

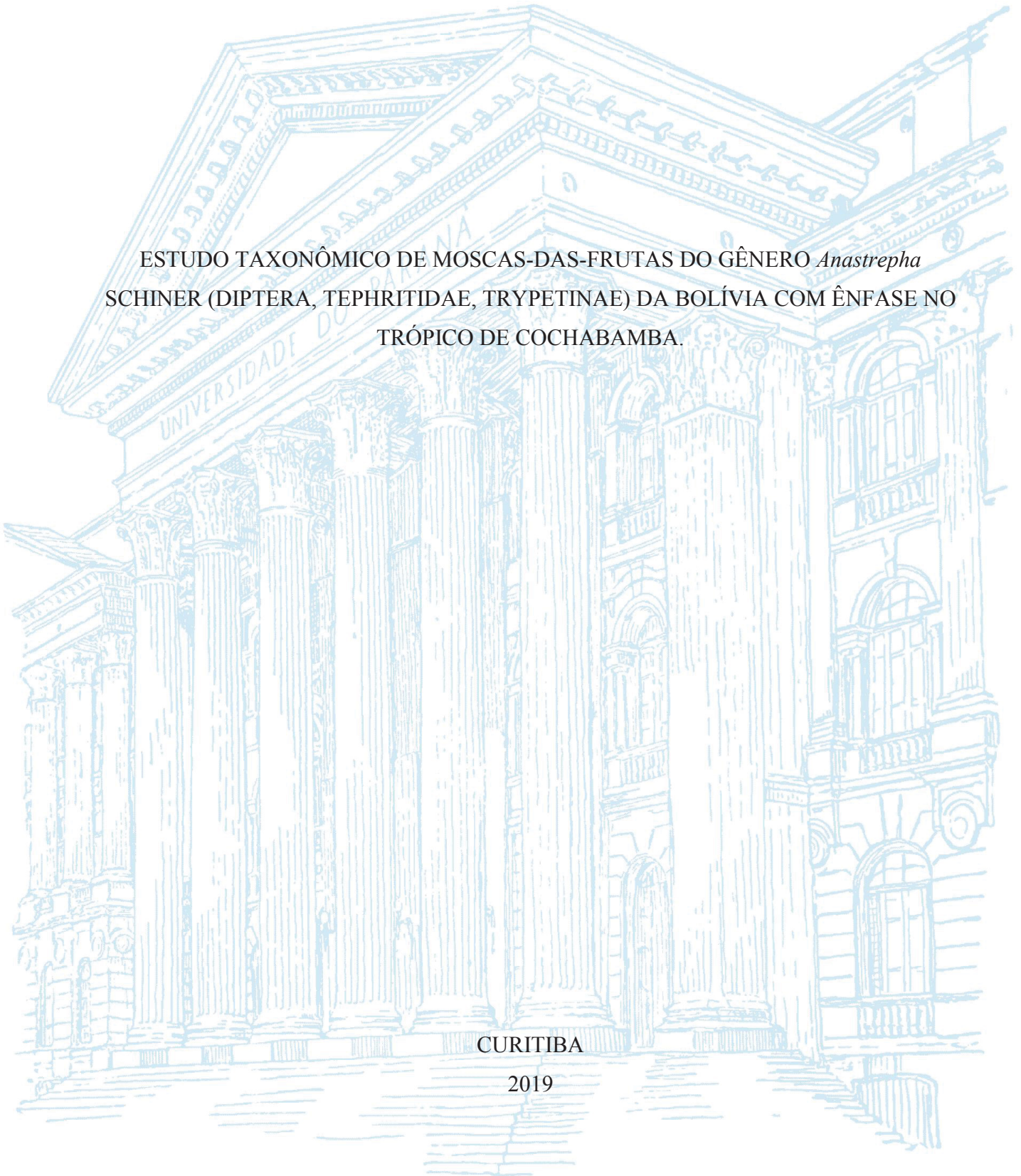
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELIZABETH QUISBERTH RAMOS

ESTUDO TAXONÔMICO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS DO GÊNERO *Anastrepha*
SCHINER (DIPTERA, TEPHRITIDAE, TRYPETINAE) DA BOLÍVIA COM ÊNFASE NO
TRÓPICO DE COCHABAMBA.

CURITIBA

2019



ELIZABETH QUISBERTH RAMOS

ESTUDO TAXONÔMICO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS DO GÊNERO *Anastrepha*
SCHINER (DIPTERA, TEPHRITIDAE, TRYPETINAE) DA BOLÍVIA COM ÊNFASE NO
TRÓPICO DE COCHABAMBA.

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luciane Marinoni

Co-orientador: Dr. Allen L. Norrbom

CURITIBA

2019

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Dulce Maria Bieniara – CRB/9-931)

Ramos, Elizabeth Quisberth

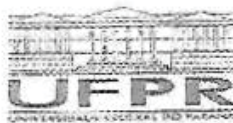
Estudo taxonômico de moscas das frutas do gênero *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) da Bolívia com ênfase no trópico de Cochabamba. / Elizabeth Quisberth Ramos. – Curitiba, 2019.
97 p.: il.

Orientadora: Luciane Marinoni
Coorientador: Allen L. Norrbom

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Entomologia.

1. Taxonomia 2. Mosca-das-frutas 3. Variação (Biologia) I. Título II. Marinoni, Luciane III. Norrbom, Allen L. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Entomologia.

CDD (20. ed.) 595.774



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ENTOMOLOGIA) - 400012160095

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ENTOMOLOGIA) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de ELIZABETH QUISEBERT RAMOS intitulada: "ESTUDO TAXONÔMICO DE MOSCAS DAS FRUTAS DO GÊNERO *Anastrepha* SCHINER (DIPTERA, TEPHRITIDAE, TRYPETINAE) DA BOLÍVIA COM ÊNFASE NO TRÓPICO DE COCHABAMBA", sob orientação da Profa. Dra. LUCIANE MARINONI, que após terem realizado a leitura e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 23 de Setembro de 2019.

LUCIANE MARINONI

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

ALLEN NORRBOM

Avaliador Externo (NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY - SMITHSONIAN INSTITUTION)

MARCO ANDRÉ SAVARIS

Avaliador Externo (ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA - LUIZ DE QUEIROZ - USP)

CLAUDIO JOSÉ BARROS DE CARVALHO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico a Julio Torrico Sánchez, Isaac e Josué
pelo apoio constante, incentivo e amor
que tornaram possível alcançar esse objetivo.

AGRADECIMENTOS

Ao “Senhor Deus, o Todo-Poderoso, que era, que é e que há de vir”, por me ajudar e dar as condições para realizar este trabalho. Meu fiel e verdadeiro amigo, que nunca me abandonou, conduzindo-me com sua mão forte.

À Universidade Federal do Paraná (UFPR) e ao Programa da Pós-graduação em Ciências Biológicas na Área de Concentração em Entomologia, pela estrutura e oportunidade de realização do doutorado.

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

À Prof.^a Dr.^a Luciane Marinoni, pela oportunidade de trabalhar em seu laboratório nos quatro anos de doutorado, por todo o apoio e orientação, nas diferentes etapas ao longo do meu doutorado.

Ao Dr. Allen L. Norrbom, por toda a confiança, pelas palavras de incentivo para fazer o doutorado e orientação. Pela sua colaboração constante na confirmação das amostras, muito obrigada!

Ao Prof. Dr. Mauricio Osvaldo Moura, pelas sugestões e colaboração nas análises de estatísticas e por todo o apoio.

Aos Professores, do Programa da Pós-graduação em Ciências Biológicas na Área de Concentração em Entomologia, muito obrigada! Pela oportunidade, sinto que durante o período das disciplinas eu aprendi muito.

À banca examinadora, por aceitarem o convite de participar na avaliação da tese e pelas valiosas sugestões para a melhoria da tese.

À Prof.^a Dr.^a Thelma Ludwing pelo apoio para a realização das fotografias para as mensurações das amostras.

Ao pessoal do Taxonline Coleções Biológicas no apoio das realizações das fotografias.

Ao Dr. André Martins pelas palavras de incentivo e pelas constantes discussões nas diferentes etapas do meu doutorado.

Aos doutorandos Gabriel De La Torre e Raquel Divieso pelo auxílio no programa R.

Aos grandes amigos da academia Ikaro, Natalia, Lucas, Rosângela, Tatiana e Pedro Henrique pelas discussões e apoio, principalmente nas etapas finais do meu doutorado.

A todos os integrantes do Taxonlab: Lisiane, Daniel, Freddy, Marcoandre, Diego e Silvana, obrigada pelas discussões e pelo convívio!

À *Universidad Autónoma Gabriel René Moreno* - UGRM pelo apoio e estrutura para examinar parte do material biológico na Bolívia.

Ao *Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria* - IBTA pelo empréstimo das amostras analisadas.

À *Actividad Rural Competitiva* - ARCo/USAID pelo apoio aos trabalhos com moscas-das-frutas na Bolívia.

E finalmente, obrigada à minha família, que são minha maior fonte de amor e alegria.

Com carinho!

Elizabeth

*“Tudo neste mundo tem o seu tempo;
cada coisa tem a sua ocasião.”*

(Eclesiastes 3:1)

RESUMO

As espécies do gênero *Anastrepha* Schiner (Tephritidae) são moscas que possuem distribuição restrita à Região Neotropical e sul da Região Neártica e na Bolívia têm ocorrência conhecida nas principais áreas de produção de frutas. Estudos de diversidade, biologia e danos que causam às plantas fruteiras são escassos e subestimados. Diante desse cenário, os objetivos do presente estudo são: contribuir para o conhecimento da diversidade de espécies de *Anastrepha* da Bolívia com ênfase na região Trópico de Cochabamba - TC visando fornecer subsídios para o monitoramento de espécies que possam causar num futuro danos ou prejuízos à fruticultura naquele País e, caracterizar a terminália feminina da população de *A. distincta* Greene, no intuito de fornecer subsídios para o reconhecimento e identificação taxonômica corretos da espécie. Para tanto, a tese apresenta-se dividida em dois capítulos, o primeiro intitulado “Levantamento taxonômico de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) da Bolívia com ênfase na região do Trópico de Cochabamba” e o segundo “Caracterização morfológica da terminália feminina de *Anastrepha distincta* Greene (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) com ocorrência no Trópico de Cochabamba, Bolívia”. Como resultado do primeiro capítulo confirmam-se 61 espécies de *Anastrepha* registradas para a Bolívia das quais, 19 espécies estão presentes no TC. Dentre estas, estão três espécies novas que serão descritas oportunamente. Os resultados mostraram que *A. distincta* foi a mais frequente (96,35% das fêmeas capturadas) e está presente em todas as 16 localidades estudadas sendo seu registro relacionado provavelmente à sua planta hospedeira *Inga* spp. que têm distribuição por toda a região. As localidades de Manco Kapac (P = 18,97%) e Bulo Bulo I (P = 14,21%) apresentaram a maior frequência e Manco Kapac (S = 6) e Rio Ichoa (S = 4) a maior riqueza de espécies sendo possível que esta distribuição esteja relacionada à existência de importantes áreas naturais próximas as armadilhas. Mais estudos e o monitoramento das espécies de *Anastrepha*, principalmente *A. distincta* precisam ser realizados para determinar se tais espécies representam riscos fitossanitários para a produção de frutas nessa região. No segundo capítulo foram avaliadas 12 variáveis morfométricas da terminália feminina de *A. distincta* visando fornecer subsídios para o reconhecimento e identificação taxonômica corretos da espécie. Os resultados revelaram a existência de três *Clusters* com características bem definidas. As medidas das variáveis mais discriminatórias são: comprimento basal da seção não-serrada (A4), comprimento apical da seção serrada (A5), proporção entre a seção não-serrada e seção serrada (A9) e proporção entre a seção não-serrada e comprimento do ápice do acúleo (A11) porém, apesar das

variações mínimas foi possível diferenciá-las através da análise multivariada (PCA e LDA). A função discriminante LD1 foi responsável por 79,30% da discriminação e é a mais importante na separação dos grupos. O grau de variação dos caracteres morfológicos analisados em *A. distincta* reflete a capacidade dos indivíduos de se adaptarem a diferentes condições. Os possíveis responsáveis por estas variações são fatores antrópicos, ambientais (geográficos, hospedeiros), genéticos, bem como interações entre todos eles. Portanto, as variantes na morfologia encontradas na terminália de *A. distincta*, podem causar dificuldades ao se fazer a identificação com base nos padrões normais desta espécie, devendo-se considerar os intervalos de variação dos caracteres aqui analisados.

Palavras-chave: Diversidade de espécies. Moscas-das-frutas. *Anastrepha distincta*. Moscas-dos-ingás. Variação intraespecífica. Acúleo.

ABSTRACT

The species of genus *Anastrepha* Schiner (Tephritidae) are flies with restricted distribution to the Neotropical region and southern Nearctic Region. In Bolivia have known occurrence in the main areas of fruit production. Studies' exploring their diversity, biology as well as damage to fruit plants is scarce and underestimated. Given this scenario, the purposes of the present study are: to contribute for the knowledge of the species diversity of *Anastrepha* of Bolivia with emphasis in the Tropic of Cochabamba - TC, aiming to provide subsidies for the monitoring of species that may cause future damage or biases to fruit crops in that country and, characterize the female terminalia of the population of *A. distincta* Greene, in order to provide resources for accurate recognition and taxonomic identification of the species. Therefore, the presented thesis is divided in two chapters, the first entitled "Taxonomic survey of fruit flies of genus *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) of Bolivia with emphasis in the Tropic region of Cochabamba" and the second "Morphological characterization of female terminalia of *Anastrepha distincta* Greene (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) with occurrence at Tropic of Cochabamba, Bolivia". As a result of the first chapter, 61 *Anastrepha* recorded species for Bolivia are confirmed, from which 19 species are present in the TC. Among these, three new species will be posteriorly described. Results showed *A. distincta* as the more frequent species (96.35% total female) and were present in the 16 studied localities, with record probably associated to its host plant *Inga* spp. with distribution throughout the region. The localities of Manco Kapac (P = 18.97%) and Bulo Bulo I (P = 14.21%) had the highest frequency, while Manco Kapac (S = 6) and Rio Ichoa (S = 4) showed the highest species richness. These distribution is may be related to the existence of important natural areas near the traps. Further studies and monitoring of *Anastrepha* species are needed, mainly for *A. distincta*, to determine whether species represent phytosanitary risks to fruit production in that region. In the second chapter, 12 morphometric variables of the female terminalia of *A. distincta* were evaluated, aiming to provide subsidies for accurate recognition and taxonomic identification of the specie. The results revealed the existence of three clusters with well-defined features. The measures of the most discriminatory variables were: basal tip length of non-serrate section (A4), apical tip length of serrate section (A5), length ratio (non-serrate section length/serrate section length) (A9) and, length ratio (non-serrate section length/aculeus tip length) (A11). Despite the minimal variation, the multivariate analysis (PCA and LDA) allow to separate them. The discriminant function LD1 accounted for 79.30% and was the most important in the

separation of the groups. The degree of variation of the morphological features analyzed for *A. distincta* reflected the ability of individuals to adapt to different conditions. Anthropogenic, environmental (geographic, hosts) genetic factors as well as the interaction among them, could be considered to act as responsible for these variations. Therefore, the morphological variations found in the terminalia of *A. distincta* may cause difficulties when the identification is based on the normal patterns of the species only and not the ranges of variation of the characters analyzed here that should be considered.

Keywords: Species diversity. Fruit flies. *Anastrepha distincta*. Inga fly. Intraspecific variation. Aculeus.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

Figura 1. Distribuição de armadilhas McPhail na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005. Acrônimos para Localidades: Bulo Bulo (BB), Rio Blanco (RB), Rio Ichoa (RI), Entre Rios (ER), Manco Kapac (MK), Gualberto Villarroel (GV), San Benito (SB), Chimboco A (CH), Sabala I (SA), 25 de Julio (JU), Majosal (MA), Cruce Vueltadero (CV), Senda 6 (SE), Paraíso (PA), Tres Pozas (TP), Germán Busch (GB).....29

Figura 2. Distribuição das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) registradas na Bolívia. Acrônimos para Departamentos: La Paz (LP), Oruro (OR), Potosí (PO), Cochabamba (CB), Tarija (TA), Chuquisaca (CH), Pando, (PA), Beni (BE), Santa Cruz (SC)..... 355

Figura 3. Distribuição geográfica das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) nos Departamentos da Bolívia. Acrônimos para Departamentos: La Paz (LP), Oruro (OR), Potosí (PO), Cochabamba (CB), Tarija (TA), Chuquisaca (CH), Pando, (PA), Beni (BE), Santa Cruz (SC).....**Erro! Indicador não definido.**6

Figura 4. Frequência das espécies de *Anastrepha* por localidades na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.....40

Figura 5. Riqueza de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas McPhail por localidades na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.....4141

Figura 6. Acúleo e ápice do acúleo (vista ventral). (A-B) *A. coronilli* (Bolívia: Cochabamba, Carrasco, San Benito R1-8 C1-43). (C-D). *A. distincta* (Bolívia: Cochabamba, Carrasco, Chimboco A R1-9 02-23). (E-F). *A. pickeli* (Bolívia: Cochabamba, Carrasco, Chimboco A R1-9 24-56).....4242

CAPITULO 2

- Figura 1.** Distribuição geográfica da população de *A. distincta* coletada na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Acrônimos para Localidades: Bulo Bulo (BB), Rio Blanco (RB), Rio Ichoa (RI), Entre Rios (ER), Manco Kapac (MK), Gualberto Villarroel (GV), San Benito (SB), Chimboco A (CH), Sabala I (SA), 25 de Julio (JU), Majosal (MA), Cruce Vueltadero (CV), Senda 6 (SE), Paraíso (PA), Tres Pozas (TP), Germán Busch (GB).....58
- Figura 2.** Medidas lineares mostrando os pontos de referência (land-mark): A. Acúleo; B. Ápice do acúleo (vista ventral) utilizados na população de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Adaptado de Hernández-Ortiz et al. (2015).....62
- Figura 3.** Representação gráfica: **A.** Plano principal e **B.** Círculo de correlações da Análise de Componentes Principais (PCA) da população de *A. distincta* gerada a partir de medidas da terminália feminina.....67
- Figura 4.** Histogramas: Primeira função discriminante (LD1 = 79,30%) e Segunda função discriminante (LD2 = 20,70%) confirmando a separação dos *Clusters* dentro da população de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia.....68
- Figura 5.** Representação gráfica da Análise Discriminante Linear (LDA), para três *Clusters* a partir de medidas geradas da terminália feminina da população de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia.....69

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1

Tabela 1. Dados dos 17 pontos de coleta das amostras de espécies de *Anastrepha* coletados na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.....30

Tabela 2. Espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) registradas na Bolívia. Acrônimos para Departamentos: La Paz (LP), Oruro (OR), Potosí (PO), Cochabamba (CB), Tarija (TA), Chuquisaca (CH), Santa Cruz (SC), Beni (BE), Pando (PA).....333

Tabela 3. Moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* coletadas em armadilhas McPhail em 17 pontos amostrados na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.....388

Tabela 4. Abundância relativa e frequência de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas McPhail na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005...39

Tabela 5. Grupos e espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas McPhail na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.....41

CAPITULO 2

Tabela 1. Código, local de coleta e número de exemplares analisados da população de *A. distincta* na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Acrônimos para Localidades: Bulo Bulo (BB), Rio Blanco (RB), Rio Ichoa (RI), Entre Rios (ER), Manco Kapac (MK), Gualberto Villarroel (GV), San Benito (SB), Chimboco A (CH), Sabala I (SA), 25 de Julio (JU), Majosal (MA), Cruce Vueltadero (CV), Senda 6 (SE), Paraíso (PA), Tres Pozas (TP), Germán Busch (GB)59

| | |
|--|----|
| Tabela 2. Código e descrição de 12 variáveis morfológicas utilizadas para a análise morfométrica da população de <i>A. distincta</i> com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Adaptado de Hernández-Ortiz et al. (2015)..... | 61 |
| Tabela 3. Resumo da análise descritiva de dados das variáveis da população de <i>A. distincta</i> geradas a partir de medidas da terminália feminina..... | 64 |
| Tabela 4. Matriz de correlação de Pearson entre variáveis quantitativas para caracterizar a população de <i>A. distincta</i> gerada a partir de medidas da terminália feminina..... | 65 |
| Tabela 5. Autovalores e proporção da variância explicada na Análise de Componentes Principais (PCA), na caracterização de amostras de <i>A. distincta</i> com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia..... | 65 |
| Tabela 6. Cossenos quadrados das variáveis originais e componentes principais selecionados na caracterização da população de <i>A. distincta</i> com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia..... | 66 |
| Tabela 7. Análise da variância multivariada (MANOVA) e de comparação múltipla de agrupamentos da população de <i>A. distincta</i> geradas a partir de medidas da terminália feminina..... | 70 |
| Tabela 8. Resultados da função discriminante com medidas de variância comuns geradas a partir da terminália feminina da população de <i>A. distincta</i> com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia..... | 70 |
| Tabela 9. Testes de validação cruzada de agrupamentos da população de <i>A. distincta</i> geradas a partir de medidas da terminália feminina..... | 71 |
| Tabela 10. Resultado estatístico da tabela cruzada dos agrupamentos da população de <i>A. distincta</i> geradas a partir de medidas da terminália feminina..... | 72 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO GERAL | 16 |
| REFERÊNCIAS | 18 |
| CAPÍTULO 1 - LEVANTAMENTO TAXONÔMICO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS DO GÊNERO <i>Anastrepha</i> SCHINER (DIPTERA, TEPHRITIDAE, TRYPETINAE) DA BOLÍVIA COM ÊNFASE NA REGIÃO DO TRÓPICO DE COCHABAMBA | 22 |
| RESUMO | 23 |
| 1. INTRODUÇÃO | 25 |
| 2. MÉTODOS | 27 |
| 2.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE AS ESPÉCIES DE <i>Anastrepha</i> DE OCORRÊNCIA NA BOLÍVIA..... | 27 |
| 2.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA, RIQUEZA E FREQUÊNCIA DE ESPÉCIES DE <i>Anastrepha</i> COLETADAS NA REGIÃO DO TRÓPICO DE COCHABAMBA..... | 27 |
| 2.2.1 LOCALIZAÇÃO..... | 27 |
| 2.2.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO..... | 28 |
| 2.2.3 IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES..... | 30 |
| 2.2.4 ABUNDÂNCIA RELATIVA, FREQUÊNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES..... | 31 |
| 3. RESULTADOS | 31 |
| 3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE AS ESPÉCIES DE <i>Anastrepha</i> DE OCORRÊNCIA NA BOLÍVIA..... | 31 |
| 3.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA, RIQUEZA E FREQUÊNCIA DE ESPÉCIES DE <i>Anastrepha</i> COLETADAS NA REGIÃO DO TRÓPICO DE COCHABAMBA..... | 38 |
| DISCUSSÃO | 42 |
| 4.1 ESPÉCIES DE <i>Anastrepha</i> REGISTRADAS PARA A BOLÍVIA..... | 42 |
| 4.2 ESPÉCIES DE <i>Anastrepha</i> COLETADAS NA REGIÃO DO TRÓPICO DE COCHABAMBA..... | 43 |
| AGRADECIMENTOS | 46 |
| CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES | 46 |
| 5. REFERÊNCIAS | 47 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DA TERMINÁLIA FEMININA DE <i>Anastrepha distincta</i> GREENE (DIPTERA, TEPHRITIDAE, TRYPETINAE) COM OCORRÊNCIA NO TRÓPICO DE COCHABAMBA, BOLÍVIA..... | 52 |
| RESUMO..... | 53 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 55 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 58 |
| 2.1 LOCALIZAÇÃO..... | 58 |
| 2.2 MATERIAL BIOLÓGICO..... | 59 |
| 2.3 IDENTIFICAÇÃO..... | 60 |
| 2.4 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS..... | 60 |
| 2.5 ANÁLISE DE DADOS..... | 62 |
| 3. RESULTADOS..... | 63 |
| 3.1 ANÁLISE UNIVARIADA..... | 63 |
| 3.2 ANÁLISE MULTIVARIADA..... | 65 |
| 3.2.1 ANÁLISES DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)..... | 65 |
| 3.2.1.1 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)..... | 67 |
| 3.2.2 ANÁLISE DISCRIMINANTE LINEAR (LDA)..... | 67 |
| 4. DISCUSSÃO..... | 72 |
| 4.1 ANÁLISE UNIVARIADA..... | 72 |
| 4.2 ANÁLISE MULTIVARIADA..... | 74 |
| 4.2.1 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)..... | 74 |
| 4.2.2 ANÁLISE DISCRIMINANTE LINEAR (LDA)..... | 75 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 79 |
| CONFLITOS DE INTERESSE..... | 79 |
| AGRADECIMENTOS..... | 80 |
| 6. REFERÊNCIAS..... | 80 |
| RESUMO GERAL..... | 86 |
| REFERÊNCIAS GERAIS..... | 88 |

INTRODUÇÃO GERAL

As verdadeiras moscas-das-frutas pertencem à família Tephritidae da ordem Diptera. Com distribuição mundial, atualmente reúne seis subfamílias, 500 gêneros e 4.911 espécies aproximadamente (Norrbon et al. 1999a, Norrbom 2010, Borkent et al. 2018, Brown et al. 2018). Na Região Neotropical está representada por 950 espécies em 71 gêneros. Este número, sem dúvida, deve ser ainda maior porque muitas espécies permanecem sem descrição (Norrbon 2010, Borkent et al. 2018). A maioria das espécies de Tephritidae são fitófagas, com exceção de alguns representantes da subfamília Tachiniscinae, que parasitam larvas e pupas de lepidópteros da família Saturniidae (Norrbon 2010).

Dacinae, Trypetinae e Tephritinae são as subfamílias mais conhecidas dentre os Tephritidae (Foote et al. 1993). As espécies de Dacinae e Trypetinae, para o desenvolvimento de suas larvas, utilizam como hospedeiros os frutos carnosos de uma grande variedade de famílias botânicas (White & Elson-Harris 1992). Os representantes de Tephritinae utilizam partes vegetativas de plantas hospedeiras e inflorescências (capítulos) (Foote et al. 1993). Com poucas exceções, as formas imaturas das espécies dessa subfamília alimentam-se exclusivamente de plantas da família Asteraceae (Korneyev 1999, Prado et al. 2002, Norrbom & Prado 2006, Norrbom 2010).

A caracterização e a designação do gênero *Anastrepha* foram propostas por Schiner (1868), que denominou como espécie-tipo *Dacus serpentinus* Wiedemann. A contribuição taxonômica mais extensa corresponde a de Steyskal (1977), com uma chave que permitiu a identificação de 150 espécies reconhecidas até então, com base em certas características fundamentais das fêmeas (Korytkowski 2009). O trabalho taxonômico mais recente é a chave interativa para o gênero *Anastrepha* preparada por Norrbom et al. (2012).

Atualmente, *Anastrepha* compreende aproximadamente 300 espécies descritas estando estas classificadas em 21 grupos. Dentre os grupos os que mais se destacam são: *fraterculus* com 34 espécies, *mucronota* com 42; *pseudoparallela* com 24; e *robusta* com 29 por incluírem muitas espécies (Norrbon et al. 2012). Os grupos de espécies foram revisados por Mengual et al. (2017) e Norrbom et al. (2018); o grupo *robusta* agora é menor.

Numerosas espécies de *Anastrepha*, membros do grupo *fraterculus*, concentram as espécies-praga de importância econômica: *A. fraterculus* (Wiedemann) (mosca-das-frutas-sul-americana), *A. ludens* (Loew) (mosca-mexicana), *A. obliqua* (Macquart) (moscas-das-antilhas) e *A. suspensa* (Loew) (mosca-do-caribe). Também são espécies-praga: *A. grandis* (Macquart) (moscas-das-cucurbitáceas), *A. serpentina* (Wiedemann) (mosca-do-sapote) e *A. striata* Schiner (mosca-da-goiaba). Essas são as principais pragas de culturas comerciais e de subsistência (Norrbom et al. 2018), as demais espécies são pragas menos importantes, porém, muitas espécies são invasivas como *A. fraterculus* do Tipo 1 com ocorrência na Argentina, Bolívia e Peru (Sutton et al. 2015).

O grupo *fraterculus* é o mais estudado e apresenta ocorrência conhecida desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina, e somente duas espécies ocorrem nas Antilhas (Norrbom et al. 1999b). Dentro deste grupo existem espécies com morfologia muito similar, o que sugere que este grupo possa ter uma origem comum, e provavelmente, uma história evolutiva recente (Selivon & Perondini 2007, Hernández-Ortiz et al. 2015). Estudos indicam que, na Região Neotropical foi possível evidenciar a existência de oito morfotipos dentro do complexo *fraterculus* (Hernández-Ortiz et al. 2004, 2012, 2015). Estas peculiaridades também foram relatadas em outras espécies de importância econômica como: *A. obliqua* (Araujo & Zucchi 2006, Mangan et al. 2011, Castañeda et al. 2015) e *A. ludens* (Molina-Nery et al. 2014), denominando-as como espécies crípticas, cuja resolução taxonômica tem sido difícil (Frías 2007, Selivon & Perondini 2007).

As técnicas morfométricas (lineares e geométricas) têm sido úteis em pesquisas científicas permitindo a detecção de diferenças morfológicas entre diferentes populações de moscas-das-frutas (Araujo et al. 1998, Araujo & Zucchi 2006, Perre et al. 2014, Castañeda et al. 2015, Canal et al. 2018). Para Hernández-Ortiz et al. (2004, 2012, 2015) esses métodos são eficientes e têm se demonstrado úteis para diferenciar espécies intimamente relacionadas, justificar sinônimos, demonstrar variações morfológicas ao longo do gradiente altitudinal ou geográfico e propor novas espécies.

Na Bolívia apesar dos esforços do governo e dos pesquisadores para listar a diversidade de moscas-das-frutas, ainda há um longo caminho a percorrer na missão de documentar espécies de *Anastrepha* para o país, descrevendo a biologia de suas espécies, sua relação com suas plantas hospedeiras e os ambientes nos quais estão distribuídas. Pelo exposto, observa-se que para um conhecimento mais amplo sobre a diversidade de espécies de *Anastrepha* em

algumas regiões, os estudos devem ser integrados às áreas de cultivo e áreas naturais para que se tenha um registro mais real da diversidade de espécies de interesse econômico e ecológico. Assim, em um primeiro capítulo dessa tese, com o objetivo de contribuir para o conhecimento da diversidade de espécies de *Anastrepha* da Bolívia com ênfase na região do Trópico de Cochabamba e visando fornecer subsídios para planos de monitoramento, manejo e controle de espécies-praga que possam causar danos num futuro à fruticultura do país, reúnem-se antecedentes históricos, informações sobre distribuição de espécies de interesse ecológico e econômico disponíveis na literatura. Também, mais especificamente, estuda-se o material biológico de *Anastrepha* capturado em armadilhas McPhail pelo projeto "Detecção e identificação das moscas-das-frutas no Trópico de Cochabamba" realizado no período de 2004 a 2005. Além da lista e informações gerais das espécies também são apresentadas a abundância relativa, riqueza e frequência das espécies de *Anastrepha* em 16 localidades daquela região.

Finalmente, para definir o *status* taxonômico das espécies de *Anastrepha*, há a necessidade de fazer um estudo mais aprofundado da morfologia de exemplares de diferentes populações de cada uma das espécies. Assim, utilizando a espécie *A. distincta*, em um segundo capítulo são apresentados os resultados de um estudo morfométrico da terminália feminina daquela espécie destacando as variáveis que apresentam maior diferenciação; a verificação da similaridade ou dissimilaridade responsáveis pela variabilidade dos caracteres da terminália feminina e, por fim, a associação da variação morfológica com as localidades analisadas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. L.; NASCIMENTO, F. M.; ZUCCHI, R. A. Utilização da análise discriminante em estudos taxonômicos de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae). **Scientia Agricola**, v. 55, n. 1, p. 105-110. 1998.

ARAÚJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Medidas do acúleo na caracterização de cinco espécies de *Anastrepha* do grupo *fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 3, p. 329-337. 2006.

BOMFIM, Z. V.; LIMA, K. M.; SILVA, J. G.; COSTA, M. A.; ZUCCHI, R. A. Morphometric and Molecular Characterization of *Anastrepha* Species in the *spatulata* Group (Diptera, Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 107, n. 5, p. 893-901. 2014.

BORKENT, A.; BROWN, B. V.; ADLER, P. H.; AMORIM, D. D. S.; BARBER, K.; BICKEL, D.; BOUCHER, S.; BROOKS, S. E.; BURGER, J.; BURINGTON, Z. L.; CAPELARI, R. S.; COSTA, D. N. R.; CUMMING, J. M.; CURLER, G.; DICK, C. W.; EPLER, J. H.; FISHER, E.; GAIMARI, S. D.; GELHAUS, J.; GRIMALDI, D. A.; HASH, J.; HAUSER, M.; HIPPA, H.; IBÁÑEZ-BERNAL, S.; JASCHHOF, M.; KAMENEVA, E. P.; KERR, P. H.; KORNEYEV, V.; KORYTKOWSKI, C. A.; KUNG, G-A.; KVIFTE, G. M.; LONSDALE, O.; MARSHALL, S. A.; MATHIS, W.; MICHELSEN, V.; NAGLIS, S.; NORRBOM, A. L.; PAIERO, S.; PAPE, T.; PEREIRA-COLAVITE, A.; POLLET, M.; ROCHEFORT, S.; RUNG, A.; RUNYON, J. B.; SAVAGE, J.; SILVA, V. C.; SINCLAIR, B. J.; SKEVINGTON, J. H.; STIREMAN III, J. O.; SWANN, J.; THOMPSON, F. C.; VILKAMAA, P.; WHEELER, T.; WHITWORTH, T.; WONG, M.; WOOD, D. M.; WOODLEY, N.; YAU, T.; ZAVORTINK, T. J.; ZUMBADO, M. A. Remarkable fly (Diptera) diversity in a patch of Costa Rican cloud forest: Why inventory is a vital science. **Zootaxa**, v. 4402, p. 53-90. 2018.

BROWN, B. V.; BORKENT, A. H.; ADLER, P.; AMORIM, D. D. S.; BARBER, K.; BICKEL, D.; BOUCHER, S.; BROOKS, S. E.; BURGER, J.; BURINGTON, Z. L.; CAPELARI, R. S.; COSTA, D. N. R.; CUMMING, J. M.; CURLER, G.; DICK, C. W.; EPLER, J. H.; FISHER, E.; GAIMARI, S. D.; GELHAUS, J.; GRIMALDI, D. A.; HASH, J.; HAUSER, M.; HIPPA, H.; IBÁÑEZ-BERNAL, S.; JASCHHOF, M.; KAMENEVA, E. P.; KERR, P. H.; KORNEYEV, V.; KORYTKOWSKI, C. A.; KUNG, G-A.; KVIFTE, G. M.; LONSDALE, O.; MARSHALL, S. A.; MATHIS, W.; MICHELSEN, V.; NAGLIS, S.; NORRBOM, A. L.; PAIERO, S.; PAPE, T.; PEREIRA-COLAVITE, A.; POLLET, M.; ROCHEFORT, S.; RUNG, A.; RUNYON, J. B.; SAVAGE, J.; SILVA, V. C.; SINCLAIR, B. J.; SKEVINGTON, J. H.; STIREMAN III, J. O.; SWANN, J.; THOMPSON, F. C.; VILKAMAA, P.; WHEELER, T.; WHITWORTH, T.; WONG, M.; WOOD, D. M.; WOODLEY, N.; YAU, T.; ZAVORTINK, T. J.; ZUMBADO, M. A. Comprehensive inventory of true flies (Diptera) at a tropical site. **Communications Biology**, v. 1, n. 21, p. 1-8. 2018.

CANAL, N. A.; PEDRO, E.; GALEANO-OLAYA, P. E.; CASTAÑEDA, M. R. Phenotypic Structure of Colombian Populations of *Anastrepha fraterculus* Complex (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 101, n. 1, p. 299-310. 2018.

CASTAÑEDA, M. R.; SELIVON, D.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; SOTO, A.; CANAL, A. N. Morphometric divergence in populations of *Anastrepha obliqua* (Diptera, Tephritidae) from Colombia and some Neotropical locations. **Zookeys**, v. 540, p. 61-81. 2015.

FOOTE, R. H.; BLANC, F. L.; NORRBOM, A. L. **Handbook of the fruit flies (Diptera: Tephritidae) of America north of Mexico**. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1993.

FRÍAS, D. Especiación simpátrica y sus implicaciones genéticas y morfológicas en moscas de la fruta. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (Ed.). **Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, biología y manejo**. Distrito Federal, México: S y G editores, 2007. p. 1-26.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; GÓMEZ-ANAYA, J. A.; SÁNCHEZ, A.; MCPHERON, B. A.; ALUJA, M. Morphometric analysis of Mexican and South American populations of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae) and recognition of a distinct Mexican morphotype. **Bulletin Entomological Research Cambridge**, v. 94, p. 487-499. 2004.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; BARTOLUCCI, F. A.; MORALES-VALLES, P.; FRÍAS, D.; SELIVON, D. Cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae): a

multivariate approach for the recognition of South American morphotypes. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, n. 2, p. 305-318. 2012.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; CANAL, N. A.; TIGRERO, J. O.; RUIZ-HURTADO, F. M.; DZUL-CAUICH, J. F. Taxonomy and phenotypic relationships of the *Anastrepha fraterculus* complex in the Meso-American and Pacific Neotropical dominions (Diptera, Tephritidae). In: DE MEYER, M.; CLARKE, A. R.; VERA, T. M.; HENDRICHS, J. (Ed.), Resolution of Cryptic Species Complexes of Tephritid Pests to Enhance SIT Application and Facilitate International Trade. **ZooKeys**, v. 540, p. 95-124. 2015.

KORNEYEV, V. A. Phylogeny of the subfamily Tephritinae: Relationships of the tribes and subtribes. In: ALUJA, M.; NORRBOM, A. L. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior**. Washington, DC: CRC Press, 1999. p. 549-580.

KORYTKOWSKI, C. A. **Manual para la identificación de moscas de la fruta Género *Anastrepha* Schiner, 1868**. Panamá: Universidad de Panamá Programa de Maestría en Entomología. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, 2009.

MANGAN, R.; DONALD, B. T.; MORENO, A. T.; ROBARK, D. Grapefruit as a host for the West Indian Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 1, p. 54-62. 2011.

MCPHERON, B. A.; HAN, H-Y.; SILVA, J. G.; NORRBOM, A. L. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based upon 16S rRNA mitochondrial DNA sequences. In: ALUJA, M.; NORRBOM, A. L. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Washington, DC: CRC Press, 1999. p. 343- 361.

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

MOLINA-NERY; M. C.; RUIZ-MONTOYA, L.; ZEPEDA-CISNEROS, C. S. LIEDO, P. Genetic structure of populations of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in Mexico. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 4, p. 1648-1661. 2014.

NORRBOM, A. L.; CARROLL, L. E.; THOMPSON, F. C.; WHITE, I. M.; FREIDBERG, A. Systematic database of names. In: THOMPSON, F. C. (Ed.). **Fruit fly expert identification system and systematic information database**. Diptera Data Dissemination Disk (CD-ROM), 1. 1999a.

NORRBOM, A. L.; PRADO, P. I. New genera and host plant records of Asteraceae feeding Tephritidae (Diptera) from Brazil. **Zootaxa**, v. 1139, p. 1-17. 2006.

NORRBOM, A. L. Tephritidae (fruit flies, moscas de frutas). In: BROWN, B. V., BORKENT, A., CUMMING, J. M., WOOD, D. M., WOODLEY, N. E., ZUMBADO, M. A (Ed.). **Manual of Central American Diptera**: Ottawa: NRC Research Press, 2010. p. 909-954.

NORRBOM, A. L.; KORYTKOWSKI, C. A. New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **Zootaxa**, v. 2740, p. 1-23. 2011.

- NORRBOM, A. L.; KORYTKOWSKI, C. A.; ZUCCHI, R. A.; URAMOTO, K.; VENABLE, G.L.; MCCORMICK, J.; DALLWITZ, M. J. ***Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys**. Washington DC, 2012 Disponível em: <<http://delta-intkey.com/antox/intro.htm>>. Acesso 23 mar. 2019.
- NORRBOM, A. L.; NORMAN, B. B.; PETER, K., MENGUAL, X. Case 3772 – *Anastrepha* Schiner, 1868 (Insecta, Diptera, TEPHRITIDAE): Proposed over *Toxotrypana* Gerstaecker, 1860. **Bulletin of Zoological Nomenclature**, v. 75, n. 3, p. 165-169. 2018.
- PERRE, P.; JORGE, L. R.; LEWINSOHN, T. M.; ZUCCHI, R.A. Morphometric differentiation of fruit fly pest species of the *Anastrepha fraterculus* group (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 107, p. 490-495. 2014.
- PRADO, P. I.; LEWINSOHN, T. M.; ALMEIDA, A. M.; NORRBOM, A. L.; BUYS, B. D.; MACEDO, A. C.; LOPES, M. B. The fauna of Tephritidae (Diptera) from capitula of Asteraceae in Brazil. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v., 104, n. 4, p. 1007-1028. 2002.
- SELIVON, D.; PERONDINI, A. L. P. Especies crípticas del complejo *Anastrepha fraterculus* en Brasil. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (Ed.). **Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, biología y manejo**. Distrito Federal, México: S y G editores, 2007. p. 101-118.
- SILVA, A. T. G. **Caracterização morfológica e molecular de *Anastrepha bistrigata* Bezzi e *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae)**. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Setor de Entomologia, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.
- SILVA, J. G.; BARR, N. B. Recent advances in molecular systematics of *Anastrepha* Schiner. In: SUGUYAMA, R., ZUCCHI, R. A., OVRUSKY, S., SIVINSKI J. (Ed.). INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 7, 2008, Salvador: Press color, 2008. p. 13-18.
- STEYSKAL, G. C. Pictorial key to species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **The Entomological Society of Washington**. Washington DC, 1977.
- SUTTON, B. D.; STECK G. J.; NORRBOM, A. L.; RODRIGUEZ, E. J.; SRIVASTAVA, P.; NOLAZCO, N.; COLQUE, F.; LANDA, E. Y.; LAGRAVA, J. J.; QUISBERTH, E.; ARÉVALO, P. E.; RODRIGUEZ, C. P.; ALVAREZ-BACA, J. K.; GUEVARA, Z. T., PONCE, P. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer 1 (ITS1) variation in the *Anastrepha fraterculus* cryptic species complex (Diptera, Tephritidae) of the Andean region. **ZooKeys**, v. 540, p. 175-19. 2015.
- WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. M. **Fruits Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics**. Wallingford: CAB International, 1992.

CAPÍTULO 1

LEVANTAMENTO TAXONÔMICO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS DO GÊNERO *Anastrepha* SCHINER (DIPTERA, TEPHRITIDAE, TRYPETINAE) DA BOLÍVIA COM ÊNFASE NA REGIÃO DO TRÓPICO DE COCHABAMBA.

Capítulo formatado de acordo com os requisitos

The journal of biodiversity data Check List.

LEVANTAMENTO TAXONÔMICO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS DO GÊNERO *Anastrepha* SCHINER (DIPTERA, TEPHRITIDAE, TRYPETINAE) DA BOLÍVIA COM ÊNFASE NA REGIÃO DO TRÓPICO DE COCHABAMBA.

Elizabeth Quisberth Ramos^{1,2*}, Luciane Marinoni^{1,2} & Allen L. Norrbom³

1 – Laboratório Estudos em Diversidade de Insetos da Região Neotropical TaxonLab, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Centro Politécnico, Cx. 19020, 81531-980, Curitiba-PR, Brasil.

2 – Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba-PR, Brasil.

3 – Systematic Entomology Lab. USDA. National Museum of Natural History Smithsonian Institution, P.O. Box 37012-0168 Washington, DC 20013-7012.

*Correspondência: eliqramos@gmail.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo é contribuir para o conhecimento da diversidade de espécies de *Anastrepha* Schiner (Tephritidae) da Bolívia com ênfase na região do Trópico de Cochabamba - TC, visando fornecer subsídios para planos de monitoramento, manejo e controle de espécies que possam causar danos futuros à fruticultura do país. Esse estudo reúne antecedentes históricos, informações sobre distribuição e espécies de interesse ecológico e econômico do gênero *Anastrepha* disponíveis na literatura e também, mais especificamente, de material biológico capturado em armadilhas McPhail pelo projeto "Detecção e identificação das moscas-das-frutas no Trópico de Cochabamba" realizado no período de 2004 a 2005. Além da lista e informações gerais das espécies também são apresentadas a abundância relativa, riqueza e frequência das espécies de *Anastrepha* em 16 localidades (17 pontos de amostragem) daquela região. Os resultados reconhecem 61 espécies registradas para a Bolívia, das quais, 19 espécies incluindo três morfo-espécies denominadas *Anastrepha* n. sp. 1, *Anastrepha* n. sp. 2 e *Anastrepha* n. sp. 3, ainda não descritas. Nesta região, a espécie *A. distincta* Greene foi a coletada em maior frequência (96,35% total fêmeas capturadas) e está presente em todos os 17 pontos amostrados sendo que seu registro está relacionado provavelmente à sua planta hospedeira *Inga* spp. com distribuição por toda a região. As localidades de Manco Kapac (P = 18,97%) e Bulo Bulo I (P = 14,21%) apresentaram a maior frequência e Manco Kapac (S = 6) e

Rio Ichoa (S = 4) a maior riqueza de espécies sendo possível que esta distribuição esteja relacionada à existência de importantes áreas naturais próximas as armadilhas. Mais estudos e o monitoramento das espécies de *Anastrepha*, principalmente *A. distincta*, encontradas no TC, precisam ser realizados para determinar se tais espécies representam riscos fitossanitários para a produção de frutas nessa região.

Palavras-chave

Anastrepha distincta, *Anastrepha fraterculus*, inventário biológico, registro de espécies, armadilha McPhail.

1. INTRODUÇÃO

Em Tephritidae, as moscas do gênero *Anastrepha* Schiner (Diptera, Trypetinae, Toxotrypanini), comumente conhecidas como as verdadeiras "moscas-das-frutas", estão entre os mais diversos grupos de dípteros. Nesse grupo encontra-se um considerável número de pragas que infestam diferentes tipos de frutas, nas Américas (Norrbon 2010). Atualmente, o gênero agrupa mais de 300 espécies com distribuição restrita à Região Neotropical e sul da Região Neártica, classificadas em 21 grupos (Mengual et al. 2017, Norrbom et al. 2018). Dentre esses grupos destacam-se *fraterculus* (34 spp.), *mucronota* (42 spp.), *pseudoparallela* (24 spp.) e *robusta* (29 spp.) por incluírem muitas espécies (Norrbon et al. 2012). Os grupos de espécies foram revisados por Mengual et al. (2017) e Norrbom et al. (2018); o grupo *robusta* agora é menor.

Apesar dos estudos limitados sobre *Anastrepha* na Bolívia, espécies deste gênero têm despertado o interesse de pesquisadores no último século. As principais contribuições sobre o conhecimento de *Anastrepha*, correspondem às obras de Hendel (1914), Stone (1942), Foote (1967), Norrbom e Kim (1988), Hernández-Ortiz e Aluja (1993), Norrbom (1993), Lobos (1997), Pruett et al. (2000), Norrbom (2004a), Nuevo IBTA (2005), ARCo/USAID (2007), PROMOSCA (2009), Ledezma et al. (2013), Norrbom et al. (2015), Barr et al. (2017), Mengual et al. (2017), Rodríguez et al. (2018), Conde-Blanco et al. (2018) e Norrbom et al. (2018). Dentre os trabalhos citados, pode-se dizer que os estudos taxonômicos mais destacados são os publicados por Norrbom et al. (2015) e Rodríguez et al. (2018), que contribuíram de forma significativa para a taxonomia de *Anastrepha*, descrevendo 10 novas espécies e três novos registros para o país.

No Departamento de Cochabamba na Bolívia está localizada uma importante região conhecida como Trópico de Cochabamba (daqui em diante referida como TC) que faz parte da bacia amazônica boliviana e ocupa quatro províncias: Ayopaya, Chapare, Tiraque e Carrasco. Nesta região, foram promovidas ações de erradicação e substituição do cultivo da coca (*Erythroxylum coca* Lam.), para as quais políticas públicas de desenvolvimento alternativo vêm sendo executadas desde a década de 1990, entre o Governo da Bolívia e o *United States Agency for International Development* - USAID. Como resultado, projetos regionais de produção de frutas tropicais com perspectivas de exportação e agro-industrialização de frutas *in natura* foram promovidos, priorizando o cultivo de banana (*Musa paradisiaca* L.), palmito de pupunha

(*Bactris gasipaes* Kunth), maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) (Echeverria, 2005).

Após a formalização do projeto, durante 2004 e 2005, o *Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria* - Nuevo IBTA, em cooperação com o *Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria* - SENASAG e o *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura* - IICA, concretizaram o Projeto "Detecção e identificação das moscas-das-frutas no Trópico de Cochabamba". Como resultados deste projeto foram identificadas 13 espécies de *Anastrepha* no TC (*Actividad Rural Competitiva* - ARCo/USAID 2007). As espécies listadas neste projeto são: *A. bahiensis* Lima, *A. coronilli* Carrejo & González, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. grandis* (Macquart), *A. manihoti* Lima, *A. montei* Lima, *A. nigripalpis* Hendel, *A. obliqua* (Macquart), *A. pickeli* Lima, *A. pseudoparallela* (Loew), *A. serpentina* (Wiedemann) e *A. striata* Schiner.

Apesar dos esforços do governo e dos pesquisadores para listar a diversidade de moscas-das-frutas na Bolívia, ainda há um longo caminho a percorrer na missão de documentar espécies de *Anastrepha* para o país, descrevendo a biologia de suas espécies, sua relação com suas plantas hospedeiras e os ambientes nos quais estão distribuídas. De acordo com Norrbom et al. (2018) muitas espécies de *Anastrepha* são as principais pragas das culturas fruteiras comerciais sendo dessa forma esta informação importante para o monitoramento e controle de pragas pelos serviços regionais. Por essa causa e pelo crescimento vertiginoso da exportação de frutos *in natura*, o objetivo geral do presente estudo é contribuir para o conhecimento da diversidade de espécies de *Anastrepha* da Bolívia com ênfase na região do TC estudando o material coletado no Projeto "Detecção e identificação das moscas-das-frutas no Trópico de Cochabamba". Assim, pretende-se fornecer subsídios para planos de monitoramento, manejo e controle de espécies-praga que possam causar danos futuros à fruticultura naquele país. Para tanto, como objetivos específicos, o inventário biológico nacional foi atualizado com base na literatura disponível e foram elaborados mapas de distribuição para as espécies do gênero. Ainda, é apresentada uma lista das espécies de *Anastrepha* coletadas no Projeto "Detecção e identificação de moscas-das-frutas" com a avaliação da abundância relativa, frequência e a riqueza de espécies no TC.

2. MÉTODOS

2.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE AS ESPÉCIES DE *Anastrepha* DE OCORRÊNCIA NA BOLÍVIA.

Para a elaboração do inventário das espécies de *Anastrepha* foi realizada uma revisão da informação documentada. Além da revisão da bibliografia publicada em periódicos, foram considerados registros de pesquisas em universidades, centros de pesquisa e informação sobre espécies de *Anastrepha* listadas pelo *Programa Nacional de Control de Moscas de la fruta - PROMOSCA* em colaboração com o Dr. Allen L. Norrbom (*Systematic Entomology Laboratory, United States Department of Agriculture, Washington D.C.*). Os registros das espécies revisadas são apresentados juntamente com as suas referências correspondentes na Tabela 2.

Para a elaboração dos mapas foi utilizado o *software* Sistema de Informações Geográficas (GIS) do *Open Source* QGIS, versão 2.18, ArcGis versão 10.1 e as coordenadas geográficas, quando não disponíveis, foram obtidas do *Google Maps*. Tanto nos mapas quanto na discussão são utilizadas os seguintes acrônimos para os Departamentos da Bolívia: La Paz (LP), Oruro (OR), Potosí (PO), Cochabamba (CB), Tarija (TA), Chuquisaca (CH), Santa Cruz (SC), Beni (BE) e Pando (PA).

2.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA, RIQUEZA E FREQUÊNCIA DE ESPÉCIES DE *Anastrepha* COLETADAS NA REGIÃO DO TRÓPICO DE COCHABAMBA.

2.2.1 LOCALIZAÇÃO.

A área conhecida como Trópico de Cochabamba, localizada na região nordeste do Departamento de Cochabamba, abrange as províncias de Ayopaya, Chapare, Tiraque e Carrasco que fazem parte da bacia amazônica boliviana (Fig. 1). Geograficamente localiza-se entre os paralelos de 15°30' e 17°30' de latitude sul e entre 64°20' e 66°20' de longitude oeste. Esta região apresenta um clima muito variado com temperaturas médias anuais entre 25 a 28 °C e 18 °C nos meses frios e uma precipitação média anual de 3.000 a 6.000 mm. Cerca de 80% da precipitação anual ocorre entre os meses de outubro a abril (Ferrufino e Meneses 2004).

2.2.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO.

O material estudado foi obtido pelo Projeto “Detecção e identificação das moscas-das-frutas” realizado na região do Trópico do Departamento de Cochabamba, na Bolívia, por técnicos do *Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária* - Nuevo IBTA, projeto concluído: Elizabeth Quisberth, Guido Zárate e Arminda Saldaña. Foram amostradas 30 localidades entre Bulo Bulo a Eterezama onde foram colocadas 45 armadilhas McPhail e 90 armadilhas Jackson. Frutos também foram coletados para obtenção de adultos em laboratório. As armadilhas foram instaladas nas áreas adjacentes às casas dos produtores. Estas áreas possuíam diferentes espécies de frutos: manga (*Mangifera indica* L.), laranja doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), mamão (*Carica papaya* L.), tangerina (*Citrus reticulata* Blanco), cacau (*Theobroma cacao* L.), banana (*M. paradisiaca*), palmito de pupunha (*B. gasipaes*), abacate (*Persea americana* Mill.), maracujá (*P. edulis*), assim como outras frutas silvestres: pacay (*Inga edulis* Mart.), goiaba (*Psidium guajava* L.), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), cherimoia (*Annona cherimola* Mill.), jambos (*Syzygium jambos* (L.) Alston), entre outros.

O período de avaliação das armadilhas foi de 2004 a 2005 e mais detalhes sobre o Projeto podem ser encontrados em *Actividad Rural Competitiva* ARCo/USAID (2007). O material biológico analisado no presente estudo corresponde ao coletado em 16 das 30 localidades amostradas no período de Maio a Julho de 2005 (Tabela 1). Na localidade de Bulo Bulo foram amostrados dois pontos de coleta. Foram identificadas as moscas-das-frutas capturadas com armadilhas McPhail contendo como isca proteína hidrolisada-bórax (*pellets*) (atrativo alimentar) adicionados em 250 mL de água. Em cada um dos 17 pontos de coleta a armadilha foi instalada a uma altura aproximada de $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$ da altura da copa das árvores e checadas semanalmente para retirar o material biológico e recolocar novas iscas nas armadilhas. Os espécimes foram preservados em frascos com álcool a 70% e levados ao laboratório do *Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária* - Nuevo IBTA em Chimoré, Bolívia onde está depositado.

O material foi emprestado do Nuevo IBTA e examinado em laboratórios da *Universidad Autónoma Gabriel René Moreno* - UAGRM em Santa Cruz da Serra, Bolívia e Universidade Federal do Paraná - UFPR em Curitiba, Brasil. A confirmação das identificações foi feita com a colaboração do taxonomista especialista do grupo, Dr. Allen L. Norrbom (*Systematic Entomology Laboratory, United States Department of Agriculture, Washington, D.C.*). Os espécimes *voucher* estão depositados na coleção do *Museo de Historia Natural Noel Kempff*

Mercado - MHNNKM da UAGRM em Santa Cruz, Bolívia e parte na Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure -DZUP do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.

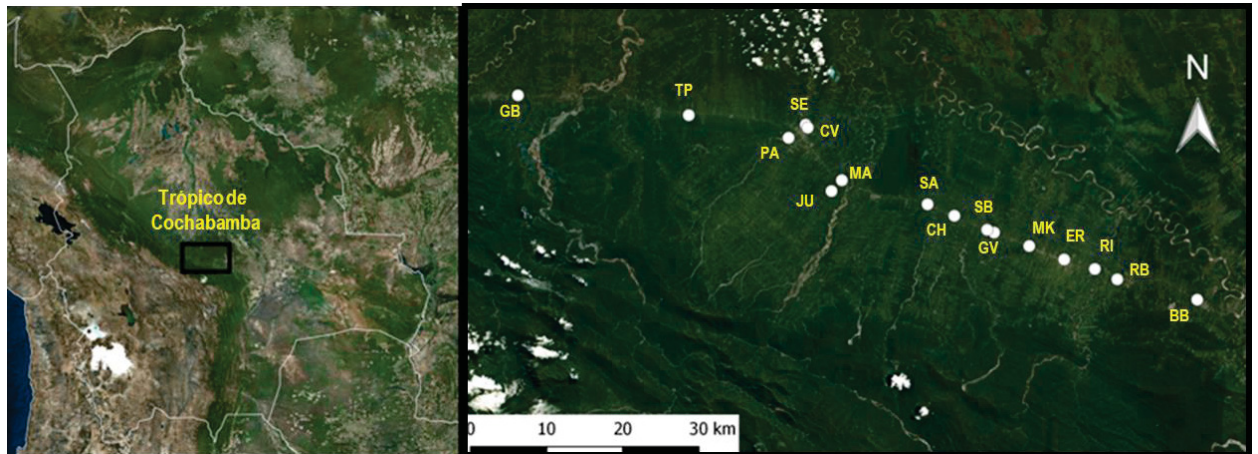


Figura 2. Distribuição de armadilhas McPhail na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005. Acrônimos para Localidades: Bulo Bulo (BB), Rio Blanco (RB), Rio Ichoa (RI), Entre Rios (ER), Manco Kapac (MK), Gualberto Villarroel (GV), San Benito (SB), Chimboco A (CH), Sabala I (SA), 25 de Julio (JU), Majosal (MA), Cruce Vueltadero (CV), Senda 6 (SE), Paraíso (PA), Tres Pozas (TP), Germán Busch (GB).

Tabela 1. Dados dos 17 pontos de coleta das amostras de espécies de *Anastrepha* spp. coletados na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.

| No. | Províncias | Localidades | Coordenadas | | Altitude (m) |
|-----|------------|----------------------|--------------|---------------|--------------|
| | | | Latitude (S) | Longitude (W) | |
| 1 | Carrasco | Bulo Bulo I | 17°14'49,3" | 64°22'21,2" | 239 |
| 2 | Carrasco | Bulo Bulo II | 17°14'49,3" | 64°22'21,2" | 239 |
| 3 | Carrasco | Rio Blanco | 17°13'18,5" | 64°28'17,7" | 236 |
| 4 | Carrasco | Rio Ichoa | 17°12'32,5" | 64°29'57,7" | 234 |
| 5 | Carrasco | Entre Rios | 17°11'50,2" | 64°32'14,3" | 237 |
| 6 | Carrasco | Manco Kapac | 17°10'49,9" | 64°34'50,2" | 241 |
| 7 | Carrasco | Gualberto Villarroel | 17°09'49,8" | 64°37'27,0" | 235 |
| 8 | Carrasco | San Benito | 17°09'37,6" | 64°37'57,8" | 227 |
| 9 | Carrasco | Chimboco A | 17°08'35,2" | 64°40'24,0" | 218 |
| 10 | Carrasco | Sabala I | 17°07'44,2" | 64°42'23,6" | 218 |
| 11 | Carrasco | 25 de Julio | 17°05'57,0" | 64°48'45,7" | 223 |
| 12 | Carrasco | Majosal | 17°06'45,2" | 64°49'31,9" | 225 |
| 13 | Carrasco | Cruce Vueltadero | 17°02'47,8" | 64°52'43,2" | 221 |
| 14 | Carrasco | Tres Pozas | 17°01'49,3" | 64°51'26,7" | 210 |
| 15 | Carrasco | Senda 6 | 17°02'2,3" | 64°51'17,8" | 218 |
| 16 | Carrasco | Paraíso | 17°01'6,9" | 65°00'8,3" | 246 |
| 17 | Tiraque | Germán Busch | 16°59'38,6" | 65°12'49,8" | 234 |

2.2.3 IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES.

Em *Anastrepha* a identificação das espécies é realizada com base nas fêmeas adultas. Os principais caracteres utilizados na identificação são a coloração do corpo, no tórax (cerdas dorsocentrals alinhada às cerdas pós-alares que as cerdas supra-alares). Asas com as seguintes características: no padrão alar típico normalmente inclui três faixas alares, faixa Costal (C), faixa S, faixa V invertido (às vezes reduzida ou ausente), veia M_1 procurvada anteriormente no ápice e veia CuA com forte curvatura na seção média, célula *cua* com lobo póstero-apical. Além desses caracteres a terminália feminina foram examinados e comparados com a chave interativa de Norrbom et al. (2012) e a chave de Korytkowski (2009).

Além desses caracteres, para a determinação acurada das espécies é necessário examinar o acúleo. Para isso, o mesmo foi extraído da estrutura do ovíscapo com a ajuda de um estilete de ponta truncada, sendo em seguida colocada uma gota de glicerina bidestilada USP Quimidrol® entre lâmina e lamínula. O acúleo foi então observado em microscópio óptico Olympus no Laboratório de Ficologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná com aumento de 4X e o ápice em 40X. As ilustrações do ápice em posição ventral foram fotografadas com um microscópio óptico Olympus BX40 com câmara de captura acoplada (Olympus/câmara DP071) em 40X. Os indivíduos do sexo masculino foram apenas quantificados.

2.2.4 ABUNDÂNCIA RELATIVA, FREQUÊNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES.

Em cada um dos 17 pontos de coleta do TC amostrados pelo Projeto “Detecção e identificação das moscas-das-frutas” foram determinadas a abundância relativa, a frequência e a riqueza de espécies de *Anastrepha* coletadas. Os critérios para determinação da abundância relativa referem-se ao número total de indivíduos coletados (N). A Riqueza (S) refere-se ao número total de espécies observadas em uma comunidade o qual é variável no tempo e no espaço (Magurran 2011). A frequência foi calculada através da fórmula: $P_i = n_i/N \times 100$ (Onde: n_i = número de indivíduos de uma espécie i , N = número total de indivíduos coletados, P_i = proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra) (Silveira-Neto et al. 1976).

3. RESULTADOS

3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE AS ESPÉCIES DE *Anastrepha* DE OCORRÊNCIA NA BOLÍVIA.

Os primeiros estudos de moscas-das-frutas na Bolívia começaram no início do século XX com a descrição de duas espécies: *A. conjuncta* Hendel e *A. leptozona* Hendel, da localidade Mapiri, La Paz (Hendel 1914). Em 1928 moscas-da-frutas foram observadas pela primeira vez atacando frutos de pêsego (*Prunus persica* (L.) Batsch) e pêra (*Pyrus communis* L.), nos vales de Tarija. No ano de 1992, uma comissão técnica da Bolívia do então *Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios* - MACA em cooperação com o *Instituto de Cooperación Interamericana para la Agricultura* - IICA identificaram cinco espécies: *A. fraterculus*, *A. striata*, *A. grandis*, *A. obliqua* = *A. mombinpraeoptans* Sein e *Ceratitis capitata*

(Wiedemann). Essas espécies foram relatadas principalmente nas áreas de produção de frutas da Bolívia (Pruett 1994).

Entre os anos de 1998 a 2003 não há registro de estudos e análises com as espécies do gênero *Anastrepha* na Bolívia. A partir do ano de 2000, na região do TC, com o crescente impacto da produção de frutas frescas de abacaxi (*A. comosus*) e de banana (*M. paradisiaca*) para exportação para os mercados vizinhos da Argentina e do Chile, os serviços fitossanitários desses países foram obrigados a conhecer as espécies de moscas-das-frutas presentes nas áreas de origem (abacaxi e banana), embora estes não fossem hospedeiros habituais e não representassem riscos de quarentena para seus países. Diante dessa situação, em 2004 e 2005, o Nuevo IBTA em cooperação com o SENASAG e o IICA, formalizou o Projeto "Detecção e identificação da mosca-das-frutas no Trópico de Cochabamba". As espécies identificadas naquele momento foram: *A. bahiensis*, *A. coronilli*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. manihoti*, *A. montei*, *A. nigripalpis*, *A. obliqua*, *A. pickeli*, *A. pseudoparallela*, *A. serpentina* e *A. striata*. No entanto, *A. bistrigata* Bezzi, *A. concava* Greene, *A. turpiniae* Stone e *Anastrepha* sp. do grupo *pallidipennis*, *Anastrepha* sp. 1 e *Anastrepha* sp. 2, correspondem a amostras perdidas, por esse motivo não foram incluídos no inventário atual (*Actividad Rural Competitiva* - ARCo/USAID 2007).

Tabela 2. Espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) registradas na Bolívia. Acrônimos para Departamentos: La Paz (LP), Oruro (OR), Potosí (PO), Cochabamba (CB), Tarija (TA), Chuquisaca (CH), Santa Cruz (SC), Beni (BE), Pando (PA).

| No. | Espécies | Acrônimos para Departamentos | Referências |
|-----|--|------------------------------|--|
| 1 | <i>Anastrepha acca</i> Norrbom | SC | Norrbom et al. 2015 |
| 2 | <i>Anastrepha alveata</i> Stone | LP | Conde-Blanco 2018 |
| 3 | <i>Anastrepha alveatoides</i> Blanchard | LP, CH, TA, SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Conde-Blanco 2018 |
| 4 | <i>Anastrepha amplidentata</i> Norrbom | CB | Norrbom et al. 2015 |
| 5 | <i>Anastrepha anomioiae</i> Norrbom | SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 6 | <i>Anastrepha antunesi</i> Lima | SC | Rodriguez et al. 2018 |
| 7 | <i>Anastrepha atrox</i> (Aldrich) | LP | Conde-Blanco 2018 |
| 8 | <i>Anastrepha australis</i> (Blanchard) | TA | Mengual et al. 2017, Norrbom et al. 2018 |
| 9 | <i>Anastrepha bahiensis</i> Lima | LP, CB, SC | Pruett et al. 2000, Nuevo IBTA 2005, ARCo 2007, Rodriguez et al. 2018 |
| 10 | <i>Anastrepha barbiellini</i> Lima | SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Rodriguez et al. 2018 |
| 11 | <i>Anastrepha bezzii</i> Lima | SC | Pruett et al. 2000, Rodriguez et al. 2018 |
| 12 | <i>Anastrepha camba</i> Norrbom | SC, CH | Norrbom et al. 2015 |
| 13 | <i>Anastrepha canalis</i> Stone | LP, SC | Rodriguez et al. 2018 |
| 14 | <i>Anastrepha castanea</i> Norrbom | CH, TA, SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 15 | <i>Anastrepha cicra</i> Norrbom | SC | Norrbom et al. 2015 |
| 16 | <i>Anastrepha concava</i> Greene | CB | Norrbom & Korytkowski 2009, Barr et al. 2017, Mengual et al. 2017 |
| 17 | <i>Anastrepha conjuncta</i> Hendel | LP | Hendel 1914, Greene 1934, Stone 1942, Foote 1967, Hernández-Ortiz & Aluja 1993, Lobos 1997, Norrbom 2004a |
| 18 | <i>Anastrepha coronilli</i> Carrejo & González | CB | Nuevo IBTA 2005, ARCo 2007, Rodriguez et al. 2018, Publicação atual |
| 19 | <i>Anastrepha curitis</i> Stone | CB | Barr et al. 2017 |
| 20 | <i>Anastrepha cryptostrepha</i> Hendel | SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Rodriguez et al. 2018 |
| 21 | <i>Anastrepha daciformis</i> Bezzi | CH, TA, SC | Hernández-Ortiz & Aluja 1993, Lobos 1997, Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 22 | <i>Anastrepha dissimilis</i> Stone | LP, TA, SC | Pruett et al. 2000, Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 23 | <i>Anastrepha distans</i> Hendel | LP | Stone 1942 |
| 24 | <i>Anastrepha distincta</i> Greene | LP, CB, TA, SC | Nuevo IBTA 2005, ARCo 2007, Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Conde-Blanco 2018, Publicação atual |
| 25 | <i>Anastrepha elegans</i> Blanchard | TA | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 26 | <i>Anastrepha ethalea</i> (Walker) | CB | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 27 | <i>Anastrepha flavipennis</i> Greene | SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 28 | <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann) | LP, PO, CB, CH, TA, BE, SC | Lobos 1997, Pruett et al. 2000, Nuevo IBTA 2005, Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Gonzáles et al. 2011, Ledezma et al. 2013, Conde-Blanco 2018, Publicação atual |
| 29 | <i>Anastrepha freidbergi</i> Norrbom | LP | Hernández-Ortiz & Aluja 1993, Norrbom 1993, Lobos 1997, Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 30 | <i>Anastrepha gonzalezi</i> Norrbom | BE | Norrbom et al. 2015 |
| 31 | <i>Anastrepha grandis</i> (Macquart) | LP, PO, CB, CH, TA, SC | Foote 1967, Stone 1942, Norrbom 1991, Hernández-Ortiz & Aluja 1993, Lobos 1997, Pruett et al. 2000, Nuevo IBTA 2005, ARCo 2007, Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Conde-Blanco 2018 |
| 32 | <i>Anastrepha haywardi</i> Blanchard | TA | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 33 | <i>Anastrepha hermosa</i> Norrbom | LP | Norrbom & Kim 1988, Hernández-Ortiz & Aluja 1993, Lobos 1997 |
| 34 | <i>Anastrepha korytkowskii</i> Norrbom | LP, SC | Norrbom et al. 2015 |
| 35 | <i>Anastrepha lanceola</i> Stone | LP, TA | Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Conde-Blanco 2018 |
| 36 | <i>Anastrepha latilanceola</i> Norrbom | LP, TA | Norrbom et al. 2015 |
| 37 | <i>Anastrepha leptozona</i> Hendel | LP, TA, SC | Hendel 1914, Greene 1934; Stone 1942, Foote 1967, Hernández-Ortiz & Aluja 1993, Lobos 1997, Norrbom 2004a, Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 38 | <i>Anastrepha macrura</i> Hendel | SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 39 | <i>Anastrepha manihoti</i> Lima | LP, CB, SC | Pruett et al. 2000, Nuevo IBTA 2005, ARCo 2007, Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Conde-Blanco 2018 |
| 40 | <i>Anastrepha minuta</i> Stone | SC | Rodriguez et al. 2018 |

Tabela 2. Continuação...

| No. | Espécies | Acrônimos para Departamentos | Referências |
|-----|--|------------------------------|--|
| 41 | <i>Anastrepha mollyae</i> Norrbom | BE, SC | Norrbom et al. 2015 |
| 42 | <i>Anastrepha montei</i> Lima | CB, CH, TA, SC | ARCo 2007, Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 43 | <i>Anastrepha nigra</i> (Blanchard) | CB | Mengual et al. 2017, Norrbom et al. 2018 |
| 44 | <i>Anastrepha nigripalpis</i> Hendel | LP, CB, SC | Greene 1934, Stone 1942, Foote 1967, Hernández-Ortiz & Aluja 1993, Lobos 1997, Norrbom 2004a, Nuevo IBTA 2005, Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Conde-Blanco 2018, Rodriguez et al. 2018 |
| 45 | <i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart) | LP, CB, TA, SC | Pruett et al. 2000, Nuevo IBTA 2005, ARCo 2007, Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Ledezma et al. 2013, Quisberth et al. 2016, Conde-Blanco 2018, This publication |
| 46 | <i>Anastrepha pickeli</i> Lima | LP, CB, TA, PA, SC | Pruett et al. 2000, Nuevo IBTA 2005, ARCo 2007, Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Bomfim et al. 2011, Conde-Blanco 2018, This publication |
| 47 | <i>Anastrepha punctata</i> Hendel | TA | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 48 | <i>Anastrepha rheediae</i> Stone | SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Ledezma et al. 2013, Quisberth et al. 2016 |
| 49 | <i>Anastrepha schultzi</i> Blanchard | LP, CH, TA | Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Conde-Blanco 2018 |
| 50 | <i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedemann) | LP, CB, CH, SC | Pruett et al. 2000, Nuevo IBTA 2005, ARCo 2007, Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Gonzáles et al. 2011, Conde-Blanco 2018, This publication |
| 51 | <i>Anastrepha sororcula</i> Zucchi | LP, CB, CH, SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Rodriguez et al. 2018 |
| 52 | <i>Anastrepha striata</i> Schiner | LP, CB, CH, TA, PA, BE, SC | Hernández-Ortiz & Aluja 1993, Lobos 1997, Pruet et al. 2000, Nuevo IBTA 2005, ARCo 2007, Silva 2008, Gonzáles et al. 2011, Ledezma et al. 2013, Conde-Blanco 2018, This publication |
| 53 | <i>Anastrepha tunariensis</i> Norrbom | LP, CB | Norrbom et al. 2015 |
| 54 | <i>Anastrepha undosa</i> Stone | SC | Foote 1967, Hernández-Ortiz & Aluja 1993, Lobos 1997, Norrbom 2004a |
| 55 | <i>Anastrepha villosa</i> Norrbom | LP | Norrbom et al. 2015 |
| 56 | <i>Anastrepha willei</i> Korytkowski | SC | Rodriguez et al. 2018 |
| 57 | <i>Anastrepha woodleyi</i> Norrbom & Korytkowski | SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Norrbom & Korytkowski 2011 |
| 58 | <i>Anastrepha aff. dentata</i> | CB, BE | Promosca 2009 (A. L. Norrbom), Publicação atual |
| 59 | <i>Anastrepha aff. fraterculus</i> | BE | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 60 | <i>Anastrepha aff. raveni</i> | SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |
| 61 | <i>Anastrepha aff. sinvali</i> | SC | Promosca 2009 (A. L. Norrbom) |

Posteriormente, dada a necessidade de conhecer as espécies de moscas-das-frutas na Bolívia e executar programas de manejo e controle que permitissem o acesso aos mercados internacionais, foi criado em 2007 o *Programa Nacional de Control de Moscas de la fruta* - PROMOSCA, que iniciou suas atividades de detecção com a instalação de 1.495 armadilhas McPhail distribuídas no altiplano, vale, trópico e chaco do território boliviano. Durante o período de 2007-2009, 131.577 espécimes foram capturados e 24 espécies de moscas-das-frutas foram identificadas. Os resultados desse trabalho indicaram que a maior população registrada correspondia a *C. capitata* e *A. fraterculus* (*Programa Nacional de Control de Moscas de la fruta* - PROMOSCA 2016).

Um dos mais recentes trabalhos taxonômicos sobre as espécies de *Anastrepha* é o estudo de Norrbom et al. (2015), que caracterizou 10 novas espécies para a Bolívia: *A. acca* Norrbom, *A. amplidentata* Norrbom, *A. camba* Norrbom, *A. cicra* Norrbom, *A. gonzalezi* Norrbom, *A. korytkowskii* Norrbom, *A. latilanceola* Norrbom, *A. mollyae* Norrbom, *A. tunariensis* Norrbom e *A. villosa* Norrbom. Outros novos registros para o país correspondem:

A. concava (Norrbon e Korytkowski 2009, Barr et al. 2017 e Mengual et al. 2017), *A. curitis* Stone (Barr et al. 2017), *A. australis* (Blanchard) e *A. nigra* (Blanchard) (Mengual et al. 2017, Norrbom et al. 2018).

O levantamento mais recente das espécies de *Anastrepha* ocorreu em 2018 quando 11 espécies foram identificadas, das quais oito correspondem a registros anteriores: *A. bahiensis*, *A. barbiellini* Lima, *A. bezzii* Lima, *A. canalis* Stone, *A. coronilli*, *A. cryptostrepha* Hendel, *A. nigripalpis* e *A. sororcula* Zucchi e três são novos registros: *A. antunesi* Lima, *A. minuta* Stone e *A. willei* Korytkowski (Rodríguez et al. 2018).

De acordo com as informações atualizadas pelo presente estudo o inventário biológico é representado por 61 espécies de *Anastrepha* listadas para a Bolívia (Tabela 2) sendo a distribuição de suas espécies ampla para o país (Fig. 2).

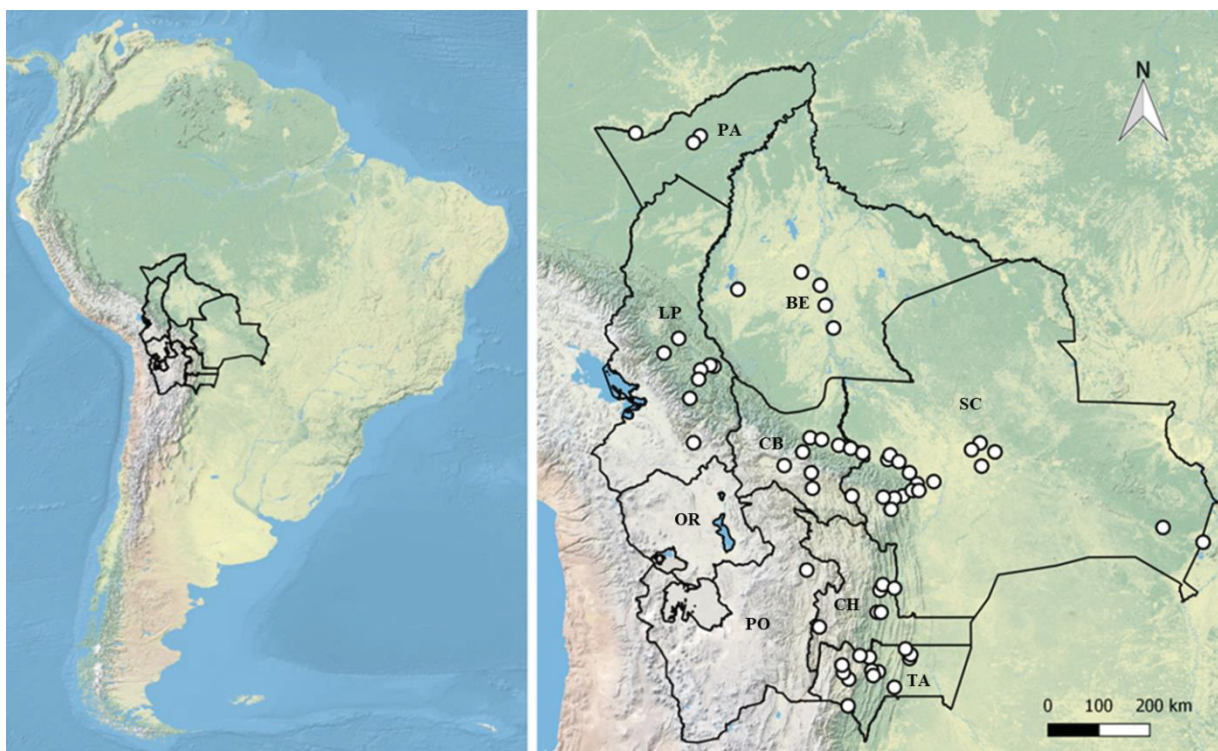


Figura 3. Distribuição das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) registradas na Bolívia. Acrônimos para Departamentos: La Paz (LP), Oruro (OR), Potosí (PO), Cochabamba (CB), Tarija (TA), Chuquisaca (CH), Pando (PA), Beni (BE), Santa Cruz (SC).

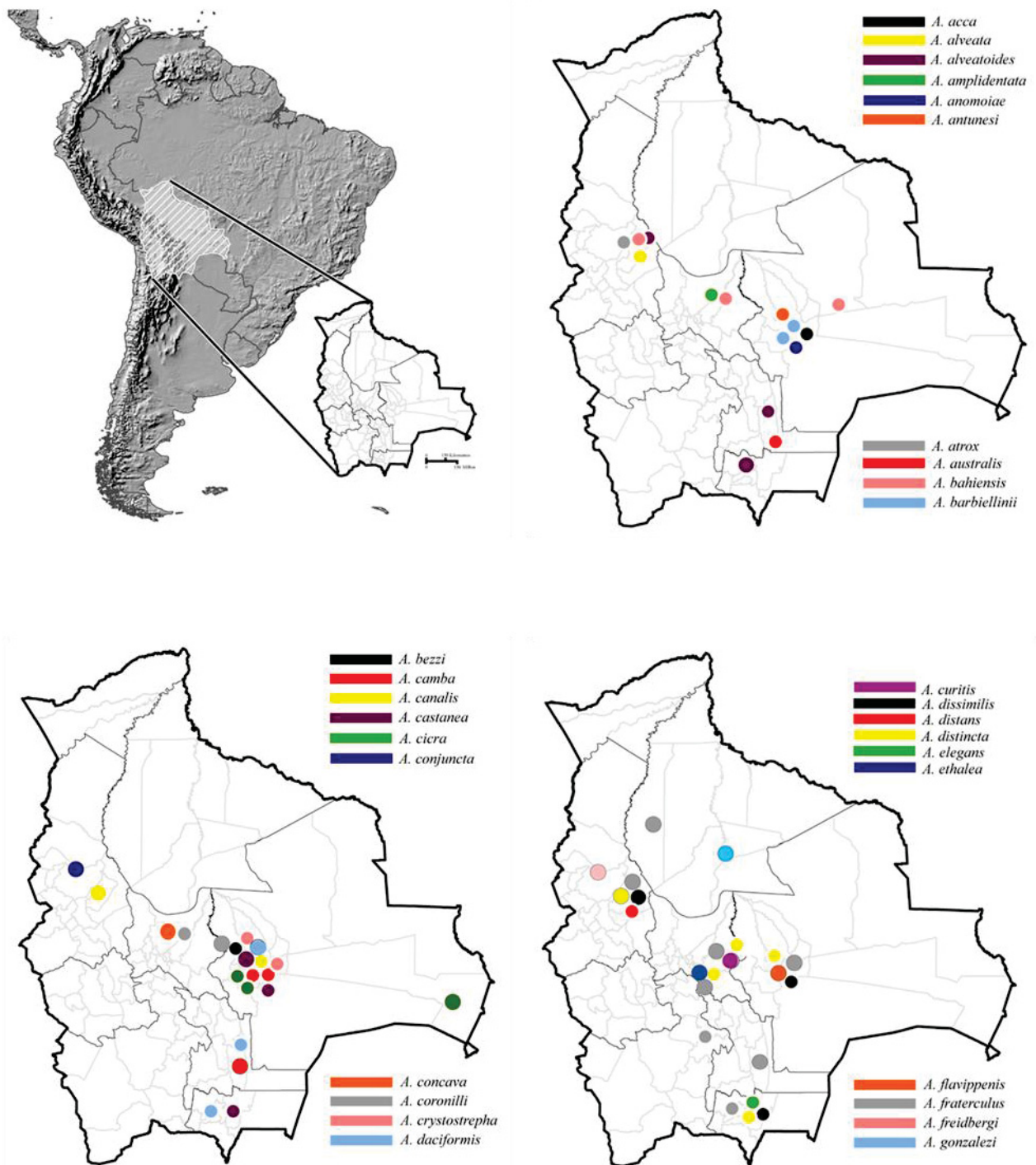
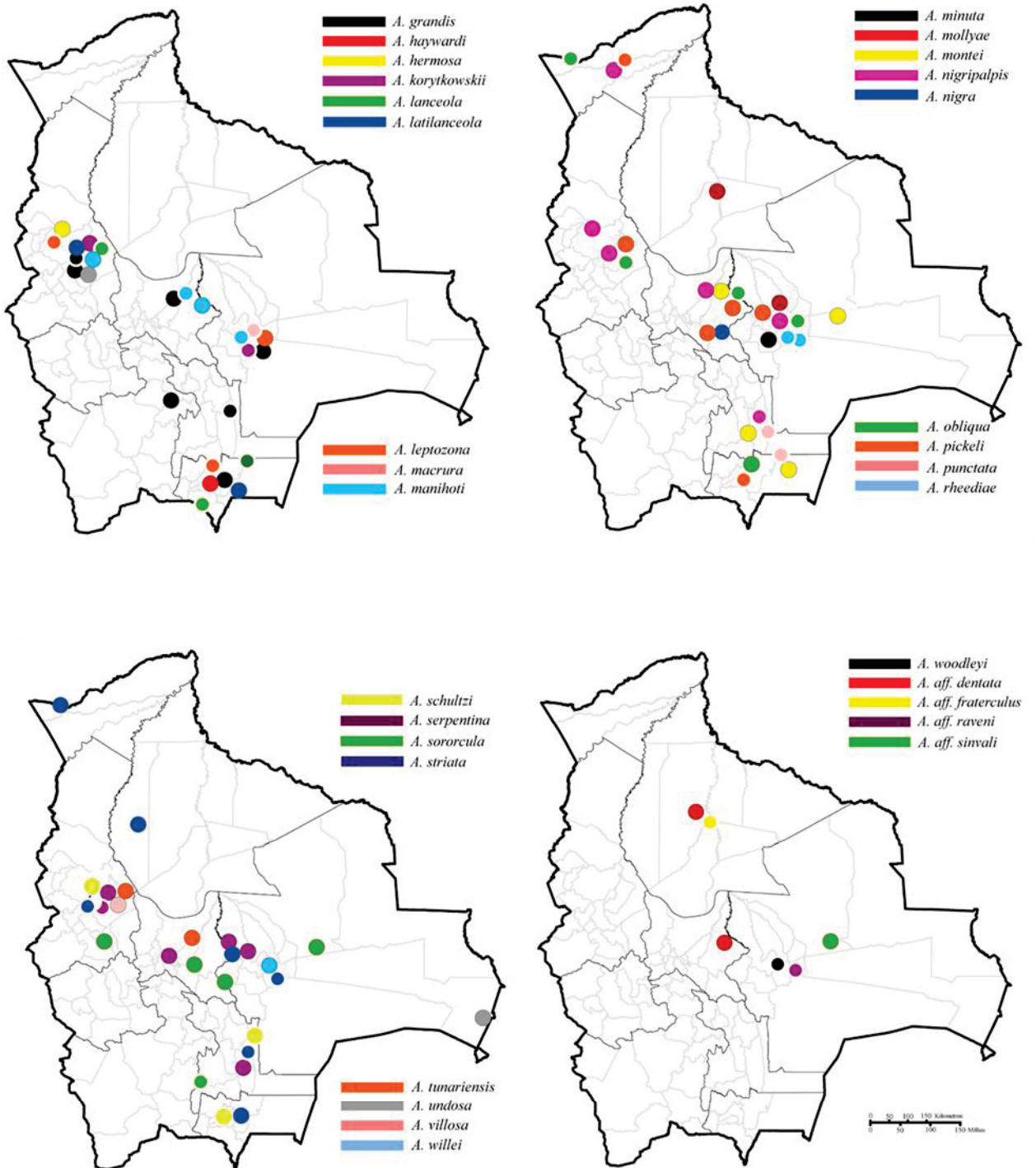


Figura 4. Distribuição geográfica das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae, Trypetinae) nos Departamentos da Bolívia. Acrônimos para Departamentos: La Paz (LP), Oruro (OR), Potosí (PO), Cochabamba (CB), Tarija (TA), Chuquisaca (CH), Pando (PA), Beni (BE), Santa Cruz (SC).

Figura 3. Continuação...



3.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA, RIQUEZA E FREQUÊNCIA DE ESPÉCIES DE *Anastrepha* COLETADAS NA REGIÃO DO TRÓPICO DE COCHABAMBA.

Um total de 3.340 exemplares de *Anastrepha* foi examinado. Destes, 546 correspondem a machos (16,34%) e 2.794 fêmeas (83,66%) (Tabela 3). Os dados mostram que espécies de *Anastrepha* estão presentes em todos os locais de coleta, isto é, nos 17 pontos amostrados.

Tabela 3. Moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* coletadas em armadilhas McPhail em 17 pontos amostrados na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.

| No. | Províncias | Localidades | Gênero | Machos | Fêmeas |
|------------------------|------------|----------------------|-------------------|-------------|-------------|
| 1 | Carrasco | Bulo Bulo I | <i>Anastrepha</i> | 115 | 398 |
| 2 | Carrasco | Bulo Bulo II | <i>Anastrepha</i> | 8 | 66 |
| 3 | Carrasco | Rio Blanco | <i>Anastrepha</i> | 14 | 141 |
| 4 | Carrasco | Rio Ichoa | <i>Anastrepha</i> | 37 | 230 |
| 5 | Carrasco | Entre Rios | <i>Anastrepha</i> | 7 | 53 |
| 6 | Carrasco | Manco Kapac | <i>Anastrepha</i> | 149 | 529 |
| 7 | Carrasco | Gualberto Villarroel | <i>Anastrepha</i> | 42 | 320 |
| 8 | Carrasco | San Benito | <i>Anastrepha</i> | 22 | 244 |
| 9 | Carrasco | Chimboco A | <i>Anastrepha</i> | 18 | 132 |
| 10 | Carrasco | Sabala I | <i>Anastrepha</i> | 7 | 22 |
| 11 | Carrasco | 25 de Julio | <i>Anastrepha</i> | 7 | 38 |
| 12 | Carrasco | Majosal | <i>Anastrepha</i> | 20 | 232 |
| 13 | Carrasco | Cruce Vueladero | <i>Anastrepha</i> | 76 | 245 |
| 14 | Carrasco | Tres Pozas | <i>Anastrepha</i> | 9 | 52 |
| 15 | Carrasco | Senda 6 | <i>Anastrepha</i> | 2 | 14 |
| 16 | Carrasco | Paraiso | <i>Anastrepha</i> | 4 | 25 |
| 17 | Tiraque | Germán Busch | <i>Anastrepha</i> | 9 | 53 |
| | | | | 546 | 2794 |
| Total espécimes | | | | 3340 | |

Foram reconhecidas 10 espécies para a região do TC sendo que sete puderam ser nominadas e três foram determinadas como morfo-espécies. As espécies são: *A. coronilli* Carrejo e González, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* (Wiedemann), *A. striata* Schinere *A. pickeli* Lima, que estão relacionadas a cinco grupos definidos: *fraterculus* (*A. coronilli*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. obliqua*), *spatulata* (*A. pickeli*), *serpentina* (*A. serpentina*), *striata* (*A. striata*) e além de *dentata* (*Anastrepha* n. sp.2) segundo a classificação dos grupos infragenéricos proposta por Norrbom et al. (2012). As três espécies restantes correspondem a novos táxons com nomes ainda não publicados. De acordo com Dr. Allen Norrbom (comunicação pessoal), foram denominados *Anastrepha* n. sp. 1, *Anastrepha* n. sp. 2 (esta espécie corresponde ao grupo *dentata*) e *Anastrepha* n. sp. 3 (Tabela 5).

Entre as espécies identificadas, *A. distincta* foi a coletada em maior número (n=2.692 fêmeas) com uma frequência de 96,35% do total de fêmeas capturadas, demonstrando uma alta predominância em relação às outras espécies, em ordem decrescente de frequência seguiram-se as espécies *A. striata* (1,61%) e *A. coronilli* (1,47%). As outras espécies apresentaram frequências inferiores a 1% (Tabela 4).

Tabela 4. Abundância relativa e frequência de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas McPhail na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.

| Espécies | Fêmeas (n) | Frequência (%) |
|--|-------------|----------------|
| <i>A. distincta</i> Greene | 2692 | 96,35 |
| <i>A. striata</i> Schiner | 45 | 1,61 |
| <i>A. coronilli</i> Carrejo & González | 41 | 1,47 |
| <i>A. obliqua</i> (Macquart) | 9 | 0,32 |
| <i>A. serpentina</i> (Wiedemann) | 2 | 0,07 |
| <i>A. fraterculus</i> (Wiedemann) | 1 | 0,04 |
| <i>A. pickeli</i> Lima | 1 | 0,04 |
| <i>Anastrepha</i> n. sp. 1 | 1 | 0,04 |
| <i>Anastrepha</i> n. sp. 2 | 1 | 0,04 |
| <i>Anastrepha</i> n. sp. 3 | 1 | 0,04 |
| Total | 2794 | 100 |

Na análise por localidades (16), *A. distincta* foi a espécie com maior abundância relativa e com distribuição nos 17 pontos amostrados. As espécies *A. coronilli* e *A. striata* foram capturadas em sete localidades e *A. obliqua* em três. As outras espécies tiveram uma presença muito esporádica e inconstante (Tabela 4). Os pontos de coleta que apresentaram a maior frequência de espécies foram: Manco Kapac (18,97%), Bulo Bulo I (14,21%), Gualberto Villarroel (11,45%), Cruce Vueltadero (8,77%), San Benito (8,70%), Majosal (8,30%) e Rio Ichoa (8,23%) (Fig. 4).

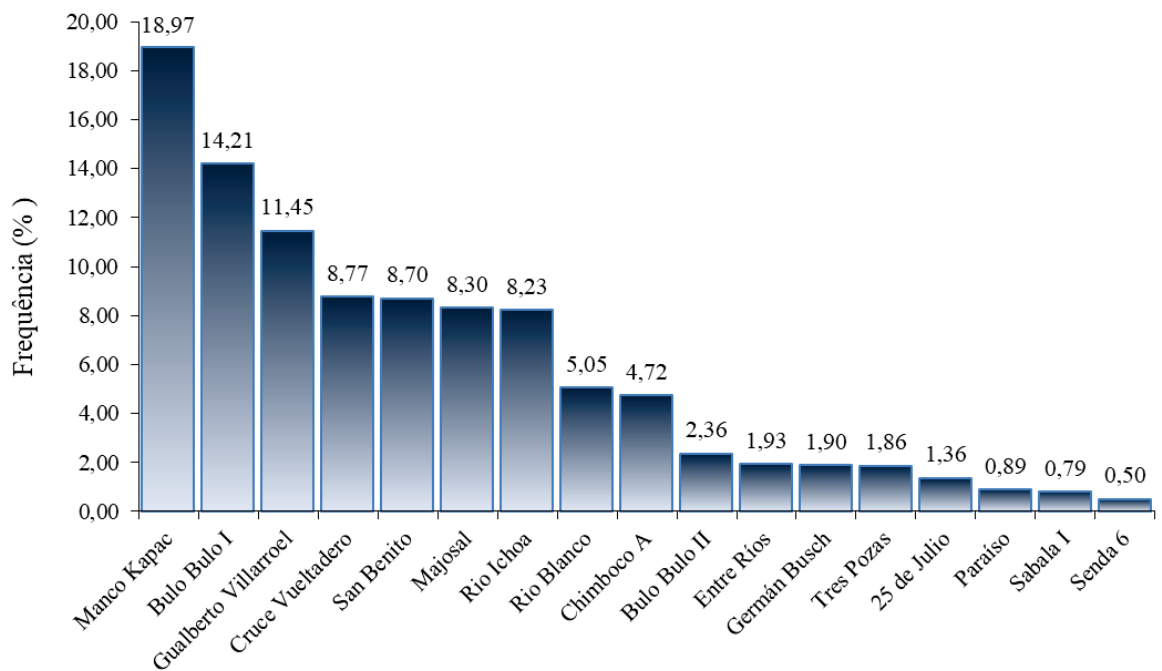


Figura 5. Frequência das espécies de *Anastrepha* por localidades na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.

A riqueza de *Anastrepha* para a região do TC corresponde a 10 espécies (Figs. 5 e 6). Os pontos com maior riqueza de espécies foram: Manco Kapac (seis espécies), Rio Ichoa (quatro), Majosal, Gualberto Villarroel, Bulo Bulo I, Entre Ríos e Cruce Vueltadero (três).

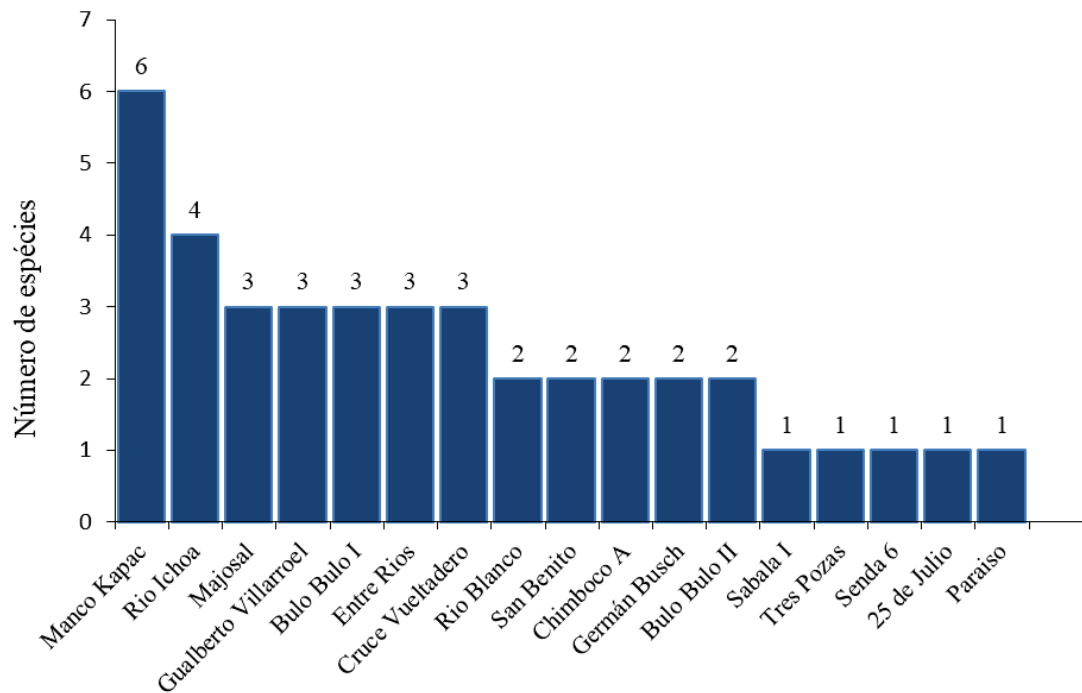


Figura 6. Riqueza de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas McPhail por localidades na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.

Tabela 5. Grupos e espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas McPhail na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Maio a Julho de 2005.

| Grupos | Espécies |
|--------------------|--|
| <i>fraterculus</i> | <i>A. coronilli</i> Carrejo & González |
| <i>fraterculus</i> | <i>A. distincta</i> Greene |
| <i>fraterculus</i> | <i>A. fraterculus</i> (Wiedemann) |
| <i>fraterculus</i> | <i>A. obliqua</i> (Macquart) |
| <i>spatulata</i> | <i>A. pickeli</i> Lima |
| <i>striata</i> | <i>A. striata</i> Schiner |
| <i>serpentina</i> | <i>A. serpentina</i> (Wiedemann) |
| grupo desconhecido | <i>Anastrepha</i> n. sp. 1 |
| <i>dentata</i> | <i>Anastrepha</i> n. sp. 2 (necessidade de revisão do grupo) |
| grupo desconhecido | <i>Anastrepha</i> n. sp. 3 |

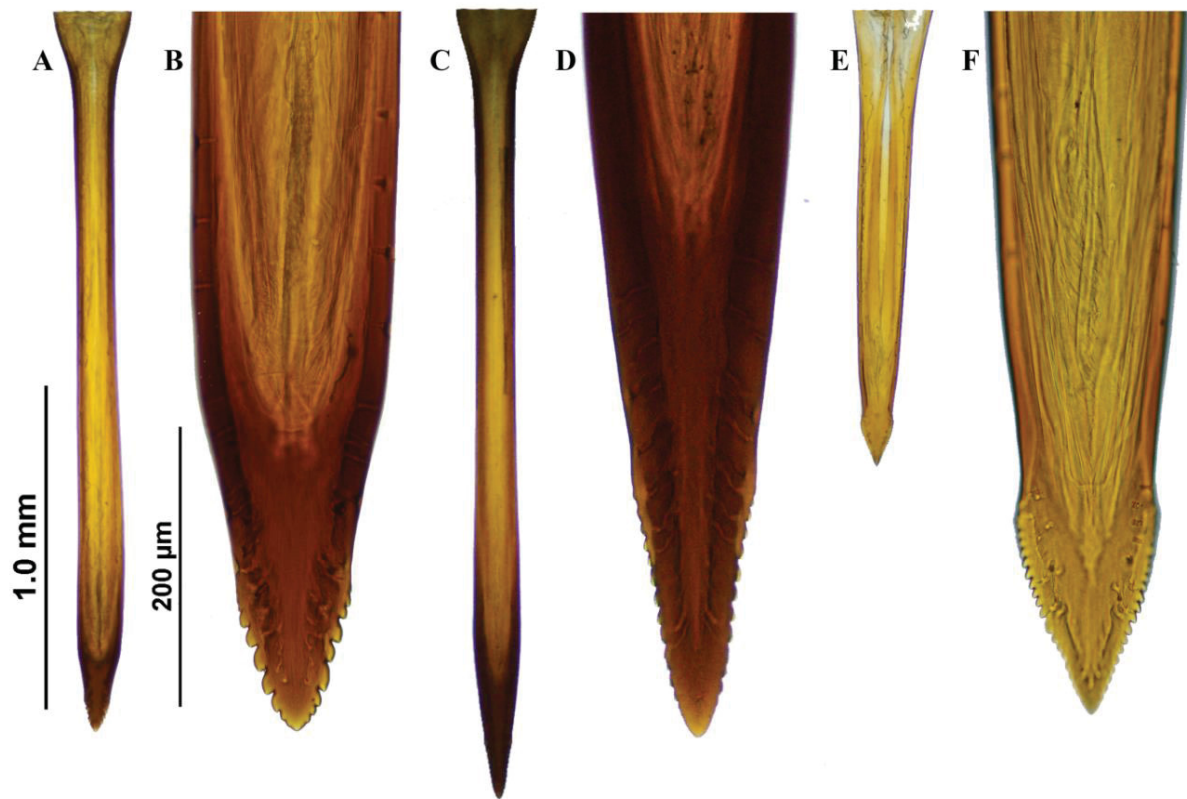


Figura 7. Acúleo e ápice do acúleo (vista ventral). (A-B). *A. coronilli* (Bolívia: Cochabamba, Carrasco, San Benito R1-8 C1-43). (C-D). *A. distincta* (Bolívia: Cochabamba, Carrasco, Chimboco A R1-9 02-23). (E-F). *A. pickeli* (Bolívia: Cochabamba, Carrasco, Chimboco A R1-9 24-56).

4. DISCUSSÃO

4.1 ESPÉCIES DE *Anastrepha* REGISTRADAS PARA A BOLÍVIA.

No presente estudo são registradas 61 espécies do gênero *Anastrepha* na Bolívia (Tabela 2). As espécies são distribuídas na maioria dos Departamentos, com exceção de Oruro onde parece haver condições adversas para a sua ocorrência. De acordo com o observado, a distribuição de espécies tem registros conhecidos em áreas de produção correspondentes aos vales, trópicos e chaco do território nacional (Fig. 2).

Segundo Ronchi-Teles e Silva (2005) a disponibilidade e abundância dos frutos hospedeiros, época do ano e presença de hospedeiros alternativos, são responsáveis pela presença de moscas-das-frutas. As espécies mais frequentes e mais amplamente distribuídas na Bolívia são as seguintes, com os acrônimos dos Departamentos logo a seguir: *A. fraterculus* (LP, PO, CB, CH, TA, BE, SC), *A. striata* (LP, CB, CH, TA, PA, BE, SC), *A. grandis* (LP, PO, CB, CH, TA, SC), *A. pickeli* (LP, CB, TA, PA, SC), *A. alveatoides* Blanchard (LP, CH, TA,

SC), *A. montei* (CB, CH, TA, SC), *A. obliqua* (LP, CB, TA, SC), *A. serpentina* (LP, CB, CH, SC) e *A. sororcula* (LP, CB, CH, SC) (Tabela 2, Fig. 3).

A espécie *A. fraterculus* ocorre em sete Departamentos. Essa espécie representa o maior alerta fitossanitário para produção de frutos, no entanto, não há registros de índices de danos. Além disso, é considerada uma espécie polífaga e de ampla distribuição no território boliviano (*Programa Nacional de Control de Moscas de la fruta* - PROMOSCA 2009). Segundo Sutton et al. (2015), com base nos resultados de nuclear ribosomal internal transcribed spacer 1 (ITS1), as sequências ITS1 do complexo de espécies crípticas Andinas de *A. fraterculus* podem ser colocados em quatro grupos, aqui designados como tipos de sequência ITS1 (TI, TII, TIII e TIV). O tipo de sequência ITS1 é difundido na América do Sul pelo menos no sudeste do Brasil, norte da Argentina e norte dos Andes orientais. A distribuição geográfica do Tipo I (TI) na Bolívia varia desde a floresta Chiquitana para os vales secos andinos orientais, a pelo menos, 2000 m.

Da mesma forma que *A. fraterculus*, *A. striata* também ocorre em sete Departamentos (LP, CB, CH, TA, PA, BE, SC). A espécie *A. grandis* ocorre em seis Departamentos (LP, PO, CB, CH, TA, SC), *A. pickeli* em cinco (LP, CB, TA, PA, SC) e *A. distincta* em quatro (LP, CB, TA, SC) (Fig. 3). Além disso, destaca-se a distribuição de algumas espécies exclusivas que ocorrem apenas na Bolívia, como *A. camba*, *A. tunariensis*, *A. villosa* (Norrbon et al. 2015) e *A. woodleyi* (Norrbon e Korytkowski 2011).

Vale destacar também a distribuição de *A. acca* no departamento de SC, *A. camba* em CH e SC, *A. korytkowskii*, em LP e SC, *A. mollyae*, em BE e SC, *A. tunariensis*, em LP e CB (Fig. 3), pois essas espécies foram recentemente descritas para a Bolívia, ocorrendo também no Peru (Norrbon et al. 2015).

4.2 ESPÉCIES DE *Anastrepha* COLETADAS NA REGIÃO DO TRÓPICO DE COCHABAMBA.

No estudo realizado com o material coletado pelo Projeto “Detecção e identificação das moscas-das-frutas” no Trópico de Cochabamba durante os meses de Maio a Julho de 2005, com armadilhas McPhail, houve o reconhecimento de 10 espécies de *Anastrepha* para a região (*A. coronilli*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. pickeli*, *A. serpentina*, *A. striata* e três possíveis novas espécies: *Anastrepha* n. sp. 1, *Anastrepha* n. sp. 2 e *Anastrepha* n. sp. 3). De acordo com os registros relatados anteriormente pelo *Instituto Boliviano de Tecnología*

Agropecuaria - Nuevo IBTA (2005) e *Actividad Rural Competitiva* - ARCo/USAID (2007) encontraram seis espécies adicionais às listadas neste trabalho: *A. bahiensis*, *A. grandis*, *A. manihoti*, *A. montei*, *A. nigripalpis* e *A. pseudoparallela*; mas o último (*A. pseudoparallela*) não foi considerado por apresentar identificação incorreta. Ainda, Norrbom e Korytkowski (2009), Barr et al. (2017) e Mengual et al. (2017) fizeram o registro de *A. concava*, Norrbom et al. (2015) fizeram mais dois novos registros (*A. amplidentata* e *A. tunariensis*) e Barr et al. (2017) registraram *A. curitis* totalizando 19 espécies: *A. amplidentata*, *A. bahiensis*, *A. concava*, *A. coronilli*, *A. curitis*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. manihoti*, *A. montei*, *A. nigripalpis*, *A. obliqua*, *A. pickeli*, *A. serpentina*, *A. striata*, *A. tunariensis*, *Anastrepha* n. sp. 1, *Anastrepha* n. sp. 2 e *Anastrepha* n. sp. 3.

Quando a abundância relativa (n=2.794) das espécies de *Anastrepha* é analisada, percebe-se que o número de exemplares, principalmente de *A. distincta* foi relativamente alto, particularmente considerando o curto período das coletas. Em levantamentos de 52 semanas, realizados no Brasil foram coletadas 345 fêmeas de *Anastrepha* identificadas em 10 espécies (García e Lara 2006) enquanto que na presente análise, onde foram avaliados três meses de coletas foram coletadas 2.794 fêmeas. Provavelmente essa diferença de abundância deva-se aos locais onde as armadilhas McPhail foram instaladas no Projeto “Detecção e identificação das moscas-das-frutas”, pois, como dito anteriormente, os locais escolhidos foram as áreas adjacentes às casas dos produtores com plantio de árvores fruteiras, isso provavelmente está relacionado com as plantas hospedeiras em frutificação nessa época. Vários autores, dentre eles Araujo et al. (2013), Ronchi-Teles e Silva (2005), García-Ramírez e Antonio-Hernández (2017), já atribuíram a ocorrência das espécies à composição da vegetação, que em muitos casos favorece a ocorrência de determinadas espécies de moscas-das-frutas em detrimento de outras. Aluja et al. (2003), ainda, consideram que a especificidade de Tephritidae em ambientes tropicais preservados é atribuída à co-evolução com seus hospedeiros. Consideram também que as espécies especializadas podem desenvolver mecanismos mais refinados em relação ao seu hospedeiro do que as espécies generalistas.

No presente estudo, *A. distincta*, comumente conhecida como "mosca del pacay", foi a espécie mais frequente (96,35% das fêmeas capturadas) e com ampla distribuição na área de estudo. Na Colômbia e no Brasil, *A. distincta* tem sido mencionada como o principal tefritídeo infestando frutos de *Inga* spp. (Zucchi e Moraes 2008, Oropeza-Cabrera et al. 2015). Situação semelhante também ocorre no Equador onde há registro de *A. distincta* em Fabaceae e ocasionalmente relacionada a *P. guajava* e *A. cherimola* (Tigrero 2009).

O "pacay" (*I. edulis*, Fabaceae) destaca-se como uma planta silvestre muito apreciada pela população com diferentes variedades distribuídas por toda a região do TC (Araujo-Murakami e Milliken 2016). Através dos dados de captura e da identificação das espécies de *Anastrepha* parece haver uma interação entre a distribuição de *I. edulis* e *A. distincta*, pois o alto número de exemplares capturados coincidiu com o período de produção de pacay (abril-junho).

Araujo et al. (2013) já atribuíram a distribuição de espécies de *Anastrepha* à composição da vegetação. Kovaleski (1997) reconhece que apenas duas ou três espécies de *Anastrepha* são consideradas espécies dominantes de moscas na região de Vacaria-RS, embora várias espécies estejam presentes. Resultados parecidos foram obtidos por Giraldo et al. (2015) na Colômbia, Uramoto et al. (2005), Oliveira et al. (2017) e Araujo et al. (2018) no Brasil, com respeito às espécies dominantes e suas frequências nas capturas com armadilhas McPhail. Das nove espécies identificadas por Giraldo et al. (2015), apenas duas espécies foram associadas com o cultivo de café (*Coffea arabica*), *A. fraterculus* e *A. striata*. *A. fraterculus* apresentou a maior frequência com 71%, com 13% por *A. striata*, 10% *A. distincta* e as restantes seis espécies juntas foram 6% do total capturado.

No Brasil, estudos faunísticos usando armadilhas McPhail evidenciaram que dentre 18 espécies detectadas apenas *A. fraterculus* e *A. obliqua* foram as espécies dominantes (Uramoto et al. 2005). *A. fraterculus* foi a mais frequente representando maior a 80% do total de fêmeas capturadas (Uramoto et al. 2005, Oliveira et al. 2017). *A. fraterculus* e *A. obliqua*, foram as mais abundantes, compreendendo maior a 90% das amostras em armadilhas e frutos (Araujo et al. 2018). Portanto, a utilização de armadilhas pode indicar uma maior abundância e presença de espécies de *Anastrepha*, mas não representam de forma adequada a composição das espécies, além disso, não estão necessariamente relacionadas com suas plantas hospedeiras nos locais coletadas.

As Myrtaceae são uma parte importante na composição de espécies de plantas com ampla distribuição na região do TC. A espécie *A. striata*, foi a segunda espécie com menor frequência no estudo e constatou-se sua associação com goiaba (*P. guajava*) que é um hospedeiro natural desta espécie (Castañeda et al. 2010, Ledezma et al. 2013). No presente estudo, *A. striata* foi registrada em sete localidades. A captura dessa espécie, provavelmente, ocorreu devido à disponibilidade de plantas hospedeiras como a goiaba, que estavam presentes na maioria dos locais onde as armadilhas foram instaladas.

A ocorrência de *A. coronilli* foi registrada em sete localidades na região do TC, coincidindo em quatro localidades onde também foram encontradas *A. striata*. Esta espécie está associada a plantas hospedeiras da família Melastomataceae e são consideradas espécies sem importância econômica (Aluja et al. 2003, Norrbom 2004b).

As populações das três espécies encontradas: *A. distincta*, *A. striata* e *A. coronilli* foram as mais comuns nos locais de captura, assim, apesar de não representarem risco como espécies de alerta fitossanitário, mais atenção deve ser dada ao seu monitoramento, manejo e controle, pois podem se tornar pragas potenciais no futuro devido a ações antrópicas e efeitos das mudanças climáticas (Oropeza-Cabrera et al. 2015).

As ocorrências das outras espécies de *Anastrepha*, com menor frequência, podem estar relacionadas à presença de plantas hospedeiras ou remanescentes da floresta natural, o que relata a contribuição para a ocorrência de espécies acessórias ou acidentais nas amostras coletadas (Hernández-Ortiz 2007; Azevedo et al. 2010; García-Ramírez e Antonio-Hernández 2017).

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos a Ikaro da Graça Santos por ajudar na preparação das figuras do acúleo. A Lucas R. Pereira Gomes e Tatiana Sepulveda por ajudar na preparação dos mapas. A Thelma Veiga Ludwig do Laboratório de Ficologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná pelo empréstimo de microscópio óptico com câmera de captura de fotos. Ao *Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária - Nuevo IBTA* que gentilmente providenciou o empréstimo do material biológico. Também, a André Martins pelos comentários construtivos, e a Natalia Ladino, pela revisão cuidadosa da versão em inglês deste manuscrito. A primeira autora recebeu bolsa de estudo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Processo CAPES 1784500); a segunda autora é bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq (Processo: 308994/2018-3).

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

EQR coletou as amostras, identificou os espécimes e tirou fotos; ALN confirmou a identificação dos espécimes; EQR e LM escreveram o texto. ALN revisou o texto e foi

aprimorado pelas valiosas e acertadas sugestões. O texto em inglês foi aprimorado por ALN. Todos os autores leram, editaram e aprovaram o manuscrito.

5. REFERÊNCIAS

- Actividad Rural Competitiva – ARCo/USAID (2007) Identificación de especies de moscas de la fruta en el Trópico de Cochabamba. Relatório anual Actividad Rural Competitiva/USAID, Bolivia, 59 pp.
- Aluja M, Rull J, Sivinski J, Norrbom AL, Wharton RA, 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 rain forest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Environmental Entomology* 32 (6): 1377-1385. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.6.1377>
- Araujo EL, Ribeiro JC, Chagas MCM, Dutra VS, Silva JG (2013) Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um pomar de goiabeira, no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35: 471-476. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v35n2/16.pdf>
- Araujo MR, Uramoto K, Ferreira EML, Mesquita-Filho W, Walder JMM, Savaris M, Zucchi RA (2018) Fruit fly (Diptera: Tephritidae) diversity and host relationships in diverse environments estimated with two sampling methods. *Environmental Entomology* 20: 1-7. <https://doi/10.1093/ee/nvy177>
- Araujo-Murakami A, Fernando Reyes, JF, Willian Milliken W (2016) Frutales silvestres y promissórios de Pando. *Herencia/Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Cobija-Bolivia*, 96 pp. <https://pt.scribd.com/document/397376009/8-Frutales-Silvestres-y-Promisorios-de-Pando>
- Azevedo FR, Guimarães JA, Simplício AAF, Santos HR (2010) Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri Cearense. *Arquivos do Instituto Biológico* 77(1): 33-41. http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v77_1/azevedo.pdf
- Barr NB, Ruiz-Arce R, Farris RE, Silva GJ, Lima KM, Dutra SV, Ronchi-Teles B, Kerr PH, Norrbom AL, Nolasco N, Thomas DB (2017) Identifying *Anastrepha* (Diptera; Tephritidae) Species Using DNA Barcodes. *Journal of Economic Entomology* XX(XX): 1-17. doi: 10.1093/jee/tox300
- Bomfim ZV, Lima KM, Silva JG, Costa MA, Zucchi RA (2014) Morphometric and Molecular Characterization of *Anastrepha* Species in the *spatulata* Group (Diptera, Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America* 107(5): 893-901. <http://www.bioone.org/doi/full/10.1603/AN13183>
- Castañeda MR, Osorio AF, Canal NA, Galeano PE (2010) Especies, distribución y hospederos del género *Anastrepha* Schiner en el departamento del Tolima, Colombia. *Agronomía Colombiana* 28: 265-271. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/18070>

- Conde-Blanco EA, Loza-Murguía G, Asturizaga-Aruquipa LB, Ugarte-Anaya D, Kimenes-Espinoza R (2018) Modelo de fluctuación poblacional de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* (Wiedemann 1824) y *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en dos rutas en el municipio de Caranavi, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society* 9: 2-24. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v9n1/v9n1_a02.pdf
- Echeverría MX (2005) Transcending the limitations of coca substitution initiatives in Bolivia: Livelihood strategies as sustainable solutions. Master of Arts in Development Studies, Institute of Social Studies, Netherlands, 84 pp.
- Ferrufino CA, Meneses JL (2004) Los suelos del Trópico de Cochabamba (Bolivia): Identificación de restricciones edáficas para cultivos de banano, palmito, piña y pastos. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica (LACS)* 21: 1-10. [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/CCAEBBC0F084E555E852579990060EBBC/\\$FILE/Mapas%20suelos%20Chapare-Ferrufino.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/CCAEBBC0F084E555E852579990060EBBC/$FILE/Mapas%20suelos%20Chapare-Ferrufino.pdf)
- Foote RH (1967) Family Tephritidae (Trypetidae, Trupaneidae). In: Vanzolini EP, Papavero N (Eds) A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States Departamento de Zoologia da Secretaria de Agricultura de Sao Paulo, Brasil, 55: 1-91.
- García-Ramírez MJ, Antonio-Hernández E (2017) Interacción de *Anastrepha* spp. Schiner (Diptera: Tephritidae), en la relación planta-fitófago-parasitoide en traspatio, Campeche, México. *Revista Entomología Mexicana* 4: 479-485. http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2017/EC/EM1882017_479-485.pdf
- García MFR, Lara DB (2006) Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomar cítrico no município de Dionísio Cerqueira, Santa Catarina. *Revista Biotemas. Florianópolis*, 19 (3): 65-70.
- Giraldo J, Benavides MP, Rendon SJR, Montoya D, Farfan VF, Trejos PJF (2015) Las moscas de las frutas de la zona central cafetalera de Colombia y su clave ilustrada. *Revista Cenicafé* 66: 58-72. <https://www.cenicafe.org/es/publications/4.LasMoscas.pdf>
- Gonzales M, Loza-Murguía M, Smeltekop H, Cuba N, Almanza JC, Ruiz M (2011) Dinámica poblacional de adultos de la mosca boliviana de la fruta *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en el municipio de Coroico, departamento de La Paz, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society* 2: 2-12. <http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v2n2/a02.pdf>
- Hendel F (1914) Die Bohrfliegen Siidamerika. *Abhandl. Berichte Konigl. Zool. Anthropol-Ethnograph. Museum Dresden* (1912) 14 (3): 1-84.
- Hernández-Ortiz V, Aluja M (1993) Listado de especies del género Neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. *Folia Entomológica Mexicana* 88: 89-105.
- Hernández-Ortiz V (2007) Diversidad y biogeografía del género *Anastrepha* en México. In: Hernández-Ortiz V (Ed) *Moscas de la fruta en Latinoamérica* (Diptera: Tephritidae). Diversidad, biología y manejo. S y G editores, México, 53-76.

- Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria - Nuevo IBTA (2005) Consolidación de los esfuerzos del Desarrollo Alternativo. Relatório gestão 2004/2005. Cochabamba, 89 pp.
- Korytkowski CA (2009) Manual para la identificación de moscas de la fruta Género *Anastrepha* Schiner, 1868. Universidad de Panamá Programa de Maestría en Entomología. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Panamá, 140 p.
- Kovaleski A (1997) Processos adaptativos na colonização da maçã (*Malus domestica* L.) por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria, RS. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil. 122 pp.
- Ledezma AJ, Amaya LM, Magne SC, Ramos CAC, Torrico SJ, Quisberth RE (2013) Parasitoides para el control biológico de las moscas de la fruta en Santa Cruz. Tinkazos 33: 93-117.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-74512013000200006
- Lobos AC (1997) Distribución y registros de principales especies de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en los países suramericanos. Instituto de Cooperación para la Agricultura IICA, Lima, Perú, 62 p. <http://repiica.iica.int/docs/B1487e/B1487e.pdf>
- Magurran AE (2011) Medindo a diversidade Biológica. Série Pesquisa, n. 185, Editora UFPR, Curitiba, 261 p.
- Mengual X, Kerr P, Norrbom AL, Barr NB, Lewis ML, Stapelfeldt AM, Scheffer SJ, Woods P, MD-Sajedul I, Korytkowski CA, Uramoto K, Rodriguez EJ, Sutton BD, Nolzco N, Steck GJ, Gaimari S (2017) Phylogenetic relationships of the tribe Toxotrypanini (Diptera: Tephritidae) based on molecular characters. Molecular Phylogenetics and Evolution 113: 84-112. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.05.011>
- Norrbom AL, Kim KC (1988) Revision of the *schausi* Group of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) with a Discussion of the Terminology of the Female Terminalia in the Tephritoidea. Annals of the Entomological Society of America 81(2): 164-173. <https://doi.org/10.1093/aesa/81.2.164>
- Norrbom AL (1993) Two new species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) with atypical wing patterns. Proceeding of the Entomological Society of Washington. Washington DC 95 (1): 52-58. <http://biostor.org/reference/56605>
- Norrbom AL (2004a) Diptera names. The Diptera Data Dissemination Disk – Volume 2 (CD-ROM), Disk 2.
- Norrbom AL (2004b) Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini). The Diptera Data Dissemination Disk – Volume 2 (CD-ROM), Disk 1.
- Norrbom AL (2010) Tephritidae (fruit flies, moscas de frutas). In: Brown BV, Borkent A, Cumming JM, Wood DM, Woodley NE, Zumbado MA (Eds) Manual of Central American Diptera: Volume 2. NRC Research Press, Ottawa, Canada, 909-954.
- Norrbom AL, Korytkowski CA (2011) New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Zootaxa 2740: 1-23.
<https://www.mapress.com/zootaxa/2011/f/zt02740p023.pdf>

- Norrbom AL, Korytkowski CA, Zucchi RA, Uramoto K, Venable GL, McCormick J, Dallwitz MJ (2012) *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. Version: 29 May 2012. <http://delta-intkey.com/antox/intro.htm>
- Norrbom AL, Rodriguez EJ, Steck GJ, Sutton BA, Nolzco N (2015) New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Peru and Bolivia. *Zootaxa* 4041 (1): 01-94. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4041.1.1>
- Norrbom AL, Norman BB, Peter K, Mengual X (2018) Case 3772 – *Anastrepha* Schiner, 1868 (Insecta, Diptera, TEPHRITIDAE): Proposed over *Toxotrypana* Gerstaecker, 1860. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 75 (3): 165-169. <http://dx.doi.org/10.21805/bzn.v75.a033>
- Oliveira RMB, Lopes FEN, Reigada C, Lopes NG, Uchôa LLJ, Uramoto K, Souza-Filho MF, Zucchi RA (2017) Composition of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in habitats with different levels of anthropogenic activity. *Biotemas* 30 (3): 61-69. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2017v30n3p61>
- Oropeza-Cabrera A, Liedo P, Hernández E, Toledo J (2015) Demografía y desarrollo ovárico de *Anastrepha distincta* (Diptera: Tephritidae) en su hospedero natural *Inga spuria* (Fabaceae) y en mango (*Mangifera indica* L.) infestado en condiciones de laboratorio. *Acta Zoológica Mexicana* 31(2): 149-158. <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=57540669001>
- Programa Nacional de Control de Moscas de la Fruta – PROMOSCA (2016) Moscas de la fruta. <http://www.senasag.gob.bo/programas-sanidad-vegetal/promosca.html>. Accessed on: 2019-3-10
- Programa Nacional de Control de Mosca de la Fruta (2009) Identificación taxonómica de especies de moscas de la fruta en Bolivia. *Revista informativa, Bolivia*, 30 pp.
- Pruett JHC (1994). Historia, avances y perspectivas del control biológico de plagas en Bolivia. In: IV SICONBIOL - Simpósio Brasileiro de Controle Biológico, 1994. Anais, Gramado, RS, Brasil.
- Pruett JHC, Camacho E, Rogg WH (2000) Artrópodos agrícolas y agropecuarios identificados y/o registrados en Bolivia durante 50 años (1946 a 1996). In: Rogg WH (Ed) *Manual. Entomología agrícola de Bolivia*. Abya-Yala, Quito, Ecuador, 511-515.
- Quisberth RE, Torrez BJ, Torrico SJ (2016) Natural host of *Garcinia humilis* (Vahl) associated with *Anastrepha rheediae* Stone (Diptera, Tephritidae) Santa Cruz, Bolivia. Abstract of 9th Meeting of Tephritid Workers of the Western Hemisphere, Buenos Aires, Argentina.
- Rodríguez PAC, Norrbom AL, Peñaranda EA, Balseiro FT, Díaz PA, Benitez CM, Gallego J, Cruz MI, Montes JM, Rodríguez EJ, Steck GJ, Sutton BD, Quisberth RE, Lagrava JJS, Colque F (2018) New records of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Colombia. *Zootaxa* 4390 (1): 1-57. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4390.1.1>
- Ronchi-Teles B, Silva NM (2005) Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera:Tephritidae) na região de Manaus, AM. *Neotropical Entomology* 34(5): 733-741. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000500004>

- Silva ATG (2008) Caracterização morfológica e molecular de *Anastrepha bistrigata* Bezzi e *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae). Master thesis, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 65 pp.
- Silveira-Neto S, Nakano O, Barbin D, Vila Nova NA (1976) Manual de ecologia dos insetos. Agronômica Ceres, São Paulo, 420 pp.
- Stone A (1942) The fruitflies of the genus *Anastrepha*. Miscellaneous Publication, 439 U.S. Dept. of Agriculture, Washington DC, 112 pp.
- Sutton BD, Steck GJ, Norrbom AL, Rodriguez EJ, Srivastava P, Nolazco N, Colque F, Landa EY, Lagrava JJ, Quisberth E, Arévalo PE, Rodriguez CPA, Alvarez-Baca JK, Guevara ZT, Ponce P (2015) Nuclear ribosomal internal transcribed spacer 1 (ITS1) variation in the *Anastrepha fraterculus* cryptic species complex (Diptera, Tephritidae) of the Andean region. ZooKeys 540: 175-19. <https://doi.org/10.3897/zookeys.540.6147>
- Tigrero J (2009) Lista anotada de hospederos de moscas de la fruta presentes en Ecuador. Boletín Técnico 8, Serie Zoológica 4-5: 107-116. ISSN 1390-3004.
- Uramoto K, Walder MMJ, Zucchi RA (2005) Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. Neotropical Entomology 34 (1): 33-39.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000100005>
- Zucchi RA, Moraes RCB (2008) Fruit flies in Brazil. *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 20 feb. 2019.

CAPÍTULO 2

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DA TERMINÁLIA FEMININA DE
Anastrepha distincta GREENE (DIPTERA, TEPHRITIDAE, TRYPETINAE) COM
OCORRÊNCIA NO TRÓPICO DE COCHABAMBA, BOLÍVIA.**

Capítulo formatado de acordo com os requisitos da Revista Brasileira de Entomologia.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DA TERMINÁLIA FEMININA DE *Anastrepha distincta* GREENE (DIPTERA, TEPHRITIDAE, TRYPETINAE) COM OCORRÊNCIA NO TRÓPICO DE COCHABAMBA, BOLÍVIA.

Elizabeth Quisberth Ramos^{1,2*}, Luciane Marinoni^{1,2} & Allen L. Norrbom³

1 – Laboratório Estudos em Diversidade de insetos da Região Neotropical TaxonLab, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Centro Politécnico, Cx. 19020, 81531-980, Curitiba-PR, Brasil.

2 – Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

3 – Systematic Entomology Lab. USDA. National Museum of Natural History Smithsonian Institution, P.O. Box 37012-0168 Washington, DC 20013-7012.

*Correspondência: eliqramos@gmail.com

RESUMO

Anastrepha distincta Greene, mais conhecida como mosca-dos-ingás, é distribuída na Região Neotropical e sul da Região Neártica. Na Bolívia essa espécie tem registro conhecido em quatro Departamentos e na região do Trópico de Cochabamba foi relatada com frequência de 96,35% das fêmeas capturadas, associada à *Inga edulis* (Fabaceae). Há pouco conhecimento sobre *A. distincta*, especialmente em relação às variações intraespecíficas. O objetivo do presente estudo foi caracterizar a terminália feminina da população de *A. distincta* visando fornecer subsídios para o reconhecimento e identificação taxonômica corretos da espécie. Foram avaliadas 12 variáveis morfométricas: oviscapo, acúleo e ápice do acúleo em 70 exemplares. Os resultados da análise multivariada (*Principal Component Analysis* - PCA e *Linear Discriminant Analysis* - LDA) revelaram a existência de variantes nas medidas da terminália feminina, segregando três *Clusters* dentro da população com características bem definidas. As variáveis que mais discriminam e permitem a separação de indivíduos são: comprimento basal da seção não-serrada (A4), comprimento apical da seção serrada (A5), proporção entre a seção não-serrada e seção serrada (A9), proporção entre a seção não-serrada e comprimento do ápice (A11). A função discriminante LD1 foi responsável por 79,30% da discriminação e é a mais importante na separação dos grupos. O grau de variação dos caracteres morfológicos analisados em *A. distincta* reflete a capacidade dos indivíduos de responderem às

pressões do ambiente adaptando-se. Os possíveis responsáveis por estas variações são fatores antrópicos, ambientais (geográficos, hospedeiros), genéticos, bem como interações entre todos eles. Portanto, as variantes na morfologia encontradas na terminália de *A. distincta*, podem causar dificuldades ao se fazer a identificação com base nos padrões normais desta espécie, devendo-se considerar os intervalos de variação dos caracteres aqui analisados.

Palavras-chave:

Acúleo, Ápice do acúleo, Fabaceae, Moscas-dos-ingás, *Cluster*.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Anastrepha* Schiner é distribuído na Região Neotropical e sul da Região Neártica, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais da América sendo atualmente reconhecidas mais de 300 espécies (Norrbon, 2010; Mengual et al., 2017; Norrbom et al., 2018). Muitas espécies desse gênero são de expressão econômica em cultivos comerciais e têm sido estudadas com mais afinco (Norrbon et al., 2018). Porém, há espécies que ocorrem em sistemas silvestres que também merecem destaque e atenção e devem ser estudadas principalmente por sua potencialidade em tornar-se praga em determinadas regiões ou culturas.

Em estudo realizado com o material coletado pelo Projeto “Detecção e identificação das moscas-das-frutas” no Trópico de Cochabamba durante os meses de Maio a Julho de 2005, com armadilhas McPhail, a espécie *A. distincta* Greene foi a mais frequente (96,35% das fêmeas capturadas) apresentando-se em todas as localidades estudadas (Quisberth et al. - não publicado). A espécie é comumente conhecida como mosca-dos-ingás, devido à sua associação com os frutos do gênero *Inga* spp. (Fabaceae) (Norrbon et al., 1999b; Ruíz et al., 2011; Oropeza-Cabrera et al., 2015). Tem ampla distribuição no Continente Americano, ocorrendo desde o Vale do Rio Grande no Texas, passando pelo México, Guatemala, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Equador, Peru, Guiana Britânica, Trinidad até o Brasil (Norrbon, 2004a).

A. distincta apresenta pouca importância econômica na agricultura e é estreitamente relacionada aos hospedeiros nativos da família Fabaceae: *Inga edulis* Mart., *Inga insignis* Kunth, *Inga feuillei* DC. e *Inga spectabilis* Wild., etc. (Norrbon, 2004b; Tigrero, 2009). Existem também registros de hospedeiros ocasionais nas famílias: Anacardiaceae, Annonaceae, Caesaliniaceae, Clusiaceae, Juglandaceae, Myrtaceae e Sapotaceae (Norrbon et al., 1999b). Conforme relatado por Zucchi et al. (2011) e Silva et al. (2016), nas últimas décadas as plantas hospedeiras de *A. distincta*, aumentaram, na região amazônica do Brasil sendo esta espécie registrada em hospedeiros de quatro famílias de plantas: Fabaceae (*I. edulis*, *I. fagifolia* G. Don., *I. cinnamomea* Spruce, *I. thibaudiana* DC., *I. velutina* Willd.), Clusiaceae (*Platonia insignis* Mart., *Rheedia brasiliensis* (Mart.)), Moraceae (*Pouroma cecropiaefolia* Mart.) e Anacardiaceae (*Spondia mombin* L.), com preferência em frutas da família Fabaceae, especialmente, *I. edulis*. Recentemente, *A. distincta* foi registrada pela primeira vez em Passifloraceae (*Passiflora nitida* Kunth) também na Amazônia (Gomes de Souza et al., 2018).

No Equador, foi detectada ocasionalmente em goiaba (*Psidium guajava* L.), lúcumã (*Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze) e chirimoia (*Annona cherimola* Mill.) (Tigrero, 2009).

Devido à sua grande frequência em todas as localidades de estudo no Trópico de Cochabamba e por sua capacidade de adequação a variadas plantas, *A. distincta*, mesmo não apresentando riscos imediatos de fitossanidade, é uma espécie que deve ser estudada e identificada corretamente caso venha a tornar-se praga de culturas importantes para a economia da Bolívia.

Em espécies de *Anastrepha*, alto grau de polimorfismo foi observado entre seus caracteres e também semelhanças morfológicas, tornando-se difícil seu reconhecimento e identificação (Malumphy, 2005; Hernandez-Ortiz et al., 2012). Particularmente, os adultos de *A. distincta* têm sido frequentemente confundidos com *A. fraterculus* (Wiedemann) e *A. distans* Hendel (Korytkowski, 2009). Dessa maneira, para evitar erros na determinação da espécie, outras ferramentas que auxiliem na identificação, como a análise morfométrica são indicadas (Hernández-Ortiz et al., 2012).

Há poucos estudos sobre a variabilidade intraespecífica de *A. distincta*. Na Colômbia, Norrbom et al. (2005) em estudos sobre a morfologia de algumas espécies de *Anastrepha* (*A. distincta*, *A. ludens* (Loew), *A. manizaliensis* Norrbom & Korytkowski, *A. schultzi* Blanchard, *A. inca* Stone e *A. minensis* Lima), observaram que a terminália feminina apresenta-se relativamente longa e que caracteres dessa estrutura possuem variações no ovíscapo, comprimento do acúleo e comprimento do ápice do acúleo naquelas espécies.

Os resultados de Selivon et al. 2005 em *A. distincta* coletadas no sudeste do Brasil diferem das os de Busch (1962) determinaram a existência de heteromorfismo nos cromossomos sexuais. Análises comparáveis das populações de *A. obliqua* (Macquart), *A. distincta* e *A. striata* Schiner em faixas geográficas similares mostraram uma diferenciação intraespecífica muito menor (Steck, 1991).

Recentemente, no Peru, características morfológicas e a variação genética de *A. distincta* foram estudadas, utilizando a técnica de RAPD-PCR, cujos resultados revelaram um alto grau de polimorfismo nas amostras analisadas, evidenciando a diversidade que existe entre os indivíduos dessa população e que provavelmente descreve a capacidade de adaptação e sobrevivência (Sánchez-Tuestela e Prieto, 2018).

Os maiores estudos de variações intraespecíficas e interespecíficas foram relatados principalmente para o grupo *fraterculus* (Steack, 1991; Araujo e Zucchi, 2006; Frías, 2007; Selivon e Perondini, 2007; Hernández-Ortiz et al., 2004, 2012, 2015; Canal et al., 2018). No Brasil, os estudos de Selivon et al. (2002); Selivon e Perondini (2007), verificaram a existência de três diferentes entidades biológicas do grupo *fraterculus*, denominadas *Anastrepha* sp. 1 *affinis fraterculus*, *A. sp. 2 aff. fraterculus* e *A. sp. 3 aff. fraterculus*.

Hernández-Ortiz et al. (2012, 2015), determinaram que populações da espécie nominal *A. fraterculus* de diferentes partes do México e da América do Sul, na verdade, correspondem a oito diferentes morfotipos dentro do complexo *fraterculus*, em toda a Região Neotropical.

Estudos também relatam variações intraespecíficas em outras espécies, como: *A. obliqua* (Araujo e Zucchi, 2006; Mangan et al., 2011; Castañeda et al., 2015), *A. ludens* (Molina-Nery et al., 2014) e *A. pickeli* Lima (Bomfim et al., 2011). Nestas espécies a resolução taxonômica tem sido difícil, devido à sua variabilidade morfológica. No entanto, o conhecimento preciso do status taxonômico dessas espécies é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de controle ou eliminação dessas pragas, uma vez que os métodos são específicos para cada espécie.

Na Bolívia, os estudos sobre *A. distincta* são escassos, porém a presença desta espécie tem sido relatada nos Departamentos de La Paz, Cochabamba, Tarija e Santa Cruz. (*Actividad Rural Competitiva* - ARCo/USAID, 2007; *Programa Nacional de Control de Moscas de la fruta* - PROMOSCA, 2009 (A. Norrbom); Conde-Blanco et al., 2018).

A. distincta pode ser diferenciada pelos seguintes caracteres: padrão alar tipicamente inclui três faixas, costal (C) e faixa S que são unidas, e faixa V separada. O ápice da faixa V é esmaecido no vértice. Em geral, o subescutelo sem mancha escura; o mediotergito com mancha escura lateralmente. A terminália feminina apresenta um acúleo entre 2,25-3,42 mm de comprimento, maior que *A. obliqua* e *A. fraterculus*. O ápice do acúleo é alongado entre 0,34-0,43 mm e, gradualmente, menos largo 0,12-0,16 mm de largura, a constrição é mínima. A porção da parte serrada varia entre 0,41-0,56 (Norrbom et al., 2012). No entanto, na identificação das espécies de *Anastrepha*, realizada para a região do TC (*Actividad Rural Competitiva* - ARCo/USAID, 2007; Quisberth et al. - não publicado), verificou-se que *A. distincta*, apresenta variantes quanto ao tamanho na estrutura da terminália feminina, especialmente no comprimento total do acúleo e comprimento do ápice do acúleo, que vão

além dos padrões normais desta. Diante disso, é provável que a população de *A. distincta* com ocorrência no Trópico de Cochabamba, apresente caracteres morfológicos próprios da Amazônia boliviana.

Pelo exposto, o objetivo deste estudo é caracterizar a terminália feminina da população de *A. distincta* do Trópico de Cochabamba visando fornecer subsídios para o reconhecimento e identificação taxonômica corretos da espécie. Os objetivos específicos são: 1) analisar a morfometria da terminália feminina de *A. distincta* destacando as variáveis que apresentam maior diferenciação; 2) verificar a similaridade ou dissimilaridade responsáveis pela variabilidade dos caracteres da terminália feminina de *A. distincta* e 3) associar a variação morfológica com as localidades analisadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO.

A região conhecida como Trópico de Cochabamba, localizada no nordeste do Departamento de Cochabamba, abrange as províncias de Ayopaya, Chapare, Tiraque e Carrasco que fazem parte da bacia Amazônica boliviana (Fig. 1).

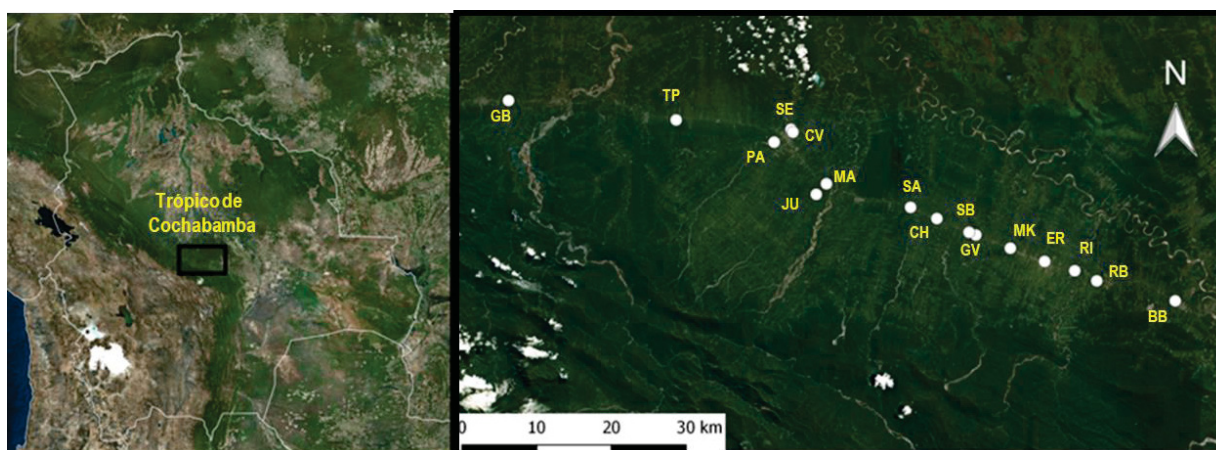


Figura 1. Distribuição geográfica da população de *A. distincta* coletada na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Acrônimos para Localidades: Bulo Bulo (BB), Rio Blanco (RB), Rio Ichoa (RI), Entre Rios (ER), Manco Kapac (MK), Gualberto Villarroel (GV), San Benito (SB), Chimboco A (CH), Sabala I (SA), 25 de Julio (JU), Majosal (MA), Cruce Vuelterero (CV), Senda 6 (SE), Paraíso (PA), Tres Pozas (TP), Germán Busch (GB).

Geograficamente localiza-se entre os paralelos de 15°30' e 17°30' de latitude sul e entre 64°20' e 66°20' de longitude oeste. Apresenta um clima muito variado com temperaturas médias anuais entre 25 a 28 °C e 18 °C nos meses frios; a precipitação média anual varia de 3.000 a 6.000 mm por ano, 80% da precipitação anual ocorre entre os meses de outubro a abril (Ferrufino e Meneses, 2004).

2.2 MATERIAL BIOLÓGICO.

Os exemplares de *A. distincta* analisados correspondem às capturas realizadas durante o desenvolvimento do Projeto: "Detecção e identificação da mosca-das-frutas no Trópico de Cochabamba, Bolívia". As moscas foram capturadas em armadilhas McPhail, o atrativo alimentar utilizado foi proteína hidrolisada-bórax (*pellets*). A armadilha foi colocada aproximadamente de ½ ou ⅓ da altura da copa das árvores e foi revisada a cada 7 a 10 dias, também as iscas foram trocadas. As amostras biológicas foram conservadas em frascos contendo álcool 70%. Foram selecionadas aleatoriamente 70 fêmeas de *A. distincta* de 16 localidades (Fig. 1 e Tabela 1) e amostras representativas foi obtida para toda a região. Mais informações podem ser obtidas em Quisberth et al. - não publicado.

Tabela 1. Código, local de coleta e número de exemplares analisados da população de *A. distincta* na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Acrônimos para localidades: Bulu Bulu (BB), Rio Blanco (RB), Rio Ichoa (RI), Entre Rios (ER), Manco Kapac (MK), Gualberto Villarroel (GV), San Benito (SB), Chimboco A (CH), Sabala I (SA), 25 de Julio (JU), Majosal (MA), Cruce Vueladero (CV), Tres Pozas (TP), Senda 6 (SE), Paraíso (PA), Germán Busch (GB).

| No. | Códigos | Províncias | Localidades | Coordenadas | | Altitude (msnm) | n |
|------------------------|---------|------------|----------------------|--------------|---------------|-----------------|-----------|
| | | | | Latitude (S) | Longitude (W) | | |
| 1 | BB | Carrasco | Bulu Bulu I | 17°14'49,3" | 64°22'21,2" | 239 | 1 |
| 2 | RB | Carrasco | Rio Blanco | 17°13'18,5" | 64°28'17,7" | 236 | 5 |
| 3 | RI | Carrasco | Rio Ichoa | 17°12'32,5" | 64°29'57,7" | 234 | 1 |
| 4 | ER | Carrasco | Entre Rios | 17°11'50,2" | 64°32'14,3" | 237 | 7 |
| 5 | MK | Carrasco | Manco Kapac | 17°10'49,9" | 64°34'50,2" | 241 | 14 |
| 6 | GV | Carrasco | Gualberto Villarroel | 17°09'49,8" | 64°37'27,0" | 235 | 5 |
| 7 | SB | Carrasco | San Benito | 17°09'37,6" | 64°37'57,8" | 227 | 3 |
| 8 | CH | Carrasco | Chimboco A | 17°08'35,2" | 64°40'24,0" | 218 | 4 |
| 9 | SA | Carrasco | Sabala I | 17°07'44,2" | 64°42'23,6" | 218 | 4 |
| 10 | JU | Carrasco | 25 de Julio | 17°05'57,0" | 64°48'45,7" | 223 | 1 |
| 11 | MA | Carrasco | Majosal | 17°06'45,2" | 64°49'31,9" | 225 | 9 |
| 12 | CV | Carrasco | Cruce Vueladero | 17°02'47,8" | 64°52'43,2" | 221 | 7 |
| 13 | TP | Carrasco | Tres Pozas | 17°01'49,3" | 64°51'26,7" | 210 | 4 |
| 14 | SE | Carrasco | Senda 6 | 17°02'2,3" | 64°51'17,8" | 218 | 2 |
| 15 | PA | Carrasco | Paraíso | 17°01'6,9" | 65°00'8,3" | 246 | 1 |
| 16 | GB | Tiraque | Germán Busch | 16°59'38,6" | 65°12'49,8" | 234 | 2 |
| Total espécimes | | | | | | | 70 |

2.3 IDENTIFICAÇÃO.

Para o reconhecimento dos padrões normais de *A. distincta* foi feita uma análise com base nas fêmeas adultas. Todos os caracteres foram examinados e comparados com as chaves interativas de Norrbom et al. (2012) e Korytkowski (2009). A identificação foi confirmada pelo especialista do grupo Dr. Allen L. Norrbom, do *Systematic Entomology Laboratory, United States Department of Agriculture, Washington, D.C.* Os espécimes *voucher* estão depositados na coleção do *Museo de História Natural Noel Kempff Mercado* da UAGRM em Santa Cruz, Bolívia e parte na Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure - DZUP do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.

Os seguintes caracteres morfológicos foram analisados:

- tórax (mediotergito, subescutelo);
- asa (três faixas: costal (C), faixa S e faixa V invertido);
- sintergosternito 7 da fêmea (comprimento oviscapo, acúleo (comprimento total), ápice do acúleo (tamanho e forma)).

2.4 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS.

Foram realizadas medidas entre dois pontos nas estruturas que compõem a terminália feminina (oviscapo, acúleo, ápice do acúleo) e foram ajustadas com base na metodologia proposta por Hernández-Ortiz et al. (2015).

Os procedimentos para a preparação do acúleo de *A. distincta* foram os descritos a seguir. O sintergosternito 7 (oviscapo) foi separado e colocado em hidróxido de sódio a 10% por 24 horas, após o acúleo foi removido com o auxílio de um estilete de ponta truncada e pinça fina. Em seguida foram feitas as montagens temporárias, o acúleo foi colocado em posição ventral entre lâmina e lamínula, usando uma gota de glicerina bidestilada USP Quimidrol®. O oviscapo foi medido com uma lente ocular milimétrica acoplada ao microscópio estéreo Carl Zeiss, a membrana eversível também foi observada. O acúleo foi observado em microscópio óptico no Laboratório de Ficologia da UFPR com aumento de 4X e o ápice em 40X. As ilustrações do ápice em posição ventral foram fotografadas com um microscópio óptico OLYMPUS BX40 com câmara de captura acoplada (OLYMPUS/câmara DP071) em 40X. Para cada fotografia, 12 pontos de referência (land-mark) foram digitalizados,

a localização dos pontos foi no acúleo e ápice do acúleo (Tabela 2 e Fig. 2), usando o software Image J e o aplicativo *Java Scriptable* disponível em: <https://imagej.nih.gov/ij/>. Posteriormente, o acúleo foi preservado em *vials* com glicerina, estes foram colocados no mesmo frasco da amostra.

Tabela 2. Código e descrição de 12 variáveis morfológicas utilizadas para a análise morfométrica da população de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Adaptado de Hernández-Ortiz et al. (2015).

| Código | Descrição |
|--------|--|
| OV | comprimento oviscapo (vista ventral); |
| A1 | comprimento total acúleo; |
| A2 | largura basal do ápice do acúleo; |
| A3 | largura no início da seção serrada; |
| A4 | comprimento basal seção não-serrada; |
| A5 | comprimento apical seção serrada; |
| A6 | comprimento diagonal esquerdo da base à ápice do acúleo; |
| A7 | número médio de dentes por lado; |
| A8 | comprimento ápice do acúleo (A4+A5); |
| A9 | proporção comprimento (comprimento seção não-serrada/comprimento seção serrada) = A4/A5; |
| A10 | proporção comprimento (comprimento ápice do acúleo/comprimento total acúleo) = A8/A1; |
| A11 | proporção comprimento (comprimento seção não-serrada/comprimento ápice do acúleo) = A4/A8. |

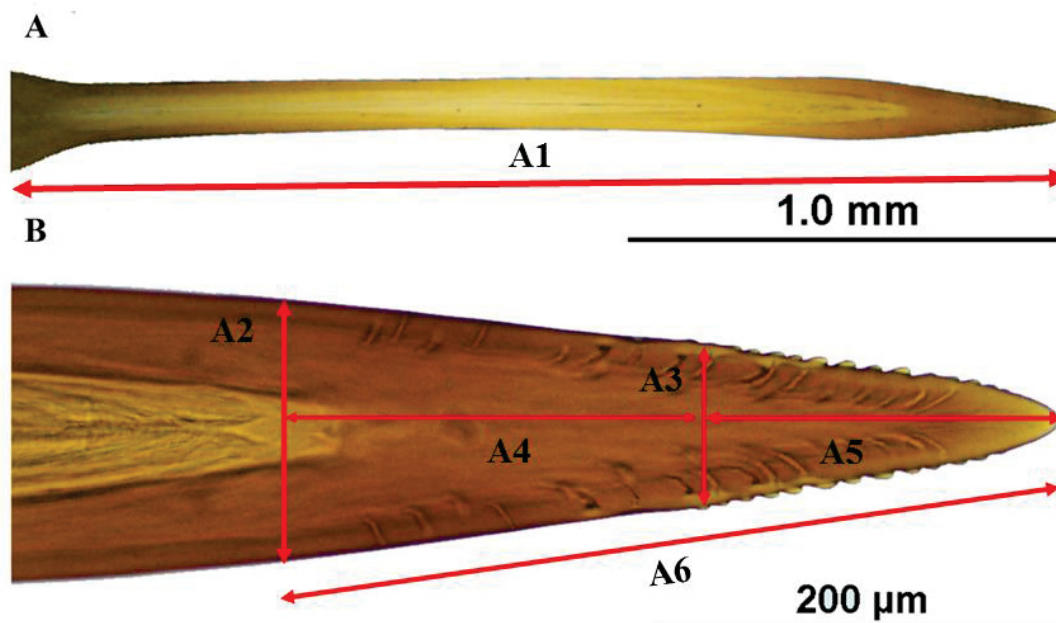


Figura 2. Medidas lineares mostrando os pontos de referência (land-mark): A. Acúleo; B. Ápice do acúleo (vista ventral) utilizados na população de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia. Adaptado de Hernández-Ortiz et al. (2015).

2.5 ANÁLISE DE DADOS.

Foi desenvolvida uma base de dados em Excel e efetuada uma análise estatística descritiva para cada variável: média, desvio padrão, variância e medidas extremas (máximos e mínimos). Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) para se conhecer a significância estatística para cada variável e a Análise de Dispersão (Pearson) entre variáveis para determinar as correlações entre as mesmas (Fallas, 2012).

Os dados das medidas morfométricas lineares da terminália feminina foram submetidos a uma análise exploratória no espaço multivariado através da Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* – PCA). Esta análise permite a definição de novas variáveis a partir de combinações lineares das variáveis originais. Este método analisa uma grande quantidade de variáveis apresentadas pelos dados que podem ser interpretados em vários graus diferentes com a perda mínima de informação (Lema, 2005). A análise foi realizada com o *Package FactoMineR* do *Software R Commander*, Ver. 3.5.3 (R Core Team, 2019). Todas as análises foram realizadas com os dados padronizados. Para a análise do PCA, considerou-se o critério de Cliff (1987), que recomenda considerar dimensões cujos valores próprios expliquem 70% ou mais da variância total.

Para separar e discriminar os *Clusters* da população de *A. distincta*, foi realizado a Análise Discriminante Linear (*Linear Discriminant Analysis* - LDA) confirmatória através do

Package MASS do R Studio versão 3.5.3 (R Core Team, 2019). Para confirmar a significância estatística dos valores médios das variáveis nos grupos foi realizada a Análise da Variância Multivariada (MANOVA). Os resultados do LDA também foram submetidos ao teste de validação cruzada para determinar os sucessos e erros de classificação que poderiam ocorrer no momento da avaliação dos indivíduos em relação aos seus *Clusters*. Na validação cruzada estimou-se o coeficiente de concordância Kappa (K) que levou os valores entre 0 a 1 (Landis e Koch, 1977).

3. RESULTADOS

3.1 ANÁLISE UNIVARIADA.

Os dados gerados a partir da análise morfométrica dos caracteres da terminália feminina de *A. distincta* revelaram um grau diferente de variabilidade nas 12 variáveis avaliadas. A variável A7 (número médio de dentes) somente foi considerada na análise descritiva tendo sido removida para as análises restantes pois muitos indivíduos (> 35%) não tinha dentes, tinham dentes incompletos ou vestigiais, provavelmente pelo uso excessivo ou idade. Nesse caso, somente 11 variáveis foram consideradas na análise multivariada.

A análise dos dados (Tabela 3) mostra as variáveis A7 (número médio de dentes, CV = 14,902), A9 (proporção entre comprimento basal da seção não-serrada e comprimento apical da seção serrada, CV = 12,408), A5 (comprimento apical da seção serrada, CV = 11,240) e A4 (comprimento basal da seção não serrada, CV = 9,017) com maiores coeficientes de variação (CV). Todas as variáveis apresentaram um $CV \leq 20\%$, o que demonstra que as médias são representativas no conjunto de dados, neste caso, há homogeneidade nos dados.

Tabela 3. Resumo da análise descritiva de dados das variáveis da população de *A. distincta* geradas a partir de medidas da terminália feminina.

| Variáveis | Mínimo | Máximo | Média | Erro Desvio | Variância | CV (%) |
|------------------|---------------|---------------|--------------|--------------------|------------------|---------------|
| OV | 2,000 | 2,825 | 2,422 | 0,182 | 0,033 | 7,524 |
| A1 | 1,930 | 2,567 | 2,271 | 0,137 | 0,018 | 6,041 |
| A2 | 0,103 | 0,134 | 0,122 | 0,006 | 0,000 | 5,258 |
| A3 | 0,061 | 0,093 | 0,079 | 0,006 | 0,000 | 8,210 |
| A4 | 0,157 | 0,227 | 0,188 | 0,017 | 0,000 | 9,017 |
| A5 | 0,122 | 0,198 | 0,160 | 0,018 | 0,000 | 11,240 |
| A6 | 0,289 | 0,418 | 0,351 | 0,028 | 0,000 | 8,118 |
| A7 | 7,500 | 14,000 | 10,987 | 1,637 | 2,615 | 14,902 |
| A8 | 0,284 | 0,415 | 0,348 | 0,028 | 0,000 | 8,196 |
| A9 | 0,909 | 1,664 | 1,182 | 0,147 | 0,021 | 12,408 |
| A10 | 0,129 | 0,191 | 0,153 | 0,011 | 0,000 | 6,918 |
| A11 | 0,476 | 0,625 | 0,539 | 0,029 | 0,000 | 5,477 |

A comparação pareada das variáveis mostrou diferenças estatisticamente significativas ($P < 0.05$) para todas as comparações entre as variáveis analisadas sendo essas diferenças o resultado do tamanho isométrico. A análise de Pearson (Tabela 4) mostrou as correlações entre as variáveis. O resultado foi significativo e rejeita-se a hipótese nula ($H_0: r=0$) a qual, foi observada em todas as comparações, ou seja, existem diferenças entre as variáveis X e Y, pois a hipótese alternativa ($H_a: r \neq 0$) é aceita.

Tabela 4. Matriz de correlação de Pearson entre variáveis quantitativas para caracterizar a população de *A. distincta* gerada a partir de medidas da terminália feminina.

| Variáveis | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A8 | A9 | A10 | A11 | OV |
|-----------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| A1 | 1,000 | | | | | | | | | | |
| A2 | 0,525 | 1,000 | | | | | | | | | |
| A3 | 0,535 | 0,770 | 1,000 | | | | | | | | |
| A4 | 0,326 | 0,451 | 0,212 | 1,000 | | | | | | | |
| A5 | 0,606 | 0,411 | 0,491 | 0,332 | 1,000 | | | | | | |
| A6 | 0,561 | 0,521 | 0,434 | 0,792 | 0,832 | 1,000 | | | | | |
| A8 | 0,576 | 0,527 | 0,435 | 0,803 | 0,829 | 0,995 | 1,000 | | | | |
| A9 | - 0,313 | - 0,025 | - 0,267 | 0,439 | - 0,693 | - 0,188 | - 0,177 | 1,000 | | | |
| A10 | - 0,204 | 0,187 | 0,062 | 0,679 | 0,439 | 0,688 | 0,680 | 0,087 | 1,000 | | |
| A11 | - 0,322 | - 0,049 | - 0,303 | 0,441 | - 0,698 | - 0,192 | - 0,180 | 0,996 | 0,090 | 1,000 | |
| OV | 0,924 | 0,399 | 0,465 | 0,248 | 0,543 | 0,476 | 0,490 | - 0,309 | - 0,239 | - 0,319 | 1,000 |

3.2 ANÁLISE MULTIVARIADA.

3.2.1 ANÁLISES DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA).

Na Análise de Componentes Principais (PCA) com base no critério do Cliff (1987), foram consideradas as duas primeiras dimensões (Dim. 1 = 48,399% e Dim. 2 = 25,637%), somadas explicam 74,036% da variância total, o restante é distribuído entre as demais dimensões (Tabela 5).

Tabela 5. Autovalores e proporção da variância explicada na Análise de Componentes Principais (PCA), na caracterização de amostras de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia.

| Autovalores | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | Dim.1 | Dim.2 | Dim.3 | Dim.4 | Dim.5 | Dim.6 | Dim.7 | Dim.8 | Dim.9 | Dim.10 | Dim.11 |
| Variância | 5,324 | 2,820 | 1,651 | 0,918 | 0,192 | 0,079 | 0,007 | 0,006 | 0,002 | 0,001 | 0,000 |
| % de var. | 48,399 | 25,637 | 15,009 | 8,341 | 1,748 | 0,720 | 0,067 | 0,053 | 0,019 | 0,007 | 0,000 |
| % de var. Acumulada | 48,399 | 74,036 | 89,045 | 97,386 | 99,134 | 99,854 | 99,921 | 99,974 | 99,993 | 100,000 | 100,000 |

A Dimensão1 é representada pelas variáveis A8 (comprimento total do ápice) com 0,854, A6 (comprimento diagonal esquerdo da base ao ápice) com 0,848, A5 (comprimento

apical da seção serrada) com 0,819 e A1 (comprimento total do acúleo) com 0,583, essas variáveis agrupam indivíduos através do ápice do acúleo. Na Dimensão 2, as variáveis com os maiores valores correspondem a A11 (proporção entre o comprimento da seção não-serrada e o comprimento do ápice) com 0,676, A9 (proporção entre o comprimento da seção não-serrada e o comprimento da seção serrada) com 0,670 e A4 (comprimento basal da seção não-serrada) com 0,618, essas variáveis foram relacionadas às proporções e dimensões da área não-serrada.

As variáveis A2 (0,470) e A3 (0,467) que representam a largura no nível base do ápice do acúleo e a largura no nível da serra, com menor representação; no entanto, não deixam de ser importantes para a caracterização dos indivíduos.

Tabela 6. Cossenos quadrados das variáveis originais e componentes principais selecionados na caracterização da população de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia.

| Variáveis | Dim.1 | Dim.2 | Sum |
|-----------|-------|-------|-------|
| A4 | 0,352 | 0,618 | 0,970 |
| A8 | 0,854 | 0,099 | 0,952 |
| A6 | 0,848 | 0,095 | 0,943 |
| A5 | 0,819 | 0,058 | 0,877 |
| A11 | 0,168 | 0,676 | 0,843 |
| A9 | 0,158 | 0,670 | 0,827 |
| A1 | 0,583 | 0,071 | 0,654 |
| A10 | 0,181 | 0,394 | 0,575 |
| OV | 0,470 | 0,096 | 0,566 |
| A2 | 0,450 | 0,019 | 0,470 |
| A3 | 0,441 | 0,025 | 0,467 |

3.2.1.1 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA).

Na representação gráfica do plano principal (Fig. 3A) a nuvem de dados é representada por 74,036% da variância total dos indivíduos nas duas dimensões. A formação dos três *Clusters* foi por dissimilaridade, ou seja, os indivíduos apresentam caracteres diferentes e cada *Cluster* foi formado pela sua semelhança, ou seja, por indivíduos com caracteres similares.

No círculo de correlações (Fig. 3B), apresenta-se a qualidade gráfica para as variáveis A4, A8, A6, A5, A11 e A9 as quais, estão bem representadas por meio dos vetores que se aproximam ao círculo de correlações. As variáveis A2 e A3 com uma representação moderada. Além disso, observa-se o grau de correlação entre variáveis, por exemplo, existe uma forte correlação entre OV, A1, A5 e A3, entre A2, A8 e A6, entre A10 e A4. No entanto, há uma correlação negativa entre OV com A9 e A11, respectivamente.

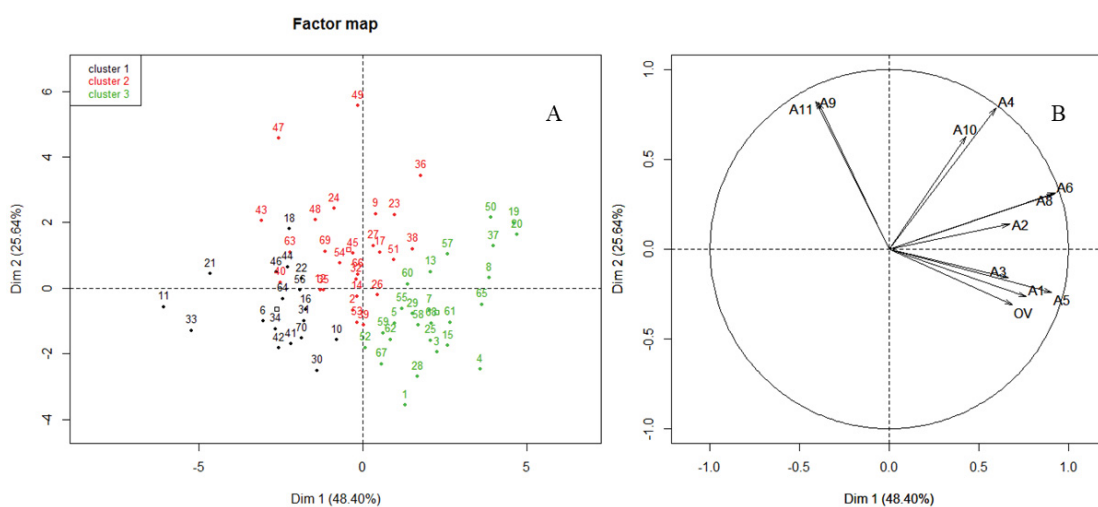


Figura 3. Representação gráfica: **A.** Plano principal e **B.** Círculo de correlações da Análise de Componentes Principais (PCA) da população de *A. distincta* gerada a partir de medidas da terminália feminina.

3.2.2 ANÁLISE DISCRIMINANTE LINEAR (LDA).

Após o PCA, a análise confirmatória foi realizada com a Análise Discriminante Linear (LDA). A interpretação gráfica (Fig. 3 e 4) mostra a função discriminante, na primeira função LD1 agrupando 79,30% dos dados na segunda função LD2 com 20,70% dos dados.

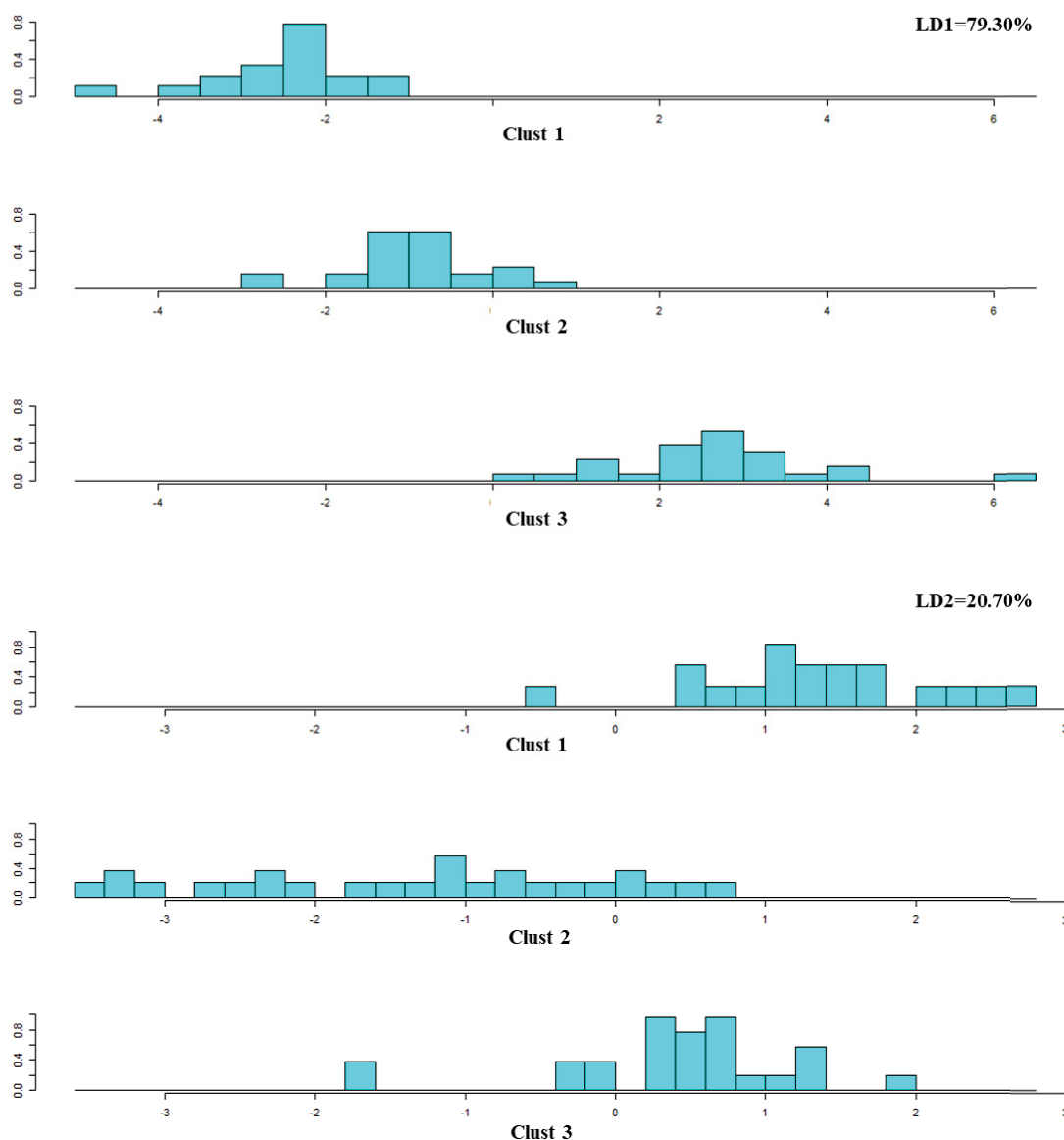


Figura 4. Histogramas: Primeira função discriminante (LD1 = 79,30%) e Segunda função discriminante (LD2 = 20,70%) confirmando a separação dos *Clusters* dentro da população de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia.

Na representação gráfica por meio dos valores de LDA, no histograma da LD1, observa-se que o *Cluster 1* e o *Cluster 3* estão bem separados; os valores de *Cluster 1* são negativos e estão entre -4 e -1, enquanto os valores de *Cluster 3* são positivos e estão entre 0 e 4, não há sobreposição entre seus valores; o *Cluster 2* não está bem separado apresentando uma sobreposição com o *Cluster 2* e *Cluster 3*. Na LD2 a alocação do *Cluster 2* é melhor, embora ainda haja uma ligeira sobreposição com *Cluster 1* e *Cluster 3* (Fig. 4).

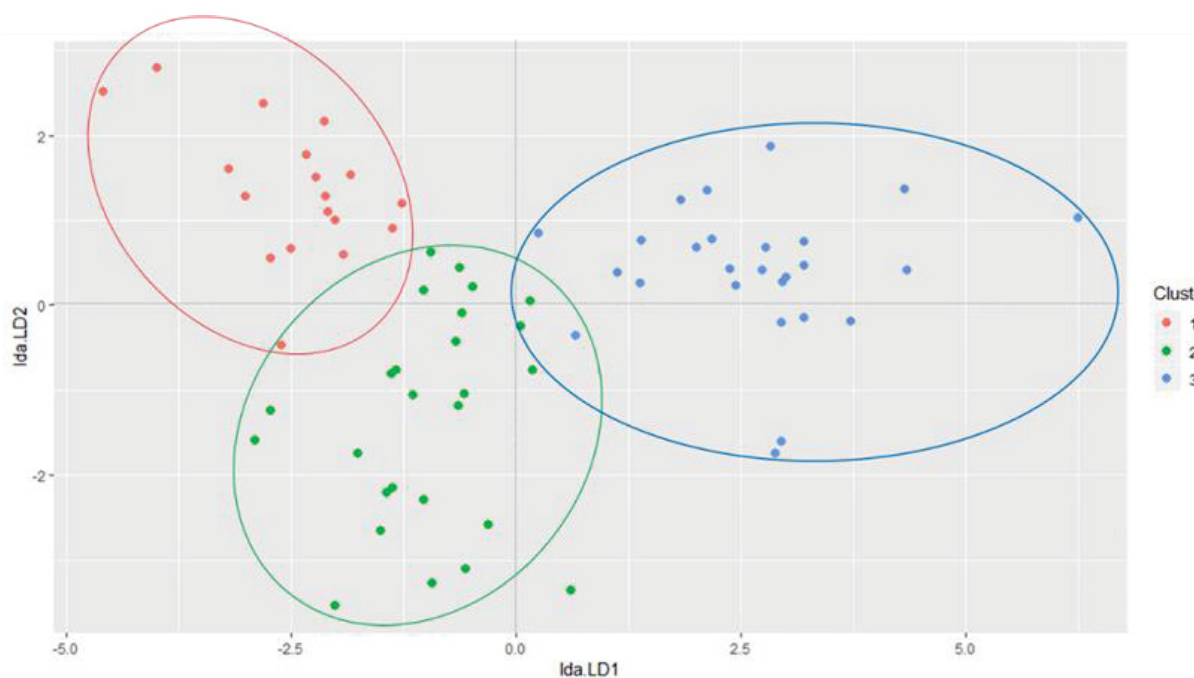


Figura 5. Representação gráfica da Análise Discriminante Linear (LDA), para três *Clusters* a partir de medidas geradas da terminália feminina da população de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia.

Na interpretação gráfica (Fig. 5) no plano dimensional da função LD1 (79,30%) e LD2 (20,70%), é observada uma clara separação dos três *Clusters* no espaço ortogonal. A projeção de indivíduos na função LD1 (eixo X) separa visivelmente indivíduos de *Cluster* 1 com valores negativos e *Cluster* 3 com valores positivos. Na função LD2 (eixo Y) a separação do *Cluster* 2 é mais visível e assume valores principalmente negativos.

O resumo da Análise de Variância Multivariada (*Multivariate Analysis of Variance* - MANOVA) demonstra a variação entre os três *Clusters* (Tabela 7). Há diferenças significativas para cada variável nos três *Clusters* e para o $Pr (> F)$. Portanto, a hipótese nula (H_0) é rejeitada e a hipótese alternativa (H_a) é aceita, indicando que existem diferenças entre as variáveis e as variações existentes nos três grupos.

Tabela 7. Análise de Variância Multivariada (MANOVA) e de comparação múltipla de agrupamentos da população de *A. distincta* geradas a partir de medidas da terminália feminina.

| No. | Variáveis | Valor F | Pr (>F) | Signif. |
|-----|-----------|---------|-----------|---------|
| 1 | OV | 49 | 1,35E-09 | *** |
| 2 | A1 | 71 | 3,46E-12 | *** |
| 3 | A2 | 26 | 2,90E-06 | *** |
| 4 | A3 | 43 | 8,88E-09 | *** |
| 5 | A4 | 16 | 0,0001512 | *** |
| 6 | A5 | 90 | 4,13E-14 | *** |
| 7 | A6 | 78 | 7,20E-13 | *** |
| 8 | A8 | 81 | 3,52E-13 | *** |
| 9 | A9 | 9 | 0,004105 | ** |
| 10 | A10 | 4 | 0,0391 | * |
| 11 | A11 | 11 | 0,001684 | ** |

Signif. códigos: 0 ‘***’, 0.001‘***’, 0.01‘**’, 0.05 ‘.’, 0.1‘‘, 1

Tabela 8. Resultados da função discriminante com medidas de variância comuns geradas a partir da terminália feminina da população de *A. distincta* com ocorrência na região do Trópico de Cochabamba, Bolívia.

| Variáveis | LD1 | LD2 |
|------------|--------|--------|
| OV | 0,320 | 0,470 |
| A1 | -2,010 | 1,610 |
| A2 | 0,400 | 0,210 |
| A3 | -0,440 | 0,100 |
| A4 | 5,890 | 1,030 |
| A5 | -4,190 | -0,280 |
| A6 | -0,760 | -3,690 |
| A8 | 0,550 | 0,980 |
| A9 | -2,760 | 0,600 |
| A10 | -1,960 | 2,780 |
| A11 | -2,730 | -0,520 |

O Teste de validação cruzada mostrou a avaliação para os 70 exemplares analisados, dos quais 67 foram corretamente classificados (95,71%) e três erroneamente classificados (4,29%) (Tabela 9).

Tabela 9. Testes de validação cruzada de agrupamentos da população de *A. distincta* geradas a partir de medidas da terminália feminina.

| Predição | Clust 1 | Clust 2 | Clust 3 | n |
|-----------|---------|---------|---------|-------|
| Clust 1 | 17 | 1 | 0 | 18 |
| Clust 2 | 1 | 25 | 0 | 26 |
| Clust 3 | 0 | 1 | 25 | 26 |
| n | 18 | 27 | 25 | 70 |
| % correto | 94,44 | 92,59 | 100,00 | 95,71 |
| % erro | 5,56 | 7,41 | 0,00 | 4,29 |

A estatística geral do Teste de validação cruzada (Tabela 9) com intervalo de confiança 95% resume a classificação dos *Clusters* e a acurácia é de 95,71%, (IC) entre os valores 0,879 mínimo e 0,991 máximo. O valor de P ao nível de 0,05% de probabilidade é menor (P-Value <2,20E-16) sendo o resultado significativo e rejeita-se a hipótese nula (Ho) com a aceitação da hipótese alternativa (Ha), a qual confirma a existência de três *Clusters* dentro da população de *A. distincta*. O coeficiente de concordância Kappa calculado é igual a 0,935 (Tabela 10) esse resultado é considerado significativo segundo a escala de classificação de Landis e Koch (1977).

Tabela 10. Resultado estatístico da tabela cruzada dos agrupamentos da população de *A. distincta* geradas a partir de medidas da terminália feminina.

Estatísticas gerais

| | |
|---------------------|--------------------|
| Accuracy | : 0.9571 |
| 95% CI | : (0.8798, 0.9911) |
| No Information Rate | : 0.3857 |
| P-Value [Acc > NIR] | : < 2.20E-16 |
| Kappa : 0.9349 | |

4. DISCUSSÃO

Esta é a primeira contribuição sobre as variantes morfológicas dos caracteres da terminália feminina em uma população de *A. distincta* evidenciadas através da análise multivariada.

4.1 ANÁLISE UNIVARIADA.

Estudos sobre a degradação estrutural do acúleo em tefritídeos (*Rhagoletis pomonella* (Walsh), *R. mendax* Curran, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) e *Bactrocera oleae* (Gmelin) determinaram que 70% das moscas coletadas no campo possuíam um desgaste na ponta do acúleo, atribuído à idade da mosca, oviposição contínua e colocação de múltipla de ovos (Jones et al., 1994). Porém, neste estudo, observou-se que somente 35% dos espécimes analisados apresentavam desgaste no ápice do acúleo principalmente, na seção serrada do ápice em relação ao padrão normal, fazendo com que a variável A7 (número médio de dentes na serra) fosse eliminada na análise multivariada.

Durante a verificação morfológica das estruturas externas para a identificação da espécie *A. distincta* foram reconhecidas variações (intraespecíficas) nas medidas do ovíscapo, acúleo e ápice de acúleo (Tabela 3). Havendo dessa forma a necessidade de recorrermos à análise morfométrica. Segundo Araujo et al. (1998) e Hernández-Ortiz, et al. (2004, 2012) as medidas das estruturas morfológicas analisadas através da morfometria (tanto a linear quanto a geométrica), auxiliam na verificação ou no reconhecimento dos espécimes, ou seja, se pertencem à mesma espécie ou a entidades evolutivas diferentes.

As variáveis OV, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9 e A11 mostraram variações significativas ($P \leq 0,05$) exceto para a A10. As medições examinadas correspondem a: comprimento do oviscapo 2,00-2,83 mm, comprimento total acúleo 1,93-2,57 mm, comprimento do ápice 0,28 a 0,42 mm, largura na base do ápice 0,10-0,13 mm, que diferem quanto às medições obtidas por Norrbom et al. (2005, 2012) (oviscapo 2,3-3,5 mm, comprimento total do acúleo: 2,25-3,42 mm, comprimento do ápice 0,34-0,43 mm e largura do ápice 0,12-0,16 mm). As medidas geradas no presente estudo diferem dos padrões normais de *A. distincta* principalmente nas medidas menores (mínimas no intervalo), as quais são inferiores aos relatados por Norrbom et al. (2012). Tais variações de tamanho dentro de uma população ou espécies de insetos podem ocorrer entre gerações ou habitats, induzidas por condições climáticas, determinadas pelo hospedeiro, dependentes da densidade, alometria e geografia (Mayr, 2005).

Uma forte correlação entre as variáveis comprimento do oviscapo (OV) e comprimento total do acúleo (A1) foi verificada, enquanto que nas variáveis do ápice de acúleo: comprimento basal da seção não-serrada (A4), o comprimento apical da seção serrada (A5) e comprimento basal diagonal esquerdo até o ápice (A6) apresentaram o maior número de correlações positivas entre 0,80 e 0,95 podendo ser considerados valores altos (Tabela 4).

Observou-se que as correlações de Pearson (Tabela 4) mais significativas ocorrem entre as variáveis A9 (proporção comprimento seção não-serrada/comprimento seção serrada) e A11 (proporção comprimento seção não-serrada/comprimento do ápice) ($r = 0,996$); A6 (comprimento basal diagonal esquerdo até o ápice) e A8 (comprimento do ápice) ($r = 0,995$); OV (oviscapo) e A1 (comprimento total acúleo) ($r = 0,924$). Os próximos valores, não tão altos de correlação estão de A5 (comprimento apical da seção serrada) e A6 (comprimento basal diagonal esquerdo até o ápice) ($r = 0,832$); A5 (comprimento apical da seção serrada) e A8 (comprimento total do ápice) ($r = 0,829$); A4 (comprimento basal da seção não-serrada) e A8 (comprimento total do ápice) ($r = 0,803$); A4 (comprimento basal da seção não-serrada) e A6 (comprimento basal diagonal esquerdo até o ápice) ($r = 0,792$); e A2 (largura na base do ápice) e A3 (largura no início da serra) ($r = 0,770$). Também, destacam-se as correlações negativas de A5 (comprimento apical da seção serrada) e A11 (proporção comprimento seção não-serrada/comprimento de ápice) ($r = -0,698$); e A5 (comprimento apical da seção serrada) e A9 (proporção entre comprimento seção não-serrada/comprimento seção serrada) ($r = -0,693$).

Essas características podem ser interpretadas de diferentes maneiras e a interpretação das correlações entre duas variáveis é puramente matemática e livre de qualquer implicação de causa ou efeito. O fato de que duas variáveis tendem a crescer ou diminuir juntas não indica que uma tenha um efeito direto sobre a outra (Fallas, 2012).

4.2 ANÁLISE MULTIVARIADA.

4.2.1 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA).

Na análise exploratória de dados do PCA os indivíduos e variáveis foram resumidos em duas dimensões que representam 74,036% da variação total, o que é aceitável de acordo com Cliff (1987). No gráfico do plano principal (Fig. 3A) os indivíduos foram agrupados por sua similaridade dentro de um *Cluster* e por dissimilaridade segregados em três *Clusters*. A Dimensão 1 (eixo X) separou os indivíduos em *Cluster 1* e *Cluster 3* e a Dimensão 2 (eixo Y) ajudou a distinguir o *Cluster 2* com ligeira sobreposição com *Cluster 1* e *Cluster 3*. A formação de agrupamentos no PCA é primeira evidência que *A. distincta* apresenta variantes intraespecíficas na terminália feminina.

Na representação gráfica do PCA a sobreposição do plano principal (Fig. 3A) com o círculo de correlações (Fig. 3B) relaciona-se aos indivíduos com suas variáveis. Observa-se que os indivíduos do *Cluster 1* apresentaram pequenas estruturas no comprimento do ovíscapo (OV), comprimento total acúleo (A1) e comprimento do ápice (A8). Tais estruturas são menos largas na base do ápice (A2) e largura no início da serra (A3) sendo que 18 indivíduos pertencem a este grupo (26% do total).

O *Cluster 2* compreende indivíduos cujas medidas estão dentro do padrão normal da espécie, exceto para as variáveis: comprimento basal da seção não-serrada (A4), proporção entre seção do comprimento não-serrada/comprimento da seção serrada (A9) e proporção entre comprimento de seção não-serrada/comprimento de ápice do acúleo (A11). A este grupo correspondem 26 indivíduos (37% do total).

O *Cluster 3* caracteriza-se por apresentar medidas maiores nas variáveis: OV (comprimento ovíscapo), A1 (comprimento total acúleo), A5 (comprimento apical da seção serrada), A4 (comprimento basal da seção não-serrada) e A8 (comprimento ápice de acúleo). Também apresentam medidas maiores em A2 (largura na base do ápice) e A3 (largura no início

da serra) quando comparadas entre o *Cluster 1* e *Cluster 2*. Dentro desse conjunto foram classificados 26 indivíduos, que representam 37% do total.

É razoável dizer que as possíveis causas que justificariam as variantes encontradas no ovíscapo, acúleo e ápice do acúleo de *A. distincta* estão relacionadas às condições ambientais como: distâncias geográficas (Hernández-Ortiz et al., 2004; 2012), altitude (Hodkinson, 2005; Maveety et al., 2011), associação com seus hospedeiros (Zucchi, 2000a; Hernández-Ortiz et al., 2004) e finalmente fatores genéticos (Selivon et al., 2005b). As interações entre todos esses fatores, por sua vez, podem aumentar a variação genotípica e fenotípica com possível ocorrência de espécies crípticas com mínimas diferenças morfológicas (Hernández-Ortiz et al., 2004).

A variação intraespecífica do acúleo em tefritídeos parece estar relacionada à escolha de diferentes plantas hospedeiras e às estruturas que a compõem cumprindo uma função adaptativa (White e Marquadt 1989). Ainda, segundo os autores, as dimensões do acúleo podem ser ajustadas aos substratos de oviposição. As variantes morfológicas observadas no acúleo de *A. distincta* (acúleo com ápice robusto, acúleo com ápice fino, ápice com menor área serrada e ápice com maior área serrada) podem estar relacionadas ao uso de diferentes tipos de *Inga* spp. e outros frutos hospedeiros alternativos existentes na região como estratos de oviposição pois tais frutos possuem diferentes espessuras e durezas nas cascas. O efeito geográfico é descartado, uma vez que as localidades avaliadas dentro da área de estudo são próximas e apresentam condições semelhantes em clima, topografia e vegetação.

Días-Fleishner et al. (1999), da mesma forma, indicaram que tefritídeos cujos frutos hospedeiros apresentam cutículas espessas tendem a ter pequenos acúleos com a ponta larga e ângulos mais pontiagudos sendo ambos os atributos facilitadores à penetração da terminália feminina no fruto hospedeiro. Assim, é possível, que o tamanho grande do corpo, típico de *Anastrepha*, permita que a terminália feminina penetre em frutos de cutícula espessa, apesar de terem uma ponta longa e acúleo com ápice relativamente largo.

4.2.2 ANÁLISE DISCRIMINANTE LINEAR (LDA).

O LDA confirmou a formação de três *Clusters* dentro da população de *A. distincta* detectada pelo PCA que pode ser observada nas Figs. 4 e 5. A projeção dos indivíduos na função LD1 (79,30%) segregou visivelmente os indivíduos do *Cluster 1* e *Cluster 3* e a função LD2 (20,70%) separou *Cluster 2*, com ligeira sobreposição de alguns valores.

O LDA também confirmou os valores médios das variáveis (valores expressos em milímetros = mm) consideradas na terminália feminina e a distribuição dos indivíduos em cada subgrupo. Os 18 indivíduos que formaram o *Cluster* 1 apresentaram medidas pequenas nas estruturas (OV=2,250, A1=2,130, A2=0,117, A3=0,074 e A8=0,317). O *Cluster* 2 agrupou 26 indivíduos com estruturas de tamanho médio (OV=2,414, A1=2,261, A2=0,124, A3=0,079 e A8=0,347) e no *Cluster* 3, 26 indivíduos são agrupados e estes são caracterizados por terem grandes estruturas (OV=2,551, A1=2,380, A2=0,126, A3=0,084 e A8=0,371). Segundo Balzarini et al. (2015) o LDA permite que as diferenças entre os grupos sejam maximizadas ou tornadas mais evidentes.

A análise estatística através do MANOVA confirmou a existência de diferenças significativas nas variáveis analisadas (Tabela 7). As variáveis com maiores variações foram: A5 (valor F = 90,39, P = 4,13E-14), A8 (valor F = 80,82, P = 3,52E-13), A6 (valor F = 77,75, P = 7,20 E-13) e A1 (valor-F = 71,26, P = 3,46E-12). Estas também são as que discriminam mais, dando origem à formação de três agrupamentos na população de *A. distincta*.

A função discriminante (Tabela 8) evidenciou que as variáveis: A4 (comprimento basal da seção não-serrada), A5 (comprimento apical da seção serrada), A9 (proporção entre o comprimento seção não-serrada/comprimento seção serrada) e A11 (proporção entre o comprimento seção não-serrada/comprimento de ápice) são as variáveis que mais discriminam no LD1, suplementado com A6 (comprimento diagonal basal a ápice) e A10 (proporção entre comprimento de ápice e comprimento total de acúleo) na função LD2. Ditas funções são as responsáveis pela diferenciação dos *Clusters* separando os indivíduos de *A. distincta* em *Clusters* bem definidos. Porém, descrevemos a função LD1 como a mais importante, pois contribuiu com 79,30% dos dados na discriminação dos grupos. O objetivo do LDA não é a formação de grupos a partir de um conjunto de variáveis, mas saber se essas novas variáveis têm a capacidade de discriminar (Balzarini et al., 2015).

Outros autores realizaram análises semelhantes de funções discriminantes com espécies de *Anastrepha*. Perre et al. (2014) e, observaram que as medidas da ponta do acúleo em *A. fraterculus*, *A. sororcula* Zucchi e *A. obliqua*, apresentaram ampla variação intraespecífica e interespecífica onde a medida lateral L6 (distância da abertura da cloaca até o início da parte denteada) foi a que melhor diferenciou essas espécies. Em *A. fraterculus*, as medidas L4 (distância da abertura da cloaca ao ápice extremo) e L5 (parte lateral da serra) são as que melhor separam das demais espécies.

Araujo et al. (1998) e Araujo e Zucchi (2006) através das funções padronizadas, verificaram que as medidas do ápice foram as que mais contribuíram para discriminar *A. fraterculus*, *A. zenildae* Zucchi, *A. obliqua*, *A. sororcula* e *A. turpiniae* Stone na primeira função são as seguintes: D1 (comprimento ápice do acúleo), D2 (distância entre a abertura genital e o início da serra), D3 (comprimento da serra) e D7 (a distância entre a abertura genital e o início da serra, levando em consideração a constrição antes da serra) e concluíram que a primeira função foi responsável por 72% da discriminação e é a mais relevante na separação dos grupos.

Com a análise confirmatória (LDA) e o teste de validação cruzada, é possível avaliar os indivíduos de cada grupo e alocá-los da melhor maneira possível (Jaramillo e Dujardín, 2002). Desta maneira, com o teste de validação cruzada foi possível verificar a correta classificação dos indivíduos em seus respectivos grupos com 95,71% (4,29% de erro) (Tabela 9). O *Cluster 1* e *Cluster 2* apresentaram uma taxa de erro maior (5,56% e 7,41%, respectivamente). Essa situação também pode ser interpretada nas Figs. 4 e 5. Há uma sobreposição entre os *Clusters* representando o total de casos erroneamente classificados (4,29%). Além disso, o coeficiente de concordância de Kappa estimado, igual a 0,935, é considerado quase perfeito segundo a escala de Landis e Koch (1977) confirmando a separação dos três grupos na população de *A. distincta*.

Perre et al. (2014) utilizando o LDA nas variáveis morfométricas dos acúleos em *A. fraterculus*, *A. sororcula* e *A. obliqua*, agruparam com sucesso as espécies em três grupos e apenas 1,31% dos indivíduos foram identificados erroneamente com o teste de validação cruzada. Na Argentina, Gómez-Cendra et al. (2016) coletaram espécimes de *A. fraterculus* de diferentes regiões geográficas e de diferentes plantas hospedeiras, e analisaram caracteres de tórax, cabeça e asa por meio de morfometria e concluíram que as diferenças morfológicas ocorrem mais pelo tipo de fruto do que pela geografia.

Benítez (2013) e Benítez et al. (2015) citaram que o estresse nutricional e a densidade populacional são fatores que podem contribuir para mudanças morfológicas nos insetos. A esse respeito, Zucoloto (2000) menciona que a composição nutricional de proteínas e carboidratos é determinante na fase imatura, conseqüentemente afetando o peso, o tempo de desenvolvimento, a composição química do corpo e o tamanho dos adultos.

Segundo Carvajal-Rodriguez (2005), em uma abordagem de comparação de grupos, é possível determinar a existência de uma base primitiva (padrão normal) que evidencie que há indivíduos em cada grupo com semelhanças nas estruturas analisadas (oviscapo, acúleo e ápice do acúleo). O fato dos *Clusters* serem considerados subgrupos determina a existência de um ancestral comum, no qual muitas características ainda podem ser compartilhadas.

As análises mostraram que os três *Clusters* encontrados ocorreram coincidentemente em sete localidades (43,75%) (Rio Blanco, Entre Rios, Manco Kapac, Chimboco A, Majosal, Cruce Vueltadero e Tres Pozas) das 16 consideradas neste estudo. A alta pressão populacional (frequência > 90%) de *A. distincta* no TC pode ser que esteja causando a exploração de novos hospedeiros ainda desconhecidos na região. Bomfim et al. (2011) consideram que as variantes morfológicas podem ser atribuídas às plantas hospedeiras que usam como alimento. Por tanto, as evidências encontradas por Selivon et al. (2004) e Rull et al. (2012) em *A. fraterculus*, acomodam-se neste estudo por à proximidade geográfica entre as localidades, sendo possível que os três *Clusters* de *A. distincta* diferenciados com sucesso coexistam em simpatria, ademais, da utilização diferentes hospedeiros de Fabaceae.

O alto polimorfismo dos caracteres, juntamente com as semelhanças morfológicas qualitativas entre as espécies de *Anastrepha*, dificulta a diferenciação usando métodos convencionais (Hernández-Ortiz et al., 2004; Selivon et al., 2005) portanto, é evidente a necessidade de busca por outros métodos capazes de complementar a eficácia do diagnóstico morfológico. As contribuições da morfometria linear são valiosas como uma ferramenta para esclarecer as variantes dentro de *A. distincta*.

A visualização das diferenças morfológicas entre os indivíduos de *A. distincta* confirmam a existência de mais de um *Cluster* na população estudada. Nesse sentido, esta metodologia, além de ajudar a resolver incertezas taxonômicas, pode estar evidenciando a presença de diferentes morfotipos e processos micro adaptativos ou evolutivos que estejam ocorrendo na região do Trópico de Cochabamba. Portanto, sugere-se a realização de estudos em hospedeiros específicos e alternativos.

5. CONCLUSÕES

As análises das medidas da terminália feminina por meio da análise multivariada (PCA e LDA) ajudaram a detectar variação intraespecífica na população de *A. distincta* que ocorre na região do Trópico de Cochabamba com a definição de três agrupamentos com características bem definidas: *Cluster 1* com estruturas pequenas, *Cluster 2* com estruturas normal e *Cluster 3* com estruturas grandes.

Os três agrupamentos de espécimes de *A. distincta* ocorrem coincidentemente em sete localidades: Rio Ichoa, Entre Ríos, Manco Kapac, Chimboco A, Majosal, Cruce Vueltadero e Tres Pozas. Pela proximidade geográfica entre as localidades é possível dizer que os três *Clusters* coexistem em simpatria, utilizando diferentes hospedeiros dentro da família Fabaceae.

As estruturas mais relevantes que discriminam e permitem a separação de indivíduos em diferentes grupos na primeira função discriminante (LD1) são as variáveis: comprimento basal da seção não-serrada (A4), comprimento apical da seção serrada (A5), proporção entre a seção não-serrada e seção serrada (A9) e proporção entre a seção não-serrada e comprimento do ápice do acúleo (A11). Apesar das variações mínimas no acúleo e o ápice do acúleo, foi possível diferenciá-las através da análise multivariada. Esse fato indica a necessidade de que maior cuidado na identificação da espécie deve ser tomado, especialmente, nas estruturas que compõem o ápice do acúleo que é decisivo na definição da espécie.

O grau de variação dos caracteres morfológicos analisados em *A. distincta* reflete a capacidade dos indivíduos de se adaptarem às pressões do ambiente. Os possíveis responsáveis por estas variações são fatores antrópicos, ambientais (geográficos, hospedeiros), genéticos, bem como interações entre todos eles. Portanto, as variantes na morfologia encontradas na terminália de *A. distincta*, podem causar dificuldades ao se fazer a identificação com base nos padrões normais desta espécie, devendo-se considerar os intervalos de variação dos caracteres aqui analisados.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Mauricio Moura, Gabriel Massaccesi De La Torre e Raquel Divieso pela ajuda com as análises estatísticas, Ikaró da Graça Santos por ajudar a preparar as figuras do acúleo e Lucas R. Gomes por sua ajuda para preparar o mapa. A Thelma Veiga Ludwig do Laboratório de Ficologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná pelo empréstimo de microscópio óptico com câmera de captura de fotos. O *Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária* - Nuevo IBTA que gentilmente providenciou o empréstimo do material biológico de *Anastrepha* spp. Somos gratos aos comentários e sugestões de 3 revisores anônimos que melhoraram o manuscrito. Gostaríamos também de agradecer a ajuda de Natalia Ladino e Pedro H. Lima Ribeiro por revisarem gentilmente a versão em inglês deste manuscrito. A primeira autora recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Processo CAPES 1784500); a segunda autora é bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq (Processo: 308994/2018-3).

6. REFERÊNCIAS

- Actividad Rural Competitiva (ARCo/USAID). 2007. Identificación de especies de moscas de la fruta en el Trópico de Cochabamba, Bolivia.
- Araujo, E.L., Nascimento, F.M., Zucchi, R.A. 1998. Utilização da análise discriminante em estudos taxonômicos de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae). *Sci. Agric.* 55 (1), 105-110.
- Araujo, E.L., Zucchi, R.A. 2006. Medidas do acúleo na caracterização de cinco espécies de *Anastrepha* do grupo *fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *Neotrop. Entomol.* 35 (3), 329-337.
- Balzarini, M., Bruno, C., Córdoba, M., Teich, I. 2015. Herramientas en el Análisis Estadístico Multivariado. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Benítez, H.A. 2013. Assessment of patterns of fluctuating asymmetry and sexual dimorphism in carabid body shape. *Neotrop. Entomol.* 42, 164-169. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-012-0107-z>.
- Benitez, H.A., Vargas, H.A., Püschel, T. 2015. Left-right asymmetry and morphological consequences of a host shift in the oligophagous Neotropical moth *Macaria mirthae* (Lepidoptera: Geometridae). *J. Insect. Conserv.* 19 (3), 589-598.
- Bomfim, Z.V., Lima, K.M., Silva, M.A., Zucchi, R.A. 2011. A morphometric and molecular study of *Anastrepha pickeli* Lima (Diptera: Tephritidae). *Neotrop. Entomol.* 40 (5), 587-594. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000500010>.

- Busch, G.L. 1962. The cytotaxonomy of the larvae of some Mexican fruit flies in the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Psyche*. 69, 87-100.
- Canal, N.A., Pedro, E., Galeano-Olaya, P.E., Castañeda, M.R. 2018. Phenotypic Structure of Colombian Populations of *Anastrepha fraterculus* Complex (Diptera: Tephritidae). *Fla. Entomol.* 101 (1), 299-310. <https://doi.org/10.1653/024.101.0222>.
- Carvajal-Rodríguez, A., Conde-Padin, P., Rolán-Alvarez, E. 2005. Decomposing shell form into size and shape by geometric morphometric methods in two sympatric ecotypes of *Littorina saxatilis*. *J. Mollus. Stud.* 71, 313-318. <http://dx.doi.org/10.1093/mollus/eyi037>.
- Castañeda, M.R., Selivon, D., Hernández-Ortiz, V., Soto, A., Canal, A.N. 2015. Morphometric divergence in populations of *Anastrepha obliqua* (Diptera, Tephritidae) from Colombia and some Neotropical locations. *Zookeys*. 540, 61-81. <http://dx.doi:10.3897/zookeys.540.6013>.
- Cliff, N. 1987. *Analyzing multivariate data*. San Diego.
- Conde-Blanco, E.A., Loza-Murguía, G., Asturizaga-Aruquipa, L.B., Ugarte-Anaya, D., Jiménez-Espinoza, R. 2018. Modelo de fluctuación poblacional de moscas de la fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann 1824) y *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en dos rutas en el municipio de Caranavi, Bolivia. *J. Selva Andina Res. Soc.* 9, 3-24. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v9n1/v9n1_a02.pdf.
- Días-Fleischner, F., Papaj, D., Prokopy, R.J., Norrbom, A.L., Aluja, M. 1999. Evolution of fruit fly behavior, in: Aluja, M., Norrbom, A.L. (Eds.), *Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior*. CRC Press, Florida, pp. 811-841.
- Fallas, J. 2012. *Correlación Lineal. Midiendo la relación entre dos variables*, Costa Rica.
- Ferrufino, C.A., Meneses, J.L. 2004. Los suelos del Trópico de Cochabamba (Bolivia): Identificación de restricciones edáficas para cultivos de banano, palmito, piña y pastos. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica (LACS)*, 21: 1-10. [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/CCAEBBC0F084E555E852579990060EBBC/\\$FILE/Mapas%20suelos%20Chapare-Ferrufino.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/CCAEBBC0F084E555E852579990060EBBC/$FILE/Mapas%20suelos%20Chapare-Ferrufino.pdf)
- Frías, D. 2007. Especiación simpátrica y sus implicaciones genéticas y morfológicas en moscas de la fruta, in: Hernández-Ortiz, V. (Ed.), *Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo*. S y G editores, México, D.F. pp. 1-25.
- Gomes de Souza, E., Acioli, S.A.A., Marques da Silva M.N., Costa da Silva, C.F. 2018. Novos registros de hospedeiros para espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no estado do Amazonas, Brasil. *Arq. Inst. Biol.* 85, 1-3. <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657000842017>.
- Hernández-Ortiz, V., Gómez-Anaya, J.A., Sánchez, A., McPheron, B.A., Aluja, M. 2004. Morphometric analysis of Mexican and South American populations of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae) and recognition of a distinct Mexican morphotype. *B. Entomol. Res.* 94, 487-499. <https://doi.org/10.1079/BER2004325>.
- Hernández-Ortiz, V., Bartolucci, F.A., Morales-Valles, P., Frías, D., Selivon, D. 2012. Cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae): a multivariate

- approach for the recognition of South American morphotypes. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 105 (2), 305-318. <https://doi.org/10.1603/AN11123>.
- Hernández-Ortiz, V., Canal, N.A., Tigrero, J.O., Ruiz-Hurtado, F.M., Dzul-Cauich, J.F. 2015. Taxonomy and phenotypic relationships of the *Anastrepha fraterculus* complex in the Meso-American and Pacific Neotropical dominions (Diptera, Tephritidae), in: De Meyer, M., Clarke, A.R., Vera, T.M., Hendrichs, J. (Eds.), *Resolution of Cryptic Species Complexes of Tephritid Pests to Enhance SIT Application and Facilitate International Trade*. *ZooKeys* 540, 95-124. <https://doi.org/10.3897/zookeys.540.6027>.
- Hodkinson, I.D. 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biol. Rev.* 80, 489-513. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006767>.
- Jaramillo, N., Dujardín, J.P. 2003. Análisis morfométrico: Significado biológico del tamaño y la conformación, in: Guhl, F., Schofield, C.F. (Eds.), *Proceedings fourth International Workshop on population genetic and control of Triatominae*. Cartagena de Indias (ECLAT 4). CIMPAT, Universidad de los Andes, Bogotá, pp. 151-166.
- Jones, S.R., Kim, K.C. 1994. Aculeus Wear and Oviposition in Four Species of Tephritidae (Diptera), *Ann. Entomol. Soc. Am.* 87 (1), 104–107. <https://doi.org/10.1093/aesa/87.1.104>
- Korytkowski, C.A. 2009. Manual para la identificación de moscas de la fruta Género *Anastrepha* Schiner, 1868. Universidad de Panamá Programa de Maestría en Entomología. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Panamá.
- Landis, J.R., Koch, G.G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 33: 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>.
- Lema, T.A. 2005. Elementos de estadística multivariada, segunda ed. Medellín, Colombia.
- Malumphy, C. 2005. Training of diagnostic specialist in Hungary. Identification of non-European quarantine fruit flies (Diptera: Tephritidae). United Kingdom (UK).
- Mangan, R., Donald, B.T., Moreno, A.T., Robark, D. 2011. Grapefruit as a host for the West Indian Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 104 (1), 54-62.
- Maveety, S.A., Browne, R.A., Erwin, T.L. 2011. Carabidae diversity along an altitudinal gradient in a Peruvian cloud forest (Coleoptera). *ZooKeys*. 47, 851-666. <https://doi.org/10.3897/zookeys.147.2047>.
- Mayr, E. 2005. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo.
- Mengual, X., Kerr, P., Norrbom, A.L., Barr, N.B., Lewis, M.L., Stapelfeldt, A.M., Scheffer, S.J., Woods, P., MD-Sajedul, I., Korytkowski, C.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. *Mol. Phylogenet. Evol.* 113, 84-112. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.05.011>.

- Molina-Nery, M.C., Ruiz-Montoya, L., Zepeda-Cisneros, C.S., Liedo, P. 2014. Genetic structure of populations of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Fla. Entomol.* 97, 1648-1661
- Norrbom, A.L., Zucchi, R.A., Hernández-Ortiz, V. 1999b. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology, in: Aluja, M., Norrbom, A.L. (Eds.), *Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior*. CRC Press, Florida, pp. 299-342.
- Norrbom, A.L., 2004a. Diptera names. The Diptera Data Dissemination Disk-Volume 2 (CD-ROM), Disk 2.
- Norrbom, A.L., 2004b. Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini). The Diptera Data Dissemination Disk – Volume 2 (CD-ROM), Disk 1.
- Norrbom, A.L., Korytkowski, C.A., Gonzales, O.B. 2005. A new species of *Anastrepha* from Colombia related to Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Rev. Colom. Entomol.* 31 (1), 67-70.
- 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. Version: 29 May 2012. <http://delta-intkey.com/antox/intro.htm>.
- Norrbom, A.L., Norman, B.B., Peter, K., Mengual, X. 2018. Case 3772 – *Anastrepha* Schiner, 1868 (Insecta, Diptera, TEPHRITIDAE): Proposed over *Toxotrypana* Gerstaecker, 1860. *Bull. Zool. Nomencl.* 75 (3): 165-169. <http://dx.doi.org/10.21805/bzn.v75.a033>.
- Oropeza-Cabrera, A., Liedo, P., Hernández, E., Toledo, J. 2015. Demografía y desarrollo ovárico de *Anastrepha distincta* (Diptera: Tephritidae) en su hospedero natural *Inga spuria* (Fabaceae) y en mango (*Mangifera indica* L.) infestado en condiciones de laboratorio. *Acta Zool. Mex.* 31 (2), 149-158. <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=57540669001>.
- Pereira-Rego, D.R.G., Jahnke, S.M., Redaelli, L.R. 2011. Morfometría de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) relacionada a hospederos nativos, Myrtaceae. *Arq. Inst. Biol.* 78 (1), 37-43.
- Perre, P., Jorge, L.R., Lewinsohn, T.M., Zucchi, R.A. 2014. Morphometric differentiation of fruit fly pest species of the *Anastrepha fraterculus* group (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 107, 490-495. <http://dx.doi.org/10.1603/AN13122>.
- PROMOSCA - Programa Nacional de Control de Mosca de la Fruta, 2009. Identificación taxonómica de especies de moscas de la fruta en Bolivia, Tarija.
- R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Disponible em: <http://www.R-project.org/>
- Ruiz, L.C., Oropeza, A., Toledo, J. 2011. Nuevas asociaciones de especies de parasitoides y *Anastrepha distincta* (Diptera: Tephritidae) en el Soconuco, Chiapas, México. *Acta Zool. Mex.* 27 (3), 813-818.

- Rull, J., Abraham S., Kovaleski, A., Segura, D.F., Islam, A., Wornoyayporn, V., Dammalage, T., Tomas, U.S., Vera, M.T. 2012. Random mating and reproductive compatibility among Argentinean and southern Brazilian populations of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). B. Entomol. Res. 1-9.
- Sánchez-Tuestela, L., Prieto, Z. 2018. Caracterización morfológica y variación genética de *Anastrepha distincta* mediante la técnica RAPD-PCR. Facultad de ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Sciéndo 21 (3), 325-331. <http://dx.doi.org/10.17268/sciendo.2018.035>.
- Selivon, D., Perondini, A.L.P. 2007. Especies crípticas del complejo *Anastrepha fraterculus* en Brasil, in: Hernández-Ortiz, V. (Ed.), Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo. S y G editores, México, D. F., pp. 101-117.
- Selivon, D., Perondini, A.L.P., Morgante, J.S. 2005. A genetic-morphological characterization of two cryptic species of *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 98, 367-381. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2005\)098\[0367:AGCOTC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2005)098[0367:AGCOTC]2.0.CO;2).
- Selivon, D., Vretos, C., Fontes, L., Perondini, A.L.P. 2004. New variant forms in the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera, Tephritidae), in: Barnes, B. (Ed.), Proc. 6th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Isteg Scientific Publications, South Africa, pp. 253-258.
- Selivon, D., Perondini, A.L.P., Rocha, L.S. 2005. Karyotype characterization of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). Neotrop. Entomol. 34 (2): 273–279. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000200015>.
- Selivon, D., Perondini, A.F., Ribeiro A.F., Marino, C.L., Lima, M.M.A., Coscrato, V.E. 2002. *Wolbachia* endosymbiont in a species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera, Tephritidae). Invertebr. Reprod. Dev. 42, 121:127. <http://dx.doi.org/10.1007/s00284-009-9433-8>
- Silva, R. A., Souza, M.S.M., Pereira, J.F. 2016. *Anastrepha* species and their host in the Brazilian Amazon. <http://anastrepha.cpfap.embrapa.br> (accessed 16 May 2019).
- Steck, G.J. 1991. Biochemical systematics and population genetic structure of *Anastrepha fraterculus* and related species (Diptera: Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 84, 10-28.
- Tigrero, J. 2009. Lista anotada de hospederos de moscas de la fruta presentes en Ecuador. Boletín Técnico 8, Serie Zoológica 4-5.
- White, I.M., Marquadt, K. 1989. A revision of the genus *Chaetorellia* Hendel (Diptera, Tephritidae) including a new species associated with spotted knapweed, *Centaurea maculosa* Lam. (Asteraceae). B. Entomol. Res. 79, 453-487.
- Zucchi, R.A., Silva, R.A., Deus, E. 2011. Espécies de *Anastrepha* e seus hospedeiros na Amazônia brasileira, in: Silva, R. A., Lemos, W. P., Zucchi, R.A. (Eds.), Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Embrapa Amapá, Macapá, pp. 52-70.

- Zucchi, R.A. 2000. Taxonomia, in: Malavasi, A., Zucchi, R.A. (Eds.), Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Holos, Ribeirão Preto, pp.13-24.
- Zucoloto, F.S. 2000. Alimentação e nutrição de Mosca-das-frutas, in: Malavasi, A., Zucchi, R.A. (Eds.), Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Holos, Ribeirão Preto, pp. 67-80.

RESUMO GERAL

A atualização do inventário das espécies de *Anastrepha* foi realizada para conhecimento e compreensão da diversidade de espécies de *Anastrepha* na Bolívia. O número de espécies de *Anastrepha* presentes na Bolívia pode aumentar se forem feitas coletas em áreas naturais nas diferentes regiões geográficas do país, não apenas com registros novos, mas também com a descoberta de novas espécies.

Foram reconhecidas 61 espécies registradas para a Bolívia, das quais, 19 estão presentes na região do Trópico de Cochabamba: *A. amplidentata*, *A. bahiensis*, *A. concava*, *A. coronilli*, *A. curitis*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. manihoti*, *A. montei*, *A. nigripalpis*, *A. obliqua*, *A. pickeli*, *A. serpentina*, *A. striata*, *A. tunariensis*, *Anastrepha* n. sp. 1, *Anastrepha* n. sp. 2 e *Anastrepha* n. sp. 3.

No estudo realizado com o material coletado pelo Projeto “Detecção e identificação das moscas-das-frutas” no Trópico de Cochabamba durante os meses de Maio a Julho de 2005, com armadilhas McPhail, houve o reconhecimento de 10 espécies de *Anastrepha* para a região (*A. coronilli*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. pickeli*, *A. serpentina*, *A. striata* e três novas espécies: *Anastrepha* n. sp. 1, *Anastrepha* n. sp. 2 e *Anastrepha* n. sp. 3).

As três espécies novas: *Anastrepha* n. sp. 1, *Anastrepha* n. sp. 2 e *Anastrepha* n. sp. 3 serão descritas oportunamente em cooperação com Dr. Allen L. Norrbom do *Systematic Entomology Laboratory, United States Department of Agriculture, Washington, D.C.*

A espécie *A. distincta* foi a mais frequente (96,35% das fêmeas capturadas) e está presente em todas as localidades do Trópico de Cochabamba. Seu registro está relacionado provavelmente à presença de sua planta hospedeira *Inga* spp. que tem distribuição para toda esta região.

As localidades de Manco Kapac (P = 18,97%) e Bulu Bulu I (P = 14,21%) apresentaram a maior frequência e Manco Kapac (S = 6 espécies) e Rio Ichoa (S = 4 espécies) a maior riqueza de espécies, sendo possível que este comportamento esteja relacionado à existência de importantes áreas naturais próximas às áreas de cultivo.

As espécies de *Anastrepha* encontradas não são consideradas de risco de alerta fitossanitário para o Trópico de Cochabamba. No entanto, no futuro, diante de diferentes

cenários como: troca preferencial de hospedeiro, ações antrópicas e mudança climática, possibilitariam que *A. distincta* assumira o *status* de praga e se torne uma praga potencial. Dessa forma, maior atenção ao monitoramento (uso de armadilhas e amostragem de frutos), manejo e controle dessa espécie deve ser considerada.

As análises das medidas da terminália feminina por meio da análise multivariada (PCA e LDA) ajudaram a detectar variação intraespecífica na população de *A. distincta* que ocorre na região do Trópico de Cochabamba com a definição de três agrupamentos com características bem definidas: *Cluster 1* com estruturas pequenas, *Cluster 2* com estruturas normal e *Cluster 3* com estruturas grandes.

Os três agrupamentos de espécimes de *A. distincta* ocorrem coincidentemente em sete localidades: Rio Ichoa, Entre Ríos, Manco Kapac, Chimboco A, Majosal, Cruce Vueladero e Tres Pozas. Pela proximidade geográfica entre as localidades é possível dizer que os três subgrupos coexistem em simpatria, utilizando diferentes hospedeiros dentro da família Fabaceae.

As estruturas mais relevantes que discriminam e permitem a separação de indivíduos em diferentes grupos na primeira função discriminante (LD1) são as variáveis: comprimento basal da seção não-serrada (A4), comprimento apical da seção serrada (A5), proporção entre a seção não-serrada e seção serrada (A9) e proporção entre a seção não-serrada e comprimento do ápice do acúleo (A11). Apesar das variações mínimas no acúleo e o ápice do acúleo, foi possível diferenciá-las através da análise multivariada. Esse fato indica a necessidade de que maior cuidado na identificação da espécie deve ser tomado, especialmente, nas estruturas que compõem o ápice do acúleo que é decisivo na definição da espécie.

O grau de variação dos caracteres morfológicos analisados em *A. distincta* reflete a capacidade dos indivíduos de se adaptarem ao ambiente. Os possíveis responsáveis por estas variações são fatores antrópicos, ambientais (geográficos, hospedeiros), genéticos, bem como interações entre todos eles. Portanto, as variantes na morfologia encontradas na terminália de *A. distincta*, podem causar dificuldades ao se fazer a identificação com base nos padrões normais desta espécie, devendo-se considerar os intervalos de variação dos caracteres aqui analisados.

REFERÊNCIAS GERAIS

- ACTIVIDAD RURAL COMPETITIVA (ARCo/USAID). **Identificación de especies de moscas de la fruta en el Trópico de Cochabamba**. Bolivia: Actividad Rural Competitiva/USAID, 2007. Informe técnico.
- ALUJA M.; RULL J.; SIVINSKI J.; NORRBOM A. L.; WHARTON R.A.; MACÍAS-ORDÓÑEZ, R.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; LÓPEZ, M. 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. **Environmental Entomology**, v. 32, n. 6, p. 1377-1385. 2003.
- ARAÚJO, E. L.; NASCIMENTO, F. M.; ZUCCHI, R. A. Utilização da análise discriminante em estudos taxonômicos de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae). **Scientia Agricola**, v. 55, n. 1, p. 105-110. 1998.
- ARAÚJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Medidas do acúleo na caracterização de cinco espécies de *Anastrepha* do grupo *fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 3, p. 329-337. 2006.
- ARAÚJO E. L.; RIBEIRO J. C.; CHAGAS M. C. M.; DUTRA V. S.; SILVA J. G. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um pomar de goiabeira, no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 471-476. 2013.
- ARAÚJO-MURAKAMI, A.; FERNANDO-REYES, J. F.; WILLIAN-MILLIKEN, W. **Frutales silvestres y promissórios de Pando**. Herencia/Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Cobija: Sagitario, 2016.
- ARAÚJO, M. R.; URAMOTO, K.; FERREIRA, E. M. L.; MESQUITA-FILHO, W.; WALDER, J. M. M.; SAVARIS, M.; ZUCCHI, R. A. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) diversity and host relationships in diverse environments estimated with two sampling methods. **Environmental Entomology**, v. 20, p. 1-7. 2018.
- AZEVEDO, F. R.; GUIMARÃES, J. A.; SIMPLÍCIO, A. A. F.; SANTOS H. R. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri Cearense. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 33-41. 2010.
- BALZARINI, M.; BRUNO, C.; CÓRDOBA, M.; TEICH, I. **Herramientas en el Análisis Estadístico Multivariado**. Escuela Virtual Internacional CAVILA. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2015.
- BARR, N. B; RUIZ-ARCE, R.; FARRIS, R. E.; SILVA, G. J.; LIMA, K. M.; DUTRA, S. V.; RONCHI-TELES, B.; KERR, P. H.; NORRBOM, A. L.; NOLASCO, N.; THOMAS, D. B. Identifying *Anastrepha* (Diptera; Tephritidae) Species Using DNA Barcodes. **Journal of Economic Entomology**, XX (XX), p. 1-17. 2017.
- BENÍTEZ, H. A. Assessment of patterns of fluctuating asymmetry and sexual dimorphism in carabid body shape. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 164-169. 2013.

- BENÍTEZ, H. A.; VARGAS, H. A.; PÜSCHEL, T. Left-right asymmetry and morphological consequences of a host shift in the oligophagous Neotropical moth *Macaria mirthae* (Lepidoptera: Geometridae). **Journal of Insect Conservation**, v. 19, n. 3, p. 589-598. 2015.
- BOMFIM, Z. V.; LIMA, K. M.; SILVA, M. A.; ZUCCHI, R. A. A morphometric and molecular study of *Anastrepha pickeli* Lima (Diptera: Tephritidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 5, p. 587-594. 2011.
- BOMFIM, Z. V.; LIMA, K. M.; SILVA, J. G.; COSTA, M. A.; ZUCCHI, R. A. Morphometric and Molecular Characterization of *Anastrepha* Species in the *spatulata* Group (Diptera, Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 107, n. 5, p. 893-901. 2014.
- BORKENT, A.; BROWN, B. V.; ADLER, P. H.; AMORIM, D. D. S.; BARBER, K.; BICKEL, D.; BOUCHER, S.; BROOKS, S. E.; BURGER, J.; BURINGTON, Z. L.; CAPELARI, R. S.; COSTA, D. N. R.; CUMMING, J. M.; CURLER, G.; DICK, C. W.; EPLER, J. H.; FISHER, E.; GAIMARI, S. D.; GELHAUS, J.; GRIMALDI, D. A.; HASH, J.; HAUSER, M.; HIPPA, H.; IBÁÑEZ-BERNAL, S.; JASCHHOF, M.; KAMENEVA, E. P.; KERR, P. H.; KORNEYEV, V.; KORYTKOWSKI, C. A.; KUNG, G-A.; KVIFTE, G. M.; LONSDALE, O.; MARSHALL, S. A.; MATHIS, W.; MICHELSEN, V.; NAGLIS, S.; NORRBOM, A. L.; PAIERO, S.; PAPE, T.; PEREIRA-COLAVITE, A.; POLLET, M.; ROCHEFORT, S.; RUNG, A.; RUNYON, J. B.; SAVAGE, J.; SILVA, V. C.; SINCLAIR, B. J.; SKEVINGTON, J. H.; STIREMAN III, J. O.; SWANN, J.; THOMPSON, F. C.; VILKAMAA, P.; WHEELER, T.; WHITWORTH, T.; WONG, M.; WOOD, D. M.; WOODLEY, N.; YAU, T.; ZAVORTINK, T. J.; ZUMBADO, M. A. Remarkable fly (Diptera) diversity in a patch of Costa Rican cloud forest: Why inventory is a vital science. **Zootaxa**, v. 4402, p. 53-90. 2018.
- BROWN, B. V.; BORKENT, A. H.; ADLER, P.; AMORIM, D. D. S.; BARBER, K.; BICKEL, D.; BOUCHER, S.; BROOKS, S. E.; BURGER, J.; BURINGTON, Z. L.; CAPELARI, R. S.; COSTA, D. N. R.; CUMMING, J. M.; CURLER, G.; DICK, C. W.; EPLER, J. H.; FISHER, E.; GAIMARI, S. D.; GELHAUS, J.; GRIMALDI, D. A.; HASH, J.; HAUSER, M.; HIPPA, H.; IBÁÑEZ-BERNAL, S.; JASCHHOF, M.; KAMENEVA, E. P.; KERR, P. H.; KORNEYEV, V.; KORYTKOWSKI, C. A.; KUNG, G-A.; KVIFTE, G. M.; LONSDALE, O.; MARSHALL, S. A.; MATHIS, W.; MICHELSEN, V.; NAGLIS, S.; NORRBOM, A. L.; PAIERO, S.; PAPE, T.; PEREIRA-COLAVITE, A.; POLLET, M.; ROCHEFORT, S.; RUNG, A.; RUNYON, J. B.; SAVAGE, J.; SILVA, V. C.; SINCLAIR, B. J.; SKEVINGTON, J. H.; STIREMAN III, J. O.; SWANN, J.; THOMPSON, F. C.; VILKAMAA, P.; WHEELER, T.; WHITWORTH, T.; WONG, M.; WOOD, D. M.; WOODLEY, N.; YAU, T.; ZAVORTINK, T. J.; ZUMBADO, M. A. Comprehensive inventory of true flies (Diptera) at a tropical site. **Communications Biology**, v. 1, n. 21, p. 1-8. 2018.
- BUSCH, G. L. The cytotaxonomy of the larvae of some Mexican fruit flies in the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **Psyche**, v. 69, p. 87-100. 1962.
- CANAL, N. A.; PEDRO, E.; GALEANO-OLAYA, P. E.; CASTAÑEDA, M. R. Phenotypic Structure of Colombian Populations of *Anastrepha fraterculus* Complex (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 101, n. 1, p. 299-310. 2018.
- CARVAJAL-RODRÍGUEZ, A.; CONDE-PADIN, P.; ROLÁN-ALVAREZ, E. Decomposing shell form into size and shape by geometric morphometric methods in two sympatric ecotypes of *Littorina saxatilis*. **Journal of Molluscan Studies**, v. 71, p. 313-318. 2005.

CASTAÑEDA, M. R.; OSORIO, A. F.; CANAL, N. A.; GALEANO, P. E. Especies, distribución y hospederos del género *Anastrepha* Schiner en el departamento del Tolima, Colombia. **Agronomía Colombiana** v. 28, p. 265-271. 2010.

CASTAÑEDA, M. R.; SELIVON, D.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; SOTO, A.; CANAL, A. N. Morphometric divergence in populations of *Anastrepha obliqua* (Diptera, Tephritidae) from Colombia and some Neotropical locations. **Zookeys**, v. 540, p. 61-81. 2015.

CLIFF, N. **Analyzing multivariate data**. San Diego, CA: Harcourt, Brace Jovanovich Publishers. 1987.

CONDE-BLANCO, E. A.; LOZA-MURGUIA, G.; ASTURIZAGA-ARUQUIPA, L. B.; UGARTE-ANAYA, D.; KIMENES-ESPINOZA, R. Modelo de fluctuación poblacional de moscas de la fruta (*Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) y *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en dos rutas en el municipio de Caranavi, Bolivia. **Journal of the Selva Andina Research Society**, v. 9, p. 2-24. 2018.

DÍAS-FLEISCHNER, F.; PAPA, D.; PROKOPY, R.J.; NORRBOM, A.L.; ALUJA, M. Evolution of fruit fly behavior. In: ALUJA, M., NORRBOM, A. L. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Florida: CRC Press, 1999. p. 811-841.

ECHEVERRÍA, M. X. **Transcending the limitations of coca substitution initiatives in Bolivia: Livelihood strategies as sustainable solutions**. 84 f. Dissertação (Master of Arts in Development Studies) – Institute of Social Studies, Netherlands, 2005.

FALLAS, J. **Correlación Lineal. Midiendo la relación entre dos variables**. Costa Rica. 2012.

FERRUFINO, C. A.; MENESES, J. L. Los suelos del Trópico de Cochabamba (Bolivia): Identificación de restricciones edáficas para cultivos de banano, palmito, piña y pastos. **Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica**, v. 21, p. 1-10. 2004.

FOOTE, R. H. Family Tephritidae (Trypetidae, Trupaneidae). In: VANZOLINI, E. P.; PAPAVERO, N. (Ed.). **A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States**. São Paulo: Secretária da Agricultura, 1967. p. 1-91.

FOOTE, R. H.; BLANC, F. L.; NORRBOM, A. L. **Handbook of the fruit flies (Diptera: Tephritidae) of America north of Mexico**. Comstock Publishing Associates, Ithaca, 1993.

FRÍAS, D. Especiación simpátrica y sus implicaciones genéticas y morfológicas en moscas de la fruta. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (Ed.). **Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, biología y manejo**. S y G editores, México D.F. 2007. p. 1-26.

GARCIA, M. F. R.; LARA, D. B. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar cítrico no município de Dionísio Cerqueira, Santa Catarina. **Revista Biotemas**, v. 19, n. 3, p. 65-70. 2006.

GARCIA-RAMÍREZ, M. J.; ANTONIO-HERNÁNDEZ, E. Interacción de *Anastrepha* spp. Schiner (Diptera: Tephritidae), en la relación planta-fitófago-parasitoide en traspatio, Campeche, México. **Revista Entomología Mexicana**, n. 4, p. 479-485. 2017.

GIRALDO, J.; BENAVIDES, M. P.; RENDON, S. J. R.; MONTOYA, D.; FARFAN, V. F.; TREJOS P. J. F. Las moscas de las frutas de la zona central cafetalera de Colombia y su clave ilustrada. **Revista Cenicafé**, v. 66, p. 58-72. 2015.

GOMES DE SOUZA, E.; ACIOLI, S. A. A.; MARQUES DA SILVA, M. N.; COSTA DA SILVA, C. F. Novos registros de hospedeiros para espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no estado do Amazonas, Brasil. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 85, p. 1-3. 2018.

GONZALES, M.; LOZA-MURGUIA, M.; SMELTEKOP, H.; CUBA, N.; ALMANZA, J. C.; RUIZ, M. Dinámica poblacional de adultos de la mosca boliviana de la fruta *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en el municipio de Coroico, departamento de La Paz, Bolivia. **Journal of the Selva Andina Research Society**, v. 2, p. 2-12. 2011.

HENDEL, F. Die bohrfliegen siidamerika. Konigl. Zool. Anthropol-Ethnograph **Mus Ablandl. Berlin**, v. 14, n. 3, p. 1-184. 1914.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; ALUJA, M. Listado de especies del género Neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. **Folia Entomológica Mexicana**, v. 88, p. 89-105. 1993.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; GÓMEZ-ANAYA, J. A.; SÁNCHEZ, A.; MCPHERON, B. A.; ALUJA, M. Morphometric analysis of Mexican and South American populations of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae) and recognition of a distinct Mexican morphotype. **Bulletin Entomological Research Cambridge**, v. 94, p. 487-499. 2004.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. Diversidad y biogeografía del género *Anastrepha* en México. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (Ed.). **Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae)**. México: S y G editores, 2007 p. 53-76.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; BARTOLUCCI, F. A.; MORALES-VALLES, P.; FRÍAS, D.; SELIVON, D. Cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae): a multivariate approach for the recognition of South American morphotypes. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, n. 2, p. 305-318. 2012.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; CANAL, N. A.; TIGRERO, J. O.; RUIZ-HURTADO, F. M.; DZUL-CAUICH, J. F. Taxonomy and phenotypic relationships of the *Anastrepha fraterculus* complex in the Meso-American and Pacific Neotropical dominions (Diptera, Tephritidae). In: DE MEYER, M.; CLARKE, A. R.; VERA, T. M.; HENDRICH, J. (Ed.). Resolution of Cryptic Species Complexes of Tephritid Pests to Enhance SIT Application and Facilitate International Trade. **ZooKeys**, v. 540, p. 95-124. 2015.

HODKINSON, I. D. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 80, p. 489-513. 2005.

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (Nuevo IBTA). Consolidación de los esfuerzos del Desarrollo Alternativo. **Informe de gestión. Identificación de especies de moscas de la fruta en el Trópico de Cochabamba**, Bolivia, 89 p. 2005.

JARAMILLO, N.; DUJARDÍN, J. P. Análisis morfométrico: Significado biológico del tamaño y la conformación. In: GUHL, F.; SCHOFIELD, C.F. (Ed.). **Proceedings fourth International**

Workshop on population genetic and control of Triatominae. Cartagena de Indias (ECLAT 4). CIMPAT, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia, 2003. p. 151-166.

JONES, S. R.; KIM, K. C. Aculeus wear and oviposition in four species of Tephritidae (Diptera). *Annals of the Entomological Society of America*, v. 87, n. 1, p. 104–107. 1994.

KORNEYEV, V. A. Phylogeny of the subfamily Tephritinae: Relationships of the tribes and subtribes. In: ALUJA, M.; NORRBOM, A. L. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior.** Florida: CRC Press, 1999. p. 549-580.

KORYTKOWSKI, C. A. **Manual para la identificación de moscas de la fruta Género *Anastrepha* Schiner, 1868.** Panamá: Universidad de Panamá Programa de Maestría en Entomología. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, 2009.

KOVALESKI, A. **Processos adaptativos na colonização da maçã (*Malus domestica* Borkh.) por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria.** Dissertação (Tese de Doutorado), Universidade de São Paulo, Brasil. 1997.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, p. 159-174. 1977.

LEDEZMA A. J.; AMAYA, L. M.; MAGNE, S. C.; RAMOS, C. A. C.; TORRICO, S. J.; QUISBERTH, R. E. Parasitoides para el control biológico de las moscas de la fruta en Santa Cruz. *Tinkazos*, v. 33, p. 93-117. 2013.

LEMA, T. A. **Elementos de estadística multivariada.** 2ª ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2005.

LOBOS, A. C. **Distribución y registros de principales especies de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en los países suramericanos.** Instituto de Cooperación para la Agricultura IICA. Lima, Perú, 1997.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade Biológica.** Curitiba, PR. Brasil: Série Editora UFPR, 2011.

MALUMPHY, C. **Training of diagnostic specialist in Hungary. Identification of non-European quarantine fruit flies (Diptera: Tephritidae).** York, United Kingdom: Central Science Lab., 2005.

MANGAN, R.; DONALD, B. T.; MORENO, A. T.; ROBARK, D. Grapefruit as a host for the West Indian Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 104, n. 1, p. 54-62. 2011.

MAVEETY, S. A.; BROWNE, R. A.; ERWIN, T. L. Carabidae diversity along an altitudinal gradient in a Peruvian cloud forest (Coleoptera). *ZooKeys*, v. 47, p. 851-666. 2011.

MAYR, E. **Biologia, ciência única: Reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica.** São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MCPHERON, B. A.; HAN, H-Y.; SILVA, J. G.; NORRBOM, A. L. Phylogeny of the genus *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based upon 16S rRNA mitochondrial

- DNA sequences. In: ALUJA, M.; NORRBOM, A. L. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Washington, D. C.: CRC Press, 1999. p. 343- 361.
- MENGUAL, X.; KERR, P.; NORRBOM, A. L.; BARR, N. B.; LEWIS, M. L.; STAPELFELDT, A. M.; SCHEFFER, S. J.; WOODS, P.; MD-SAJEDUL, I.; KORYTKOWSKI, C. A.; URAMOTO, K.; RODRIGUEZ, E. J.; SUTTON, B. D.; NOLAZCO, N.; STECK, G. J.; GAIMARI, S. Phylogenetic relationships of the tribe Toxotrypanini (Diptera: Tephritidae) based on molecular characters. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 113, p. 84-112. 2017.
- MOLINA-NERY, M. C.; RUIZ-MONTOYA, L.; ZEPEDA-CISNEROS, C. S.; LIEDO, P. Genetic structure of populations of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in Mexico. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 4, p. 1648-1661. 2014.
- NORRBOM, A. L.; KIM, K. C. Revision of the *schausi* Group of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) with a Discussion of the Terminology of the Female Terminalia in the Tephritoidea. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 81, n. 2, p. 164-173. 1988.
- NORRBOM, A. L. Two new species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) with atypical wing patterns. **Proceeding of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 95 n. 1, p. 52-58. 1993.
- NORRBOM, A. L.; CARROLL, L. E.; THOMPSON, F. C.; WHITE, I. M.; FREIDBERG, A. Systematic database of names. In: THOMPSON, F. C. (Ed.). **Fruit fly expert identification system and systematic information database**. Diptera Data Dissemination Disk (CD-ROM), 1. 1999a.
- NORRBOM, A. L.; ZUCCHI, R. A.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology. In: ALUJA, M.; NORRBOM, A. L. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior**. Washington, DC: CRC Press, 1999b. p. 299-342.
- NORRBOM, A. L. **Diptera names**. The Diptera Data Dissemination Disk – Volume 2 (CD-ROM), Disk 2. 2004a.
- NORRBOM, A. L. **Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini)**. The Diptera Data Dissemination Disk – Volume 2 (CD-ROM), 1. 2004b.
- NORRBOM, A. L.; KORYTKOWSKI, C. A.; GONZALES, O. B. A new species of *Anastrepha* from Colombia related to Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 31, n. 1, p. 67-70. 2005.
- NORRBOM, A. L.; PRADO, P. I. New genera and host plant records of Asteraceae feeding Tephritidae (Diptera) from Brazil. **Zootaxa**, v. 1139, p. 1-17. 2006.
- NORRBOM, A. L. Tephritidae (fruit flies, moscas de frutas). In: BROWN, B. V.; BORKENT, A.; CUMMING, J. M.; WOOD, D. M.; WOODLEY, N. E.; ZUMBADO, M. A (Ed.). **Manual of Central American Diptera**: Ottawa: NRC Research Press, 2010. p. 909-954.
- NORRBOM, A. L.; KORYTKOWSKI, C. A. New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **Zootaxa**, v. 2740, p. 1-23. 2011.

- NORRBOM, A. L.; KORYTKOWSKI, C. A.; ZUCCHI, R. A.; URAMOTO, K.; VENABLE, G.L.; MCCORMICK, J.; DALLWITZ, M. J. **Anastrepha and Toxotrypana: descriptions, illustrations, and interactive keys**. Washington DC, 2012. Disponível em: <<http://delta-intkey.com/antox/intro.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2019.
- NORRBOM, A. L.; RODRIGUEZ, E. J.; STECK, G. J.; SUTTON, B. A.; NOLAZCO, N. New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Peru and Bolivia. **Zootaxa**, v. 4041, n. 1, p. 01-94. 2015.
- NORRBOM, A. L.; NORMAN, B. B.; PETER, K.; MENGUAL, X. Case 3772 – *Anastrepha* Schiner, 1868 (Insecta, Diptera, TEPHRITIDAE): Proposed over *Toxotrypana* Gerstaecker, 1860. **Bulletin of Zoological Nomenclature**, v. 75, n. 3, p. 165-169. 2018.
- OLIVEIRA, R. M. B.; LOPES, F. E. N.; REIGADA, C.; LOPES, N. G.; UCHÔA, L. L. J.; URAMOTO, K.; SOUZA-FILHO, M. F.; ZUCCHI, R. A. Composition of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in habitats with different levels of anthropogenic activity. **Biotemas**, v. 30, n. 3, p. 61-69. 2017.
- OROPEZA-CABRERA, A.; LIEDO, P.; HERNÁNDEZ, E.; TOLEDO, J. Demografía y desarrollo ovárico de *Anastrepha distincta* (Diptera: Tephritidae) en su hospedero natural *Inga spuria* (Fabaceae) y en mango (*Mangifera indica* L.) infestado en condiciones de laboratorio. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 31, n. 2, p. 149-158. 2015.
- PEREIRA-REGO, D. R. G.; JAHNKE, S. M.; REDAELLI, L. R. Morfometria de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) relacionada á hospedeiros nativos, Myrtaceae. **Arquivos do Instituto Biológico Rio Grande do Sul**, v. 78, n. 1, 37-43. 2011.
- PERRE, P.; JORGE, L. R.; LEWINSOHN, T. M.; ZUCCHI, R.A. Morphometric differentiation of fruit fly pest species of the *Anastrepha fraterculus* group (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 107, p. 490-495. 2014.
- PRADO, P. I.; LEWINSOHN, T. M.; ALMEIDA, A. M.; NORRBOM, A. L.; BUYS, B. D.; MACEDO, A. C.; LOPES, M. B. The fauna of Tephritidae (Diptera) from capitula of Asteraceae in Brazil. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v., 104, n. 4, p. 1007-1028. 2002.
- PROGRAMA NACIONAL DE CONTROL DE MOSCA DE LA FRUTA (PROMOSCA). Identificación taxonómica de especies de moscas de la fruta en Bolivia. Tarija. **Revista informativa 1**, 2009.
- PROGRAMA NACIONAL DE CONTROL DE MOSCAS DE LA FRUTA (PROMOSCA). Moscas de la fruta. 2016. Disponível em: <<http://www.senasag.gob.bo/programas-sanidad-vegetal/promosca.html>>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- PRUETT, J. H. C. Historia, avances y perspectivas del control biológico de plagas en Bolivia. In: IV SICONBIOL - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 1994, Gramado, **Anais**, Gramado, RS, Brasil, 1994.
- PRUETT, J. H. C.; CAMACHO, E.; ROGG, W. H. Artrópodos agrícolas y agropecuarios identificados y/o registrados en Bolivia durante 50 años (1946 a 1996). In: ROGG, W. H. (Ed.). **Manual. Entomología Agrícola de Bolivia**. Quito: Abya-Yala, 2000. p. 511-515.

QUISBERTH, R. E.; TORREZ, B. J.; TORRICO, S. J. Natural host of *Garcinia humilis* (Vahl) associated with *Anastrepha rheediae* Stone (Diptera, Tephritidae) Santa Cruz, Bolívia. **9th meeting of tephritid workers of the Western Hemisphere Abstracts**, Buenos Aires, Session 9, p. 200, 2016.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. 2019. Acesso em: 20 abr. 2019.

RODRÍGUEZ, P. A. C.; NORRBOM, A. L.; PEÑARANDA, E. A.; BALSEIRO, F. T.; DÍAZ, P. A.; BENITEZ, C. M.; GALLEGOS, J.; CRUZ, M. I.; MONTES, J. M.; RODRÍGUEZ, E. J.; STECK, G. J.; SUTTON, B. D.; QUISBERTH, R. E.; LAGRAVA, J. J. S.; COLQUE, F. New records of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Colombia. **Zootaxa**, v. 4390, n. 1, p. 1-57. 2018.

RONCHI-TELES, B.; SILVA, N. M. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus, AM. **Neotropical Entomology**, v. 5, n. 34, p. 733-741. 2005.

RUIZ, L. C.; OROPESA, A.; TOLEDO, J. Nuevas asociaciones de especies de parasitoides y *Anastrepha distincta* (Diptera: Tephritidae) en el Soconuco, Chiapas, México. **Acta Zoologica Mexicana**, v. 3, n. 27, p. 813-818. 2011.

RULL, J.; ABRAHAM, S.; KOVALESKI, A.; SEGURA, D. F.; ISLAM, A.; WORNOAYPORN, V.; DAMMALAGE, T.; TOMAS, U. S.; VERA, M.T. Random mating and reproductive compatibility among Argentinean and southern Brazilian populations of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Bulletin Entomological Research**, p. 1-9. 2012.

SÁNCHEZ-TUESTELA, L.; PRIETO, Z. Caracterización morfológica y variación genética de *Anastrepha distincta* mediante la técnica RAPD-PCR. Facultad de ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Perú. **Sciêndo** v. 3, n. 21, p. 325–331. 2018.

SELIVON, D.; PERONDINI, A. F.; RIBEIRO, A. F.; MARINO, C. L.; LIMA, M. M. A.; COSCRATO, V. E. *Wolbachia* endosymbiont in a species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera, Tephritidae). **Invertebrate Reproduction & Development**, n. 42, p. 121–127. 2002.

SELIVON, D.; VRETOS, C.; FONTES, L.; PERONDINI, A. L. P. New variant forms in the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera, Tephritidae). In: BARNES, B. (Ed.), **Proc. 6th international symposium on fruit flies of economic importance**, Isteg Scientific Publications, Irene, South Africa, p. 253-258. 2004.

SELIVON, D.; PERONDINI, A. L. P.; MORGANTE, J. S. A genetic-morphological characterization of two cryptic species of *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, n. 98, p. 367-381. 2005.

SELIVON, D.; PERONDINI, A. L. P.; ROCHA, L. S. Karyotype characterization of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Neotropical Entomology**, n. 34 (2), p. 273–279. 2005.

SELIVON, D.; PERONDINI, A. L. P. Especies crípticas del complejo *Anastrepha fraterculus* en Brasil. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (Ed.). **Moscas de la fruta en Latinoamérica**

(Diptera: Tephritidae): Diversidad, biología y manejo. Distrito Federal, México: S y G editores, 2007. p. 101-118.

SILVA, A. T. G. **Caracterização morfométrica e molecular de *Anastrepha bistrigata* Bezzi e *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae).** 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Setor de Entomologia, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

SILVA, J. G.; BARR, N. B. Recent advances in molecular systematics of *Anastrepha* Schiner. In: SUGUYAMA, R.; ZUCCHI, R. A.; OVRUSKY, S.; SIVINSKI, J. (Ed.). International symposium on fruit flies of economic importance, 7, 2008, Salvador: Press color, 2008. p. 13-18.

SILVA, R. A.; SOUZA, M. S. M.; PEREIRA, J. F. ***Anastrepha* species and their host in the Brazilian Amazon.** 2016. Disponível em: <<http://anastrepha.cpfap.embrapa.br>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1976.

STECK, G. J. Biochemical systematics and population genetic structure of *Anastrepha fraterculus* and related species (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, n. 84, p. 10-28. 1991.

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

STONE, A. **The fruitflies of the genus *Anastrepha*.** Washington: Miscellaneous Publication, 1942.

SUTTON, B. D.; STECK G. J.; NORRBOM, A. L.; RODRIGUEZ, E. J.; SRIVASTAVA, P.; NOLAZCO, N.; COLQUE, F.; LANDA, E. Y.; LAGRAVA, J. J.; QUISBERTH, E.; ARÉVALO, P. E.; RODRIGUEZ, C. P.; ALVAREZ-BACA, J. K.; GUEVARA, Z. T., PONCE, P. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer 1 (ITS1) variation in the *Anastrepha fraterculus* cryptic species complex (Diptera, Tephritidae) of the Andean region. **ZooKeys**, v. 540, p. 175-19. 2015.

TIGRERO, J. Lista anotada de hospederos de moscas de la fruta presentes en Ecuador. **Boletín Técnico 8, Serie Zoológica**, n. 4-5, p. 107-116. 2009.

URAMOTO, K.; WALDER, M. M. J.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, n. 34, p. 33-39. 2005.

WHITE, I. M.; MARQUADT, K. A revision of the genus *Chaetorellia* Hendel (Diptera, Tephritidae) including a new species associated with spotted knapweed, *Centaurea maculosa* Lam. (Asteraceae). **Bulletin of Entomological Research, Cambridge**, v. 79, p. 453–487. 1989.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. M. **Fruits Flies of Economics Significance: Their Identification and Bionomics.** Wallingford: CAB International, 1992.

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

ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. Fruit flies in Brazil. *Anastrepha species their host plants and parasitoids*. 2008. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

ZUCCHI, R. A.; SILVA, R. A.; DEUS, E. Espécies de *Anastrepha* e seus hospedeiros na Amazônia brasileira. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais.**, Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 52-70.

ZUCOLOTO, F. S. Alimentação e nutrição de Mosca-das-frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p. 67-80. 2000.