anastrepha grandis*, bem como outros insetos com importância agrícola. Dentre os objetivos da proposta do governo paraguaio, se destacam o monitoramento de moscas das frutas (especialmente *A. grandis*) em curcubitáceas, com vistas à exportação, além da implementação de uma rede de armadilhagem nos pontos de entrada do país e principais centros de comercialização para detecção de possível introdução de espécies quarentenárias (SENAVE 2019).

Os registros de distribuição geográfica constituem fonte de referência básica para os técnicos envolvidos com problemas quarentenários, de maneira que fornecem fonte imprescindível de informações rápidas, completas e confiáveis (Zucchi 2000).

Estudos taxonômicos envolvendo a ocorrência de moscas das frutas no Paraguai se iniciaram em 1914, com os trabalhos de Hendel, que se baseou em espécimes depositados em museus da Áustria, como o *Hungarian National Museum* e o *Wiener Hof-Museum* na Áustria.

As primeiras espécies de moscas das frutas registradas para o Paraguai pertencem ao gênero *Anastrepha* Schiner, 1868, que compreende 274 espécies (Norrbom *et al* 2012) e é originário da região Neotropical (Uchoa 2012), sendo encontradas especialmente nas Américas Central e do Sul (Hernández-Ortiz *et al* 2010).

Hendel (1914) registrou as espécies *A. daciformis* Bezzi, 1909; *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830); *A. macrura* Hendel, 1914; *A. obliqua* (Macquart, 1835); *A. parallela* (Wiedemann, 1830) e *A. punctata* Hendel, 1914; para os municípios de San Bernardino, Cordillera.

Ao longo do tempo, foram adicionados novos registros e novas espécies e localidades de ocorrência: *A. amita* Zucchi, 1979; *A. barbiellinii* Lima, 1938; *A. bistrigata* Bezzi, 1919; *A. dissimilis* Stone, 1942; *A. distincta* Greene, 1934; *A. elegans* Blanchard, 1937; *A. grandis* (Macquart, 1846); *A. haywardi* Blanchard, 1937; *A. limae* Stone, 1942; *A. montei* Lima, 1934; *A. pickeli* Lima, 1934; *A. pseudoparallela* (Loew, 1873); *A. rheediae* Stone, 1942; *A. serpentina* (Wiedemann, 1830); *A. sororcula* Zucchi, 1979; *A. striata* Schiner, 1868; *A. turpiniae* Stone, 1942; *A. undosa* Stone, 1942; *A. zernyi* Lima, 1934; para os municípios de Bella Vista e Hohenau, Itapúa; Concepción, Horqueta e Loreto, Concepción; Porto Bertoni, Alto Paraná; San Bernardino, Cordillera; San Pedro de Ycuamandyyú, San Pedro; Santa Rosa, Misiones e Villarica, Guairá (Bezzi 1919, Stone 1942, Norrbom 1991, 1998, 2004, Arias *et al* 2014, Sosa

Rivas 2014). Entretanto, não há registros para ambientes de preservação permanente, como os Parques Nacionais do Paraguai.

O gênero *Ceratitidis* compreende aproximadamente 90 espécies, nativas da região Afrotropical (Uchoa 2012). *C. capitata* (Wiedemann, 1824) foi reportada no Paraguai pela Commonwealth Institute of Entomology (CIE) em 1967 e em 1984 (Aguirre 1999). A ocorrência desta espécie no Paraguai é bem difundida, constando no banco de dados global da Organização Europeia e Mediterrânea para Proteção das Plantas (EPPO), com base em informações datadas de 1993 (EPPO 2019)

Embora existam muitas publicações sobre ocorrência de moscas das frutas no continente americano, especialmente na América do Sul, são poucos relatos de espécies com importância econômica para a hortifruticultura, tais como as dos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitidis* no Paraguai. Além disto, até então, nada se conhece sobre tefritídeos frugívoros em Unidades de Conservação naquele país.

Neste contexto, os objetivos desta pesquisa são: 1. Realizar um inventário das espécies de moscas das frutas (Tephritidae) ocorrentes na área silvestre protegida do Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), 2. Quantificar a diversidade de espécies de moscas frugívoras (Tephritidae) naquela unidade de conservação e 3. Apresentar os padrões de distribuição geográfica das espécies ocorrentes no PNCC, revisando os registros destas em outros Departamentos do Paraguai.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi desenvolvida na área silvestre protegida Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), Paraguai. O parque abrange uma área de 5.538 hectares e está localizado no Departamento de Amambay, a 450 Km da cidade de Assunción e 40 Km da capital

departamental Pedro Juan Caballero, fronteira seca com o município de Ponta Porã-MS, Brasil. A região compreende uma área extremamente rica em diversidade biológica (SEAM 2012).

Na região do PNCC foram determinadas ao acaso cinco áreas distanciadas entre si, que passaram a integrar os pontos fixos de amostragem, durante os dois anos da pesquisa. Em cada ponto amostral foram instaladas cinco armadilhas, distanciadas em 100m entre si, totalizando 25 armadilhas modelo McPhail. As armadilhas foram iscadas com atrativo alimentar BioAnastrepha[®], instaladas a 1,8m do nível do solo, aleatorizadas em árvores do local das amostragens.

As avaliações foram realizadas nos cinco trechos pré-estabelecidos e, ao longo destes, foram estabelecidos transectos delimitados às margens das trilhas de passeio do parque. Cada transecto teve um comprimento aproximado de 500 metros e as armadilhas foram dispostas a 10m para o interior da área com vegetação visando evitar vandalismo ou interferência das pessoas visitantes do parque na captura das moscas das frutas.

Foram realizadas expedições quinzenais, mas na primeira semana apenas foi inserido o atrativo nas armadilhas. As avaliações de capturas das moscas das frutas foram mensais, durante 24 meses consecutivos, com início em 05 de novembro de 2016 e término em 13 de outubro de 2018, englobando as quatro estações do ano. Isto possibilitou a amostragem de diferentes espécies de tefritídeos ao longo do período.

As expedições ocorreram sempre nos dois primeiros sábados de cada mês, de modo que no primeiro, as armadilhas eram abastecidas com o atrativo, e no segundo, o material proveniente da coleta era recolhido. Para a realização das coletas, foram solicitadas licenças aos administradores do Parque Nacional Cerro Corá-PY, e à Secretaria Nacional do Meio Ambiente do Paraguai, referentes à obtenção de insetos na Unidade de Conservação, e autorizações para transporte destes materiais por vias rodoviárias.

O material capturado nas armadilhas foi retirado e transferido para frascos plásticos

devidamente etiquetados e identificados, contendo etanol 92% e foi transportado até o Laboratório de Taxonomia de Tephritidae (LabTaxon) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil. No LabTaxon, as moscas das frutas capturadas em cada ponto amostral foram triadas, separadas por sexo e quantificadas.

Os machos de *Anastrepha* foram identificados nos grupos infragenéricos propostos por Norrbom *et al* (2012). No entanto, para a grande maioria das espécies de *Anastrepha* não há chaves de identificação para os machos, sendo as identificações baseadas especificamente nos caracteres morfológicos e morfométricos das fêmeas. Para as análises estatísticas somente as fêmeas de *Anastrepha* foram incluídas. *C. capitata* é reconhecida pelo padrão de coloração do corpo, asas e pelo par de cerdas espatuladas da cabeça dos machos. As fêmeas de *C. capitata* foram também incluídas nas análises, pois são facilmente reconhecidas e associadas aos machos coespecíficos.

As fêmeas foram identificadas pelo Professor Dr. Manoel Araújo Uchoa-Fernandes, utilizando chaves de identificação taxonômica, baseadas principalmente nos padrões cromáticos do corpo, das asas e aspectos morfométricos do ápice do acúleo das fêmeas (Zucchi 2000, Zucchi *et al.* 2011).

Todos os adultos foram armazenados em frascos de vidro contendo etanol etílico a 92%. Os espécimes testemunho serão incorporados ao acervo da Coleção Entomológica do Museu da Biodiversidade (MuBio), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS.

Os dados obtidos foram analisados quanto à abundância, com emprego do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para avaliar a significância, e o teste bilateral de Dunn-Bonferron ($p < 0,05$) para a comparação entre as espécies, utilizando-se o Software Systat. Foram utilizadas as espécies com abundância superior a quatro indivíduos. A frequência foi

determinada através da porcentagem de indivíduos de cada espécie: fêmeas para as espécies de *Anastrepha* e machos + fêmeas para *C. capitata*.

Resultados

No Parque Nacional Cerro Corá, Paraguai, empregando 25 armadilhas McPhail/mês x 24 meses, foram capturados 17.319 espécimes de moscas das frutas. Desse total, se obteve dez adultos de *C. capitata* (1♂♂ e 9♀♀) e 17.309 indivíduos do gênero *Anastrepha*: 8.765 ♂♂ e 8.544 ♀♀.

Foram obtidas 18 espécies do gênero *Anastrepha*, pertencentes a 10 grupos infragenéricos, de acordo com a classificação de Norrbom et al. (2012). Os grupos *daciformis*, *mucronota*, *pseudoparallela*, *punctata*, *robusta*, *serpentina* e *striata* foram representados por apenas 1 espécie. Os grupos infragenéricos *leptozona* e *spatulata*, foram representados por 2 espécies, enquanto que *fraterculus* foi o grupo mais especioso, representado por seis espécies. Foram coletados quatro exemplares de *A. matogrossensis* Norrbom & Uchoa 2011, ainda não assinalado a nenhum dos grupos infragenérico de *Anastrepha* (Tabela 1).

A partir deste inventário foram obtidos cinco novos registros de espécies de moscas das frutas para o Paraguai: *A. barnesi* Aldrich, 1925, *A. nr. concava* Greene, 1934, *A. leptozona* Hendel, 1914, *A. matogrossensis* e *A. zenildae* Zucchi, 1979. Ainda, com a realização desta pesquisa, foi registrada a ocorrência de *Anastrepha* para o Departamento de Amambay, o qual não apresentava dados da presença desse gênero de mosca das frutas (Tabela 2).

As espécies com maior abundância foram *A. sororcula* e *A. fraterculus*, com 3.883 e 3.819 ♀♀ respectivamente, diferindo significativamente das demais, de modo que representaram oito vezes o total dos indivíduos das outras espécies capturadas durante os dois

anos de amostragem. Os valores de abundância dessas espécies representaram 45,4% e 44,7%, respectivamente, da abundância total obtida nos dois anos de avaliação.

Anastrepha punctata, *A. sororcula* e *A. fraterculus* foram as espécies mais frequentes (Fig 1). *A. punctata* foi obtida em 23 das 24 amostragens. *A. sororcula* foi capturada em 21 das 24 expedições. *A. fraterculus* foi capturada em 19 meses dos 24 de amostragem.

Discussão

Nesta pesquisa a amostragem durante dois anos consecutivos e ininterruptos possibilitou a captura de diferentes espécies de tefritídeos, registrando as épocas de ocorrência dos adultos. São raras pesquisas sobre moscas das frutas no Paraguai, principalmente avaliando os padrões de abundância, frequência e diversidade das espécies.

Ceratitis capitata, obtida neste inventário (Tabela 1), conta com poucas informações publicadas em território paraguaio. Embora seja uma das espécie de mosca das frutas de maior importância econômica e quarentenária, pois ataca quase 400 espécies de frutas e hortaliças ao redor do mundo (Uchoa 2012), o Paraguai não conta ainda com programas de monitoramento e controle desta espécie (SENAVE 2019). *C. capitata* é a espécie de mosca das frutas com maior distribuição geográfica global, entretanto o baixo número de indivíduos capturados neste estudo sugere que, provavelmente, ela não esteja adaptada ao hospedeiros nativos do PNCC. A ocorrência dessa espécie é considerada difundida no país (EPPO 2019), porém maior atenção é dedicada às espécies do gênero *Anastrepha*, em especial à *A. grandis*, em decorrência do desenvolvimento do cultivo de curcubitáceas no país, tanto para consumo interno, quanto para exportação (SENAVE 2019).

Em análise do complexo de espécies de *Anastrepha*, o grupo infragenérico *fraterculus* foi o mais abundante na presente pesquisa, representado por seis espécies. Segundo Noorbom

et al (2012), o grupo infragenérico *fraterculus*, juntamente com *mucronota*, compreendem 43 espécies cada um, representando o complexo de espécies de *Anastrepha* de maior riqueza. Esses dados corroboram a discussão de Hernández-Ortíz 2007, que mencionam *fraterculus* como o mais diverso (31 spp.) para o México. Ainda, em estudo realizado no Paraguai, Arias *et al* (2014) obtiveram 17 espécies das quais 16 pertenciam a 10 grupos infragenéricos, sendo *fraterculus* o que apresentou maior riqueza (4spp.).

Em uma revisão recente, Arias *et al* (2014) apresentam uma lista com 21 espécies de *Anastrepha* ocorrentes no Paraguai. Destas, 12 também foram obtidas nesta pesquisa: *A. daciformis*, *A. dissimilis*, *A. distincta*, *A. elegans*, *A. fraterculus*, *A. montei*, *A. pickeli*, *A. punctata*, *A. serpentina*, *A. sororcula*, *A. striata* e *A. turpiniae* (Tabela 2).

Arias *et al* (2014) não apresentam o registro de ocorrência de *A. obliqua* no Paraguai, desconsiderando que Hendel (1914) tenha registrado sua ocorrência no país. A existência dessa espécie no Paraguai foi confirmada nesta pesquisa. Segundo Hernández-Ortiz & Aluja (1993), *A. obliqua*, em decorrência de sua alta polifagia, é considerada, depois de *A. fraterculus*, a espécie praga da hortifruticultura mais importante economicamente na Região Neotropical. Sua ocorrência é registrada desde o norte do México até o sul do Brasil, tendo sido reportada também nas ilhas do Caribe, sul dos USA (Flórida, Texas e Califórnia), infestando mais de 60 espécies de frutíferas, distribuídas em 24 famílias, embora preferencialmente esteja associada às Anacardiaceae.

A. sororcula e principalmente *A. fraterculus*, são consideradas as espécies mais abundante e frequentes, em vários inventários e compilados realizados em países da Região Neotropical, como Argentina (Ovruski *et al* 2003), Equador (Vitaluña *et al* 2010), em zonas elevadas do México (Hernández-Ortiz & Aluja 1993), Venezuela (Hernández-Ortiz & Morales-Valles 2004), além de diversas regiões do Brasil, como Região Sul, Sudeste e Centro-Oeste (Alvarenga *et al* 2000, Kovaleski *et al* 2000, Martins *et al* 2000, Nora *et al* 2000, Souza Filho

et al 2000, Veloso *et al* 2000). Esse fato ocorre como consequência de serem altamente polífagas, atacando diversas espécies de frutíferas pertencentes diferentes famílias: Anacardiaceae, Combretaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Oxalidaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Solanaceae (Uchoa 2012). Aluja (1994), em uma revisão sobre a ocorrência de espécies de *Anastrepha*, discute que, embora sejam capturadas várias espécies por ambiente, apenas uma ou duas se apresentam como dominantes, fato que pode ser em decorrência da riqueza e diversidade de frutíferas hospedeiras.

No Parque Nacional Cerro Corá estão catalogadas cerca de 600 espécies de plantas distribuídas em 106 famílias, das quais se destacam: Fabaceae (67 espécies), Asteraceae (54 espécies), Rubiaceae (23) e Euphorbiaceae (23) (SEAM 2012). Tendo em vista que Fabaceae e Rubiaceae são hospedeiros de *A. sororcula* e *A. fraterculus*, essas frutíferas provavelmente podem se constituir em hospedeiros dessas espécies, justificando sua alta abundância. Aluja (1994), também destaca que no gênero *Anastrepha* as espécies polífagas são capazes de se adaptar à escassez de hospedeiros, desenvolvendo períodos de estivação e se movendo no ambiente em busca de hospedeiros alternativos.

Embora *Anastrepha* seja o gênero de as moscas das frutas mais biodiverso da Região Neotropical, apenas nove espécies apresentam importância econômica real: *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. obliqua*, *A. pseudoparallela*, *A. serpentina*, *A. sororcula*, *A. striata*, *A. turpiniae* e *A. zenildae*. Estas são historicamente registradas atacando frutíferas cultivadas de valor comercial (Uchoa 2012). Dessa guilda de moscas frugívoras, apenas *A. grandis* e *A. pseudoparallela* não foram obtidas a partir desta pesquisa na Unidade de Conservação avaliada.

No Paraguai há atualmente um programa de vigilância sanitária com o objetivo de monitorar as espécies de moscas das frutas com importância econômica e, assim, mitigar os riscos das espécies pragas, especialmente em cultivos de curcubitáceas: espécies vegetais economicamente muito importantes para a economia agrícola paraguaia. Nesse sentido, o

Serviço Nacional de Qualidade e Sanidade Vegetal e de Sementes instalou e monitora armadilhas para captura de moscas das frutas nos departamentos de Concepción, Cordillera, Central, Misiones, Itapúa e Alto Paraná (SENAVE 2019).

O Departamento de Amambay, onde foi desenvolvida esta pesquisa, faz parte de um programa de vigilância para moscas das frutas, mas não conta ainda com o monitoramento de espécies. Portanto, os resultados aqui encontrados constituem importante fonte de conhecimento sobre a diversidade de espécies de moscas das frutas em Amambay, consistindo no primeiro inventário de espécies de moscas das frutas em uma unidade de conservação integral no Paraguai. É também o primeiro inventário de espécies de moscas das frutas para o Departamento de Amambay. Pela primeira vez *Ceratitis capitata* e 18 espécies de *Anastrepha* são reportadas na área silvestre protegida do Parque Nacional de Cerro Corá. Além disso, as espécies: *A. barnesi*, *A. nr. concava*, *A. leptozona*, *A. matogrossensis* e *A. zenildae* são reportadas pela primeira vez no Paraguai.

Estes conhecimentos colaboram com as atividades hortifrutícolas do Paraguai e do Brasil, pois como não há barreiras ecológicas que limitem a dispersão das moscas das frutas entre os dois países, provavelmente a maioria ou todas as espécies encontradas no PNCC também ocorrem na região de Ponta Porã-MS e municípios circunvizinhos.

Considerando os dados obtidos aqui e associando aos trabalhos de registro de ocorrência de moscas das frutas publicados para o Paraguai (Fig 2), é possível constatar a necessidade de realização de mais esforços de amostragem nos outros departamentos daquele país, para que se possa determinar a real diversidade das moscas das frutas, delimitando a distribuição geográfica de cada espécie. Estas informações serão fundamentais para o monitoramento populacional das espécies com status de praga, orientando a tomada de decisão em relação às medidas de controle necessárias (Silva *et al* 2011). São também importantes as espécies monófagas e estenófagas (senso Aluja & Mangan 2008), que geralmente não causam prejuízos às atividades

hortifrutícolas, sendo benéficas por servirem como recurso para os inimigos naturais (parasitoides, predadores e patógenos), os quais, se catalogados e devidamente pesquisados, poderão ser empregados no controle das espécies oligófagas e polífagas com estatos de pragas dos produtos hortifrutícolas. Além disso, para ampliar o nível de conhecimento sobre as moscas das frutas ocorrentes no PNCC é necessário que sejam realizadas pesquisas com a amostragem de frutos das Angiospermae presentes naquela unidade de conservação, visando encontrar os hospedeiros e inimigos naturais das espécies aqui capturadas com armadilhas.

Agradecimentos

Nós agradecemos à direção Parque Nacional Cerro Corá, e Secretaria Nacional do Meio Ambiente do Paraguay; Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for the awarded of scholarship the first author; Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul-FUNDECT-CAPES-PAPOS-MS 44/2014, FUNDECT-CAPES 12/2015-BIOTA-MS-Ciência e Biodiversidade, and Universidade Federal da Grande Dourados, for the financial suport.

Referências

- Aguirre CRL (1999) Registros bibliográficos de las principals especies de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en los paises suramericanos. Lima: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA, Centro Regional Andino. 62p.
- Aluja M (1994) Bionomics and management of *Anastrepha*. Annu Rev Entomol 39: 155-78.

ALUJA M, MANGAN RL (2008) Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annu Rev Entomol* 53: 273-502.

Arias OR, Fariña NL, Lopes GN, Uramoto K, Zucchi RA (2014) Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from some localities of Paraguay: new records, checklist, and illustrated key. *J Insect Sci* 14: 1-9.

Alvarenga CD, Canal NA, Zucchi RA (2000) Minas Gerais, p.265-270. In Malvasi A, Zucchi RA (eds) *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Bezzi M (1919) Una nuova specie brasiliana del genere *Anastrepha* (Dipt.). *Portici R Scuola Super di Agr Lab Zool Gen e Agr Bol* 13: 3-14.

EPPO – Organização Europeia e Mediterrânea para Proteção das Plantas (2019) *Ceratitis capitata*. EPPO Global Database. Disponível em: <<https://gd.eppo.int/taxon/CERTCA/distribution/PY>>. Acesso em 28 de Fevereiro de 2019.

Hendel F (1914) Die bohrfliegen südamerikas; übersicht und katalog der bisher aus der neotropischen region beschrieben tephritinen. [Dresden] *K Zool u Anthrop-Ethnog Mus Abhandl u Ber*, Bd 14(3): 84p.

Hernández-Ortiz V (2007) Diversidad y Biogeografía del género *Anastrepha* em México, p.53-76. In: Hernández-Ortiz V (ed) *Moscas de la fruta in Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo*. Distrito Federal, S y G editores. 167p.

Hernández-Ortiz V, Aluja M (1993) Listado del especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) com notas sobre su distribución y plantas hospedeiras. *Folia Entomol Mex* 88: 89-105.

Hernández-Ortiz V, Morales-Valles P (2004) Distribución geográfica y plantas hospedeiras de *Anastrepha fraterculus* (Diptera Tephritidae) em Venezuela. *Fol Entomol Mex* 43(2): 181-189.

Hernández-Ortíz V, Guillén-Aguillar J, López L (2010) Taxonomía e identificación de moscas de la fruta de Importancia económica em América, p.49-80. In Montoya P, Toledo J, Hernández E (eds.) Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo. México, S y G editores, 365p.

Kovaleski A, Sugayama RL, Uramoto K, Malavasi A (2000) Rio Grande do Sul, p.285-290. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Malavasi A (2000) Áreas-livres ou de baixa prevalência, p.175-181. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Malavasi A, Zucchi RA (2000) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Martins DS, Uramoto K, Malavasi A (2000) Espírito Santo, p.253-258. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Nora I, Hickel ER, Prando HF (2000) Santa Catarina, p.271-275. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Norrbom AL (1991) The species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) with a *grandis*-type wing pattern. Proc. Entomol. Soc.Wash. 93: 101-124.

Norrbom AL (1998) A revision of the *Anastrepha daciformis* species group (Diptera: Tephritidae). Proc Entomol SocWash 100: 160-192.

Norrbom AL (2004) *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). Disponível em: (<http://www.sel.barc.usda.gov/Diptera/tephriti/Anastrep/Anastrep.htm>). Acesso em março de 2019.

Norrbom AL, Korytkowski, CA, Zucchi RA, Uramoto K, Venable GL, McCormick J, Dallwitz MJ (2012). *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. Disponível em < <http://www.delta-intkey.com/anatox/index.htm>> Acesso em 31 de janeiro de 2019.

Ovruski SM, Schliserman P, Aluja M (2003) Native and introduced host plants of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Northwestern Argentina. J Econ Entomol 96: 1108-1118.

SEAM – Secretaria del Ambiente (2012) Evaluación ecológica rápida Parque Nacional Cerro Cora. Disponível em: < http://archivo.seam.gov.py/sites/default/files/4-EVALUACION_ECOLOGICA_RAPIDA-PARQUE_NACIONAL_CERRO_CORA-DOCUMENTO%20FINAL.pdf>. Acesso: 31 de Janeiro 2019.

SENAVE – Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (2019) Disponível em: < <http://www.senave.gov.py>>. Acesso em: 28 de Fevereiro de 2019.

Silva RA, Deus EG, Raga A, Pereira JDB, Souza-Filho MF, Costa Neto SV (2011) Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas, p.33-49. In Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA (eds) Moscas-das-Frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Macapá, Embrapa Amapá, 299p.

Sosa Rivas DC (2014) Moscas de las frutas identificadas em três espécies frutales em San Pedro de Ycuamandyyú. In Congreso Nacional de Ciencias Agrarias, 3., 2014, San Lorenzo, Paraguay. Anais[...]. San Lorenzo, Paraguay: FCA-UNA, p. 476-477. Disponível em <<http://www.agr.una.py/descargas/publicaciones/IIICNCA2014.pdf>>. Acesso em 31 de Janeiro de 2019.

Souza Filho MF, Raga A, Zucchi RA (2000) São Paulo, p.277-283. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Stone A (1942) The fruitflies of the genus *Anastrepha*. Misc. Publication 439, U. S. Dept. of Agriculture, Washington, D. C. USA, 112p.

Uchoa MA (2012) Fruit Flies (Diptera: Tephritoidea): biology, host plants, natural enemies, and the implications to their natural control, p. 271-300. In Larramendy ML, Soloneski S (eds) Integrated Pest Management and Pest Control: current and future tactics. Croatia, InTech, 668p.

Veloso VRS, Fernandes PM, Zucchi RA (2000) Goiás, p.247-252. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Vitaluña JER, Sandoval DPL, Tigrero JOS (2010) Manejo y control de mosca de la fruta. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro AGROCALIDAD. Quito, Ecuador. 158 p.

Zucchi RA (2000) Espécies de *Anastrepha*, sinonímias, plantas hospedeiras e parasitoides, p. 41-48. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Zucchi RA, Uramoto K, Souza-Filho MF (2011) Chave ilustrada para as espécies de *Anastrepha* da região Amazônica, p. 71-90. In Ricardo Adaime da Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Macapá: Embrapa Amapá, 299p.

Tabela 1 Espécies de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) capturadas mensalmente em 25 armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, Paraguai, no período de novembro de 2016 a outubro de 2018.

Grupo infragenéricos/		Espécies	Abundância	Abundância relativa (%)
Gênero				
<i>daciformis</i>	<i>A. daciformis</i> Bezzi, 1909		108 ^a	1,26
<i>fraterculus</i>	<i>A. distincta</i> Greene, 1934		1	0,01
	<i>A. fraterculus</i> (Wiedemann, 1830)		3819 ^{bc}	44,70
	<i>A. obliqua</i>		186 ^a	2,18
	<i>A. sororcula</i> Zucchi, 1979		3883 ^b	45,45
	<i>A. turpiniae</i> Stone, 1942		78 ^a	0,91
	* <i>A. zenildae</i> Zucchi, 1979		115 ^a	1,35
<i>leptozona</i>	* <i>A. barnesi</i> Aldrich, 1925		1	0,01
	* <i>A. leptozona</i> Hendel, 1914		11 ^a	0,13
<i>mucronota</i>	<i>A. elegans</i> Blanchard, 1937		4	0,05
<i>pseudoparallela</i>	<i>A. dissimilis</i> Stone, 1942		3	0,04
<i>Punctata</i>	<i>A. punctata</i> Hendel, 1914		317 ^c	3,71
<i>Robusta</i>	* <i>A. nr concava</i> Greene, 1934		2	0,02
<i>serpentina</i>	<i>A. serpentina</i> (Wiedemann, 1830)		7 ^b	0,08
<i>Spatulata</i>	<i>A. montei</i> Lima, 1934		2	0,02
	<i>A. pickeli</i> Lima, 1934		3	0,04
<i>Striata</i>	<i>A. striata</i> Schiner, 1868		1	0,01
Sem Grupo	* <i>A. matogrossensis</i> Norrbom & Uchoa, 2011		3	0,04
<i>Ceratitidis</i>	<i>Ceratitidis capitata</i> (Wiedemann, 1824)		10 ^a	0,12
TOTAL			8544	

*Novos registros para o Paraguai. Teste de Kruskal-Wallis = { $p(x>x^2)$; ($p<0,001$) = ($\chi=222,52$; $gl= 8$; $N = 1.080$)}. A comparação foi feita pelo teste bilateral de Dunn-Bonferroni ($p<0,001$), sendo que letras iguais não diferiram significativamente. (1) = espécies de estatos de praga (Uchoa, 2012).

Tabela 2 Checklist das espécies de Moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) reportadas no Paraguai, com suas respectivas localidades e referências

Espécies de <i>Anastrepha</i>	Departamento	Referências
1. <i>A. amita</i> Zucchi, 1979	Misiones	Arias et al.(2014)
2. <i>A. barbiellinii</i> Lima, 1938	Não localizado	Norrbom (2004) apud Arias et al. (2014)
3. <i>A.barnesi</i> Aldrich, 1925*	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
4. <i>A. bistrigata</i> Bezzi, 1919	San Pedro	Sosa Rivas (2014)
5. <i>A. daciformis</i> Bezzi, 1909	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Cordillera	Hendel (1914)
6. <i>A. dissimilis</i> Stone, 1942	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Concepción	Arias et al.(2014)
7. <i>A. distincta</i> Greene, 1934	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Central	Gurrieri (2011) apud Arias et al. (2014)
8. <i>A. elegans</i> Blanchard, 1937	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Cordillera	Stone (1942)
	San Pedro	Sosa Rivas (2014)
9. <i>A. fraterculus</i> (Wiedemann, 1830)	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Cordillera	Hendel (1914)
	San Pedro	Sosa Rivas (2014)
10. <i>A. grandis</i> (Macquart, 1846)	Alto Paraná	Bezzi (1919)
	Concepción	Norrbom (1991)
	Cordillera	Norrbom (1991)
	Guairá	Norrbom (1991)
	Itapúa	Norrbom (1991)
	San Pedro	Sosa Rivas (2014)
11. <i>A. haywardi</i> Blanchard, 1937	Misiones	Arias et al.(2014)
12. <i>A. leptozona</i> Hendel, 1914*	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
13. <i>A. limae</i> Stone, 1942	San Pedro	Sosa Rivas (2014)
14. <i>A. macrura</i> Hendel, 1914	Cordillera	Hendel (1914)

	Cordillera	Norrbom (1998)
15.A. <i>matogrossensis</i> Norrbom & Uchoa, 2011*	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
16.A. <i>montei</i> Lima, 1934	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Cordillera	Stone (1942)
17.A. nr <i>concava</i> Greene, 1934*	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
18.A. <i>obliqua</i> (Macquart, 1835)	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Cordillera	Hendel (1914)
	San Pedro	Sosa Rivas (2014)
19.A. <i>paralela</i> (Wiedemann, 1830)	Cordillera	Hendel (1914)
20.A. <i>pickeli</i> Lima, 1934	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Concepción	Arias et al.(2014)
21.A. <i>pseudoparalela</i> (Loew, 1873)	Central	Gurrieri (2011) apud Arias et al. (2014)
22.A. <i>punctata</i> Hendel, 1914	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Cordillera	Hendel (1914)
23.A. <i>rheediae</i> Stone, 1942	Concepción	Arias et al.(2014)
	Misiones	Arias et al.(2014)
24.A. <i>serpentina</i> (Wiedemann, 1830)	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Concepción	Arias et al.(2014)
	San Pedro	Sosa Rivas (2014)
25.A. <i>sororcula</i> Zucchi, 1979	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Não localizado	Norrbom (2004) apud Arias et al. (2014)
26.A. <i>striata</i> Schiner, 1868	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Concepción	Arias et al.(2014)
	Misiones	Arias et al.(2014)
	San Pedro	Sosa Rivas (2014)
27.A. <i>turpiniae</i> Stone, 1942	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
	Concepción	Arias et al.(2014)
28.A. <i>undosae</i> Stone, 1942	Concepción	Norrbom (2004) apud Arias et al. (2014)
29.A. <i>zenildae</i> Zucchi, 1979*	Amambay	Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019
30.A. <i>zernyi</i> Lima, 1934	Misiones	Arias et al.(2014)

31. *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)

Amambay

Facholi-Bendassolli e Uchoa 2019

* Novos registros para o Paraguai: espécies 3, 12, 15, 17 e 29.

Lista de Legendas das Figuras

Fig 1 Frequência relativa das espécies de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) capturadas mensalmente em 25 armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (novembro de 2016 a outubro de 2018).

Fig 2 Distribuição geográfica no Paraguai das espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) relatadas no departamento de Amambay e com registros de coocorrência em outros departamentos paraguaios, baseados neste documento, e em registros anteriores (Arias et al. 2014, Bezzi 1919, Gurrieri 2011 apud Arias et al. 2014, Hendel 1914, Norrbom 1991, 1998, 2004, Sosa Rivas 2014, Stone 1942). 1, *A. amita* Zucchi; 2, *A. barbiellini* Lima; 3, *A. barnesi* Aldrich*; 4, *A. bistrigata* Bezzi; 5, *A. daciformis* Bezzi; 6, *A. dissimilis* Stone; 7, *A. distincta* Greene; 8, *A. elegans* Blanchard; 9, *A. fraterculus* (Wiedemann); 10, *A. grandis* (Macquart); 11, *A. haywardi* Blanchard; 12, *A. leptozona* Hendel*; 13, *A. limae* Stone; 14, *A. macrura* Hendel; 15, *A. matogrossensis* Norrbom & Uchoa*; 16, *A. montei* Lima; 17, *A. nr concava* Greene*; 18, *A. obliqua* (Macquart); 19, *A. parallela* (Wiedemann); 20, *A. pickeli* Lima; 21, *A. pseudoparallela* (Loew); 22, *A. punctata* Hendel; 23, *A. rheediae* Stone; 24, *A. serpentina* (Wiedemann); 25, *A. sororcula* Zucchi; 26, *A. striata* Schiner; 27, *A. turpiniae* Stone; 28, *A. undosa* Stone; 29, *A. zenildae* Zucchi*; 30, *A. zernyi* Lima. (* Novos registros para o Paraguai: espécies 3, 12, 15, 17 e 29).

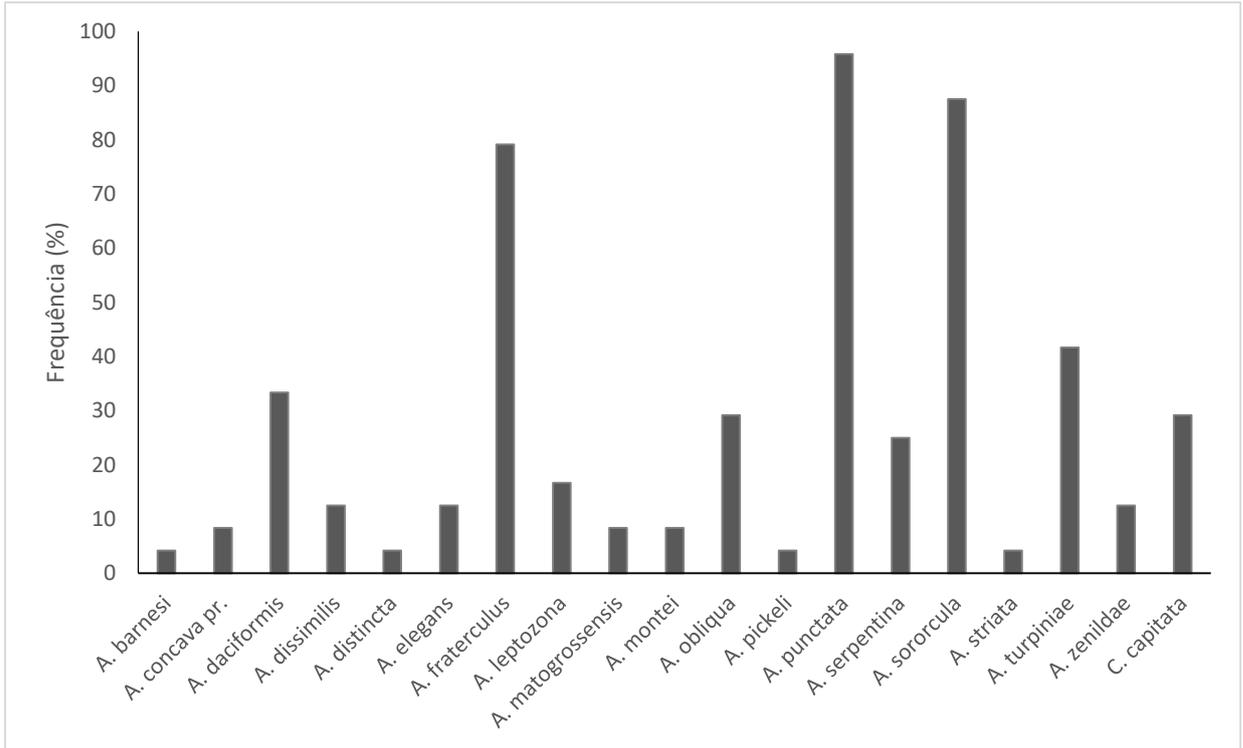


Fig 1 Frequência relativa das espécies de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) capturadas mensalmente em 25 armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (novembro de 2016 a outubro de 2018).



Fig 2 Distribuição geográfica no Paraguai das espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) relatadas no departamento de Amambay e com registros de coocorrência em outros departamentos paraguaios, baseados neste documento, e em registros anteriores (Arias et al. 2014, Bezzi 1919, Gurrieri 2011 apud Arias et al. 2014, Hendel 1914, Norrbom 1991, 1998, 2004, Sosa Rivas 2014, Stone 1942). 1, *A. amita* Zucchi; 2, *A. barbiellini* Lima; 3, *A. barnesi* Aldrich*; 4, *A. bistrigata* Bezzi; 5, *A. daciformis* Bezzi; 6, *A. dissimilis* Stone; 7, *A. distincta* Greene; 8, *A. elegans* Blanchard; 9, *A. fraterculus* (Wiedemann); 10, *A. grandis* (Macquart);

11, *A. haywardi* Blanchard; 12, *A. leptozona* Hendel*; 13, *A. limae* Stone; 14, *A. macrura* Hendel; 15, *A. matogrossensis* Norrbom & Uchoa*; 16, *A. montei* Lima; 17, *A. nr concava* Greene*; 18, *A. obliqua* (Macquart); 19, *A. parallela* (Wiedemann); 20, *A. pickeli* Lima; 21, *A. pseudoparallela* (Loew); 22, *A. punctata* Hendel; 23, *A. rheediae* Stone; 24, *A. serpentina* (Wiedemann); 25, *A. sororcula* Zucchi; 26, *A. striata* Schiner; 27, *A. turpiniae* Stone; 28, *A. undosa* Stone; 29, *A. zenildae* Zucchi*; 30, *A. zernyi* Lima.

*Espécies 3, 12, 15, 17 e 29 são novos registros.

Manuscrito 2**Padrões Populacionais das Espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae, Trypetinae) em uma Unidade de Conservação do Paraguai**

M.C.N. FACHOLI, M.A. UCHOA

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB),
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Avenida Guaicurus km 12, Caixa Postal
241, CEP 79804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: <uchoa.manoel@gmail.com>,
<michelli.facholi@gmail.com>

Populações de *Anastrepha* em unidade de conservação no Paraguai

¹ Este manuscrito segue as normas da Revista NEOTROPICAL ENTOMOLOGY

ABSTRACT – Fruit flies have been intensively studied because of their economic importance as they are among the most important pests in the world due to their economic impacts and severe quarantine restrictions in importing countries. Many of the information needed to obtain a more complete understanding of the biology, ecology and evolution of these species are found in areas with native vegetation. Thus, the objective of this research was to analyze community of fruit flies in Parque Nacional Cerro Corá-PY, verifying the fluctuation seasonality, and the correlation of species with climatic variables. The research was carried out with McPhail traps with food bait for 24 consecutive months. The collections were monthly, using five transects, each with five points (25 traps) inside the park. A total of 17,309 specimens of *Anastrepha* were collected, being 8,544 females. *A. fraterculus* and *A. sororcula* were the species with greater abundance and more frequent. The highest abundances were obtained in the months of July and May, corresponding to the seasonal seasons winter and autumn, respectively. The correlation analysis of climatic events on the abundance of these flies was not significant, corroborating the hypothesis that it may be associated with the presence of host plants and the period of fruiting. In Paraguay, there are no studies regarding the composition of *Anastrepha* fauna, especially in native forest environments. Therefore, this research includes the first study of fruit flies of the genus *Anastrepha* in a preservation area in Paraguay.

Keywords: Fruit flies, Biodiversity, Unity Conservation.

RESUMO – As moscas das frutas têm sido intensivamente estudadas em razão de sua importância econômica, pois estão entre as pragas mais importantes em todo o mundo devido aos seus impactos econômicos e às severas restrições quarentenárias dos países importadores. Muitas das informações necessárias para obter uma compreensão mais completa da biologia, ecologia e evolução dessas espécies são encontradas em áreas com vegetação nativa. Assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar comunidade de moscas das frutas do Parque Nacional Cerro Corá-PY, verificando a flutuação populacional, a sazonalidade, e a correlação das espécies com as variáveis climáticas. A pesquisa foi realizada com armadilhas McPhail com isca alimentar durante 24 meses consecutivos. As coletas foram mensais, utilizando cinco transectos, cada um com cinco pontos (25 armadilhas) no interior do parque. Foi coletado um total de 17.309 espécimes de *Anastrepha*, sendo 8.544 fêmeas. *A. fraterculus* e *A. sororcula* foram as espécies com maior abundância e mais frequentes. As maiores abundâncias foram obtidas nos meses de julho e maio, correspondentes às estações sazonais inverno e outono, respectivamente. A análise de correlação das ocorrências climáticas sobre a abundância dessas moscas não foi significativa, corroborando a hipótese de que pode estar associada à presença de plantas hospedeiras e o período de frutificação. No Paraguai, não existem estudos referentes à composição da fauna de *Anastrepha*, especialmente em ambientes de mata nativa. Portanto, esta pesquisa compreende o primeiro estudo de moscas das frutas do gênero *Anastrepha* em área de preservação no Paraguai.

Palavras chave: Moscas das frutas, Biodiversidade, Unidade de Conservação.

Introdução

A conservação dos ecossistemas e da diversidade biológica neles residentes é extremamente necessária para manter as espécies, as interações tróficas, os serviços ambientais prestados pelos seres vivos, bem como a preservação do biótopo em níveis: local, regional e mundial. Segundo Dudley (2008), as comunidades de insetos auxiliam na estabilidade dos ecossistemas e favorecem a obtenção de vários serviços biológicos importantes. Assim, para reduzir os impactos causados pelo homem ao meio natural, foram elaboradas leis para estabelecer a criação de áreas protegidas, as quais devem ser delimitadas e mantidas com o intuito de proteger e conservar a diversidade biológica, os processos mantenedores dessa diversidade e os recursos naturais e culturais. Nestas áreas são permitidas somente atividades não destrutivas, como por exemplo, as pesquisas científicas de diagnóstico da flora e da fauna.

As Unidades de Conservação (UCs) compreendem um tipo especial de Área Protegida. Estes espaços territoriais apresentam recursos ambientais com características naturais relevantes, são legalmente instituídos pelo Poder Público do país, com objetivos de conservação e de estabelecer limites definidos, sob regime especial de administração, aos quais se aplicam garantias adequadas de proteção (SNUC 2000). A legislação paraguaia e sua política governamental prevêm a proteção ambiental (Oliveira & Espíndola 2015). Assim, dentre as áreas atualmente protegidas no Paraguai, existem 16 parques nacionais, incluindo o Parque Nacional Cerro Corá-PNCC (CGR 2010), que compreende uma área extremamente rica em diversidade biológica. Entretanto, poucos estudos científicos foram desenvolvidos no PNCC (SEAM 2012), faltando informações principalmente da fauna, em especial dos animais da Classe Insecta.

As moscas das frutas, especialmente as espécies do gênero *Anastrepha* Schiner 1868 (Diptera: Tephritidae), têm sido intensivamente estudadas nas regiões Neártica e Neotropical, devido sua importância econômica, pois estão entre as pragas mais importantes das frutas e de

algumas hortaliças em todo o mundo. Devido aos impactos econômicos dos tefritídeos frugívoros sobre os cultivos hortifrutícolas, vários países importadores de tais produtos impõem severas restrições quarentenárias aos países exportadores (Aluja 1994).

Os principais aspectos biológicos a serem estudados em espécies economicamente importantes incluem uma análise da sua demografia, ou seja, dos aspectos das populações e dos processos que as moldam, como o tamanho (número de organismos dentro da população) e sua distribuição (disposição da população num dado tempo e espaço). Para as espécies de moscas das frutas, estudos demográficos permitem que estratégias de ciclos de vida de diferentes espécies sejam comparadas e a dinâmica de distribuição de espécies em diferentes plantas hospedeiras seja melhor compreendida, constituindo fonte importante para a implantação de estratégias de manejo (Joachim-Bravo *et al* 2003) integrado das espécies com estatus de praga (Oliveira *et al* 2019).

Muitas das informações necessárias para obter uma compreensão mais completa da biologia, ecologia e evolução das espécies de *Anastrepha* são encontradas em áreas com vegetação nativa (Aluja *et al* 2003), como o Parque Nacional Cerro Corá-Paraguai, as quais também fornecem as amostras necessárias para estudos comparativos que visam entender a evolução do comportamento dessas espécies (Aluja e Norrbom 2000). Portanto, os objetivos desta pesquisa são caracterizar os padrões populacionais da comunidade de moscas das frutas capturadas em armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá-PY, por meio de uma análise da diversidade local, verificando a flutuação populacional, a sazonalidade de ocorrência das espécies, e as correlações das espécies ocorrentes com as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica) nesta unidade de conservação Neotropical.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi desenvolvida na unidade de conservação integral da biodiversidade Parque Nacional Cerro Corá (PNCC), Paraguai. O parque abrange uma área de 5.538 hectares e está localizado no Departamento de Amambay, a 450 Km da cidade de Asunción e 40 Km da capital departamental Pedro Juan Caballero, fronteira seca com o município de Ponta Porã-MS, Brasil. Segundo a SEAM (2012), a região do PNCC compreende uma área extremamente rica em diversidade biológica.

Na região do Parque foram determinadas, ao longo das trilhas de passeio, cinco áreas distanciadas entre si, que foram consideradas como pontos de amostragem: Ponto 1 (22°63'25"S e 56°02'63"W a 22°63'58"S e 56°02'58"W); ponto 2 (22°63'71"S e 56°02'44"W a 22°64'02"S e 56°02'26"W); ponto 3 (22°63'47"S e 56°02'22"W a 22°63'79"S e 56°02'04"W); ponto 4 (22°64'60"S e 56°02'29"W a 22°64'86"S e 56°02'46"W); ponto 5 (22°65'57"S e 56°02'59"W a 22°65'95"S e 56°02'55"W) (Fig 1).

Em cada ponto amostral foram instaladas cinco armadilhas modelo McPhail, distanciadas 100m entre si, totalizando 25 armadilhas. Estas foram iscadas com atrativo alimentar BioAnastrepha[®], instaladas a 1,8m do nível do solo, aleatorizadas em árvores do local das amostragens.

As avaliações foram realizadas em cinco pontos ao longo de cinco transectos delimitados às margens das trilhas de passeio do parque. Cada transecto teve um comprimento total de 500 metros e as armadilhas foram dispostas 10m para o interior da área com vegetação, visando evitar vandalismo ou interferência das pessoas visitantes do parque na captura das moscas das frutas.

Foram realizadas expedições quinzenais, mas na primeira semana apenas foi inserido o atrativo nas armadilhas. As avaliações de capturas das moscas das frutas foram mensais, durante 24 meses consecutivos, de 05 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018, englobando as

quatro estações do ano. Isto possibilitou a amostragem de diferentes espécies de tefritídeos ao longo do período. As expedições ocorreram sempre nos dois primeiros sábados de cada mês, de modo que no primeiro, as armadilhas eram abastecidas com o atrativo, e no segundo, o material proveniente da coleta era recolhido. Para a realização das coletas, foram solicitadas licenças do Parque Nacional Cerro Corá-PY, e Secretaria Nacional do Meio Ambiente do Paraguai, referentes à obtenção de insetos na Unidade de Conservação, e autorizações para transporte destes materiais por vias rodoviárias.

O material capturado nas armadilhas foi retirado e transferido para frascos plásticos devidamente etiquetados e identificados, contendo etanol 92% e foi transportado até o Laboratório de Taxonomia de Tephritidae (LabTaxon) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil. No LabTaxon, as moscas das frutas capturadas em cada ponto amostral foram triadas, separadas por sexo e quantificadas.

Os machos das espécies de *Anastrepha* foram identificados nos seus respectivos grupos infragênicos, de acordo com Norrbom *et al* (2012). A identificação específica dos ♂♂ de várias espécies não foi realizada, pois, não há chaves de identificação para os machos da grande maioria das espécies de *Anastrepha*. Neste táxon, as identificações são baseadas especificamente nos caracteres morfológicos das fêmeas.

As fêmeas foram identificadas por Manoel Araújo Uchoa-Fernandes, utilizando chaves de identificação taxonômica (Stone 1942, Steyskal 1977, Zucchi 2000, Korytkowski 2009), baseadas principalmente nos padrões cromáticos do corpo, das asas e aspectos morfométricos do ápice do acúleo das fêmeas.

Todos os adultos foram armazenados em frascos de vidro com etanol a 92%. Os espécimes testemunho serão incorporados ao acervo da coleção entomológica do Museu da

Biodiversidade (MuBio), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS, Brasil.

Para conhecer e caracterizar a comunidade de moscas das frutas do gênero *Anastrepha* do Parque Nacional Cerro Corá, Paraguai, foi realizada uma análise das populações durante dois anos. Desta forma, a composição de espécies foi analisada e comparados os índices de abundância, frequência, constância e dominância (Uramoto *et al* 2005). Esses índices foram calculados com o emprego do *software* “ANAFU”. Os cálculos incluíram apenas o número de fêmeas das espécies.

Abundância se refere ao número de indivíduos de uma determinada espécie por unidade de superfície ou área, variando no tempo e no espaço. Esse índice é calculado pela soma total de indivíduos de cada espécie. De acordo com os valores obtidos, foram estabelecidas classes de abundância para cada espécie, empregando medidas de dispersão, por meio do cálculo de desvio padrão e intervalo de confiança (IC) da média aritmética, considerando 1% e 5% de probabilidade.

As espécies foram classificadas como: Raras, representadas pelas letras R, que compreende espécies cujo número de indivíduos é menor que o limite inferior do IC da média a 1% de probabilidade; Dispersa, representadas pela letra D, que compreende espécies cujo número de indivíduos está situado entre os limites inferiores do IC da média a 1 e 5% de probabilidade; Comum, representadas pela letra C, que compreende espécies cujo número de indivíduos está situado dentro do IC da média a 5% de probabilidade; Muito Abundante, representadas pelas letras MA, que compreende espécies cujo número de indivíduos está situado entre os limites superiores (L_s) do IC da média a 1 e 5% de probabilidade; e Super Abundante, representadas pelas letras SA, que compreende espécies cujo número de indivíduos é maior que o limites superior do IC da média a 1% de probabilidade.

Frequência corresponde à proporção de ocorrência dos indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos coletados, ou seja, corresponde à participação percentual do número de indivíduos de cada espécie, em relação ao total de espécimes coletados. Esse índice é calculado pela equação: $F = (n / N) \times 100$, onde: n = número de indivíduos da espécie considerada, N = número total de indivíduos coletados. De acordo com os valores obtidos, foram estabelecidas classes de frequência para cada espécie, por meio dos intervalos de confiança (IC) a 5% de probabilidade. Assim, as espécies foram classificadas como: Pouco Frequentes (PF), que compreende espécies cuja frequência foi menor que o limite inferior (L_i) do IC de 5%. Frequente (F), compreendeu as espécies cuja frequência está situada dentro do IC de 5%. Muito Frequentes (MF), que compreende espécies cuja frequência é maior que o limite superior do IC de 5% e Super Frequente (SF), que compreende espécies cuja frequência é maior que o limite superior do IC de 1%.

Constância consiste na percentagem de coletas em que uma determinada espécie esteve presente. Esse índice é calculado pela equação: $C = (p \times 100)/N$, sendo que p corresponde ao número de coletas contendo determinada espécie, e N se refere ao número total de coletas realizadas. De acordo com os valores obtidos, as espécies podem ser classificadas como Constantes: aquelas presentes em mais de 50% das coletas, representadas pela letra W; Acessórias: aquelas presentes entre 25% a 50% das coletas, representadas pela letra Y e Acidentais (Z): as espécies presentes em menos de 25% das coletas.

Dominância se refere à frequência com que determinada espécie aparece em relação ao número total de espécies amostradas. Dominância consiste na capacidade de uma espécie modificar ou não, em seu benefício, o impacto recebido do ambiente, podendo assim, causar o aparecimento ou desaparecimento de outros organismos naquele local à época da avaliação.

O índice de dominância é calculado pela equação: $LD = (1 / S) \times 100$, sendo: LD corresponde ao limite de dominância, e S se refere ao número total de espécies. De acordo com

os valores obtidos, as espécies podem ser classificadas como: Não Dominantes (ND), quando a frequência é inferior a 1/S; Dominante (D), quando a frequência é superior a 1/S.

Foram calculados também os índices de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), e Equitabilidade (EH), com o emprego do *software* “DivEs”, v4.7. O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') refere-se ao grau de incerteza em prever a qual espécie pertencerá um indivíduo coletado, ao acaso, de uma amostra aleatória de uma população com S espécies e N indivíduos. Esse índice é calculado pela equação:

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \cdot \ln p_i),$$

, sendo p_i = frequência de cada espécie, para i variando de 1 a S (riqueza),

\ln = logaritmo de base neperiana, e S = número total de espécies amostradas. De acordo com os valores obtidos, quanto maior o valor do índice, mais alta será a diversidade, pois, em locais de alta diversidade, se torna difícil prever a identidade da espécie de um exemplar capturado ao acaso e, assim, o valor do índice tende a aumentar. Quanto menor o valor do índice, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade é menor.

Equitabilidade se refere à uniformidade de distribuição do número de indivíduos entre as espécies. Esse índice é calculado pela equação: $H'/H'_{\text{máx}}$ ($=\ln S$), sendo que H' corresponde ao índice de diversidade de Shannon-Wiener, e $H'_{\text{máx}}$ corresponde à diversidade máxima. Os valores obtidos variam de 0 a 1, sendo 1 a ocorrência de mesma frequência para todas as espécies.

A análise da Riqueza em Espécie foi realizada empregando o estimador Chao 2. A eficiência do teste estimador de riqueza foi avaliada utilizando a equação: eficiência = (total da riqueza observada / valor máximo do estimador) x 100. O resultado dessas análises foi expresso na Fig 2.

A flutuação populacional foi estimada considerando o número total de fêmeas das espécies predominantes de *Anastrepha*: aquelas com os maiores índices faunísticos. O valor

referente ao número total de fêmeas foi obtido pela soma dos valores absolutos das fêmeas capturadas em todas as armadilhas, em cada mês, durante os 24 meses de avaliados. A flutuação populacional foi analisada em relação aos fatores climáticos: temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade acumulada.

Os dados dos fatores climáticos referentes ao período da pesquisa foram obtidos no site do Inmet/Sepaf/Agraer/Cemtec-MS, da Agência de Desenvolvimento e Extensão Rural – Agraer, Estação Agrometeorológica de Ponta Porã-MS, que se localiza no máximo a 40 km de distância da área pesquisada (PNCC). Esses dados foram analisados e correlacionados à abundância e à sazonalidade de ocorrência das espécies de moscas das frutas. O teste de Correlação de Pearson que exprime o grau de correlação através de valores situados entre -1 e 1 foi empregado. Dessa forma, os valores são expressos dentro de categorias: 0 a 0,19 = correlação muito fraca ou inexistente; 0,2 a 0,39 = correlação fraca; 0,4 a 0,69 = correlação moderada; 0,7 a 0,89 = correlação forte; 0,9 a 1 = correlação muito forte. Quando o coeficiente é negativo, a correlação é negativa ou inversa, ou seja, quando o valor de uma variável aumenta, o da outra diminui. Quando o coeficiente é positivo, a correlação é linear positiva, ou seja, quando o valor de uma variável aumenta, o da outra também aumenta. A significância da correlação foi analisada empregando o Teste t-student para o r a 5% de probabilidade. Através dos dados obtidos, foram elaboradas figuras demonstrativas da flutuação populacional.

A variação sazonal na captura das moscas das frutas também foi analisada em relação às estações do ano. A sazonalidade de ocorrência das espécies de *Anastrepha* foi avaliada, comparando os padrões de captura nas estações primavera, verão, outono e inverno, empregando o estimador Chao 2.

Resultados

No Parque Nacional Cerro Corá, departamento de Amambay, Paraguai, com emprego de 25 armadilhas McPhail no período de 24 meses, foi coletado um total de 17.309 espécimes de moscas das frutas pertencentes ao gênero *Anastrepha*, sendo 8.765 machos e 8.544 fêmeas.

Foram obtidas 18 espécies de *Anastrepha* pertencentes a 10 grupos infragenéricos (Tabela 1), de acordo com a classificação proposta por Norrbom *et al* (2012). Os grupos *daciformis*, *mucronota*, *pseudoparallela*, *punctata*, *robusta*, *serpentina* e *striata* foram representados por apenas 1 espécie. Os grupos infragenéricos *leptozona* e *spatulata*, foram representados por 2 espécies, enquanto que *fraterculus* foi o grupo mais especioso, com seis espécies. Foram coletados quatro exemplares de *A. matogrossensis*, ainda não assinalada a nenhum dos grupos infragenérico de *Anastrepha*.

A análise dos padrões populacionais das espécies indicou que: *A. distincta*, *A. barnesi*, *A. striata*, foram caracterizadas como raras e pouco frequentes em decorrência de serem representadas por um único espécime cada uma, em apenas uma única amostra em todo o período. Essas, juntamente com: *A. elegans*, *A. dissimilis*, *A. nr. concava*, *A. montei*, *A. pickeli* e *A. matogrossensis*, espécies comuns e frequentes, foram caracterizadas como não dominantes e acidentais por estarem presentes em menos de 25% das coletas. *A. zenildae*, embora tenha sido superabundante, superfrequente, também foi caracterizada como não dominante e acidental, pois sua ocorrência foi registrada em apenas três coletas.

As espécies *A. leptozona* e *A. serpentina*, foram determinadas como muito abundantes, muito frequentes, mas não dominantes. *A. daciformis*, *A. obliqua* e *A. turpiniae*, espécies superabundantes, superfrequentes, mas não dominantes, foram, juntamente com *A. serpentina*, caracterizadas como acessórias, pois fizeram-se presentes entre 25-50% das coletas.

Os resultados das análises populacionais também indicaram que *A. fraterculus*, *A. sororcula* e *A. punctata* foram as espécies predominantes, sendo caracterizadas como

superabundantes, superfrequentes, dominantes. Entretanto apenas *A. fraterculus*, *A. sororcula* e *A. punctata* foram consideradas constantes, pois ocorreram em mais de 50% das coletas.

Embora *A. fraterculus* e *A. sororcula*, tenham sido as espécies com maior abundância de indivíduos capturados (Fig 2), *A. punctata* foi a espécie mais frequente nas coletas, sendo capturada em 23 dos 24 meses avaliados, enquanto que *A. fraterculus* e *A. sororcula* foram obtidas em 19 e 21 amostras, respectivamente.

Em análise de diversidade da comunidade de moscas das frutas do gênero *Anastrepha*, apresentou índice de diversidade de Shannon-Wiener, $H' = 1,61$ e índice de equitabilidade, $EH = 0,17$. A riqueza amostrada com uso do estimador Chao 2 (Fig 3) indicou a estabilização da curva de rarefação (assíntota).

A diversidade ao longo do período de dois anos no PNCC, Paraguai, sofreu variação ao longo dos meses de coleta, revelando mudança na composição da comunidade de moscas das frutas do gênero *Anastrepha* (Tabela 2).

Em estudo da variação na população de *Anastrepha* em relação às estações sazonais, ocorreu um pico populacional no mês de maio (Outono), e outro mais elevado (acme populacional) no mês de julho, que correspondendo ao Inverno (Fig. 4).

Verificou-se, ainda, que o verão corresponde à estação sazonal com menor abundância de adultos das espécies de *Anastrepha*, sendo que esta aumenta no outono, com acme populacional no inverno. Porém a diversidade sofre efeito inverso, tendo pico no verão, quando ocorreu maior riqueza em espécies (S), tendo diminuído com a chegada do outono e inverno (Fig. 4).

A análise da flutuação populacional das espécies de *Anastrepha* predominantes nesta pesquisa, evidenciou picos de ocorrência de *A. sororcula* e *A. fraterculus* em maio e julho de 2017 (Fig 5). Para *A. punctata*, esses picos, embora em abundância muito menor, ocorreram em maio, setembro e novembro de 2017.

A abundância das espécies de *Anastrepha* foi analisada em comparação com os fatores climáticos que foram registrados concomitantemente no PNCC. Nesta pesquisa não foi encontrada correlação significativa com nenhuma das variáveis climáticas testadas (Tabela 3).

Discussão:

Com base na análise dos resultados das coletas, o número de indivíduos apturados ($N = 8.544$) e a riqueza em espécies ($S = 18$) registradas no PNCC foi relativamente alto em comparação ao total de espécies obtido em outras pesquisas conduzidas em áreas de mata (*e.g.*, Aluja *et al* 1996, Canesin & Uchoa 2007, Minzão & Uchoa 2008).

Esse resultado pode ser atribuído à provável diversidade de espécies de Angiospermae na área do PNCC, pois como discutido por Aluja *et al* (1996), em área com maior diversidade vegetal deve haver maior riqueza em espécies de *Anastrepha*. Canesin & Uchoa (2007), em ambientes com fitofisionomia de Mata Atlântica, estudando a composição de espécies de moscas das frutas com armadilhas plásticas McPhail em um fragmento de mata nativa semidecídua em Mato Grosso do Sul, Brasil, obtiveram um total de 330 indivíduos com 14 espécies de *Anastrepha*. Minzão & Uchoa (2008), em áreas de matas decídua e ciliar no Pantanal sul-matogrossense, na divisa Brasil-Bolívia, captutraram 569 espécimes de *Anastrepha*, pertencentes à sete espécies.

Esta pesquisa corresponde ao primeiro registro de espécies de moscas das frutas em ambiente natural no Paraguai. Entretanto, outros trabalhos de pesquisa inventariando as espécies de *Anastrepha* em Departamentos do Paraguai foram conduzidos em pomares. Arias *et al* (2014) baseou parte de seu inventário de ocorrência de moscas das frutas no Paraguai em material amostrado pelo “Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE)” em áreas com cultivo de frutíferas. Estudos dos parâmetros de populações de

moscas das frutas em ambientes naturais, incluindo as unidades de conservação são raros. A maioria das pesquisas se desenvolve em ambientes cultivados, mais comumente em pomares comerciais.

Na presente pesquisa, a análise das populações de moscas das frutas (Tabela 1) indicou que *A. fraterculus* e *A. sororcula* apresentaram maior abundância relativa e, portanto, são as espécies dominantes e provavelmente as mais bem sucedidas no PNCC, correspondendo 90,1% dos adultos capturados nas armadilhas (Fig. 2).

Canesin & Uchoa (2007), verificaram que *Anastrepha sororcula* ocorreu dentre as três espécies predominantes. Para o Paraguai, Arias *et al* (2014), verificou a predominância de três espécies: *A. fraterculus*, *A. sororcula* e *A. punctata*, corroborando os dados da presente pesquisa. Entretanto, em Arias *et al* (2014), *A. fraterculus* foi a espécie mais abundante, representando 70,76% dos indivíduos capturados, enquanto que nesta pesquisa *A. sororcula* foi a espécie mais abundante, com 45,45% do total de espécimes capturados, seguida por *A. fraterculus*, com 44,7%.

A alta frequência relativa de adultos de *A. fraterculus* e *A. sororcula* na comunidade de moscas das frutas registrada aqui, pode ter sido consequência da alta polifagia por ambas as espécies e da grande disponibilidade de plantas hospedeiras na área, que podem servir como seus hospedeiros preferenciais.

A. fraterculus é uma espécie de ampla distribuição, apresentando importância econômica que varia significativamente de acordo com sua ocorrência e região, de modo que pode concentrar as maiores perdas e medidas de controle populacional. Na Argentina, Uruguai e na região sul e sudeste do Brasil, é considerada a praga de maior importância. Porém, seu estatus muda à medida que avança para o norte, de modo que, no Brasil, se observa sua substituição por *A. sororcula*, que não ocorre no sul do país e é mais adaptada a climas secos.

Em latitude maiores, como na Amazônia, Peru, Equador e Colômbia, além da Venezuela, *A. fraterculus* volta a ser a espécie dominante (Malavasi *et al* 2000).

Considerada a espécie mais polífaga, *A. fraterculus* se associa a mais de 80 espécies de plantas hospedeiras, enquanto que *A. sororcula*, de polifagia também conhecida, está correlacionada a mais de 30 hospedeiros (Uchoa 2012).

As plantas nativas desempenham um papel crucial na multiplicação de moscas das frutas e seus inimigos naturais. A ocorrência de diferentes espécies de mosca das frutas é afetada pela paisagem e depende da sua preferência por hospedeiros (Monteiro *et al* 2018). Aluja (1994) discute que dentre os fatores bióticos de maior importância se destacam a disponibilidade de hospedeiros e a maturação dos frutos.

Ambientes de florestas nativas, como o Parque Nacional Cerro Corá oferecem ampla diversidade de hospedeiros, como espécies de *Annona* (Annonaceae); *Butia* (Arecaceae); *Byrsonima* (Malpighiaceae); *Campomanesia*, *Eugenia* e *Plinia* (Myrtaceae); *Chrysophyllum* e *Pouteria* (Sapotaceae); *Diospyros* (Ebenaceae); *Solanum* (Solanaceae) e *Sorocea* (Moraceae) (SEAM 2012); as quais se constituem em hospedeiros nativos multiplicadores e repositórios de espécies de moscas das frutas (Uchoa 2012).

Nesta pesquisa, *A. sororcula* e *A. fraterculus*, contribuíram para a grande abundância de moscas das frutas capturadas nas armadilhas. Dessa forma, a maior abundância dessas duas espécies no PNCC indica que provavelmente elas são capazes de explorar grande parte dos recursos disponíveis na área, tendendo a permanecer no hábitat onde encontram alimento e abrigo, fato que explica sua superabundância, superfrequência, superdominância e constância. A esse respeito, Hernández-Ortíz & Aluja (1993) argumentam que, em virtude da fitofagia obrigatória de *Anastrepha*, as plantas hospedeiras constituem um dos elementos fundamentais na evolução e diversificação deste táxon, interferindo na modificação de seus padrões de distribuição e sazonalidade de ocorrência.

A. fraterculus é a espécie mais polífaga em *Anastrepha*, ocorrendo em toda a América Central e do Sul, e a mais disseminada no Brasil. Zucchi & Moraes (2008) mencionam 116 espécies de plantas hospedeiras para esta espécie. Devido a sua alta polifagia e grande habilidade de dispersão, além dos danos causados aos produtos hortifrutícolas, esta é uma das espécies mais mais comumente obtida atacando frutas e hortaliças comerciais, recebendo o status de praga-chave na América do Sul (Uchoa 2012).

Aqui foi observado um baixo valor de índice de diversidade de Shannon-Wiener ($H' = 1,61$) e de equitabilidade ($EH = 0,17$) para as espécies de moscas das frutas do gênero *Anastrepha* no PNCC. Estes índices refletem da alta abundância, frequência e dominância das duas espécies: *A. sororcula* e *A. fraterculus*. O índice de equitabilidade indica que a maneira como os indivíduos se distribuem entre as diferentes espécies. Neste inventário, a distribuição dos espécimes não foi homogênea, havendo divergência considerável na abundância das diferentes espécies (Tabela 1).

Resultados semelhantes, são discutidos por Aluja (1994), para ambientes de áreas cultivadas. Segundo esse autor, a maioria das espécies existentes numa comunidade de moscas das frutas serão caracterizadas como pouco frequentes ou raras, enquanto que uma ou duas espécies se destacarão como dominantes. Entretanto, essa situação obtida no presente estudo pode ser justificada pelo fato de a área amostrada do PNCC receber ação antrópica, pois, embora seja um área de preservação, funciona como um parque histórico, aberto constantemente ao público para visitação.

A riqueza em espécies das moscas frugívoras no PNCC demonstrou uma tendência de estabilização (assíntota) na curva cumulativa de novos registros de espécies para o local (Fig 3), indicando que o esforço de coleta foi próximo ao suficiente para amostrar a diversidade.

A variação na abundância e diversidade das espécies de *Anastrepha* ao longo do período de amostragens indicou mudança na composição das espécies (Fig. 4). Nesta unidade de

conservação, podem haver potenciais hospedeiros das moscas das frutas que frutificam no período do outono e inverno, garantindo a manutenção das populações e podendo servir como reservatório natural para espécies que, assim, buscariam no parque um local de refúgio.

A variação nas populações das espécies *Anastrepha* em relação às estações do ano no PNCC (Fig 3), evidencia um pico populacional no mês de maio (Outono), e o auge no mês de julho (Inverno).

Segundo Aluja (1994), a presença de moscas das frutas se correlaciona fortemente com as condições ambientais, como a presença de plantas hospedeiras (principais ou alternativas), fontes de alimento para os adultos, substrato de oviposição. Se as espécies não encontrarem ambiente favorável, podem se mover de uma área para outra, até mesmo entre vegetação nativa e cultivada para busca de recursos essenciais. Aluja (1994) discute ainda que as espécies de *Anastrepha*, por habitarem em ambientes altamente sazonais, vivendo em estreita associação com suas plantas hospedeiras, evoluíram para uma bioecologia oportunista, multivoltina e altamente móvel, lidando de diferentes maneiras com a escassez de recursos, podendo desenvolver períodos de estivação, diapausa ou mobilidade efetiva entre habitats, monitorando recursos sazonais em áreas dispersas.

Canesin & Uchoa (2007) discutem que as populações de moscas das frutas não obedecem a um padrão de abundância em sua flutuação populacional, de maneira que exibem picos de ocorrência que varia de ano para ano. Uma ou duas espécies via de regra ocorrem como predominantes, em consequência dos efeitos dos fatores ecológicos (abundância e diversidade da comunidade), complexidade do ambiente e interferência dos fatores abióticos, como as ocorrências climáticas. Isto também pode ocorrer devido à predominância em ambientes naturais de hospedeiros específicos para as espécies monófagas de tefritídeos, ou ainda, dependendo da capacidade generalista de algumas espécies polífagas, tais como: *A. fraterculus*,

A. obliqua, *A. sororcula* e *C. capitata*. hábeis colonizadoras de frutíferas de diferentes famílias (Uchoa, M. A. –dados não publicados).

As espécies predominantes nesta pesquisa: *A. sororcula* e *A. fraterculus*, apresentaram picos populacionais em maio e julho de 2017 (Fig. 5). Porém, quanto a abundância não foi encontrada correlação com os fatores climáticos (Tabela 2).

Em áreas tropicais, onde as diferenças entre inverno e verão são relativamente pequenas, o padrão sazonal de abundância de tefridídeos é muito mais influenciado pela disponibilidade de plantas hospedeiras do que pelas alterações na temperatura (Bateman 1972). Portanto, é inviável, no momento, concluir sobre os fatores que interferem na flutuação populacional das moscas das frutas na área em estudo. Pesquisas posteriores serão necessárias para buscar informações acerca desses fatores e relacioná-los com a flutuação populacional de *Anastrepha* no Parque Nacional Cerro Corá, Paraguay.

A variabilidade ambiental desempenha papel crucial na formação da história de vida das moscas das frutas, e por isso é preciso examinar as diferentes estratégias de história de vida entre as espécies pragas e não-pragas (Aluja 1999).

No caso de relações com plantas hospedeiras, é preciso compreender a fenologia do uso de plantas hospedeiras em nível local. Dessa forma, quando se considera uma espécie multivoltina, que é capaz de mudar de uma planta hospedeira para outra durante o ano, é importante comparar seu desempenho em cada espécie hospedeira, avaliando os parâmetros críticos do histórico de vida das moscas, como a fecundidade e a expectativa de vida, pois variam em associação com cada hospedeiro. Assim, quando se considera uma espécie que explora uma série de hospedeiros (polifagia) que aparecem de forma progressiva durante a maior parte do ano, é possível perceber que estas podem não precisar viver tanto tempo (Aluja 1999).

Entretanto, em casos de exploração mais específica (oligofagia), é importante determinar quais estratégias diferentes espécies de moscas usam para sobreviver a longos períodos de tempo em que nenhuma planta hospedeira alternativa está disponível. Por exemplo, larvas podem permanecer dentro da fruta em estado suspenso de desenvolvimento durante os meses frios do ano, sobrevivendo ao longo período após a última planta hospedeira da estação, começando com variedades precoces e invernando em variedades tardias. Ainda, os imagos podem emergir durante a mesma estação da última planta hospedeira, buscando locais úmidos, de maneira que os adultos provavelmente sobrevivam a períodos prolongados de tempo na ausência de plantas hospedeiras, até que hospedeiros adequados estejam novamente disponíveis (Aluja 1999).

Nesta pesquisa, *A. fraterculus* e *A. sororcula* ocorreram como espécies intimamente relacionadas, com similaridade morfológica muito elevada (espécies crípticas), reunidas no grupo infragenérico *fraterculus*. Porém, o exame morfométrico minucioso ao ápice do acúleo permite a identificação espécie-específica de ambas, bem como das demais espécies crípticas do grupo *fraterculus*: *A. obliqua*, *A. turpiniae* e *A. zenildae*. Estas três espécies são generalistas e multivoltinas, sendo que *A. fraterculus* e *A. sororcula* infestam preferencialmente espécies de Myrtaceae (Uchoa 2012). De acordo com Morgante *et al* (1993), embora *A. fraterculus* e *A. sororcula* apresentem distribuição geográfica sobreposta e utilizem os mesmos recursos, se encontram em simpatria nos mesmos hospedeiros, o que indica uma especiação simpátrica cujo isolamento reprodutivo advém de características comportamentais. Nesta pesquisa, esses fatos podem explicar a alta abundância e frequência dessas duas espécies, nos mesmos períodos do ano.

Os estudos populacionais, por meio dos cálculos de frequência, abundância, constância, dominância e dos índices de diversidade regional das espécies, auxiliam no entendimento dos

padrões gerais de biologia, ecologia e comportamento das comunidades (Uchoa *et al* 2003, Uramoto *et al* 2005).

A biologia e a ecologia das moscas das frutas, como em outros grupos de animais, não só varia entre espécies, mas também está intimamente relacionada às condições ecológicas de cada região. Fatores abióticos (temperatura, umidade relativa, precipitação) e fatores bióticos (tipo de vegetação, disponibilidade de frutos hospedeiros, presença de inimigos naturais e disponibilidade de alimento) os afetam de maneira significativa (Aluja 1993). No entanto, algumas espécies de importância econômica têm grande capacidade de adaptação, podendo utilizar outras espécies de frutíferas e hortaliças se o hospedeiro preferido desaparecer, escacear ou podem também infestar várias espécies de hospedeiros em uma região se a ocorrência dos adultos coincidirem com a época de frutificação. A preferência por determinada espécie frutífera pode variar entre diferentes regiões (Arredondo *et al* 2010) geográficas de ocorrência da espécie dos tefritídeos frugívoros.

Esta pesquisa representa o primeiro inventário e avaliação dos padrões populacionais das espécies de moscas das frutas do gênero *Anastrepha* em uma unidade de conservação ambiental do Paraguai. Revelou que as espécies mais abundantes, frequentes e dominantes foram *A. sororcula* e *A. fraterculus*, embora essas populações, bem como a diversidade das demais espécies de *Anastrepha* tenha variado no decorrer dos meses de amostragem, apresentando pico populacional em julho.

A análise de correlação de abundância de indivíduos das espécies de tefritídeos frugívoros com os fatores climáticos não foi significativa, corroborando a hipótese de que pode estar associada à presença de plantas hospedeiras e dos seus períodos de frutificação. Desta forma, o fato de os potenciais hospedeiros frutificarem no período do outono e inverno, garante a manutenção das populações de moscas das frutas e funciona como um reservatório natural para espécies que buscariam no parque um local de refúgio.

Agradecimentos

Somos gratos à direção Parque Nacional Cerro Corá e à Secretaria Nacional do Meio Ambiente do Paraguay; Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPE) e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul-FUNDECT-CAPES-PAPOS-MS 44/2014, FUNDECT-CAPES 12/2015-BIOTA-MS-Ciência e Biodiversidade, e à Universidade Federal da Grande Dourados, pelo suporte financeiro que permitiu a execução desta pesquisa.

Referências

- Aluja M (1993) Manejo Integrado de la Mosca de la Fruta. Mexico, Editorial Trillas, 252p.
- Aluja M (1994) Bionomics and management of *Anastrepha*. Ann Rev Entomol 39: 155-178.
- Aluja M (1999) Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. An Soc Entomol Brasil 28(4): 565-594.
- Aluja M, Norrbom AL (2000) Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. Boca Raton, CRC Press, 963p.
- Aluja M, Celedonio-Hurtado H, Liedo H, Cabrera M, Castillo F, Guillén j, Rios E (1996) Seasonal population fluctuations and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards in Southern Mexico. J Econ Entomol 89: 654-667.
- Aluja M, Rull J, Sivinski J, Norrbom AL, Wharton RA, Macías-Ordoñez R, Díaz-Fleischer F, López M (2003) Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rain forest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. Environ Entomol 32(6): 1377-1385.

- Arias OR, Fariña NL, Lopes GN, Uramoto K, Zucchi RA (2014) Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from some localities of Paraguay: new records, checklist, and illustrated key. *J Insect Sci* 14: 1-9.
- Arredondo J, Díaz-Fletcher F, Pérez-Staples D (2010) *Biología y Comportamiento*, p. 91-106. In Montoya P, Toledo J, Hernandez E (eds.) *Moscas de la Fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo*. Mexico, S y G editores. 637p.
- Bateman MA (1972) The ecology of fruit flies. *Ann Rev Entomol*, 17: 493-518.
- Canesin A, Uchoa MA (2007). Análise da flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em um fragmento de floresta semidecídua em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev Bras Zool* 4(1): 185-190.
- CGR – Contraloría General de la República (2010) Informe final: Resolución CGR N° 1238/09. Dirección General de Control de la Gestión Ambiental. Asunción, Paraguay, Agosto, 2010.
- Dudley N (ed.) (2008) *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Switzerland, IUCN. 220p.
- Hernandez-Ortiz V, Aluja M (1993) Listado del especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) com notas sobre su distribucion y plantas hospedeiras. *Fol Entomol Mex* 88: 89-105.
- Joachim-Bravo IS, Magalhães TC, Silva Neto AM, Guimarães AN, Nascimento AS (2003) Longevity and fecundity of four species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Neotrop Entomol* 32(4): 543-549.
- Korytkowski CA (2009) *Manual para la identificación de moscas de la fruta genero *Anastrepha* Schiner, 1868*. Universidad de Panama, Programa de Maestria em Entomologia. 137p.
- Malavasi A, Zucchi RA, Sugayama RL (2000) *Biogeografía*, p.93-98. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

- Minzão ER, Uchoa MA (2008) Diversidade de moscas frugívoras (Diptera, Tephritoidea) em áreas de matas decídua e ciliar no Pantanal sul-mato-grossense, Brasil. *Rev Bras Entomol* 52(3): 441-445
- Monteiro LB, Tomba JAS, Nishimura G, Monteiro RS, Foelke E, Lavigne C (2018) Faunistic analyses of fruit fly species (Diptera: Tephritidae) in orchards surrounded by Atlantic Forest fragments in the metropolitan region of Curitiba, Paraná state, Brazil. *Braz J Biol* 79(3): 1-9.
- Morgante JS, Selivon D, Solferini VN, Matioli SR (1993) Evolutionary patterns in specialist and generalist species of *Anastrepha*, p. 15-20. *In*: Aluja M, Liedo P (eds), *Fruit Flies: Biology and Management*. New York: SpringerVerlag, 1520p.
- Norrbom AL, Korytkowski CA, Zucchi RA, Uramoto K, Venable GL, McCormick J, Dallwitz MJ (2012) *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. Disponível em <<http://www.delta-intkey.com/anatox/index.htm>> (Acesso em janeiro de 2019).
- Oliveira CM, Espíndola IB (2015) Harmonização das normas jurídicas ambientais nos países do Mercosul. *Ambiente & Sociedade* 18(4): 1-18.
- Oliveira I, Uchoa MA, Pereira VL, Nicácio J, Faccenda O (2019) *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae): patterns of spatial distribution, abundance, and relationship with weather in three environments of midwestern Brazil. *Fla Entomol* 102: 113-120.
- SEAM – Secretaria del Ambiente (2012) Evaluación ecológica rápida parque nacional cerro cora. Disponível em: < http://archivo.seam.gov.py/sites/default/files/4-EVALUACION_ECOLOGICA_RAPIDA-PARQUE_NACIONAL_CERRO_CORA-DOCUMENTO%20FINAL.pdf >. (Acesso: 31 Janeiro 2019).
- SNUC – Sistema Nacional De Unidades De Conservação. (2000) Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000.

- Steyskal G (1977) Pictorial key to species of the geuns *Anastrepha* (Dip., Tephritidae). Washington, Entomological Soziety of Washington, 35p.
- Stone A (1942) The fruitflies of the genus *Anastrepha*. Misc. Publication 439, U. S. Dept. of Agriculture, Washington, D. C. USA, 112p.
- Uchoa MA (2012) Fruit Flies (Diptera: Tephritoidea): biology, host plants, natural enemies, and the implications to their natural control, p.271-300. In Larramendy ML & Soloneski S (eds). Integrated Pest Management and Pest Control: current and future tactics. Croatia: Intech. 668p.
- Uchoa MA, Oliveira I., Molina RMS, Zucchi RA (2003) Populational Fluctuation of Frugivorous Flies (Diptera: Tephritoidea) in Two Orange Groves in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. Neotrop Entomol 32(1): 19-25.
- Uramoto K, Walder JMM, Zucchi RA (2005) Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. Neotrop Entomol 34(1): 33-39.
- Zucchi RA (2000) Espécies de *Anastrepha*, sinonímias, plantas hospedeiras e parasitoides, p. 41-48. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- Zucchi RA, Moraes RCB (2008) Fruit flies in Brazil -*Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Available in: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, atualizado em 14 de Março, 2019. Acesso em 06 Abril de 2019.

Tabela 1 Parâmetros populacionais das moscas das frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) capturadas em armadilhas McPhail iscadas com atrativo alimentar no Parque Nacional Cero Corá, (Departamento de Amambay), Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

Grupos Infragenéricos	Espécie	N	FR ²	DO ³	CO ⁴
<i>daciformis</i>	<i>A. daciformis</i> Bezzi, 1909	108 ^{sa}	SF	ND	Y
<i>fraterculus</i>	<i>A. distincta</i> Greene, 1934	1 ^r	PF	ND	Z
	<i>A. fraterculus</i> (Wiedemann, 1830)*	3819 ^{sa}	SF	D	W
	<i>A. obliqua</i> (Macquart, 1835)	186 ^{sa}	SF	ND	Y
	<i>A. sororcula</i> Zucchi, 1979*	3883 ^{sa}	SF	D	W
	<i>A. turpiniae</i> Stone, 1942*	78 ^{sa}	SF	ND	Y
	<i>A. zenildae</i> Zucchi, 1979	115 ^{sa}	SF	ND	Z
<i>leptozona</i>	<i>A. barnesi</i> Aldrich, 1925	1 ^r	PF	ND	Z
	<i>A. leptozona</i> Hendel, 1914	11 ^{ma}	MF	ND	Z
<i>mucronota</i>	<i>A. elegans</i> Blanchard, 1937	4 ^c	F	ND	Z
<i>pseudoparallela</i>	<i>A. dissimilis</i> Stone, 1942	3 ^c	F	ND	Z
<i>punctata</i>	<i>A. punctata</i> Hendel, 1914*	317 ^{sa}	SF	ND	W
<i>robusta</i>	<i>A. nr. concava</i> Greene, 1934	2 ^c	F	ND	Z
<i>serpentina</i>	<i>A. serpentina</i> (Wiedemann, 1830)	7 ^{ma}	MF	ND	Y
<i>spatulata</i>	<i>A. montei</i> Lima, 1934	2 ^c	F	ND	Z
	<i>A. pickeli</i> Lima, 1934	3 ^c	F	ND	Z
<i>striata</i>	<i>A. striata</i> Schiner, 1868	1 ^r	PF	ND	Z
Não agrupado	<i>A. matogrossensis</i> Norrbom & Uchoa, 2011	3 ^c	F	ND	Z
<i>Anastrepha</i> ♀♀		8544			
<i>Anastrepha</i> ♂♂		8765			
Total ♂♀		17.309			
Diversidade de H'		1,61			
Equitabilidade (EH)		0,17			

Legenda: *Espécies predominantes (indicadoras).

¹N (número de adultos): Abundância – r: raro; d: disperso; c: comum; a: abundante; ma: muito abundante; sa: superabundante.

²FR: Frequência – PF: pouco frequente; F: frequente; MF: muito frequente; SF: super frequente.

³DO: Dominância – ND: não dominante; D: dominante.

⁴CO: Constância – Z – acidental; Y: acessória; W: constante.

Tabela 2 Épocas de ocorrência das espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae, Trypetinae) capturadas em armadilhas MacPhail no interior do Parque Nacional de Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

Fêmeas	2016		2017										2018						TOTAL						
	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr		mai	jun	jul	ago	set	out
<i>A. daciformis</i>	14	4	0	0	2	0	0	0	0	0	6	13	26	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	108
<i>A. distincta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>A. fraterculus</i>	13	4	4	2	0	4	516	526	2573	101	2	1	20	24	11	6	5	2	1	0	0	0	0	4	3819
<i>A. obliqua</i>	1	0	1	0	0	0	6	3	170	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186
<i>A. sororcula</i>	93	42	27	15	6	24	779	505	2163	88	6	2	40	32	9	6	27	5	2	0	0	4	0	8	3883
<i>A. turpiniae</i>	2	1	0	0	0	0	21	14	30	5	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	78
<i>A. zenilidae</i>	0	0	0	0	0	0	35	37	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
<i>A. barnesi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>A. leptozona</i>	0	3	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>A. elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
<i>A. dissimilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
<i>A. punctata</i>	16	7	4	4	6	3	62	13	4	3	56	8	91	15	2	2	1	1	6	1	0	5	1	6	317
<i>A. concava pr.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>A. serpentina</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	7
<i>A. montei</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2

<i>A. pickeli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3		
<i>A. striata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
<i>A. matogrossensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3		
Abundância total	139	61	43	21	16	31	1421	1099	4983	200	72	24	179	85	26	16	40	8	14	1	1	10	1	53	8544	
Riqueza	6	6	6	3	5	3	8	7	6	5	5	4	5	5	7	4	7	3	8	1	1	3	1	8	18	
Grupos infragênicos ♂																										
<i>Anastrepha</i> spp.	0	1	1	1	0	1	0	2	23	0	1	0	2	0	1	0	0	1	3	0	2	0	0	1	40	
<i>daciformis</i>	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	10	11	22	14	3	0	12	0	0	0	0	0	1	25	108	
<i>fraterculus</i>	132	39	29	22	11	27	2088	2021	3636	238	18	0	48	61	33	5	33	17	5	0	2	0	0	34	8499	
<i>leptozona</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>punctata</i>	14	1	4	7	1	4	7	8	1	2	6	7	12	17	7	1	1	5	3	0	2	0	0	5	115	
<i>serpentina</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Abundância total	154	42	35	31	12	32	2096	2031	3660	240	35	18	84	92	44	7	46	23	11	0	6	0	1	65	8765	
Riqueza	3	4	4	4	2	3	3	3	3	2	4	2	4	3	4	3	3	3	3	0	3	0	1	4	6	

Tabela 3 Análise de correlação dos fatores climáticas e a abundância das espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) coletadas no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

	Temperatura	Umidade Relativa do Ar	Pluviosidade acumulada
Abundância	$r = -0,17^{NS}$ ($p = 0,0614$)	$r = 0,08^{NS}$ ($p = 0,3855$)	$r = 0,11^{NS}$ ($p = 0,2254$)

r – coeficiente de correlação de Pearson; (R**) = altamente significativo ($p < 0,01$); R* = significativo ($p < 0,05$). ^{NS} = não significativo
p – probabilidade do teste t-student para r a 5%

Lista de Legendas Figuras

Fig 1 Imagem via satélite ilustrando os cinco pontos amostrais para as moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) no Parque Nacional Cerro Corá, Amambay, Paraguai. As cores indicam a localização: *Verde*, ponto 1; *Laranja*, ponto 2; *Azul*, ponto 3; *Amarelo*, ponto 4; *Vermelho*, ponto 5. (05 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

Fig 2 Abundância relativa de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) capturadas em armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

Fig 3 Curva de acumulação das espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) amostradas nas diferentes estações do ano no Parque Nacional Cerro Corá (Departamento de Amambay, Paraguai) (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

Fig 4 Abundância e Riqueza das espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) amostradas com armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, nas diferentes estações do ano em dois anos consecutivos de amostragens Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

Fig 5 Flutuação populacional de adultos (fêmeas) de *A. fraterculus* e *A. sororcula* (Diptera: Tephritidae) amostradas com armadilhas McPhail e relação com os dados climáticos: temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica acumulada no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento Amambay, Paraguai. (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).



Fig 1 Imagem via satélite ilustrando os cinco pontos amostrais para as moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) no Parque Nacional Cerro Corá, Amambay, Paraguai. As cores indicam a localização: *Verde*, ponto 1; *Laranja*, ponto 2; *Azul*, ponto 3; *Amarelo*, ponto 4; *Vermelho*, ponto 5. (05 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

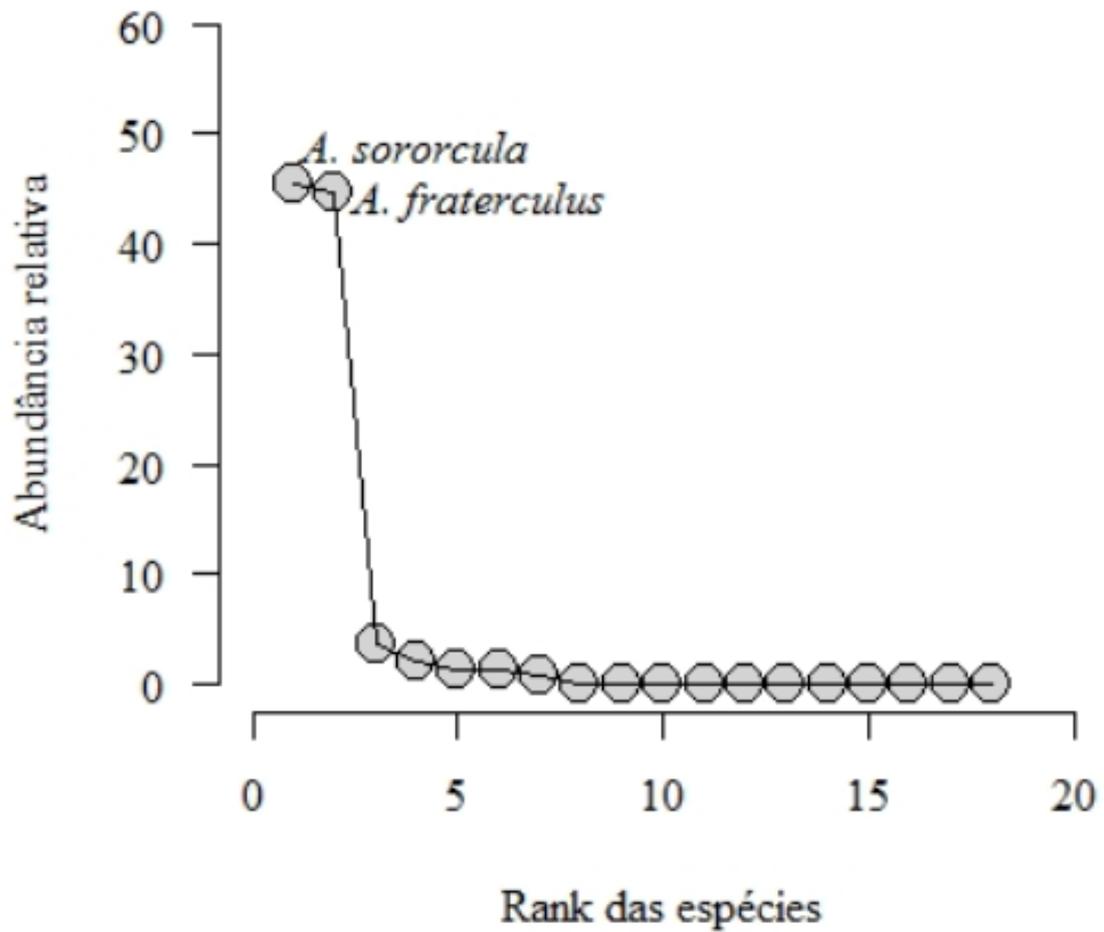


Fig 2 Abundância relativa de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) capturadas em armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

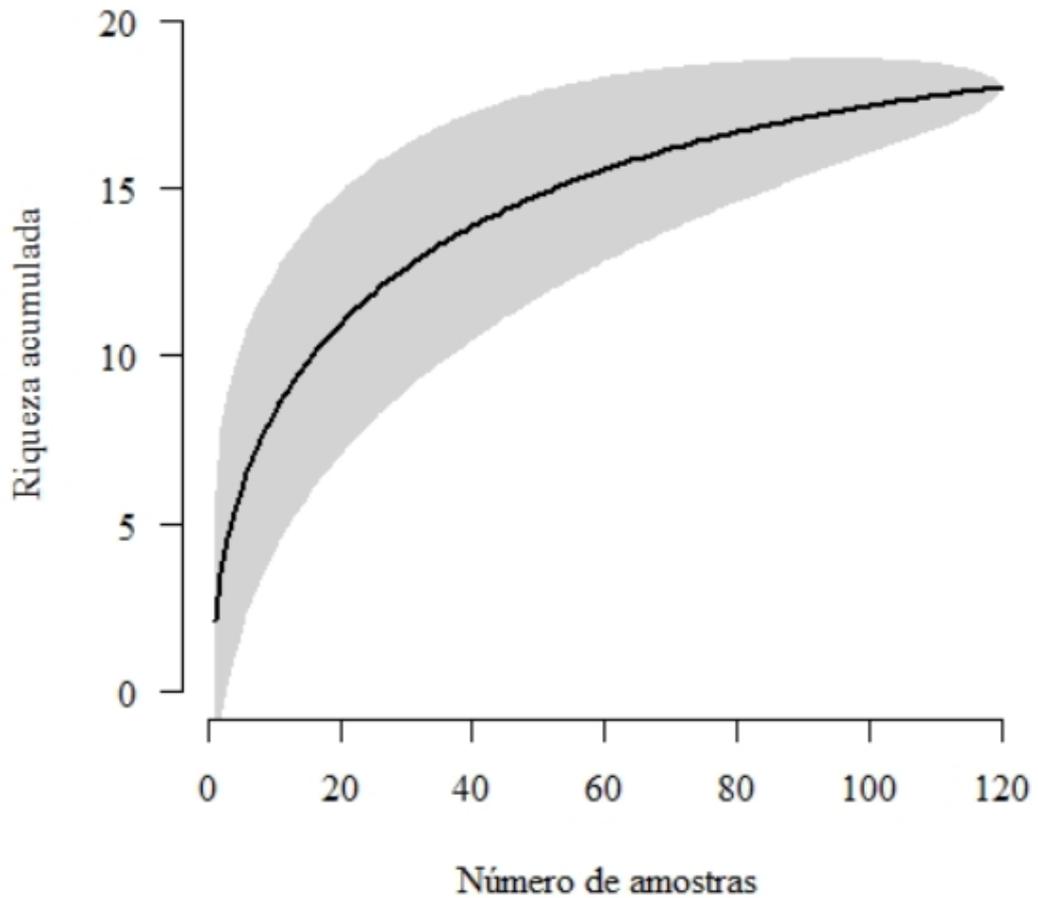


Fig 3 Curva de acumulação das espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) amostradas nas diferentes estações do ano no Parque Nacional Cerro Corá (Departamento de Amambay, Paraguai) (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

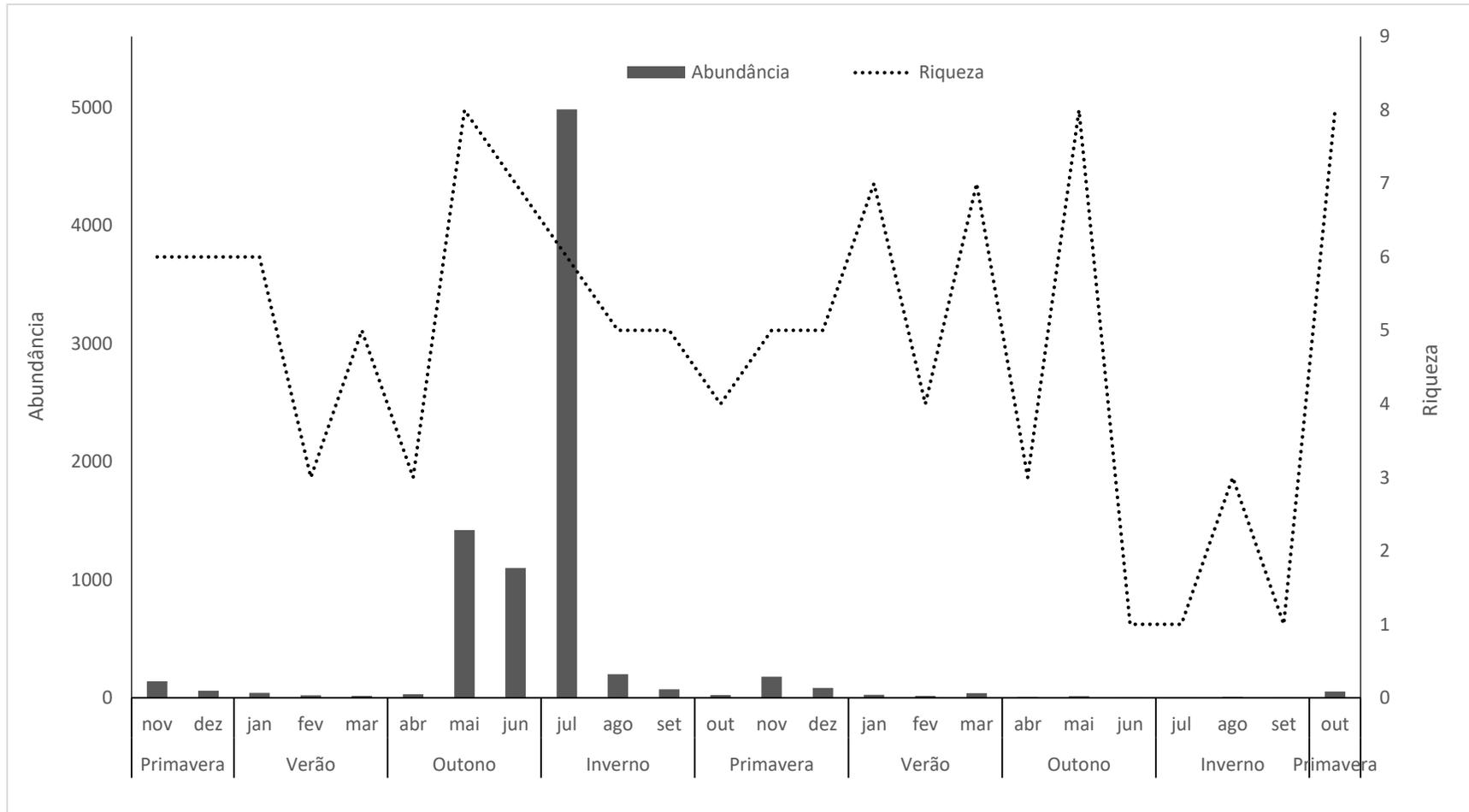


Fig 4 Abundância e Riqueza das espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) amostradas com armadilhas McPhail no Parque Nacional Cerro Corá, nas diferentes estações do ano em dois anos consecutivos de amostragem Departamento de Amambay, Paraguai (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

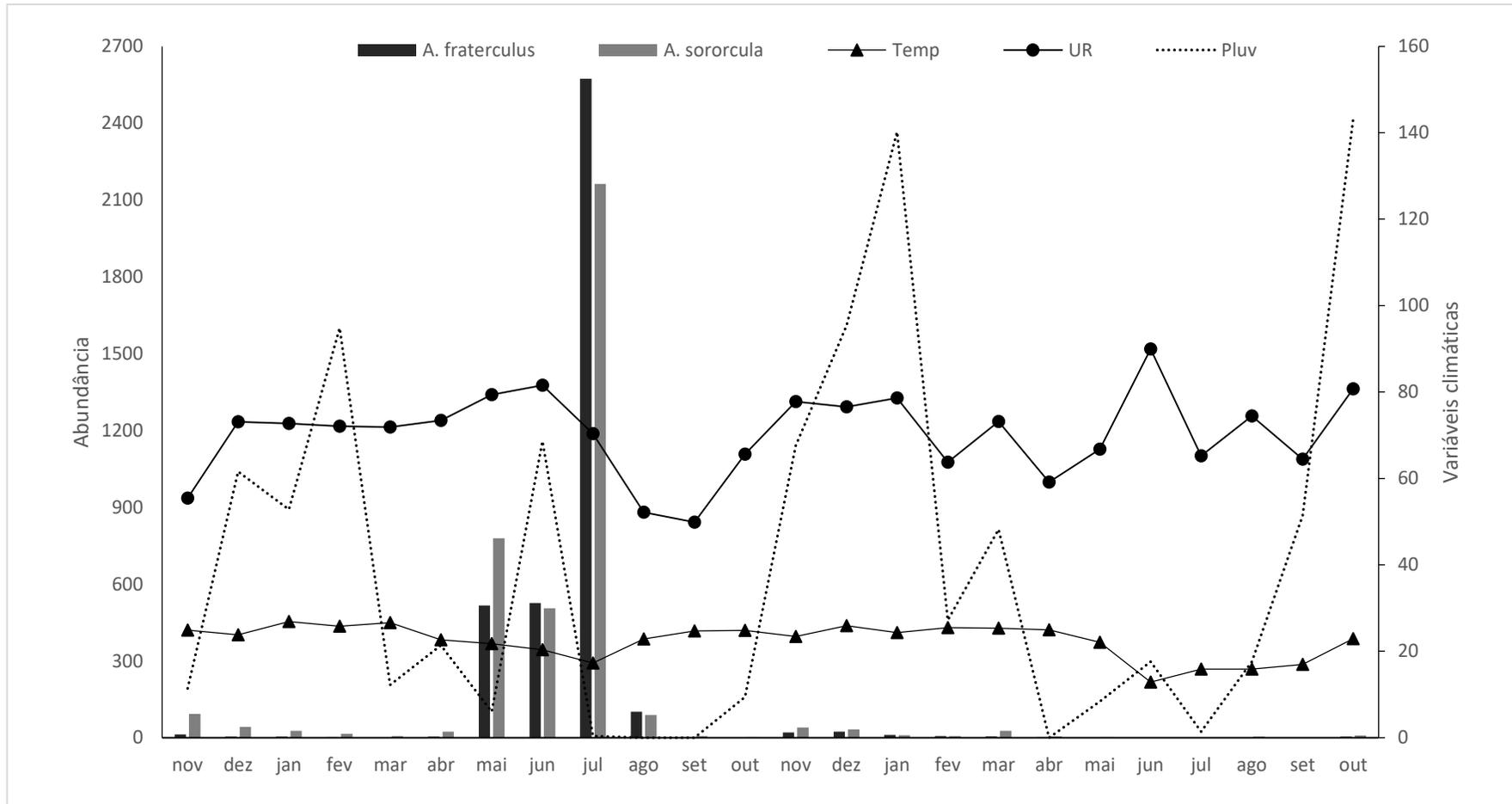


Fig 5 Flutuação populacional de adultos (fêmeas) de *A. fraterculus* e *A. sororcula* (Diptera: Tephritidae) amostradas com armadilhas McPhail e relação com os dados climáticos: temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica acumulada no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento Amambay, Paraguai. (5 de novembro de 2016 a 13 de outubro de 2018).

Considerações Finais

Esta pesquisa foi realizada empregando armadilhas McPhail iscadas com atrativo alimentar durante 24 meses consecutivos. Foram capturadas 17.309 adultos de 18 espécies de *Anastepha* Schiner, 1868 (8.765 ♂♂ e 8.544 ♀♀) e 10 indivíduos de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (um ♂ e nove ♀♀).

Nesta pesquisa foram obtidos cinco novos registros de espécies de *Anastrepha* para o Paraguai: *A. barnesi*, *A. nr. concava*, *A. leptozona*, *A. matogrossensis* e *A. zenildae*.

Este é o primeiro inventário de espécies de moscas frugívoras em uma unidade de conservação integral no Paraguai, contribuindo para o conhecimento da riqueza em espécies e dos seus padrões populacionais, incluindo a sazonalidade de ocorrência de 19 espécies frugívoras de Tephritidae.

Esta pesquisa apresenta os padrões de flutuação populacional das espécies de moscas das frutas, buscando a presença ou ausência de correlação entre a ocorrência das espécies de tefritídeos frugívoros com as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica) no Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay-Paraguai.

A. fraterculus e *A. sororcula* foram as espécies com maior abundância e *A. punctata* foi a espécie mais frequente. As maiores abundâncias de espécies de moscas das frutas foram obtidas nos meses de julho e maio, correspondendo às estações inverno e outono, respectivamente.

Não foi ocorreu correlação significativa entre as variáveis climáticas sobre a abundância dos tefritídeos frugívoros amostrados, de modo que esta pode está associada à presença de plantas hospedeiras e aos seus períodos de frutificação no PNCC. Desta forma, o fato de os potenciais hospedeiros frutificarem no período do outono e inverno pode garantir a manutenção das populações.

No Paraguai não existem estudos referentes à composição da fauna de moscas das frutas em ambientes de florestas nativas. Portanto, esta pesquisa corresponde ao primeiro estudo de moscas das frutas em área de preservação no Paraguai, contribuindo para o conhecimento e a caracterização da comunidade tefritídeos frugívoros no Parque Nacional Cerro Corá, Paraguai.

Para ampliar o conhecimento sobre as interações tróficas entre as moscas das frutas, espécies de frutíferas hospedeiras e não-hospedeiras e dos inimigos naturais destes tefritídeos frugívoros no Parque Nacional Cerro Corá, Amambay-PY são necessárias pesquisas com amostragem de frutos de todas as angiospermas presentes no PNCC em diferentes épocas do ano.