

Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia

DIVERSIDADE DE ABELHAS POLINIZADORAS DE *Passiflora edulis*  
Sims e *Passiflora maliformis* L. (PASSIFLORACEAE) EM MATO  
GROSSO DO SUL, BRASIL E HUILA, COLÔMBIA

Dourados  
Mato Grosso do Sul  
2018

Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia

ROSE BENEDITA RODRIGUES TRINDADE

DIVERSIDADE DE ABELHAS POLINIZADORAS DE *Passiflora edulis*  
Sims e *Passiflora maliformis* L. (PASSIFLORACEAE) EM MATO  
GROSSO DO SUL, BRASIL E HUILA, COLÔMBIA

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTORA EM AGRONOMIA, Área de Concentração: produção vegetal.

Orientador: Professor Dr. Marcos Gino Fernandes.

Dourados  
Mato Grosso do Sul  
2018

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

|       |  |
|-------|--|
| T833d | <p>Trindade, Rose Benedita Rodrigues<br/>Diversidade de abelhas polinizadoras de <i>Passiflora edulis</i> Sims e <i>Passiflora maliformis</i> L. (Passifloraceae) em Mato Grosso do Sul, e Huila, Colômbia / Rose Benedita Rodrigues Trindade. –2018.<br/>77 f. il.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes.<br/>Tese (Doutorado em Agronomia)–Universidade Federal da Grande Dourados, 2018.</p> <p>1. Abelhas (Mato Grosso do Sul). 2. Abelhas (Colômbia). 3. Polinização em passifloráceas. 4. Maracujá – Produção. I. Título.</p> |
|-------|--|

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com dados fornecidos pelo autor

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

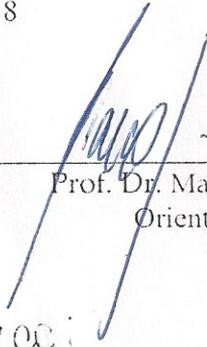
DIVERSIDADE DE ABELHAS POLINIZADORAS DE *Passiflora edulis*  
Sims e *Passiflora maliformis* L. (PASSIFLORACEAE) EM MATO GROSSO  
DO SUL, BRASIL E HUILA, COLÔMBIA.

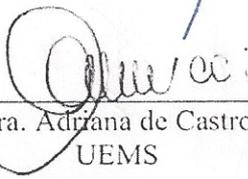
por

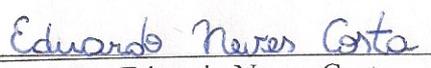
Rose Benedita Rodrigues Trindade

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
DOUTORA EM AGRONOMIA

Aprovada em: 27/07/2018

  
Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes  
Orientador – UFGD

  
Profa. Dra. Adriana de Castro C. da Silva  
UEMS

  
Prof. Dr. Eduardo Neves Costa  
UFGD

  
Pesq. Dr. Isaías de Oliveira  
AGRAER

  
Profa. Dra. Silvia Correa Santos  
UEMS

## BIOGRAFIA

ROSE BENEDITA RODRIGUES TRINDADE, filha de Raimundo Correa Lima e Maria das Graças Rodrigues Lima, nasceu na cidade de Belém, Pará, Brasil, no dia 15 de março de 1969. Em março de 1996, ingressou no curso de Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (DCB/UFMS) em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, concluindo-o em dezembro de 2000, na mesma instituição. Em fevereiro de 2006, iniciou o Curso de Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (FCBA/UFGD) em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, defendendo a dissertação em junho de 2008. Neste mesmo ano, assumiu concurso para professora de Biologia na cidade de Macapá, Estado do Amapá, Brasil. Em fevereiro de 2009 foi professora voluntária na Universidade Federal do Amapá, no departamento de Ciências Biológicas. No ano seguinte, foi aprovada, no processo simplificado para trabalhar como professora substituta na Universidade Federal do Amapá, no departamento de Ciências Biológicas, de 2010 a 2012. Em agosto de 2016 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração produção vegetal. Em julho de 2017 foi estudar na Universidad Nacional de Colômbia, sede Bogotá, através do programa de Doutorado Sanduíche no Exterior PDSE (CAPES). Tese defendida em 27 de julho de 2018.

## AGRADECIMENTO

A Deus pelo dom da vida, por me intuir, conduzir e me fortalecer nos momentos difíceis.

Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Grande Dourados.

Ao professor Dr. Marcos Gino Fernandes, pela confiança, apoio, orientação, incentivo, pelos ensinamentos transmitidos e pela sua amizade, que sempre estava pronto a ouvir e a dar os melhores conselhos, mesmo diante de ocupações diversas, nunca se furtou a orientar. A ele expresso imensa gratidão.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa.

Ao professor Rodolfo Ospina Torres da Universidad Nacional de Colômbia, por ter aceitado me orientar em seu país, também agradeço, pela amizade, incentivo e confiança em minha trajetória na Colômbia.

À professora Guiomar Nates-Parra pela co-orientação, amizade, apoio e ensinamentos prestados durante minha estadia na Colômbia.

Especial a meu esposo, amigo, cúmplice e companheiro Antonio Carlos Maia Trindade que sempre me apoiou de maneira incondicional em todos os momentos de minha vida. Obrigada por ser tão dedicado e maravilhoso comigo.

Aos filhos Arthur Carlos Rodrigues Trindade, Luan Estevam de Andrade Trindade, André Carlos Rodrigues Trindade e sua esposa Bruna Jaqueline Neves Schwengber, por acreditarem em mim e compreenderem meus momentos de ausência.

A meus irmãos: Rosana, Rosanilda, Rosangela, José e Adalberto Rodrigues Lima, pelo apoio, incentivo e carinho.

Aos amigos Laílson Lemos, Maria de Jesus Castro, Angélica Lara, Patrícia R. de Oliveira, Paula R. de Oliveira, Luciano A. da Rocha e Laura M. Leite, Ramona Ávila, Júlia A. L. Machado, Maria A. Torquete e Luiz Felipe Fuentes por estarem sempre ao meu lado me apoiando e incentivando a seguir em frente.

Aos estudantes do Brasil Aline Ciriaco e Pedro Amaro pela amizade e contribuição nas coletas em campo.

Aos integrantes do laboratório de Investigação de Abelhas da Universidad Nacional de Colômbia (LABUN), Carolina Gómez, Jesús Gómez, Lorena Téllez, Diego Guevara, Juan Diego Maldonato, Maria José e Susana Currea, pelo apoio nas coletas de campo, triagem e identificação de material, pela amizade e pelos bons momentos de descontração que tornaram minha estadia na Colômbia leve e prazerosa.

Aos proprietários do sítio Nossa senhora Aparecida em Itamarati, Brasil: Pedro Roberto Garcia, Solange de Lima Garcia (esposa) e José Claudinei Garcia (irmão), pela amizade, atenção, apoio e concessão da área de pesquisa com o maracujá.

Aos integrantes da Cooperativa dos Produtores de Cholupa de Rivera/Colômbia, pelo apoio prestado em todos os momentos que se fizeram necessários no município de Rivera e região.

Aos amigos Arturo Pascuas, Marino Borrero e Andrés Puentes, por intermediarem os contatos com os produtores de Cholupa e pela amizade durante a estadia em Rivera/Colômbia.

Aos proprietários dos Plantios de Cholupa de Rivera-Colômbia: Pablo Mauricio, Alberto e Arbes por permitirem o desenvolvimento da pesquisa em suas áreas cultivadas.

*Muito obrigada.*

***DEDICO***

Ao meu esposo, Antônio Carlos Maia Trindade com todo meu amor, respeito e reconhecimento, pela pessoa maravilhosa que é, sempre me apoiou, incentivou a seguir em frente acreditando em mim. Sem seu apoio, a concretização desse trabalho seria impossível. Ao meu esposo dedico este trabalho e meu amor.

Aos meus filhos: André Carlos Rodrigues Trindade, Arthur Carlos Rodrigues Trindade e Luan Estevam de Andrade Trindade, pela confiança, apoio, incentivo e amor. Meus filhos, vocês são como um raio de luz no meu ser. Amo vocês.

A minha mãe, Maria das Graças Rodrigues Lima (*In memorian*), pelo exemplo de sabedoria e resiliência.

A minha irmã Rosana Rodrigues Lima que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e incentivando a seguir em frente. Minha irmã, meu amor meu orgulho.

A Júlia Schwengber Trindade que a cada dia enche nossos corações de alegria.

*“Feliz aquele que transfere o que sabe  
e aprende o que ensina”*

*Cora Coralina.*

## SUMÁRIO

|  | PÁGINA |
|--|--------|
| RESUMO GERAL.....  | 01     |
| GENERAL ABSTRACT.....  | 02     |
| INTRODUÇÃO GERAL.....  | 03     |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 07     |
| <b>CAPÍTULO I: DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE ABELHAS EM CULTIVO DE</b><br><i>Passiflora edulis</i> Sims (PASSIFLORACEAE), ASSOCIADA A <i>Solanum lycocarpum</i> St.<br>Hill. (SOLANACEAE)..... | 11     |
| RESUMO.....  | 11     |
| ABSTRACT.....  | 12     |
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 13     |
| 2. MATERIAL E METODOS.....   | 15     |
| 2.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AMOSTRAL.....  | 15     |
| 2.2. PLANTAÇÃO DE MARACUJÁ.....  | 16     |
| 2.3. PLANTIO DE <i>S. lycocarpum</i> , REGISTRO E IMPLEMENTAÇÃO DE NINHOS-<br>ARMADILHA, E AMOSTRAGEM.....   | 17     |
| 2.4. AVALIAÇÃO DE VIGOR DAS PLANTAS DE MARACUJÁ POR<br>QUADRANTE.....  | 20     |
| 3. ANÁLISE ECOLÓGICA.....  | 21     |
| 2.4. RESULTADOS.....   | 22     |
| 4.1. ANÁLISE FAUNÍSTICA DAS ABELHAS NO PLANTIO DE MARACUJÁ.....  | 22     |
| 4.2. REGISTRO DE ABELHAS POR HORA DO DIA.....  | 23     |
| 4.3. EFEITO DE <i>S. lycocarpum</i> NA ATRAÇÃO DAS ABELHAS AMOSTRADAS POR<br>QUADRANTES.....   | 24     |
| 4.4. AVALIAÇÃO DE VIGOR DAS PLANTAS DE MARACUJÁ NOS<br>QUADRANTES.....   | 25     |
| 4.5. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E CHUVAS NA DINÂMICA DAS<br>ABELHAS.....  | 25     |
| 4.6. LEVANTAMENTO DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS.....   | 26     |
| 5. DISCUSSÃO.....  | 27     |
| 6. CONCLUSÕES.....   | 31     |
| 7. REFERÊNCIAS.....  | 32     |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO II RIQUEZA, DIVERSIDADE E EFICIÊNCIA DE ABELHAS POLINIZADORAS EM CULTIVOS DE (<i>Passiflora maliformis</i>) PASSIFLORACEAE NO ESTADO DE HUILA, COLÔMBIA.....</b> | <b>38</b> |
| RESUMO.....  | 38        |
| ABSTRACT.....  | 39        |
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 40        |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS.....   | 41        |
| 2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....  | 41        |
| 2.3. AMOSTRAGENS DE ABELHAS NOS PLANTIOS DE <i>P. maliformis</i> .....   | 42        |
| 2.4. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE POLINIZAÇÃO DE <i>P. maliformis</i> .....   | 43        |
| 2.5. ANÁLISE DOS DADOS.....  | 45        |
| 3. RESULTADOS.....   | 46        |
| 3.1. RIQUEZA DE ESPÉCIE DE ABELHAS NOS TRÊS PLANTIOS.....  | 46        |
| 3.2. RIQUEZA, DOMINÂNCIA E CONSTÂNCIA DE ABELHAS.....  | 47        |
| 3.3. ANÁLISE FAUNÍSTICA DAS ABELHAS REGISTRADAS NOS TRÊS PLANTIOS.....   | 48        |
| 3.4. EFICIÊNCIA DA POLINIZAÇÃO NATURAL.....  | 50        |
| 3.5. EFICIÊNCIA DA POLINIZAÇÃO MANUAL CONTROLADA E AUTOPOLINIZAÇÃO.....  | 50        |
| 4. DISCUSSÃO.....  | 51        |
| 5. CONCLUSÕES.....   | 54        |
| 6. REFERÊNCIAS.....  | 54        |

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO III CARGA POLÍNICA EM POLINIZADORES DE <i>Passiflora maliformis</i></b><br><b>(PASSIFLORACEAE)</b> ..... | 58 |
| RESUMO.....  | 58 |
| ABSTRACT.....  | 59 |
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 60 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS.....   | 61 |
| 2.1. CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO.....  | 61 |
| 2.2. MÉTODO DE COLETA DE CARGAS DE PÓLEN EM CONTATO COM<br>ABELHAS.....  | 62 |
| 2.3. ANÁLISE DE MATERIAL POLÍNICO RECOLHIDO EM CAMPO.....  | 63 |
| 3. RESULTADOS.....   | 64 |
| 3.1. PÓLENS REFERENTE ÀS ESPÉCIES VEGETAIS.....  | 64 |
| 3.2. PÓLENS REFERENTE ÀS ABELHAS COLETADAS.....  | 66 |
| 4. DISCUSSÃO.....  | 68 |
| 5. CONCLUSÕES.....   | 72 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....   | 73 |
| 7. REFERÊNCIA.....   | 74 |

## LISTA DE TABELAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO I: DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE ABELHAS EM CULTIVO DE <i>Passiflora edulis</i> Sims (PASSIFLORACEAE), ASSOCIADA A <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hill. (SOLANACEAE).....</b>                                      | <b>11</b> |
| <b>TABELA 01. DOMINÂNCIA E CONSTÂNCIA DE ESPÉCIES DE ABELHAS EM UM PLANTIO DE MARACUJÁ, NO ASSENTAMENTO ITAMARATI, PONTA PORÃ, MS, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2015 A JUNHO DE 2016.....</b>                                   | <b>23</b> |
| <b>TABELA 02. ESPÉCIMES DE APIDAE REGISTRADAS EM DIFERENTES HORAS DO DIA, NO PLANTIO DE <i>Passiflora edulis</i> Sims, NO ASSENTAMENTO DE ITAMARATI, PONTA PORÃ, MS, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2015 A JUNHO DE 2016.....</b> | <b>24</b> |
| <b>TABELA 03. DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE ABELHAS EM UM PLANTIO DE <i>Passiflora edulis</i> Sims, DE ACORDO COM OS QUADRANTES AMOSTRADOS, NO ASSENTAMENTO ITAMARATI, PONTA PORÃ, MS.....</b>                                 | <b>25</b> |
| <br>  |           |
| <b>CAPÍTULO II: RIQUEZA, DIVERSIDADE E EFICIÊNCIA DE ABELHAS POLINIZADORAS EM CULTIVOS DE (<i>Passiflora maliformis</i>) PASSIFLORACEAE NO ESTADO DE HUILA, COLÔMBIA.....</b>   | <b>38</b> |
| <b>TABELA 01. RIQUEZA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE ABELHAS EM TRÊS PLANTIOS DE <i>Passiflora maliformis</i> (PASSIFLORACEA) EM RIVERA, HUILA, COLÔMBIA, AGOSTO A NOVEMBRO DE 2017.....</b>                                  | <b>47</b> |
| <b>TABELA 02. RIQUEZA, DOMINÂNCIA E CONSTÂNCIA DE ABELHAS ASSOCIADAS A TRÊS PLANTIOS DE <i>P. maliformis</i> (PASSIFLORACEA) EM RIVERA, HUILA, COLÔMBIA, AGOSTO A NOVEMBRO DE 2017.....</b>                                 | <b>48</b> |
| <b>TABELA 03. ANÁLISE FAUNÍSTICA DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APIDAE) EM TRÊS PLANTIOS DE <i>P. maliformis</i> (PASSIFLORACEA), EM RIVERA, HUILA, COLÔMBIA, AGOSTO A NOVEMBRO DE 2017.....</b>                                  | <b>49</b> |
| <b>TABELA 04. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA POLINIZAÇÃO NATURAL EM FLORES MARCADAS EM TRÊS PLANTIOS DE RIVERA, HUILA, COLÔMBIA, 2017.....</b>  | <b>50</b> |
| <b>TABELA 05. EFICIÊNCIA DA POLINIZAÇÃO MANUAL CRUZADA, EM TRÊS PLANTIOS DE <i>P. maliformis</i>, EM RIVERA, HUILA, COLÔMBIA.....</b>   | <b>51</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO III: CARGA POLÍNICA EM POLINIZADORES DE <i>Passiflora maliformis</i> (PASSIFLORACEAE).....</b>  | <b>58</b> |
| <b>TABELA 01 GRÃOS DE PÓLENS COLETADOS DAS ESTRUTURAS DO CORPO (CABEÇA, TÓRAX, ABDOME E PERNAS POSTERIORES) DAS ABELHAS EM RIVERA, HUILA, COLÔMBIA, 2017.....</b>   | <b>66</b> |
| <b>TABELA 02 MÉDIAS E ANÁLISES DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE DE GRÃOS DE PÓLEN DE RETIRADOS DAS ABELHAS COLETADAS NOS TRÊS PLANTIOS EM RIVERA, HUILA, COLÔMBIA.....</b>                                  | <b>67</b> |
| <b>TABELA 03. GRÃOS DE PÓLEN COLETADOS NA CABEÇA, TÓRAX, ABDOME E PERNAS POSTERIORES DAS 26 ABELHAS CAPTURADAS EM TRÊS PLANTIOS DE <i>Passiflora maliformis</i> EM RIVERA, HUILA, COLÔMBIA, 2017.....</b> | <b>68</b> |
| <b>TABELA 04. GRÃO DE PÓLEN ENCONTRADOS NAS ABELHAS COLETAS EM TRÊS PLANTIOS DE <i>Passiflora maliformis</i> EM RIVERA, HUILA, COLÔMBIA, 2017.....</b>  | <b>68</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO I: DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE ABELHAS EM CULTIVO DE <i>Passiflora edulis</i> Sims (PASSIFLORACEAE), ASSOCIADA A <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hill. (SOLANACEAE).....</b>  | <b>11</b> |
| <b>FIGURA 01. LOCALIZAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO NO ASSENTAMENTO DE ITAMARATI MUNICÍPIO DE PONTA PORÃ, MS, BRASIL. (GOOGLE EARTH, ACESSADO: EM JUNHO DE 2018).....</b>  | <b>16</b> |
| <b>FIGURA 02. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL NA PLANTAÇÃO DE MARACUJÁ (A), PLANTAÇÃO DE <i>S. lycocarpum</i> (B), NINHOS-ARMADILHA (C).....</b>  | <b>17</b> |
| <b>FIGURA 03. CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DOS SUPORTES PARA OS NINHOS-ARMADILHA (A E B); NINHOS-ARMADILHA INSTALADOS NA LATERAL SUL DO PLANTIO DE MARACUJÁ (C); PLANTIO DEFINITIVO DE <i>S. lycocarpum</i> NA LATERAL OESTE DA PLANTAÇÃO DE MARACUJÁ (D); FLORAÇÃO DE <i>S. lycocarpum</i>, APÓS 90 DIAS DO PLANTIO (E).....</b>  | <b>19</b> |
| <b>FIGURA 04. NINHOS ATIVOS DE XYLOCOPA, CABEÇA DA ABELHA APONTANDO PARA FORA DO ORIFÍCIO (A), PARTE DO ABDOME DA ABELHA FECHADO O ORIFÍCIO COMO FORMA DE DEFESA (B).....</b>   | <b>20</b> |
| <b>FIGURA 05. DIVERSIDADE DE ABELHAS NO PLANTIO DE MARACUJÁ AMARELO NO PERÍODO DE OUTUBRO A DEZEMBRO DE 2015 E DE JANEIRO A JUNHO DE 2016, EM ITAMARATI, PONTA PORÃ, MS.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>FIGURA 06. RIQUEZA DE ABELHAS NA PLANTAÇÃO DE MARACUJÁ EM ITAMARATI-PONTA PORÃ, ÍNDICES DE TEMPERATURA E CHUVA. DADOS CLIMATOLÓGICOS: CENTO DE MONITORAMENTO DO CLIMA, DO TEMPO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE MATO GROSSO DO SUL, ESTAÇÃO METEOROLÓGICA A-703, PONTA PORÃ, MS, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2015 A JUNHO DE 2016. (<a href="http://www.cemtec.ms.gov.br">HTTP://WWW.CEMTEC.MS.GOV.BR</a> ACESSADO: 15 DE MAIO DE 2018).....</b> | <b>26</b> |
| <b>FIGURA 07 RIQUEZA DE ABALHAS E NÚMERO DE NINHOS ENCONTRADOS NO PLANTIO DE <i>Passiflora edulis</i> Sims NO SÍTIO NOSSA SENHORA APARECIDA NO ASSENTAMENTO DE ITAMARATI, PONTA PORÃ, MS, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2015 A JUNHO DE 2016.....</b>  | <b>27</b> |

**CAPÍTULO II: RIQUEZA, DIVERSIDADE E EFICIÊNCIA DE ABELHAS POLINIZADORAS EM CULTIVOS DE (*Passiflora maliformis*) PASSIFLORACEAE NO ESTADO DE HUILA, COLÔMBIA.....38**

**FIGURA 01 LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RIVERA, HUILA, COLÔMBIA.....41**

**FIGURA 02 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PESQUISA: PLANTIO 01, (02°46'235" N, 75°16'615" W), PLANTIO 02 (02°46'205" N, 75°16'410" W) E PLANTIO 03 (02°46'989" N, 75°16'324" W), RIVERA, HUILA, COLOMBIA. (GOOGLE EARTH, 2017).....42**

**FIGURA 03 TI - FLOR MARCADA NA PRÉ-ANTESE E DEIXADA PARA POLINIZAÇÃO NATURAL (A), FORMAÇÃO DE FRUTO A PARTIR DA POLINIZAÇÃO NATURAL (B), POLINIZAÇÃO NATURAL NA FLOR SEM FORMAÇÃO DE FRUTO (C); TII - FLOR ENSACA NA PRÉ-ANTESE, PARA REALIZAR A POLINIZAÇÃO MANUAL CRUZADA (D), FORMAÇÃO DE FRUTO A PARTIR DA POLINIZAÇÃO MANUAL CRUZADA (E); TIII - FLOR ENSACA NA PRÉ-ANTESE PARA TESTAR A AUTOCOMPATIBILIDADE (AC).....44**

**FIGURA 04 ÍNDICES DE SIMILARIDADE DE ABELHAS ASSOCIADAS A TRÊS PLANTIOS DE *P. maliformis* (PASSIFLORACEA) EM RIVERA, HUILA, COLÔMBIA.....49**

**CAPÍTULO III: CARGA POLÍNICA EM POLINIZADORES DE *Passiflora maliformis* (PASSIFLORACEAE).....58**

**FIGURA 01 *Xylocopa frontalis* (A); *Epicharis (Epicharis)* FÊMEA (B); *Epicharis (Epicharana)*(C); *Eulaema cingulata* (D), SENDO DEVOLVIDAS AO AMBIENTE APÓS RETIRADA DE GRÃOS DE PÓLEN.....63**

**FIGURA 02. GRÃO DE PÓLEN DA FABACEAE SP. (A) E DE *P. maliformis* (B), AMBOS NO AUMENTO DE 100X.....65**

RIQUEZA E DIVERSIDADE DE ABELHAS POLINIZADORAS DE *Passiflora edulis* Sims e *Passiflora maliformis* L. (PASSIFLORACEAE) EM MATO GROSSO DO SUL, BRASIL E RIVERA, COLÔMBIA

Autora: MSc Rose Benedita Rodrigues Trindade

Orientador: Professor Dr. Marcos Gino Fernandes

RESUMO GERAL - O mercado da fruticultura mundial tem como um dos principais representantes os frutos do gênero *Passiflora*, que pertencem à família Passifloraceae, originária da América tropical e que possuem mais de 150 espécies utilizadas para diversos fins. As características florais de muitas Passifloraceae impossibilitam a autopolinização, sendo imprescindível a participação de agentes polinizadores, para que seja possível a ocorrência da fecundação. A pesquisa teve como objetivos: Avaliar a influência de *Solanum lycocarpum* sobre o aumento populacional de abelhas e as nidificações naturais na plantação de *Passiflora edulis* Sims, levando em consideração os horários de maior visitação de *Xylocopa frontalis* no plantio de maracujá amarelo; Identificar os principais polinizadores de *Passiflora maliformis* L. e a sua eficiência na produção de fruto de cholupa; Relacionar quantitativamente os grãos de pólen de contato nas abelhas polinizadoras de *P. maliformis* com a atividade preferencial de forrageamento. As avaliações foram realizadas no período de outubro de 2015 a dezembro de 2016, em uma plantação de *P. edulis*, no assentamento Itamarati, Brasil e de agosto a novembro de 2017 foram realizadas em três plantações de *P. maliformis* no município de Rivera, Huila, Colômbia. As amostragens foram quinzenais, nos horários de 7:30h às 17:30h, com intervalos de 45 minutos. As abelhas mais abundantes nas *Passiflora* avaliadas, foram *X. frontalis* e *Apis mellifera*. A presença de *S. lycocarpum* no plantio de *P. edulis*, contribuiu com o aumento populacional de *X. frontalis* e com as nidificações naturais. Os ninhos armadilhas não foram eficientes. A planta preferencialmente forrageada pelas abelhas *X. frontalis* foi *P. maliformis*. Em *P. maliformis* ocorreu dependência de 100% de polinizadores e polinização cruzada.

**Palavras-chave:** amostragem, grãos de pólen, mamangavas, nidificações.

WEALTH AND DIVERSITY OF POLLINATING BEES *Passiflora edulis* Sims AND *Passiflora maliformis* L. (PASSIFLORACEAE) IN MATO GROSSO DO SUL, BRASIL AND RIVERA, COLOMBIA

Author: MSc Rose Benedita Rodrigues Trindade

Advisor: Professor Dr. Marcos Gino Fernandes

GENERAL SUMMARY - The world fruit market has one of the main representatives the fruits of the genus *Passiflora*, which belongs to the Passifloraceae family, which originates in tropical America and has over 150 species used for various purposes. The floral characteristics of many Passifloraceae make it impossible to self-pollinate, so the participation of pollinating agents is essential to allow fertilization to occur. The objective of the research was: 1) To evaluate the influence of *Solanum lycocarpum* on the population increase of bees and natural nesting in the planting of *Passiflora edulis* Sims; 2) Record the occurrence of nesting in the rational nests; 3) Record the time of greatest visitation of *Xylocopa frontalis* in the plantation of *P. edulis*; 4) Identify the main pollinators of *Passiflora maliformis* L.; 5) To evaluate the efficiency of bees in pollination and production of *P. maliformis*; 6) Quantitatively correlate contact pollen grains in pollinating bees of *P. maliformis* with preferential foraging activity. The evaluations were carried out from October 2015 to December 2016 in a plantation of *P. edulis*, in the settlement of Itamarati, Brazil, and from August to November 2017 were carried out in three plantations of *P. maliformis* in the municipality of Rivera, Huila, Colombia. The samplings were biweekly, from 7:30 a.m. to 5:30 p.m., at 45 minute intervals. The most abundant bees in the *Passiflora* evaluated were *X. frontalis* and *Apis mellifera*. The presence of *S. lycocarpum* in the planting of *P. edulis* contributed to the population increase of *X. frontalis* and to the natural nesting sites. The nests traps were not efficient. The plant preferentially foraged by *X. frontalis* bees was *P. maliformis*. In *P. maliformis*, 100% dependence of pollinators and cross pollination occurred.

**Key words:** sampling, pollen grains, mammals, nesting.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Nas plantas superiores o processo de polinização (transferência de grãos de pólen das anteras para o estigma) é importante não apenas para a reprodução das plantas, mas também, para a produção de alimento e manutenção da rede de interação entre planta e animal. A polinização realizada por animais silvestres é considerada um serviço chave ao ecossistema e sua ausência pode comprometer a diversidade genética das plantas, além de afetar a produtividade de alimentos e produtos relacionados (Silveira et al. 2012).

A família Passifloraceae é representada por aproximadamente 400 espécies, distribuídas na região neotropical (Inês da Silva et al. 2014). De acordo com Freitas e Oliveira-Filho (2003), as espécies de maior valor comercial são o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener), o maracujá-roxo (*Passiflora edulis* Sims) e o maracujá-doce (*Passiflora alata*).

Maracujá é o nome atribuído ao fruto e a planta que é representada por várias espécies do gênero *Passiflora*. A palavra maracujá é de origem tupi-guarani e significa “alimento em forma de cuia”. Também é conhecido como o fruto da Paixão, pelo fato de seus três pistilos representarem a Santíssima Trindade; os três estiletos, os cravos usados na crucificação; as cinco anteras, as chagas de Cristo; os filamentos da coroa, a coroa de espinhos; as gavinhas, os chicotes e; as folhas, as lanças dos soldados que açoitaram Jesus Cristo (Faleiro et al. 2016).

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá. No território brasileiro essa frutífera encontra condições edafoclimáticas que favorecem seu cultivo e desenvolvimento. Além do Brasil o gênero *Passiflora* apresenta grande importância econômica e comercial em outros países, tais como: Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, Venezuela, África do Sul e Austrália (Pimentel et al. 2009; Faleiro et al. 2016).

Nos últimos quatro anos foi crescente a produção de frutíferas na Colômbia, devido a demanda do mercado nacional e internacional pelas frutas tropicais. Apesar disso, somente algumas *Passifloras* respondem a esta demanda, sendo destacada a *Passiflora maliformis* Linnaeus (1753), que é cultivada há 30 anos no estado de Huila e que, a partir do ano de 2007, recebeu a proteção de origem como um produto huilense (Ocampo et al. 2015).

Na Colômbia, a importância socioeconômica de *Passifloras* é grande. Neste país, cadeias produtivas bem estabelecidas para seis diferentes espécies, sendo elas: *P. maliformis*, *Passiflora quadrangulares* Linnaeus (1759), *Passiflora ligularis* A. Juss.

(1805), *Passiflora tripartita* (Juss.) Poir (1811), *Passiflora edulis* Sims (1818), *Passiflora edulis* f. *edulis* Deg. (1932), que são exportadas para países latino-americanos e europeus. O Equador se destaca no mercado com a produção de *P. edulis* Sims, exportando suco concentrado. Na África do Sul e na Austrália há a produção, principalmente, do maracujá-roxo (*P. edulis* f. *edulis*), que é consumido *in natura*, já na Europa, as *Passifloras* são muito comuns como plantas ornamentais (Faleiro et al. 2016).

O Brasil e a Colômbia são os países que possuem a maior diversidade de Passifloraceae, sendo os maiores produtores de maracujá, especialmente a espécie *P. edulis* Sims, que é amplamente explorada nos pomares brasileiros, em decorrência de sua grande aceitação no mercado consumidor. As flores apresentam vários mecanismos estruturais que evitam a autopolinização, tais como: a separação espacial das estruturas reprodutivas, conhecida como hercogamia, maturação do órgão masculino antes do feminino através da protandria e a incapacidade de uma planta fértil formar sementes quando fertilizada por seu próprio pólen pelo sistema de autoincompatibilidade (Killip, 1960; Bruckner et al. 1995)

E neste sentido, a existência destas características faz com que as espécies de Passifloraceae dependam de agentes polinizadores para realizarem a polinização cruzada para a produção de frutos, e dentre estes, se destacam as abelhas de grande porte, as quais são consideradas polinizadores importantes das flores das passifloras (Yamamoto, 2009; Silveira et al. 2012).

As variedades de Passifloraceae cultivadas nas diversas regiões do mundo são polinizadas pelas abelhas dos gêneros *Xylocopa*, *Centris*, *Epicharis*, *Eulaema* e *Bombus*, que são os polinizadores naturais mais efetivos (Calderón, 2014). Estas abelhas utilizam néctar e pólen como recurso alimentar e são atraídas pelo perfume e coloração das flores do maracujazeiro, de modo que sua participação na polinização do maracujá, traz resultados econômicos satisfatórios em todos os ambientes cultivados (Yamamoto e Barbosa 2007; Vieira et al. 2010).

As abelhas de pequeno porte, como as *Apis mellifera* e as *Trigonas* sp., são pouco eficientes na polinização ou não polinizam o maracujá. Estas abelhas podem agir apenas como pilhadoras (Inês da Silva et al. 2014). Algumas *Trigonas* sp. perfuram a base dos botões florais para alcançar a câmara nectarífera, podendo reduzir a quantidade de néctar disponível ou provocar a queda prematura da flor, causando sérios danos à cultura. Uma das alternativas usadas para deslocar estas abelhas das flores do maracujá é oferecer outra planta como fonte de recursos alimentares (Inês da Silva et al. 2014).

De acordo com Calderón (2014), as abelhas de grande porte são eficientes polinizadores de Pacifloraceae, sendo importante a adoção de boas práticas que visem aumentar ou manter estes polinizadores acerca dos ambientes cultivados. A introdução de plantas atrativas, materiais preferenciais à nidificação ou ninhos racionais próximos aos cultivos de maracujá pode auxiliar no aumento da população de abelhas e na produtividade dos frutos (Freitas e Oliveira Filho, 2003).

Outra prática adotada para conservar as populações de abelhas no entorno das áreas cultivadas é a conservação de fragmentos de mata nativa ou implementação de plantas que também atraiam as abelhas (Oliveira Júnior et al. 2003). A espécie vegetal *Solanum lycocarpum* é uma planta de fácil propagação e comum tanto em regiões tropicais como subtropicais, apresenta porte arbustivo, presença de muitos ramos cilíndricos, lenhosos, um pouco tortuosos e revestidos de densos pelos estrelados. Seu fruto é uma baga globosa verde amarelada quando madura, revestida de pilosidade (Corrêa et al. 2000).

As flores de *S. lycocarpum* apresentam corola com padrões visíveis de coloração ultravioleta contrastantes, os estames são coloridos, as anteras são poricidas e dispostas ao redor do estilete, com grãos de pólen pequenos e leves. Estas características florais atraem as abelhas, principalmente as de grande porte como: *Xylocopa* sp., *Bombus* sp. e *Oxaea flavescens*, que são robustas e adaptadas a retirar o pólen de *S. lycocarpum* através da polinização por vibração (Nunes Silva et al. 2010; Inês da Silva et al. 2014).

No geral, as plantas apresentam especificidades nas características fisiológicas e morfológicas que atraem diferentes espécies de polinizadores (Barbosa, 1997). Dentro do grupo de polinizadores, as abelhas são as mais significativas e estima-se que existam aproximadamente 25.000 e 30.000 espécies de abelhas no mundo (Kearns et al. 1998). A relação ente as plantas e as abelhas geraram uma dependência de interação ecológica, surgindo ao longo do tempo adaptações morfológicas e comportamentais recíprocas entre as abelhas e as diferentes flores das plantas (Rech et al. 2014).

As abelhas eussociais, constituem um grupo bem especializado na coleta de recursos florais, elas desenvolveram adaptações morfológicas para coletar, manipular, transportar e armazenar o pólen de maneira eficiente e assim manter sua prole (Danforth et al. 2006). O conhecimento acerca da entomopalinologia, pode auxiliar a compreender as relações existentes entre plantas e insetos (Correia et al. 2017). Através de análises qualitativas e quantitativas da massa polínica relacionadas as abelhas, pode-se identificar o grau de interação entre os polinizadores nos ambientes de áreas naturais, e assim, criar estratégias para manter o equilíbrio entre essas interações (Lima e Alencar 2012).

Além disso, a antropização das áreas naturais tem provocado uma forte redução da diversidade de abelhas, assim como, o uso de pesticidas agrícolas e introdução de espécies que competem com as abelhas nativas por néctar e grãos de pólen (Allen-Wardell et al. 1998; Lima e Alencar 2012).

Neste sentido, a agricultora familiar, no sistema orgânico de produção, adota recursos naturais e socioeconômicos que respeitam a integridade cultural, potencializando a maximização dos benefícios sociais, diminuindo a dependência de energias e de produtos químicos, para auto sustentação de suas propriedades (Castro Neto et al. 2010). Essa prática ameniza o impacto sobre as populações de polinizadores promovendo benefício ao ambiente (Castro Neto et al. 2010).

O assentamento Itamarati se destaca na fruticultura como um investimento promissor, tendo em vista ser considerado o maior assentamento do Brasil, com mais de 50 mil hectares, reunindo diversidades de agricultores familiares que manejam seus agrossistemas de maneira sustentável e quando possível orgânica (Andrade et al. 2010).

A agricultura familiar, além de beneficiar as famílias com um incremento na renda dos agricultores, promovem um capital de giro local. No município de Rivera, localizado no estado de Huila, Colômbia, a agricultura familiar se destaca através da produção de frutíferas como maracujá- amarelo (*Passiflora edulis*) e cholupa (*P. maliformis*) que além de abastecer a comunidade local e seu entorno, abastece também a capital deste país (Calderón, 2014).

O desenvolvimento das Passifloráceae está diretamente associado a interação com as abelhas de grande porte e a manutenção destes insetos nessa cultivar tem tendência a diminuir os custos de produção, tendo em vista a necessidade da polinização cruzada desta planta. Portanto, o objetivo geral do trabalho foi: 1) Avaliar a influência de *S. lycocarpum* no aumento populacional de abelhas e de nidificações naturais na plantação de *P. edulis*; 2) Registrar a ocorrência de nidificação nos ninhos racionais; 3) registrar o horário de maior visitação de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Oliver, 1789) (Hymenoptera: Apidae ) na plantação de *P. edulis*; 5) Avaliar a eficiência das abelhas na polinização e produção de *P. maliformis*; 6) Relacionar quantitativamente os grãos de pólen de contato nas abelhas polinizadoras de *P. maliformis* com a atividade preferencial de forrageamento.

## REFERÊNCIAS

ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARDT, P.; BURQUEZ, A.; BUCHMANN, S.; CANE, J.; COX, P.A.; DALTON, V.; FEINSINGER, P.; INGRAM, M.; INOUYE, D.; JONES, C.E.; KENNEDY, K.; KEVAN, P.; KOOPOWITZ, H; MEDELLIN, R.; MEDELLIN-MORALES, S.; NABHAN, G.P.; PAVLIK, B.; TEPEDINO, V.; TORCHIO, P.; WALKER, S. 1998. The Potential Consequences of Pollinator Declines on the Conservation of Biodiversity and Stability of Food Crop Yields. *Conservation Biology*. v.12. 8-17p.

ANDRADE, E. S.; DRESCH, L. O.; TREDEZINI, C. A. de O.; BITENCOURT, M. B.; PEREIRA, R. C. 2010. A crise do sistema sócio-proprietário de produção nas unidades I e II do Assentamento Itamarati em Ponta Porã/MS. In: Anais do XLVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER. Campo Grande / MS.

BARBOSA, A. A. A. 1997. Biologia reprodutiva de uma comunidade de Campo Sujo, Uberlândia – MG. Brasil. Tese de Doutorado em Biologia Vegetal. Universidade Estadual de Campinas. p. 180.

BRUCKNER, C. H.; CASALI, V. W. D.; MORAES, C. F.; REGAZZI, A. J.; SILVA, E. A. M. 1995. Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Horticulturae*, Leuven, v. 370, 47-57,

CALDERÓN, A. T. R. 2014. Requerimientos y valor económico del servicio de polinización prestado por abejas en dos frutales promisorios colombianos, (Champa *Campomanesia lineatifolia* Ruiz e Pav. y Cholupa *Passiflora maliformis* L.). Mestrado em Ciências – Biología. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá. Colômbia. 121p.

CASTRO NETO, N.; DENUZI, V. S. S.; STADUTO, J. A. R. 2010. Produção orgânica: uma potencialidade estratégica para a agricultura familiar. *Revista Percurso*. Maringá. Paraná. Brasil v. 2. n. 2. p. 73-95.

CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; DONIZETE DOS SANTOS, C.; RIBEIRO, L. J. 2000. Constituintes químicos da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* st. Hil.) durante maturação. Ciências Agrotecnica. Lavras. Brasil. v.24, n.1. 130-135 p.

CORREIA, F. C. S.; FRANCISCO, R. S.; PERUQUETTI, R. C. 2017. Palinologia e a interação planta-abelha: revisão de literatura. Arquivos de Ciências Veterinária e Zoológica. UNIPAR, Umuarama - Paraná. Brasil. v. 20, n. 4, p. 247-251.

DANFORTH, B. N.; SIPES, S.; FANG, J. & BRADY, S. G. 2006. The history of early bee diversification based on five genes plus morphology. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 103: 5118-15123.

FALEIRO, F. G. e JUNQUEIRA, N. T. V. O. 2016. 500 perguntas e 500 respostas do maracujá. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Editores Técnicos Embrapa Brasília, DF. Brasil.

FREITAS, B. M. e OLIVEIRA FILHO, J. H. 2003. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora dulis*). Ciência Rural. vol.33, n.6. 1135-1139p.

INÊS DA SILVA, C.; BRUNO, N.S.; KÁTIA, P. A.; BRENO, M. F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. I. 2014. Guia ilustrado de abelhas polinizadoras no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Editora Fundação Brasil Cidadão. São Paulo. Brasil. 51p.

INÊS DA SILVA. C.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; GARÓFALO, C. A. 2014. Métodos de Levantamento e Conservação de Polinizadores Manejo e Conservação de Polinizadores do Maracujazeiro Amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). Ed. Holos. Ribeirão Preto-São Paulo. Brasil. 172p.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. & WASER, N. M. 1998. Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. Annual Review of Ecology and Systematic. (29): 83-112p.

KILLIP, E. P. 1960 Supplemental notes on the American species of Passifloraceae, with descriptions of new species. Contr. U.S. Nat. Herbarium, v. 35(11) 1-23 p.

LIMA, M. C. e ALENCAR, S. 2012. Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento / Maria Cecília de Lima e Sá de Alencar. – Brasília: Ibama.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M. e IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2010. A polinização por vibração. *Ecologia Australis*. 14(1): 140-151.

OCAMPO, J. A.; RODRIGUEZ, A.; PUENTES, A.; MOLANO, Z.; MORENA, M. P. 2015. El cultivo de la cholupa (*Passiflora maliformis* L.): Una alternativa para la fruticultura colombiana. Cororación Centro de Desarrollo Tecnológico de la Passifloras de Colombia-Cepass. (Huila), Colômbia. 52p.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. N.; DONIZETE DOS SANTOS, C.; PATTO DE ABREU, C. M.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, J. Z. L. 2003. Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* st. Hil.) Durante o amadurecimento. *Ciências Agro técnica, lavras*. V.27, n.4, p.846-851.

PIMENTEL, L. D.; MAGALHÃES DOS SANTOS, C. E.; FERREIRA, A. C. C.; MARTINS, A. A.; WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H. 2009. Custo de produção e rentabilidade do maracujazeiro no mercado agroindustrial da zona da Mata Mineira. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, Brasil*. v. 31. n. 2. 397-407p.

RECH, A.R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P.E. e MACHADO, I. C. 2014. *Biologia da polinização*. 1ª Ed. Ceres Belchior, Rio de Janeiro: Projeto Cultura, 527p.

SILVEIRA, M. A.; NASCIMENTO, J. N.; RODRIGUES, E. T.; PUKER, A. 2012. Is manual pollination of yellow passion fruit completely dispensable? *Scientia Horticulturae* v. 146. 99–103. journal homepage. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/scihorti](http://www.elsevier.com/locate/scihorti). Acessado: 20 de março de 2018.

VIEIRA, P.F.S.P.; CRUZ, D. O.; GOMEZ, M. F. M; CAMPOS, L. A. O.; LIMA, J. E. 2010. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, Barcelona*, v.15.43-53p.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA, A.A.A. 2007. Polinizadores do maracujá amarelo no triângulo mineiro. In: Anais do VIII Congresso de ecologia do Brasil. Caxambu – MG.

YAMAMOTO, M. 2009. Polinizadores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger, Passifloraceae): riqueza de espécies, frequência de visitas e a conservação de áreas naturais. Revista Brasileira de Fruticultura.

YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P. E.; GAGLIANONE, M. C. 2014. Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados: planos de manejo Rio de Janeiro: Funbio.

## CAPÍTULO I

DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE ABELHAS EM CULTIVO DE *Passiflora edulis* Sims (PASSIFLORACEAE), ASSOCIADA A *Solanum lycocarpum* St. Hill. (SOLANACEAE)

### RESUMO

O Brasil possui grandes extensões territoriais e condições favoráveis para o agronegócio, sendo considerado o terceiro produtor mundial de frutas, das quais destaca-se o maracujá-amarelo. As flores do maracujá-amarelo são auto-incompatíveis e necessitam da polinização cruzada, sendo que as abelhas do gênero *Xylocopa* sp. são as principais polinizadoras. A presença da espécie *Solanum lycocarpum*, por produzir flores próxima ao plantio de maracujá, pode servir como atrativo às abelhas polinizadoras, melhorando a produção do cultivo. Assim, os objetivos deste trabalho foram: 1) Avaliar a influência de *S. lycocarpum* no aumento populacional de abelhas e de nidificações naturais na plantação de *P. edulis*; 2) Registrar a ocorrência de nidificação nos ninhos racionais; 3) registrar o horário de maior visitação de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (Oliver, 1789) (Hymenoptera: Apidae) na plantação de *P. edulis*. A área experimental foi instalada em uma plantação de maracujá com 2 anos e meio e a condução das plantas em espaldeiras de um arame. O espaçamento entre as plantas foi de 2,5m com 3m entre as linhas da cultura. Foram plantadas um total de 48 mudas de *S. lycocarpum* divididas em duas fileiras na bordadura leste do cultivo de maracujá. A área de plantio foi demarcada em seis quadrantes, cada um era representado por 100 plantas de maracujá, sendo o primeiro contado a partir de *S. lycocarpum*. Os registros das abelhas foram realizados durante 15 minutos a cada hora, no período de 8h:30min às 15h:30min; nos 45min restantes de cada hora, vistoriava-se os mourões em busca de ninhos naturais de abelhas. Foram feitas avaliações de frequência, abundância, riqueza de espécies, índices de diversidade de Shannon-Winner, Simpson e Equitabilidade de Pielou. As abelhas mais frequentes foram *X. frontalis*, *Apis mellifera* (Lineaus, 1758) e de *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793). Os quadrantes III e IV foram os mais abundantes e com maior riqueza de abelhas. O florescimento de *S. lycocarpum* próximo da plantação de maracujá interferiu positivamente no aumento do número de ninhos e população de abelhas polinizadoras da Passifloraceae, indicando que esta planta próxima ao cultivo de maracujá pode contribuir na produção de frutos.

**Palavras-chave:** Abelha, fruticultura, maracujá-amarelo, polinização.

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF CULTIVATED BEES *Passiflora edulis* Sims (PASSIFLORACEAE), ASSOCIATED WITH *Solanum lycocarpum* St. Hill. (SOLANACEAE)

ABSTRACT

Brazil has great territorial extensions and favorable conditions for agribusiness, being considered the third world producer of fruits, of which the yellow passion fruit stands out. Yellow passionflower flowers are self-incompatible and require cross-pollination, and bees of the genus *Xylocopa* sp. are the main pollinators. The presence of the species *Solanum lycocarpum*, for producing flowers near the planting of passion fruit, can serve as attractive to pollinating bees, improving crop production. Thus, the objectives of this work were: 1) To evaluate the influence of *S. lycocarpum* on the population increase of bees and natural nesting in the plantation of *P. edulis*; 2) Record the occurrence of nesting in the rational nests; 3) to record the time of greatest visitation of *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (Oliver, 1789) (Hymenoptera: Apidae) in the plantation of *P. edulis*. The experimental area was installed in passion fruit plantation at 2 and a half years ago and the plants were transported on a wire rebar. The spacing between the plants was 2.5m and 3m between the crop lines. A total of 48 seedlings of *S. lycocarpum* were planted in two rows in the eastern border of passion fruit cultivation. The planting area was divided into six quadrants, each one represented by 100 passion fruit plants, the first being counted from *S. lycocarpum*. Bees records were performed for 15 minutes every hour, in the period from 8h: 30min to 15h: 30min; the remaining 45 minutes of each hour, the mourões were inspected in search of natural nests of bees. Frequencies, abundance, species richness, diversity indexes of Shannon-Winner, Simpson and Pielou Equitability were evaluated. The most frequent bees were *X. frontalis*, *Apis mellifera* (Lineaus, 1758) and *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793). Quadrants III and IV were the most abundant and with bee wealth. The flowering of *S. lycocarpum* near the passion fruit plantation interfered positively in the increase in the number of nests and population of pollinating bees of the Passifloraceae, indicating that this plant near the passion fruit can contribute to the production of fruits.

**Key words:** Bee, fruticulture, yellow passion fruit, pollination.

## 1. INTRODUÇÃO

A família Passifloraceae, é composta por 18 gêneros representados por aproximadamente 630 espécies, sendo que cerca de 400 destas, são largamente distribuídas nas regiões tropicais (Oliveira e Ruggiero 2005; Bernacci et al. 2008; Oliveira et al. 2009). O Brasil é um dos países com maior diversidade de Passifloraceae, apresentando aproximadamente 135 espécies que produzem frutos comestíveis (Lima e Cunha 2004; Inês da Silva et al. 2014). Em todo o mundo, a espécie *Passiflora edulis* Sims (maracujá-amarelo) é a mais cultivada, seguida por *Passiflora alata* (maracujá doce) e *Passiflora quadrangularis* (Malpighiale: Passifloraceae) (Inês da Silva et al. 2014).

Os plantios comerciais brasileiros utilizam mais comumente duas espécies: *P. alata*, o maracujá doce e *P. edulis*, o maracujá azedo ou maracujá-amarelo que representa 95% dos cultivos (Pires et al. 2011; Inês da Silva et al. 2014). O maracujá-amarelo é cultivado em grande número de estados brasileiros, fazendo com que o Brasil seja o maior produtor mundial (Bernacci et al. 2008).

*P. edulis* é uma planta tipicamente tropical e trepadeira que, quando cultivada em condições favoráveis de temperatura e umidade, pode florescer o ano todo. Suas flores são grandes com cheiros característicos e apresentam tanto as estruturas femininas quanto masculinas chamadas de hermafroditas. Apresenta grande quantidade de néctar, de modo que atraem muitos insetos. Em geral, as flores abrem por volta das onze horas da manhã, permanecendo abertas até às dezoito horas, e caso não ocorra afecundação as mesmas caem (Oliveira Filho e Freitas 2003; Silveira et al. 2012; Inês da Silva et al. 2014).

*Solanum lycocarpum* (Solanales: Solanaceae), popularmente conhecida como lobeira (Silva Júnior, 2005), floresce praticamente durante todo o ano, o que favorece a atividade forrageira das abelhas (Munari et al. 2012). Esta planta pode crescer e se desenvolver em condições ambientais desfavoráveis, tais como terras ácidas e pobres em nutrientes. É capaz de suportar climas áridos e períodos de seca prolongados (Feliciano e Salimena 2011).

De acordo com Guedes et al. (2009), *S. lycocarpum* é uma fonte de recurso alimentar importante a animais vertebrados e invertebrados. Além disso, auxilia na conservação de populações de abelhas nativas. Dessa forma, se faz necessária sua conservação, não de maneira isolada, mas de forma planejada e integrada, visando a conservação do bioma em que a espécie faz parte (Inês da Silva et al. 2010).

Um dos aspectos que dificultam a autofecundação do maracujá é o fato da flor apresentar um fenômeno conhecido como protandria, isto é, o pólen fica maduro antes do

estigma da mesma flor estar apto a recebê-lo. Estas características tornam o maracujá dependente de abelhas polinizadoras (Camillo, 2003).

As abelhas da família Apidae, são consideradas o grupo com maior diversidade (Michener, 2007). No Brasil existe uma grande diversidade de abelhas distribuídas entre as espécies de meliponíno, abelhas sociais e solitárias. No geral, são as principais polinizadoras de muitas espécies vegetais de ecossistemas naturais e cultivados (Michener, 1974; Sakagami, 1982; Slaa et al. 2006; Silveira et al. 2002).

Dentre o grupo de polinizadores, as abelhas são consideradas os mais importantes, pelo seu índice populacional, pela visitação e fidelidade floral. A maior frequência de visitação de uma abelha na flor, pode ser caracterizado como um comportamento de fidelidade floral e, quanto mais frequente for a visitação, maiores serão as possibilidades das flores visitadas serem polinizadas (Freitas e Paxton 1998).

Existe um crescente interesse em se conhecer a fauna de abelhas e seus recursos florais, assim como, seus habitats. Entretanto, percebe-se que os ambientes naturais vêm sendo cada vez mais alterados, influenciando negativamente na riqueza e população das abelhas (Azevedo et al. 2008; Steiner et al. 2010).

A polinização realizada por abelhas é considerada um serviço ecossistêmico regulatório, visto que flores bem polinizadas produzem frutos e sementes melhores. Na agricultura, o serviço prestado pelas abelhas contribui com o aumento do peso, tamanho e número de frutos e sementes produzidos (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva 2010). Por isso, é necessária a busca de alternativas que atendam os interesses sociais, econômicos e principalmente ambientais, que possam preservar esses organismos polinizadores.

As diferentes espécies de abelhas apresentam comportamentos diferenciados na atividade de forrageamento, nidificação e cuidado com a prole. As atividades de forrageamento podem ser influenciadas por diversos fatores, como: disponibilidade de recursos alimentares, temperatura e umidade. As abelhas africanizadas *A. mellifera* e as espécies do gênero *Trigonas* normalmente são agressivas na disputa pelos recursos florais. As abelhas solitárias (mamangavas), podem nidificar pedaços de madeiras, solo e até mesmo ninhos de outros insetos (Silva-Pereira et al. 2003).

As abelhas são os principais responsáveis pelo transporte de pólen entre as plantas. No maracujá, esse serviço é realizado por abelhas de grande porte, principalmente as do gênero *Xylocopa*. Considerando que as abelhas são os principais polinizadores em diferentes ecossistemas terrestres e levando em consideração a crescente fragmentação de seus habitats através de remoção da vegetação, estes polinizadores têm sofrido

diminuição nas suas populações e extinção local. Portanto nos últimos anos, há uma grande preocupação com a conservação das abelhas, e mecanismos alternativos estão sendo adotados, como a conservação de fragmento de plantas nativas e ou implantação de ninho próximos às plantações (Cordeiro, 2009; Imperatriz-Fonseca, 2010).

A implementação de ninhos racionais contribui para o aumento de abelhas *Xylocopa*. Estes ninhos são semelhantes as colmeias de *A. mellifera* e recebem ajustes que atendam às necessidades de nidificação das *Xylocopas* (Pereira e Garófalo 2010). O plantio de maracujá em consórcio com plantas de *S. lycocarpum* pode favorecer a nidificação, atraindo e mantendo as abelhas próximas da plantação, aumentar a diversidade e população de abelhas polinizadoras, promovendo um aumento na produtividade e diminuição dos custos de produção, considerando que *S. lycocarpum* atraem visitantes florais e polinizadores do maracujá (Barreto et al. 2006; Moura et al. 2010; Inês da Silva et al. 2014).

Os objetivos deste trabalho, foram: 1) Avaliar se o plantio de *S. lycocarpum* próximo a plantação de maracujá proporciona aumento na riqueza e abundância de abelhas; 2) Avaliar se a implementação de ninhos racionais no plantio de maracujá e próximos de *S. lycocarpum* atraem as abelhas para nidificarem neste local; 3) Registrar o horário de maior atividade de forrageamento de *X. frontalis* no plantio de maracujá; 4) Quantificar o número de ninhos naturais no plantio de maracujá no período da pesquisa.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Localização e caracterização da área amostral

O trabalho foi conduzido no assentamento Itamarati (22° 12' 19,3'' S; 055° 34' 37,3'' W), localizado a 45 km do município de Ponta Porã, estado de Mato Grosso do Sul, e a 21 km da faixa de fronteira com o Paraguai, na região Centro Oeste do Brasil (Figura 01).

O clima do município de Ponta Porã, segundo critério de Koppen (1948), é *Cwa*, ou seja, clima subtropical, com inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C). Apresenta curta estação seca (1-2 meses) e estende-se entre os meses de julho a agosto, onde os totais pluviométricos médios são inferiores a 50 mm. A deficiência hídrica anual é praticamente nula, e o excedente hídrico de cerca de 670 mm, isto considerando a CAD (capacidade de água disponível) igual a 100 mm (Gonçalves et al. 2006). A temperatura média anual é de 21,0° C e a precipitação

pluviométrica de 1.674 mm. O solo é do tipo latossolo vermelho distroférico, os dados de temperatura e precipitação para o período foram coletados dea CEMETEC, 2018.

A área amostral era de um hectare, com pastagens próximas a oeste, leste e ao sul. Havia uma pequena plantação de cana-de-açúcar (Poales: Poaceae) ao norte e ao sul do plantio de maracujá, com finalidade de cerca viva. Ao norte havia também uma estrada secundária com pouco fluxo de carro.



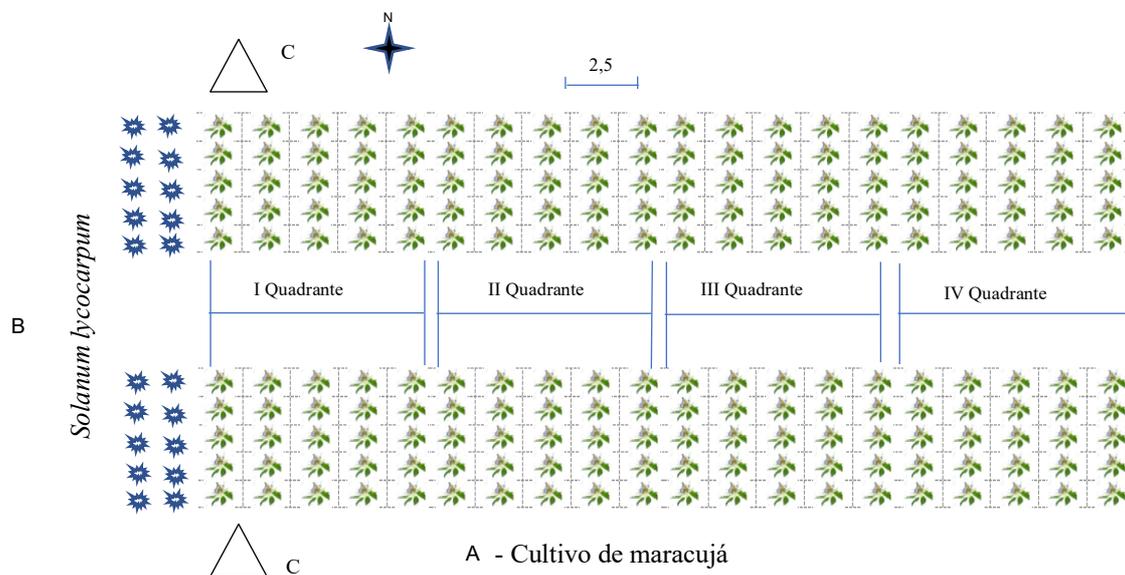
**Figura 01.** Localizações da área de estudo no Assentamento Itamarati, município de Ponta Porã, MS, Brasil. (Google Earth, acessado: em junho de 2018).

## 2.2. Plantação de maracujá

A pesquisa ocorreu em uma plantação de maracujá em sistema de produção orgânica, implantada em agosto de 2013, pois se tratava de um cultivo com fins comercial, sendo que toda a produção era destinada à uma empresa de beneficiamento de suco, localizada em Campo Grande, Mato Grosso do Sul (Bio Frutas Orgânicos). Um total de 600 plantas de maracujá foram distribuídas em 20 colunas, com 30 plantas em cada uma, e espaçamento de 3m. As plantas de maracujá encontravam-se distantes 2,5m entre si. O sistema de condução foi em espaldeira vertical, com fios de arame e estacas com mourão de eucalipto não tratado, de 2,5m de altura.

A área do experimento era de um hectare, que foi demarcado em seis quadrantes, cada um composto por 20 colunas e em cada uma delas, haviam cinco plantas de maracujá, de

maneira que cada quadrante era formado por 100 plantas. O primeiro quadrante foi demarcado a partir destas plantas (Figura 02).



**Figura 02.** Esquema parcial da área experimental do cultivo de maracujá (A) representado apenas por quatro quadrantes, plantação de *S. lycocarpum* (B), ninhos-armadilha (C).

### 2.3. Plantio de *S. lycocarpum*, registro e implementação de ninhos-armadilha, e amostragem

No total de 100 tubetes 1,4cm x 12cm de altura, foi semeada a um centímetro de profundidade uma semente de *S. lycocarpum*, sendo mantidas ao ar livre e com irrigação três vezes ao dia, no campus da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Ao completarem 126 dias, a partir da germinação, as plantas apresentavam uma altura de aproximadamente 15 cm, sendo transferidas individualmente a vasos plásticos com capacidade de quatro litros, contendo areia, terra e substrato, na proporção 1:1:1. Ao completarem 60 dias neste recipiente, as plantas apresentavam-se bem vigorosas, e suas raízes estavam em plena expansão.

Em agosto de 2015, as plantas *S. lycocarpum* apresentavam uma altura de aproximadamente 50 cm, e foram levadas, da UFGD até o assentamento Itamarati, onde foram plantadas em definitivo ao oeste da plantação de maracujá do sitio Nossa Senhora Aparecida. Em cada fileira (coluna) de plantas de maracujá foram plantadas duas lobeiras, totalizando 40 plantas, e estas obedeciam aos mesmos espaçamentos da plantação de

maracujá. A primeira floração de *S. lycocarpum* ocorreu após 90 dias a partir do plantio no solo.

O período da pesquisa de campo foi de agosto 2015 a junho de 2016 e totalizaram 18 coletas, que eram realizadas quinzenalmente no período de 8:30 às 17:45 horas. As avaliações ocorriam por 15 minutos de cada hora. As amostras e registros de abelhas eram realizadas por duas pessoas que percorriam a plantação de maracujá de maneira aleatória, sem prévia marcação de plantas. As abelhas eram registradas através de fotos e filmagens e eventualmente eram capturadas, com auxílio de rede entomológica e levadas para a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), para fins de identificação.

De acordo com a metodologia de Pereira e Garófalo (2010), foram implantados dois suportes para os ninhos-armadilha, na região norte e sul da plantação de maracujá. Em cada suporte, haviam duas prateleiras, que serviam de base para um total de 20 tijolos do “tipo baiano”, que acomodavam em seus orifícios os bambus (ninhos-armadilhas). Cada bambu foi cortado no entre nó, ficando apenas um dos lados aberto, com comprimentos entre 15,0 e 30cm e diâmetro entre 2,0 e 2,5cm. A cada 15 dias estes bambus eram vistoriados para avaliar a existência de ninhos de abelhas e limpeza local (Figura 03).



**Figura 03.** Construção e montagem dos suportes para os ninhos-armadilha (A e B); ninhos-armadilha instalados na lateral sul do plantio de maracujá (C); plantio definitivo de *S. lycocarpum* na lateral oeste da plantação de maracujá (D); floração de *S. lycocarpum*, após 90 dias do plantio (E).

A cada intervalo de coleta, eram registrados os ninhos naturais existentes nos mourões do plantio de maracujá. O ninho era considerado ativo quando os orifícios existentes nos mourões se encontravam limpos ou quando apresentavam fragmentos de excremento de abelhas (Figura 04).



**Figura 04.** Ninhos ativos de *Xylocopa*, cabeça da abelha apontando para fora do orifício (A), parte do abdome da abelha fechando o orifício como forma de defesa (B).

#### 2.4. Avaliação de vigor das plantas de maracujá por quadrante

Em outubro de 2015, no início da pesquisa, o plantio de maracujá foi avaliado de acordo com o vigor das plantas por quadrante, sendo atribuídas notas de 01 a 05. As avaliações foram realizadas por dois pesquisadores, que através de observações visuais atribuíram notas às plantas dentro do quadrante.

Os parâmetros usados para a avaliação de vigor do plantio de maracujá nos quadrantes foram: coloração e tamanho das folhas, preenchimento de folhas nas plantas, quantidade de botões florais e flores nas plantas, e preenchimento de plantas nos quadrantes.

Os padrões de notas atribuídas aos quadrantes contendo as plantas de maracujá, foram: 1 = ao quadrante com falha (30% sem plantas), as plantas com poucas folhas (enrugadas, limbo pouco desenvolvido) e poucas flores; 2 = quadrante com 15% de falha, as plantas com muitas folhas, porém poucas vigorosas e presença de algumas flores; 3 = quadrante sem falha de planta com muitas folhas vigorosas com 60% de floração; 4 = quadrante

sem falha de planta, com folhas vigorosas e com aproximadamente 70% de flores; 5 = quadrante sem falha de planta e com folhas vigorosas e com praticamente 100% de produção de flores.

### 3. Análise ecológica

Para organização e avaliação dos dados foram utilizados os parâmetros de frequência e constância descritos em Silveira Neto et al. (1976), em que frequência (f) é a porcentagem de indivíduos de uma espécie com relação ao total de indivíduos. Constância (C) é a porcentagem de espécies presentes nos levantamentos efetuados em que  $C = (P \times 100)/N$ , onde P corresponde ao número de coletas contendo a espécie e N ao número total de coletas realizadas. Quando a espécie está presente em mais de 50% da amostra, esta é considerada constante (w); caso apareça em 25-50% das amostras é considerada acessória (y); e, se estiver presente em menos de 25%, é considerada acidental (z).

Para determinar a dominância (d) foi utilizado o critério descrito em Uramoto et al. (2005), em que uma espécie é considerada dominante quando sua frequência for maior que  $1/S$ , onde S é o número total de espécies na comunidade. Abundância absoluta (n), foi determinada pela contagem do número de indivíduos registrados e capturados nos respectivos sítios.

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener, de Simpson e Equitabilidade de Pielou foram determinados segundo Krebs (1978); Ludwig e Reynolds (1988); Maguran (1988). O índice de Simpson (D) expressa a probabilidade de dois indivíduos de uma amostra, escolhidos ao acaso, pertencerem a mesma espécie e foi calculado pela relação:  $D = \sum p_i^2$  em que  $p_i$  é proporção ( $n_i/N$ ) de cada espécie i dividido entre o número total de indivíduos da amostra.

O índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) mede o grau de incerteza em determinar a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso, de uma amostra com S espécies e N indivíduos e quanto menor seu valor, menor o grau de incerteza, denotando baixa diversidade e foi determinado pela expressão ( $H' = - \sum (p_i \cdot \ln p_i)$ ). O índice de Equitatividade de Pielou ( $J'$ ) mede a proporção da diversidade como a máxima diversidade ( $J' = H'/H'_{\max}$ ), onde  $H'_{\max} = \ln(S)$ . O valor de  $J'$  varia entre 0 e 1, onde 1 representa uma situação em que todas as espécies são igualmente abundantes.

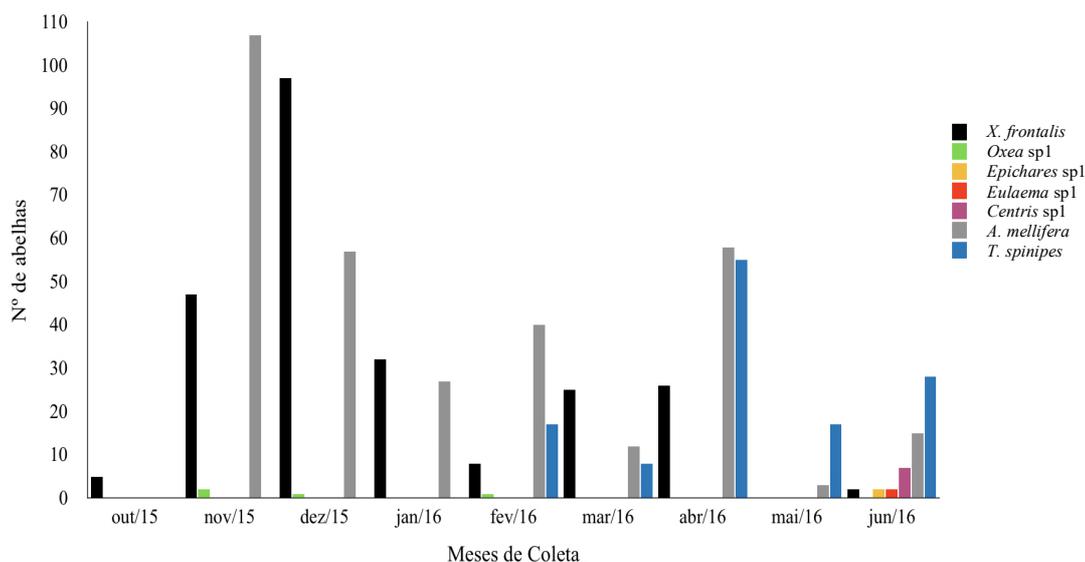
## 4. RESULTADOS

### 4.1. Análise faunística das abelhas no plantio de maracujá

No início das avaliações as plantas de maracujá estavam entrando em uma nova safra produtiva tendo em vista se tratar do terceiro ano de produção, portanto, as plantas encontravam-se iniciando a formação dos botões florais, e não haviam flores abertas, e as lobeiras não se encontravam em plena floração, tendo apenas duas plantas com flores.

Do total de 701 abelhas registradas na área amostral durante oito meses de avaliação, as espécies com maior registro foram *X. frontalis*, com 242 espécimes, *A. mellifera* com 319 e *T. spinipes* com 125 espécimes.

Durante o período amostral, o menor registro de abelhas ocorreu em outubro, onde foram registradas apenas cinco abelhas na segunda amostragem. A espécie mais frequente foi *X. frontalis* com maior frequência nos meses de novembro e dezembro, seguida por *A. mellifera*. As abelhas *T. spinipes* foram registradas somente a partir das coletas de fevereiro, sendo mais frequente no mês de abril (Figura 05).



**Figura 05.** Diversidade de abelhas no plantio de maracujá amarelo no período de outubro a dezembro de 2015 e de janeiro a junho de 2016, em Itamarati, Ponta Porã.

Durante todo o período das coletas foram registrados sete espécimes diferentes de Apidae (Tabela. 01). Foram consideradas como abelhas de pequeno porte aquelas com 0,5 a 1,0cm de comprimento, e abelhas de grande porte aquelas cujo tamanho é de 1,8 a 2,6cm de comprimento e altura de 0,7cm (Benevides et al. 2009; Calderón, 2014). As espécies *Apis mellifera*, *Xylocopa frontalis* e *Trigona spinipes* foram as abelhas

consideradas dominantes e constantes. As espécies *Oxea* sp.1, *Epichares* sp.1, *Eulaema* sp.1 e *Centris* sp.1 foram registradas como acidentais. Os índices de Simpson (D) e de Shannon-Winer (H') indicam alta diversidade confirmadas pelo alto índice de Equitabilidade de Pielou (J') (Tabela 01).

**Tabela 01.** Dominância e constância de espécies de abelhas em um plantio de maracujá, no assentamento Itamarati, Ponta Porã, MS, no período de outubro de 2015 a junho de 2016.

| Apidae                          | N    | Frequência (%) | Dominância | Constância |
|---------------------------------|------|----------------|------------|------------|
| <b>Abelhas de grande porte</b>  |      |                |            |            |
| <i>Xylocopa frontalis</i>       | 242  | 34,52          | d          | 77,8 (w)   |
| <i>Oxea</i> sp.1                | 4    | 0,571          | n          | 16,7(z)    |
| <i>Epichares</i> sp.1           | 2    | 0,285          | n          | 5,56 (z)   |
| <i>Eulaema</i> sp.1             | 2    | 0,285          | n          | 5,56 (z)   |
| <i>Centris</i> sp.1             | 7    | 0,999          | n          | 5,56 (z)   |
| <b>Abelhas de pequeno porte</b> |      |                |            |            |
| <i>Apis mellifera</i>           | 319  | 45,51          | d          | 61,1 (w)   |
| <i>Trigona spinipes</i>         | 125  | 17,83          | d          | 44,6 (w)   |
| Total                           | 701  |                |            |            |
| Riqueza (S)                     | 7    |                |            |            |
| H'                              | 1,14 |                |            |            |
| D'                              | 0,36 |                |            |            |
| J"                              | 0,59 |                |            |            |

N = número de indivíduo de cada espécie amostradas no plantio de maracujá; frequência (%) = porcentagem relativa aos números de indivíduos de cada espécie amostrada no plantio de maracujá; d = espécie dominante, n = espécie não-dominante; C = constância de cada espécie encontrada nas amostras: (w) = constante e (z) = acidental; S = riqueza de espécie; H' = índice de Shannon-Wiener; D' = índice de Simpson e J' = índice de Pielou.

#### 4.2. Registro de abelhas por hora do dia

Nas avaliações realizadas por 15 minutos a cada hora, foram registradas as maiores atividades das abelhas entre o período de 12:30 às 16:30h. Na avaliação das 12:30 horas, as abelhas que apresentaram maior registro foram *X. frontalis* (33 visitas às flores) e *A. mellifera* (28 visitas). Na avaliação das 13:30h, as abelhas mais frequentes foram *A. mellifera* com 115 registros, *X. frontalis* com 45 e *T. spinipes* com 42 registros; neste horário foi também registrada maior riqueza de espécies de abelhas. Nas avaliações das 14:30 e das 15:30h, além de *X. frontalis*, *A. mellifera* e *T. spinipes* foram registradas as

espécies distintas: *Oxea* sp.1 e *Epichares* sp.1. Portanto, neste horário ocorreu maior riqueza e segunda maior abundância de abelhas. As horas com menor registros de *X. frontalis*, *A. mellifera* e *T. spinipes* foram no início da manhã com total de 14 abelhas e no final da tarde, com 17 abelhas. No início da coleta, entre 8:30 e 9:30h foi observado maior riqueza e menor abundância (Tabela 02).

**Tabela 02.** Espécimes de Apidae registradas em diferentes horas do dia, no plantio de *Passiflora edulis*, no assentamento de Itamarati, Ponta Porã, MS, no período de outubro de 2015 a junho de 2016.

|                           | 08:30-<br>08:45 | 09:30-<br>09:45 | 10:30-<br>10:45 | 11:30-<br>11:45 | 12:30-<br>12:45 | 13:30-<br>13:45 | 14:30-<br>14:45 | 15:30-<br>15:45 | 16:30-<br>16:45 | 17:30-<br>17:45 |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Xylocopa frontalis</i> | 4               | 17              | 25              | 31              | 33              | 45              | 24              | 30              | 25              | 8               |
| <i>Ôxea</i> sp.1          | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               |
| <i>Epichares</i> sp.1     | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               |
| <i>Eulaema</i> sp.1       | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| <i>Centris</i> sp.1       | 2               | 4               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               |
| <i>Apis mellifera</i>     | 6               | 8               | 2               | 2               | 28              | 115             | 69              | 67              | 17              | 5               |
| <i>Trigona spinipes</i>   | 1               | 5               | 20              | 4               | 8               | 42              | 21              | 10              | 10              | 4               |
| Total                     | 14              | 35              | 47              | 37              | 70              | 203             | 116             | 109             | 53              | 17              |
| S                         | 5               | 5               | 3               | 3               | 4               | 4               | 5               | 5               | 4               | 3               |

S = riqueza de espécies

#### 4.3. Efeito de *S. lycocarpum* na atração das abelhas amostradas por quadrantes

As avaliações de diversidade de espécies de abelhas por quadrantes indicaram que os quadrantes de III e IV (intermediários) apresentaram maior diversidade, tendo em vista os resultados para o Q – III com  $H' = 1,15$  e  $D' = 0,37$  e Q – IV com  $H' = 1,11$  e  $D' = 0,37$ . Os resultados obtidos nos quadrantes Q – V com o  $H' = 0,75$  e  $D' = 0,59$  e o quadrante Q – VI com  $H' = 0,74$  e de  $D' = 0,54$ , indicaram que nestes quadrantes mais afastados de *S. lycocarpum* foram encontradas a menor diversidade de agentes visitantes florais (Tabela 03).

**Tabela 03.** Diversidade de espécies de abelhas em um plantio de *Passiflora edulis* Sims, nos quadrantes amostrais, no assentamento Itamarati, Ponta Porã, MS.

|                           | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | Total |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <i>Xylocopa frontalis</i> | 41   | 57   | 84   | 54   | 4    | 2    | 242   |
| <i>Oxea</i> sp1           | 0    | 0    | 2    | 2    | 0    | 0    | 4     |
| <i>Epichares</i> sp.1     | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 2     |
| <i>Eualema</i> sp.1       | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 2     |
| <i>Centris</i> sp.1       | 0    | 2    | 5    | 0    | 0    | 0    | 7     |
| <i>Apis mellifera</i>     | 9    | 70   | 110  | 68   | 26   | 36   | 319   |
| <i>Trigona spinipes</i>   | 36   | 17   | 29   | 23   | 5    | 15   | 125   |
| Total                     | 86   | 148  | 231  | 148  | 35   | 53   | 701   |
| S                         | 3    | 5    | 7    | 5    | 3    | 3    | 7     |
| H'                        | 0,95 | 1,06 | 1,15 | 1,11 | 0,75 | 0,74 | 1,14  |
| D'                        | 0,41 | 0,39 | 0,37 | 0,37 | 0,59 | 0,54 | 0,36  |
| J'                        | 0,87 | 0,66 | 0,59 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 0,59  |

Q-I = Quadrante 1, Q-II = Quadrante 2, Q-III = Quadrante 3, Q-IV = Quadrante 4, Q-V = Quadrante 5, Q-VI = Quadrante 6; S = Riqueza de espécies, H' = Índice de Shannon-Wiener, D' = Índice de Simpson e J' = Índice de Equitabilidade de Pielou.

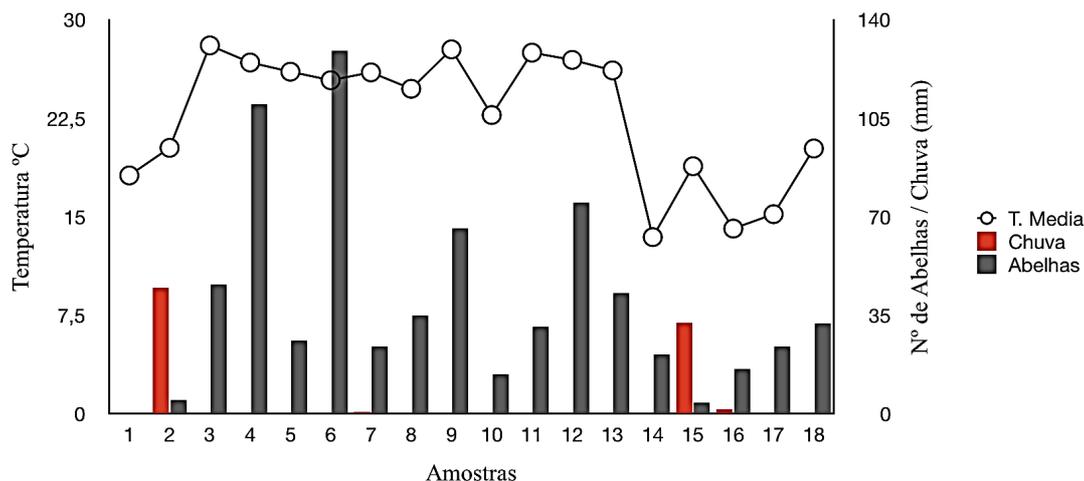
#### 4.4. Avaliação de vigor das plantas de maracujá nos quadrantes

Os resultados das avaliações de vigor das plantas de *P. edulis* existentes em cada quadrante revelou que o primeiro quadrante (mais próximo das linhas de *S. lycocarpum*) foi o que apresentou o menor vigor, sendo atribuída a ele nota um. O segundo quadrante apresentava poucas falhas de plantas neste local, entretanto as folhas não se mostravam vigorosas e a produção de flores era de aproximadamente 50%. Já no terceiro quadrante, as características das plantas mudavam consideravelmente. Essas folhas apresentavam aspecto saudável (verde brilhante) e apresentava alta produção de flores, visto que a nota para este quadrante foi máxima (cinco). Esta nota também foi atribuída ao quarto quadrante. No quadrante seguinte (V) a produção de flores foi decaindo, sendo atribuída a nota quatro. A queda floral se estendeu até o sexto quadrante que obteve nota três.

#### 4.5. Influência da temperatura e precipitação pluviométrica na dinâmica populacional das abelhas

Do total das 18 amostragens realizadas no plantio de *P. edulis*, a menor incidência de abelhas ocorreu nos dias em que foram registradas chuvas e temperaturas baixas, ou seja, na segunda e na décima quinta amostra.

Com relação aos índices pluviométricos e temperatura registados no período da pesquisa, o dia com maior quantidade de chuva (44,80 mm), foi na segunda amostra, em que a temperatura mínima foi de 17,5 °C e a máxima da 23 °C. Na décima quinta amostra também foi registrada alta incidência de chuva (18,85 mm), e a temperatura mínima de 13,10 °C e máxima de 24,60 °C. Portanto, nestes dois dias de amostras, houve um baixo registro de abelhas (Figura 06).

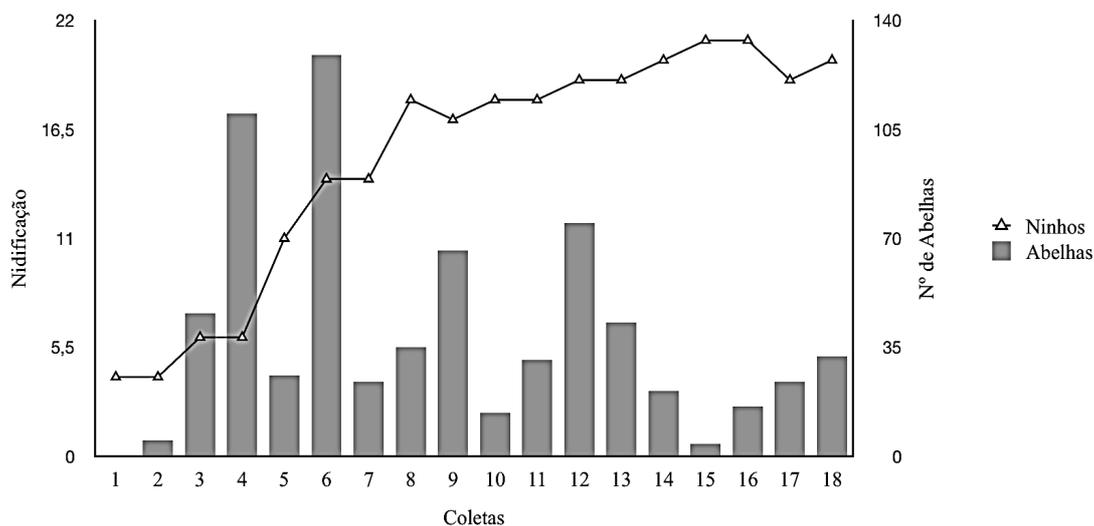


**Figura 06.** Riqueza de abelhas na plantação de maracujá em Itamarati, Ponta Porã, índices de temperatura e precipitação pluviométrica. Dados climatológicos: Centro de Monitoramento do Clima, do Tempo dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul, Estação Meteorológica A-703, Ponta Porã, MS, no período de outubro de 2015 a junho de 2016. (<http://www.cemtec.ms.gov.br> acessado: 15 de maio de 2018).

#### 4.6. Levantamento de nidificação de abelhas

No período de outubro de 2015 a junho de 2016 foram registrados um total de 269 ninhos de *X. frontalis*, encontrados nos mourões do plantio de maracujá e eventualmente nos suportes dos ninhos racionais. O menor registro de ninhos ocorreu na primeira e segunda amostragem com quatro ninhos cada, e os maiores registros ocorreram na décima quarta e décima quinta amostra, com 20 ninhos cada. Não foram registradas nidificações nos fragmentos de bambus, usados como ninhos racionais, entretanto as abelhas nidificaram naturalmente as madeiras da estrutura que davam suporte aos bambus e os mourões do plantio de maracujá.

Durante o período amostral foram encontradas 701 abelhas e 269 ninhos de *X. frontalis*. O registro de abelhas no plantio foi oscilante, com picos na quarta e sexta coleta. O registro de ninhos foi crescente até a oitava amostra e a partir daí, manteve registro linear entre 17 e 20 ninhos (Figura 07).



**Figura 07.** Riqueza de abelhas e número de ninhos encontrados no plantio de *Passiflora edulis* no sítio Nossa Senhora Aparecida no assentamento Itamarati, Ponta Porã, MS, no período de outubro de 2015 a junho de 2016.

## 5. DISCUSSÃO

Não houve registro de *Xylocopa* na primeira amostra de campo. Essa ausência pode estar relacionada a escassez de recurso floral, tendo em vista que a plantação de maracujá estava iniciando a floração, havendo apenas botões florais, e as plantas de *S. lycocarpum* não estavam em plena floração. De acordo com Inês da Silva et al. (2014), em trabalhos acerca de métodos de levantamento e conservação de abelhas, indicam que para a manutenção de abelhas *Xylocopa* é necessário conhecer a sua biologia e os recursos ecológicos utilizados na alimentação dos adultos e imaturos, sendo difícil encontrar abelhas *Xylocopa* em áreas de cultivo de maracujá com o entorno degradado. Segundo Benevides et al. (2009), a fragmentação de habitats naturais das abelhas polinizadoras do maracujá, através da expansão de áreas agrícolas e pecuária são as principais causas da redução da diversidade e abundância de *Xylocopa*.

Na segunda amostra, o registro de abelhas foi baixo em relação as amostragens seguintes, tendo um resultado semelhante na décima quinta amostra, com baixa incidência de abelhas (Figura 06), e isso pode estar associado aos fatores temporais como excesso de chuvas e temperatura abaixo de 20°C. Estes resultados são semelhantes as pesquisas realizadas por Marchi e Melo (2010), ao estudar a biologia de nidificação de *X. frontalis*, constataram menor atividade de forragamento em dias com temperatura baixa. De acordo com Sousa e Mellete (1997), a frequência e a intensidade de chuvas associadas à baixa incidência de radiação, contribuem com menor produção floral no cultivo de maracujá, reduzindo a visitação das abelhas polinizadoras. As baixas temperaturas e os dias curtos do inverno, geralmente, interrompem ou diminuem a produção de floras e frutificação de maracujá, tendo em vista que essa frutífera apresenta requerimento de calor, umidade no solo e dias longos, com mínimo de 11 horas de luz associada a altas temperaturas entre 27 e 32°C (Sousa e Meletti 1997; Costa et al. 2009).

A partir da terceira amostragem, a fisionomia floral do plantio de maracujá e das *S. lycocarpum* foi se modificando e as abelhas das espécies *X. frontalis* e *A. mellifera* passaram a ser registradas com maior frequência. Entretanto, quanto maior era o número de *A. mellifera* observado na flor do maracujá, menor era a visitação de *X. frontalis*. Foi observado que a presença de *A. mellifera* na flor era capaz de deslocar as abelhas *X. frontalis*, que recorriam a outra flor ou migravam para flor das plantas de *S. lycocarpum*. Este mesmo comportamento de *A. mellifera* foi observado em trabalhos de Cobra et al. (2015), ao estudarem as características florais e polinizadores do maracujá-azedo. Rêgo et al. (1979), também descreveram o comportamento agressivo de abelhas *A. mellifera*, ao estudarem as relações existentes entre plantas e polinizadores.

Embora *A. mellifera* seja benéfica à maioria das culturas, em Passifloracea tendem a inibir a visitação dos principais polinizadores, como *X. frontalis*. Alguns autores têm relacionado negativamente a presença de *A. mellifera* em plantios de maracujá, pois estas abelhas reduzem a disponibilidade de grãos de pólen na flor do maracujá, e, como consequência diminuem a visitação das abelhas de grande porte (Fadini e Santa-Cecília 2000; Francelli e Almeida 2002; Lunz et al. 2006; Inês da Silva et al. 2014; Cobra et al. 2015).

A espécie de abelha *T. spinipes* teve seu primeiro registro amostral em fevereiro, com pico amostral ocorrendo em abril, sendo compartilhado com a abelha *A. mellifera*. Entretanto, neste mesmo mês a abelha *X. frontalis* não foi registrada. O fato de *X. frontalis* não ter sido registrada em abril, pode estar relacionado à baixa disponibilidade de recurso

floral no plantio de maracujá, decorrente da atividade das abelhas *A. mellifera* pilharem os grãos de pólen da flor e também do comportamento de *T. spinipes*, que ao perfurarem as câmaras nectaríferas, provocam diminuição de recursos florais, tornando a flor pouco atrativa às abelhas *Xylocopa*, além de provocar a queda prematura da flor, inviabilizando a visitação floral pela abelha *Xylocopa* (Sazima e Sazima 1982; Inês da Silva et al. 2014).

Em relação ao período do dia, a maior atividade da abelha *T. spinipes* foi registrado às 10:30 horas, diferindo de Cobra et al. (2015), ao pesquisar as características florais e polinizadores do maracujá azedo, encontraram maior atividade de espécies *T. chanchamayoensis* e *T. hyalinata* nos horários entre 14:30 e 16:30 horas, indicando que diferentes espécies podem apresentar preferência de pastejo em diferentes horários do dia. As abelhas *X. frontalis* forragearam as flores de maracujá entre 10:30 e 16:30h. A maior atividade ocorreu no horário das 13:30, indicando que estas abelhas têm preferência à visitação floral nas horas mais quentes do dia. De acordo com trabalhos observados por Benevides et al. (2009), os horários em que há pico de produção de néctar nas flores de *P. edulis* Sims ocorre entre 12:30 e 14:30h, atraindo maior número de visitantes e polinizadores.

Além de *Xylocopa*, outras espécies de abelhas de grande porte visitaram as flores de maracujá, como *Oxea* sp., *Epichare* sp., *Eulaema* sp. e *Centris* sp., porém em menor frequência, sendo esses quantos grupos considerados como espécies acidentais. Em pesquisas realizadas por Benevides et al. (2009), estes gêneros de abelhas também foram pouco registrados.

A baixa ocorrência de *Oxea* sp.1, *Epichares* sp.1, *Eulaema* sp.1 e *Centris* sp. podem estar relacionados ao fato de que as áreas no entorno do plantio de maracujá são destinadas a pastagem e com deficiência de recursos florais, principalmente para Centridini, que abelhas coletoras de óleo, além disso, este grupo necessitam de áreas específicas para nidificação, como presença de termiteiros, o que não ocorre próximo a área de estudo. De acordo com Pereira e Garófalo (2010), é importante para manutenção das abelhas polinizadoras do maracujá haver fontes de recursos alimentares acerca de áreas cultivadas, principalmente para suprir a necessidade forrageamento no momento em que a cultivar estiver com baixa floração.

Dentre os quadrantes avaliados, o segundo, terceiro e quarto quadrantes apresentaram maior abundância e riqueza de abelhas. Além disso, os índices de Shannon e Simpson, indicaram maior diversidade de espécies ocorreu nestes quadrantes. Estes resultados podem estar relacionados ao fato de que nestes quadrantes as plantas de maracujá

encontravam-se mais vigorosas existindo maior número de flores, aliado com a proximidade das plantas de *S. lycocarpum* na atração das abelhas polinizadoras. A disponibilidade de recursos alimentares no entorno de áreas cultivadas, influencia diretamente na riqueza de abelhas polinizadores assim como a produção natural (Yamamoto, 2009; Inês da Silva et al. 2014).

A baixa abundância de abelhas nos dois últimos quadrantes pode estar relacionada com a distância em relação as *S. lycocarpum*, tendo em vista que as flores destas plantas exercem uma forte atração às abelhas. A presença de *S. lycocarpum* acerca do plantio de maracujá pode manter as abelhas de grande porte como *Xylocopa* próximas ao plantio (Inês da Silva et al. 2014).

Do total das sete espécies de abelhas registradas na área amostral durante o período de avaliação, *A. mellifera*, *X. frontalis* e *T. spinipes* foram as espécies dominantes e constantes em todas as amostras. A presença constante de *A. mellifera* está relacionada ao seu comportamento generalista. Portanto, estas abelhas fazem do plantio de maracujá um local adequado para seu forrageamento. As abelhas *T. spinipes* são comuns nessa região, embora não tenha havido registro da atividade relacionada a meliponicultura entre os moradores do assentamento. Estas abelhas se desenvolvem espontaneamente, fazendo suas nidificações nos currais, nas árvores ou nas próprias casas dos agricultores, em cavidades no solo, frestas de casas, em buracos no tijolo de construção e, assim também recorrem às flores da plantação de maracujá como área de forrageamento (Freitas, 2003).

Quanto ao registro de ninhos de *X. frontalis*, o período com os menores registros de ninhos foi nas primeiras amostras, sugerindo-se que as abelhas registradas vinham de nidificações do entorno do plantio. No final de outubro e início de novembro as *S. lycocarpum* iniciaram sua floração e a partir desse momento, as nidificações no plantio apresentaram crescimento linear até a décima sexta coleta, sugerindo que as plantas de *S. lycocarpum* apresentaram um efeito positivo nas nidificações das abelhas *X. frontalis*.

No final do experimento, o plantio de maracujá apresentava baixo vigor em praticamente todos os quadrantes e a permanência das abelhas nesse local estavam sendo mantidas pela presença das *S. lycocarpum*. Portanto, fica evidente que a presença de *S. lycocarpum* influencia positivamente na atração e permanência das abelhas polinizadoras no cultivo do maracujá, resultados semelhantes foram encontrados nos trabalhos de Inês da Silva et al. (2014).

O fato de *S. lycocarpum* florescer praticamente todo o ano contribuiu para o aumento da atividade de forrageamento e nidificações de *X. frontalis* na área do estudo. As

nidificações preferenciais das abelhas foram os mourões existentes na plantação de maracujá e as estruturas de suporte dos ninhos racionais, ambos de eucalipto (Mirtales: Myrtaceae), estes resultados corroboram com os trabalhos de Benevides et al. (2009), que inferem que os mourões existentes no plantio de maracujá servem como importante substrato para nidificação de *Xylocopa* promovendo sua permanência na área de cultivo. Os fragmentos de bambus deixados como ninho armadilha foram desprezados por indivíduos do gênero *Xylocopa*, tendo em vista, não ter havido nenhuma nidificação nos bambus. Estes resultados diferem dos trabalhos de Oliveira Filho e Freitas (2003); Marchi e Melo (2010); Inês Silva et al. (2014), que observaram nidificações de *Xylocopa* em pedaços de bambus usados como ninho armadilha.

## 6. CONCLUSÕES

O plantio de *S. lycocarpum* próximo à plantação de maracujá amarelo, demonstrou efeito positivo na atração das abelhas polinizadoras, por ser fonte de recursos alternativos às atividades forrageiras deste grupo de insetos. Além disso, contribuiu com o aumento das nidificações na plantação de maracujá, proporcionando às abelhas maior permanência na área cultivada, fator que pode incrementar a produtividade da cultivar.

A implementação de ninhos racionais não demonstrou efeito positivo às nidificações de *X. frontalis*. Estas abelhas apresentaram preferência em construir seus ninhos nas estacas de eucalipto que davam suporte às plantas de maracujá, e, também nos mourões existentes na plantação.

Os horários de maiores atividades de forrageamento das abelhas ocorreram entre 13:30 às 16:30 h, indicando ao produtor que o trato da cultura poder ser realizado nas primeiras horas do dia sem com isso interferir na atividade forrageira das abelhas polinizadoras.

## 7. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. A.; SILVEIRA, F. A.; AGUIAR, C. M. L.; PEREIRA, V. S. 2008. Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação. *Megadiversidade*. 4:(1-2). 126-157 p.

BARRETO, L. S.; OLIVEIRA, F. F.; CASTRO, M. S. 2006. Abelhas visitantes florais de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) no Morro do Pai Inácio, Palmeiras, Bahia, Brasil. *Sitentibus Série Ciências Biológicas* 6 (4): 267-271p.

BENEVIDES, C. R., GAGLIANONE, M. C.; HOFFMANN, M. 2009. Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo. *Revista Brasileira de Entomologia*. v (53). 415–421p.

BERNACCI, L.C., SOARES-SCOTT, M.D., JUNQUEIRA, N.T.V., PASSOS, I.R.S., MELETTI, L.M.M. 2008. Revisão *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors), *Revista Brasileira de Fruticultura*, v (30). 566–576P.

CAMILLO, E. 2003. Polinização do maracujá. Ribeirão Preto: Holos, p. 44.

COBRA, S. S. O.; SILVA, C. A.; CORREIA DIAS, W. K.; KARBURG, I.V.; FERNANDES MIRANDA, A. 2015. Características florais e polinizadores na qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-azedo. *Pesquisa agropecuária Brasileira*. Brasília. n, 1(50). 54-62p.

CORDEIRO, G. D. 2009. Abelhas solitárias nidificantes em ninhos-armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Dissertação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP.

COSTA, M. M.; BONOMO, R.; SENA JÚNIOR, D. G.; GOMES FILHO, R. R.; RAGAGNIN, V. A. 2009. Produção do maracujazeiro amarelo em condições de sequeiro e irrigado em Jataí – Go. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* v.3, n.1, p.13–21.

Dados de temperatura e chuva de Itamarati, Mato Grosso do Sul, retirados do site: <http://www.cemtec.ms.gov.br>.

FADINI, M. A. M.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. 2000. Manejo integrado de pragas do maracujazeiro. Informe Agropecuário, v. 21, n. 206, 29-33 p.

FANCELLI, M.; ALMEIDA, A. 2002. Insetos-praga e seu controle. In: LIMA, A. de A. (ed.). Maracujá - Produção: aspectos técnicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Cap. 10, 57-66 p.

FELICIANO, E. A.; SALIMENA, F. R. G. 2011. Solanaceae na Serra Negra, Rio Preto, Minas Gerais. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. V 62. 55- 76p.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. A. 1998. comparison of two pollinators: the introduced honeybee (*Apis mellifera*) and indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale* L.) in its native range of Brazil. Journal Applied Ecology, 35, 109–121p.

FREITAS, B. M. 2003. MELIPONÍNEOS: A Vida das Abelhas. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Agrárias Departamento de Zootecnia. 01 – 09 p.

GONÇALVES, A. O.; PEREIRA, N. R.; da COSTA, L. L. 2006. Caracterização climática e aptidão das culturas anuais e perenes no zoneamento pedoclimático do Estado do Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Acesso em: julho de 2018. <<http://www.cnps.embrapa.br/solos/br>

GUEDES, D. M. 2009. Resistência das árvores do cerrado ao fogo: papel da casca como isolante térmico. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. & NUNES-SILVA, P. 2010. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. Biota neotropical v. (10) n.4.

INÊS DA SILVA, C.; PAULA ALEIXO, K.; NUNES-SILVA, B; FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2010. Guia Ilustrado de Abelhas Polinizadoras no Brasil São Paulo, Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. co-editor: Ministério do Meio Ambiente – Brasil. ISBN: 978-85-63007-07-0.

INÊS DA SILVA, C.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; GARÓFALO, C. A. 2014. Métodos de Levantamento e Conservação de Polinizadores Manejo e Conservação de Polinizadores do Maracujazeiro Amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Ed. Holos. SP.

LIMA, A.A. e M. A. P. CUNHA. 2004. (Eds). Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, p 396.

LUDWIG, J.A. e REYNOLDS, J.F. 1988. Statistical ecology. New York: John Wiley, 337p.

LUNZ, A. M.; ALVES DE SOUZA, L. e PAULO LEMOS W. 2006. Reconhecimento dos Principais Insetos-Praga do Maracujazeiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Amazônia Oriental Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento ISSN 1517-2201.

MAGURAN, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Cambridge: British Library. 177p.

MARCHI, P. e MELO, G. A. R. 2010. Biologia de nidificação de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (Olivier) (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em Morretes, Paraná. Oecologia Australis. 14(1): 210-231. doi:10.4257.

MELETTI, L. M. M. 2011. Avanços na Cultura do Maracujá no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal – SP. 083-091 p.

MICHENER, C. D. The Social Behavior of the Bees: A Comparative Study. Cambridge, MA. Harvard University Press. 404 p. 1974.

MICHENER, C. D. 2007. The bees of the world. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 953p.

MOURA, T. M.; OLIVEIRA, G. C. X.; CHAVES, L. J. 2010. Correlação entre Floração, Frutificação e Variáveis Ambientais em *Solanum lycocarpum*. Ast. Hil, Jornal Biociência. v. 26. 457-462.

MUNARI, C. C.; OLIVEIRA, P. F.; SOUZA LIMA, I.M.; MARTINS, S. P. L.; COSTA, J.C.; BASTOS, J. K. & TAVARES, D. C. 2012. Evaluation of Cytotoxic, Genotoxic and Antigenotoxic Potential of *Solanum lycocarpum* fruits glicoalkaloid extract in V79 cells. Food and Chemical Toxicology. 3696–3701.

OLIVEIRA FILHO, J. H. e FREITAS, B. M. 2003. Colonização e biologia reprodutiva de mamangavas (*Xylocopa frontalis*) em um modelo de ninho racional. Ciência Rural, Santa Maria, v.33, n.4, 693-697.

OLIVEIRA, J. C. e C. RUGGIERO. 2005. Espécies de Maracujá com potencial agrônômico. In: Faleiro, F. G. Junqueira, N. T. V. Braga, M. F. (eds). Maracujá: Germoplama e melhoramento genético. Embrapa Cerrados. 141-158.

OLIVEIRA, T.G.S. Biometria e teor de umidade de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast em cerrado no norte de Minas Gerais. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 9, São Lourenço, MG, 2009. Acesso em 29 de março 2015. Disponível em: [http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos\\_ixceb/1562.pdf](http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/1562.pdf)

PEREIRA, K. J. C. 2000. Pollen tube behavior in yellow passion fruit following compatible and incompatible crosses. Theoretical and Applied Genetics, New York, v. 101. 685-689.

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C. A. 2010. Biologia da nidificação de *Xylocopa Frontalis* e *Xylocopa Grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em Ninhos-Armadilha. Oecologia Australis. 14(1): 193-209.

PIRES, M. M.; GOMES, A. S.; MIDDLEJ, M. M. B. C.; SAO JOSE, A. R.; ROSADO, P. L.; PASSOS, H. D. B. 2011. Maracujá Avanços e Tecnológico e Sustentabilidade - Caracterização do Mercado de Maracujá. Editora UESC. Ilhéus-Bahia. Brasil.

KREBS, C.J. 1978. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 2.ed. New York, Harper & Row, 678p.

RÊGO, M. M.; RÊGO, E. R.; BRUCKNER, C. H.; SILVA, E. A. M.; FINGER, F. L.; ROUBIK, D.W. 1979. Africanized Honey Bees, Stingless Bees and Structure of Tropical Plant-Pollinator Communities. Ecology Society of America.

SAKAGAMI, S. F. 1982. Stingless bees. In: Hermann, H. R. (ed.). Social Insects. NewYork: Academic Press, 3, p361-423.

SAZIMA, I. e SAZIMA, M. 1989. Mamangavas e irapuãs (Himenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para a polinização do maracujá (Passifloraceae). Revista Brasileira de Entomologia, v.33. 09-118.

SILVA JÚNIOR, M. C. 2005. Árvores do Cerrado: Guia de Campo. Brasília. Ed. Rede de sementes do cerrado, p 278.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte, 253p.

SILVEIRA, M. ABOT, A.; NASCIMENTO, J. N.; RODRIGUES, E. T.; PUKER, A. 2012. Is manual pollination of yellow passion fruit completely dispensable? Scientia Horticulturae (146). 99–103p.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIM, D.; VILLA NOVA, N. A. 1976. Manual de ecologia dos insetos. 336-344. p.

SILVA-PEREIRA, V.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; CONTRERA, F. A. L. (2003). Forrageamento de *Melissoptila thoracica* Smith

(Hymenoptera, Eucerini, Apoidea) em flores de *Sida* (Malvaceae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3), 427–432 p.

SOUSA, J.S.I.; MELETTI, L.M.M. 1997. Maracujá: Espécies, Variedades, Cultivo. São - Paulo. FEALQ. 179p.

SLAA, E. J.; SÁNCHEZ-CHAVES, L. A.; MALAGODI-BRAGA; K. S.; HOFSTEDE, F. E. 2006. “Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives.” *Apidologie*, 37(2), 293-315 p.

STEINER, J.; ZILLIKENS, A.; KAMKE, R.; FEJA, E.P.; FALKENBERG, D. B. 2010. Bees and melittophilous plants of Secondary Atlantic Forest habitats at Santa Catarina Island, southern Brazil. *Oecologia Australis*, 14(1), 647- 670 p.

Temperatura e índice pluviométrico retirados <http://www.cemtec.ms.gov.br> acessado em junho de 2018.

URAMOTO, K.; JULIO, J. M. M. W.; ZUCCHI, R. A. 2005. Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. *Ecology, Behavior and Bionomics*

YAMAMOTO, M. 2009. Polinizadores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger, Passifloraceae): riqueza de espécies, frequência de visitas e a conservação de áreas naturais. *Revista Brasileira de Fruticultura*.

## CAPÍTULO II

### RIQUEZA, DIVERSIDADE E EFICIÊNCIA DE ABELHAS POLINIZADORAS EM CULTIVOS DE (*Passiflora maliformis*) PASSIFLORACEAE NO ESTADO DE HUILA, COLÔMBIA

#### RESUMO

Passifloraceae são representadas por 17 gêneros, distribuídos em aproximadamente 650 espécies, dentre as quais destaca-se a espécie *Passiflora maliformis* que é autóctone do estado de Huila, no sul da Colômbia, sendo de elevado interesse ecológico e comercial para aquele país, assim como para a América do Sul. Essa frutífera é dependente de polinização que é realizada por espécies de abelhas de grande porte. O objetivo deste trabalho foi: 1) Avaliar a riqueza e a diversidade de abelhas polinizadoras de *P. maliformis*; 2) Avaliar a eficiência da polinização natural na produção de frutos de *P. maliformis*; 3) Comprovar a eficiência da polinização manual cruzada e a ocorrência de autocompatibilidade de *P. maliformis*. As avaliações foram realizadas em três plantios de *P. maliformis* localizado no município de Rivera, Huila, Colômbia, sendo realizado em cada um dos plantios três tratamentos. I- Foram marcadas, com barbantes, 80 flores, sendo deixadas a polinização natural; II- Embolsamento de 40 flores na pré- antese e deixadas para testar a autocompatibilidade; III- Embolsamento de 40 flores na pré-antese, posteriormente realizada polinização manual cruzada, sendo em seguida fechadas. A partir dos resultados obtidos foi concluído que *P. maliformis* é uma planta com dependência da xenogamia, com autogâmica nula. Mesmo em condições ideais de polinização não há formação em 100% de flores em frutos, sugerindo que, *P. maliformis* tenha naturalmente um percentual de aborto floral e de frutos. As espécies de abelhas mais frequentes e abundantes foram *A. mellifera* e *X. frontalis*.

**Palavras-chave:** Cholupa, Mamangava, Maracujá-de-osso, *Xylocopa*.

WEALTH, DIVERSITY AND EFFICIENCY OF POLLINATING BEES IN CROPS OF  
(*Passiflora maliformis*) PASSIFLORACEAE IN THE STATE OF HUILA, COLOMBIA

ABSTRACT

Passifloraceae are represented by 17 genera, distributed in approximately 650 species, among which the *Passiflora maliformis* species, native to the state of Huila, in southern Colombia, are of high ecological and commercial interest to that country, as well as South America. This fruit is dependent on pollination that is performed by large bee species. The objective of this work was: 1) To evaluate the richness and diversity of pollinating bees of *P. maliformis*; 2) To evaluate the efficiency of natural pollination in *P. maliformis* fruit production; 3) To verify the efficiency of manual cross-pollination and the occurrence of autocompatibility of *P. maliformis*. The evaluations were carried out in three plantations of *P. maliformis* located in the municipality of Rivera, State of Huila, Colombia, and three treatments were carried out in each of the plantations. I- 80 flowers were marked with strings, being left to natural pollination; II- Bagging of 40 flowers in the pre-anthesis and left to test the autocompatibility; III- Bagging of 40 flowers in the pre-anthesis, later performed manual cross-pollination, and then closed. From the results obtained it was concluded that *P. maliformis* is a plant with dependence on xenogamy, with null autogamic. Even in ideal conditions of pollination there is no formation in 100% of flowers in fruits, suggesting that *P. maliformis* naturally has a percentage of floral and fruit abortion. The most frequent and abundant bee species were *A. mellifera* and *X. frontalis*.

Key words: Cholupa, Mamangava, Passionfruit, *Xylocopa*.

## 1. INTRODUÇÃO

A família Passifloraceae encontra-se representada por 17 gêneros e aproximadamente 650 espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais (Ulmer e Macdougall 2004; Ocampo, 2013). As espécies de Passifloras, popularmente conhecidas como maracujá, estão distribuídas nas Américas, desde o litoral até em regiões de 4.000 metros de altitudes, que variam desde as florestas tropicais até os semiáridos subtropicais (Ocampo et al. 2007).

O Brasil é o maior produtor de maracujá, sendo responsável por 70% da produção mundial, seguido pela Colômbia com 66,26% (Monteiro, 2017; MADR, 2018). Na Colômbia, a família Passifloraceae está entre o grupo de frutas mais diversas, sendo representado por aproximadamente 170 espécies, das quais 58 são endêmicas, fazendo deste país um dos principais representantes dessa frutífera (Ocampo et al. 2007). No Estado de Huila existem aproximadamente 26 espécies de *Passiflora* (Passifloraceae), sendo cultivadas apenas seis espécies, destacando-se *Passiflora maliformis* (conhecida como Cholupa ou maracujá-osso), que é comercializado *in natura* nas feiras locais (Ocampo, 2013).

A fenologia floral das passifloras pode ser influenciada por fatores ambientais, como por exemplo a temperatura, que, em algumas regiões, afeta diretamente o período de abertura floral e a maturidade de seus órgãos reprodutivos (Falcão et al. 2003; Murza e Davis 2005; Michalski e Durka 2007). Para realizar o manejo de *Passiflora* de maneira eficiente comercialmente é importante conhecer a biologia floral da espécie a ser cultivada, assim como suas relações com os principais polinizadores (Vasconcelos e Cereda 1994).

Os polinizadores estão entre os principais focos nos programas de conservação biológica e produção alimentar, os quais destacam-se diretamente pelo transporte de grãos de pólen de uma planta a outra, seja em florestas nativas ou em áreas agrícolas. Sua conservação é de fundamental importância para manutenção de ecossistemas naturais e agrícolas (Yamamoto et al. 2014).

As abelhas estão entre os principais agentes polinizadores, pois detêm uma relação ecológica muito importante com as plantas. Esta íntima relação tem como resultado a manutenção da vida no planeta, tendo em vista que as abelhas realizam a polinização em grande parte das plantas existentes nos ecossistemas naturais, sendo esse trabalho

indispensável para a manutenção da biodiversidade em ambientes naturais (Santos, 2010; Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva 2010).

Além disso, algumas espécies de plantas, mesmo possuindo flores hermafroditas, são auto-incompatíveis e dependem de abelhas para sua manutenção e desenvolvimento. A espécie *P. maliformis* é um exemplo de planta que depende de agentes polinizadores, principalmente as abelhas de grande porte que são eficientes polinizadoras (Ocampo et al. 2015). Portanto, este estudo teve como objetivos: 1) Avaliar a riqueza e a diversidade de abelhas polinizadoras de *P. maliformis* em três áreas de Rivera, Estado de Huila, Colômbia; 2) Avaliar a eficiência da polinização natural na produção de frutos de *P. maliformis* em três áreas amostrais; 3) Comprovar a eficiência da polinização manual cruzada e a ocorrência de autocompatibilidade de *P. maliformis* em três áreas de Rivera, Estado de Huila, Colômbia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1- Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Rivera, Estado de Huila, Colômbia, a 345 km da capital, Bogotá (Figura 1), em três áreas de plantios de *Passiflora maliformis* (Passifloraceae) (Figura 2).

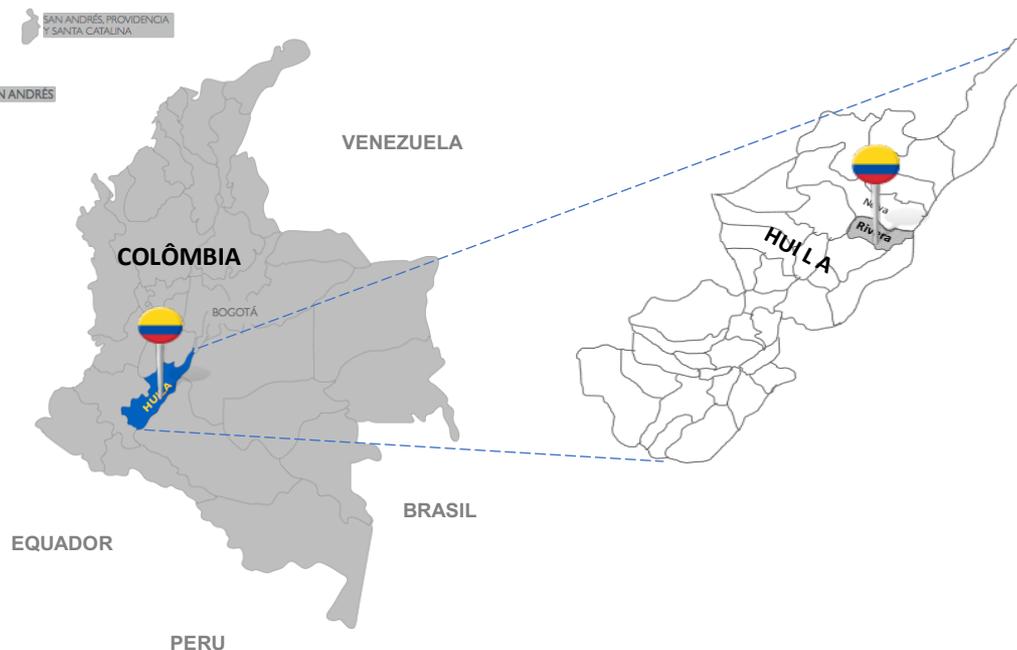


Figura 1. Localização do município de Rivera, Huila, Colômbia.



**Figura 02.** Localização das áreas de pesquisa: Plantio 01, (02°46'235'' N, 75°16'615'' W), Plantio 02 (02°46'205'' N, 75°16'410'' W) e Plantio 03 (02°46'989'' N, 75°16'324'' W), Rivera, Huila, Colombia. (Google Earth, 2017).

A pesquisa foi realizada em três plantios de *P. maliformis*, e cada área amostral era de um hectare. A produção era realizada exclusivamente por agentes polinizadores. Os plantios um e dois possuíam ao sul um córrego, que eventualmente era desviado para fazer irrigação das áreas cultivadas; ao norte havia uma estrada secundária de moderado fluxo de veículos. Ao sul do terceiro plantio se encontrava uma rodovia de grande fluxo de veículos, que liga o município de Rivera à cidade de Neiva, capital de Huila. Na lateral leste deste plantio havia um córrego que era desviado a cada 15 dias para irrigar a plantação (Ocampo et al. 2015).

### 2.3. Aspectos fitotécnicos do plantio de *P. maliformis*

A cholupa ou maracujá osso pode ser plantado em solo pouco arenoso e argiloso e bem drenado. A cova pode ser de 30 cm, contendo materiais orgânicos, o pH pode ser entre 5 e 6,5, sendo que o pH ótimo é 6,0. A temperatura ideal para o desenvolvimento desta planta pode ser entre 26 e 32° C. A umidade relativa adequada a esta cultivar pode ser entre 60 e 70% e a precipitação pode ser estimada entre 1.200 e 1.450 mm e bem

distribuído durante o ano, tendo em vista que período muito chuvoso não favorecem a produção de choluta (Ocampo et al. 2015).

#### 2.4. Amostragens de abelhas nos plantios de *P. maliformis*

As amostragens em campo foram realizadas quinzenalmente, no período de agosto a novembro de 2017, com um total de sete coletas. O registro das abelhas polinizadoras de *P. maliformis* foi realizado nos três plantios através de observações diretas, filmagens, fotografias e contagem de indivíduos. As avaliações foram baseadas de acordo com a metodologia de Polatto e Alves Jr. (2008), as abelhas eram registradas por 15 minutos a cada hora, com início às 7:00 e término às 17:00 horas. Algumas abelhas foram capturadas com auxílio de rede entomológica, sendo devidamente identificadas, local da pesquisa, o número referente ao plantio, dia, mês e ano de coleta, para posterior identificação no Laboratório de Abelhas da Universidad Nacional de Colômbia (LABUN).

As espécies de abelhas foram identificadas com auxílio de chaves de identificação ou por comparação com outros exemplares existentes no LABUN, sendo em seguida depositadas no acervo do laboratório de abelhas da Universidad Nacional de Colômbia, como material testemunho.

#### 2.5. Avaliação dos parâmetros de polinização de *P. maliformis*

As avaliações da eficiência da polinização natural, polinização cruzada e autopolinização tiveram como base os trabalhos realizados por Almeida Lima et al. (2004), com a realização de três tratamentos em cada uma das áreas de plantio de *P. maliformis*.

No tratamento I, foram marcadas 80 flores em cada plantio e tinha como finalidade testar a eficiência da polinização natural e produção de fruto de *P. maliformis*. A marcação foi feita de maneira aleatória no período da pré antese, sendo amarradas em cada flor, um barbante na cor branco de 40 cm, e deixadas expostas às visitas para os polinizadores a fim de comprovar a polinização natural (PN) (Figura 3A). Após 15 dias retornava-se ao local de pesquisa para avaliar a formação dos frutos, sendo contabilizados os barbantes com frutos e os sem formação de fruto (aborto floral) (Figura 3B e 3C).

No tratamento II, foram ensacadas 40 flores no pré antese em cada um dos plantios para testar a eficiência da polinização manual cruzada (PMC). Quando todas as flores contidas nas sacolas se encontravam abertas, realizavam-se as polinizações cruzadas, retirando-se de maneira aleatória pólenes de outras flores não ensacadas. Após a polinização, as sacolas eram novamente fechadas, para evitar a interação com agentes polinizadores e nelas eram amarrados um barbante na cor vermelha de 40 cm, e assim permaneciam ensacadas até a formação e desenvolvimento do fruto (Figura 3D). Após quinze dias, as bolsas eram retiradas para contagem de frutos formados e não formados (Figura 3E).

O tratamento III, foi realizado com base no trabalho de Faria e Stehmann (2010), sendo marcadas com barbantes o total de 40 flores na pré antese. Em seguida, as flores foram ensacadas com uma bolsa de tecido do tipo voal com dimensões de 20x40 cm, contendo um barbante em cada extremidade. As flores permaneciam ensacadas e devidamente fechadas, para evitar o contato com agentes polinizadores. No período de 15 dias, após a marcação e embolsamento das flores, retornava-se à área amostral e nesta ocasião as bolsas eram recolhidas para verificar a autocompatibilidade da choulpa (Figura 3F).



**Figura 03.** TI - Flor marcada na pré antese para polinização natural (A), formação de fruto a partir da polinização natural (B), flor não polinizada e sem formação de fruto (C). TII - flor ensaca na pré antese, para realizar a polinização manual cruzada (D), formação de fruto a partir da polinização manual cruzada (E). TIII - flor embolsada na pré antese para testar a autocompatibilidade (AC) (F).

## 2.6. Análise dos dados

Para organização e avaliação dos dados foram utilizados os parâmetros de frequência e constância descritos em Silveira Neto et al. (1976) em que frequência ( $f$ ) é a porcentagem de indivíduos de uma espécie com relação ao total de indivíduos. Constância ( $C$ ) é a porcentagem de espécies presentes nos levantamentos efetuados,  $C = (P \times 100)/N$ , onde  $P$  = número de coletas contendo a espécie e  $N$  = número total de coletas realizadas. Quando a espécie está presente em mais de 50% das amostras é considerada constante ( $w$ ), caso apareça em 25-50% das amostras é classificada acessória ( $y$ ) e, se estiver presente em menos de 25% é denominada acidental ( $z$ ).

Para determinar a dominância ( $d$ ) foi utilizado o critério descrito em Uramoto et al. (2005) em que uma espécie será considerada dominante quando sua frequência for maior que  $1/S$ , onde  $S$  é o número total de espécies na comunidade. Abundância absoluta ( $n$ ), foi determinada pela contagem do número de indivíduos registrados e capturados nos respectivos plantios.

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), de Simpson ( $D$ ), Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) e Similaridade de Jaccard ( $S_j$ ) foram determinados segundo Krebs (1978), Ludwig e Reynolds (1988), Magurran (1988).

O índice de Simpson ( $D$ ) expressa a probabilidade de dois indivíduos de uma amostra, escolhidos ao acaso, pertencerem a mesma espécie e foi determinado pela relação  $D = \sum p_i^2$  em que  $p_i$  é proporção ( $n_i/N$ ) de cada espécie  $i$  dividido entre o número total de indivíduos da amostra. O índice de Shannon-Wiener ( $H' = - \sum (p_i \cdot \ln p_i)$ ), mede o grau de incerteza em determinar a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso, de uma amostra com  $S$  espécies e  $N$  indivíduos e quanto menor seu valor, menor o grau de incerteza, denotando baixa diversidade.

O índice de Equitatividade de Pielou ( $J'$ ) mede a proporção da diversidade com relação a máxima diversidade ( $J' = H'/H'_{\max}$ ), onde  $H'_{\max} = \ln(S)$ . O valor de  $J'$  varia entre 0 e 1, onde 1 representa uma situação em que todas as espécies são igualmente abundantes.

O índice de similaridade de Jaccard ( $S_J$ ) compara qualitativamente a semelhança de espécies que existe entre amostras sucessivas retiradas em intervalos espaciais e temporais ou ao longo de um gradiente ambiental. É um coeficiente binário baseado, unicamente, na relação presença-ausência das espécies nas amostras comparadas. Quantitativamente, o índice de Jaccard varia entre 0 (comunidades totalmente diferentes quanto à composição de espécies) e 1 (comunidades totalmente semelhantes quanto à composição de espécies) a relação de Jaccard é representado pela equação, onde o  $S_J = c/(a+b-c)$ , em que “a” é o número total de espécies presentes na amostra “a”, “b” corresponde ao número total de espécies presentes na amostra “b” e “c” representa o número total de espécies comuns às amostras “a” e “b”.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Riqueza de espécie de abelhas nos três plantios

No período de agosto a novembro foram registradas um total de 1.114 abelhas nos três plantios estudados. Deste total, 634 abelhas foram amostradas no plantio um, sendo representadas por nove espécies. No plantio dois foram contabilizadas 225 abelhas e, no plantio três, 255 abelhas foram encontradas. Os dois últimos plantios foram representados por 12 espécimes de abelhas (Tabela 01). *A. mellifera* foi predominante em todas as observações nos três plantios, seguida por *X. frontalis*, que não foi registrada apenas no mês de agosto no plantio três. Dentre os meses de avaliação nas três plantações, o mês em que foi registrada a maior abundância de espécies de abelhas foi novembro.

**Tabela 01.** Riqueza e diversidade de espécies de abelhas em três plantios de *Passiflora maliformis* em Rivera, Huila, Colômbia. Agosto a novembro de 2017.

| Espécie de Apidae                       | Plantio 1 |      |      |      | Plantio 2 |      |      |      | Plantio 3 |      |      |      |
|---|-----------|------|------|------|-----------|------|------|------|-----------|------|------|------|
|   | Ago.      | Set. | Out. | Nov. | Ago.      | Set. | Out. | Nov. | Ago.      | Set. | Out. | Nov. |
| <i>Apis mellifera</i>                   | 70        | 117  | 56   | 279  | 14        | 45   | 10   | 66   | 4         | 12   | 4    | 9    |
| <i>Centris insignis</i>                 | 1         | 1    | -    | 2    | -         | -    | -    | -    | -         | -    | -    | 1    |
| <i>Epicharis (Epicharana)</i>           | -         | -    | -    | -    | -         | -    | -    | 4    | -         | 1    | -    | 4    |
| <i>Epicharis (Epicharis)</i>            | -         | -    | -    | -    | -         | -    | -    | 2    | -         | -    | -    | 1    |
| <i>Epicharis sp.</i>                    | -         | 1    | -    | 1    | -         | -    | 3    | 3    | -         | 3    | -    | 17   |
| <i>Euleama cingulata</i>                | -         | -    | 1    | 2    | -         | -    | 3    | 10   | -         | -    | 5    | 21   |
| <i>Euleama nigrita</i>                  | -         | -    | -    | 9    | -         | -    | 1    | 9    | -         | -    | -    | 3    |
| <i>Euleama polycroma</i>                | -         | -    | -    | -    | -         | -    | -    | 3    | -         | -    | -    | 7    |
| <i>Euleama sp.</i>                      | -         | -    | 6    | 7    | -         | 3    | -    | -    | -         | -    | 1    | 7    |
| <i>Melipona sp.</i>                     | 1         | -    | 2    | 3    | -         | -    | 2    | -    | -         | -    | -    | 1    |
| <i>Nanotrigona sp.</i>                  | 2         | -    | -    | 2    | -         | -    | -    | -    | -         | 1    | -    | -    |
| <i>Oxitrigona daemoniaca</i>            | -         | -    | -    | -    | -         | 1    | -    | -    | -         | -    | -    | -    |
| <i>Tetrapedia sp.</i>                   | -         | -    | -    | -    | -         | -    | -    | 2    | -         | -    | -    | -    |
| <i>Xylocopa (Neoxilocopa) frontalis</i> | 7         | 9    | 16   | 39   | 1         | 7    | 10   | 26   | -         | 1    | 8    | 144  |
| Total de abelhas                        | 81        | 128  | 81   | 344  | 15        | 56   | 29   | 125  | 4         | 18   | 18   | 215  |

### 3.2. Riqueza, dominância e constância de abelhas

A riqueza de espécies (S) para as comunidades de abelhas avaliadas nos três plantios está representada por  $S = 9$  no plantio um e  $S = 12$  nos plantios dois e três. Dentre as espécies registradas nos três plantios avaliados estão *A. mellifera*, *Epicharis sp.*, *E. cingulata*, *E. nigrita*, *Euleama sp.*, *Melipona sp.* e *X. frontalis*. As espécies *Epicharis(epicharana)*, *Epicharis (Epicharis)* e *E. polycroma* foram encontradas apenas nos plantios dois e três. As espécies de *Nanotrigona sp.* e *C. insignis* foram observadas nos plantios um e três. As abelhas *O. daemoniaca* e *Tetrapedia sp.* foram registradas apenas no plantio dois (Tabela 02).

As espécies *A. mellifera* e *X. frontalis* foram dominantes e constantes nos três plantios. As espécies *Epicharis sp.*, *E. cingulata* e *Euleama sp.* foram acessórias nas três áreas amostrais, enquanto que as espécies *C. insignis*, *Melipona sp.*, *Nanotrigona sp.* foram acessórias apenas no plantio um e a espécie *E.(epicharana)* foi acessória apenas no plantio três. As espécies *E. (Epicharis)*, *E. polycroma* e *Melipona sp.* foram acidentais nos plantios dois e três. As abelhas *C. insignis* e *Nanotrigona sp.* foram espécies

acidentais apenas no plantio três. *E. nigrita* foi acidental no plantio um e dois. As espécies *O. daemoniaca* e *Tetrapédia* sp. foram acidentais no plantio dois (Tabela 02 e 03).

**Tabela 02.** Riqueza, dominância e constância de abelhas associadas a três plantios de *P. mailiformis* (Passifloraceae) em Rivera, Huila, Colômbia, agosto a novembro de 2017.

| Espécie de Apidae                       | Plantio 1 |       |   |           | Plantio 2 |       |   |           | Plantio 3 |       |   |           |
|---|-----------|-------|---|-----------|-----------|-------|---|-----------|-----------|-------|---|-----------|
|   | n         | f%    | d | c         | n         | f%    | d | c         | n         | f%    | d | c         |
| <i>Apis mellifera</i>                   | 522       | 82,33 | d | 85,71 (w) | 135       | 60,00 | d | 100 (w)   | 29        | 11,37 | d | 85,71 (w) |
| <i>Centris insignis</i>                 | 4         | 0,63  | n | 42,86 (y) | -         | -     | - | -         | 1         | 0,39  | n | 14,29 (z) |
| <i>Epicharis (Epicharana)</i>           | -         | -     | - | -         | 4         | 1,78  | n | 14,29 (z) | 5         | 1,96  | n | 28,57 (y) |
| <i>Epicharis (Epicharis)</i>            | -         | -     | - | -         | 2         | 0,89  | n | 14,29 (z) | 1         | 0,39  | n | 14,29 (z) |
| <i>Epicharis</i> sp.                    | 2         | 0,32  | n | 28,57 (y) | 6         | 2,67  | n | 28,57 (y) | 20        | 7,84  | n | 42,86 (y) |
| <i>Euleama cingulata</i>                | 3         | 0,47  | n | 42,86 (y) | 13        | 5,78  | n | 42,86 (y) | 26        | 10,20 | d | 42,86 (y) |
| <i>Euleama nigrita</i>                  | 9         | 1,42  | n | 14,29 (z) | 10        | 4,44  | n | 42,86 (y) | 3         | 1,18  | n | 14,29 (z) |
| <i>Euleama polycroma</i>                | -         | -     | - | -         | 3         | 1,33  | n | 14,29 (z) | 7         | 2,75  | n | 14,29 (z) |
| <i>Euleama</i> sp.                      | 13        | 2,05  | n | 28,57 (y) | 3         | 1,33  | n | 28,57 (y) | 8         | 3,14  | n | 28,57 (y) |
| <i>Melipona</i> sp.                     | 6         | 0,95  | n | 42,86 (y) | 2         | 0,89  | n | 14,29 (z) | 1         | 0,39  | n | 14,29 (z) |
| <i>Nanotrigona</i> sp.                  | 4         | 0,63  | n | 28,57 (y) | -         | -     | - | -         | 1         | 0,39  | n | 14,29 (z) |
| <i>Oxitrigona daemoniaca</i>            | -         | -     | - | -         | 1         | 0,44  | n | 14,29 (z) | -         | -     | - | -         |
| <i>Tetrapedia</i> sp.                   | -         | -     | - | -         | 2         | 0,89  | n | 14,29 (z) | -         | -     | - | -         |
| <i>Xylocopa (Neoxilocopa) frontalis</i> | 71        | 11,20 | d | 71,43 (w) | 44        | 19,56 | d | 71,43 (w) | 153       | 60,00 | d | 57,14 (w) |
| Total de abelhas (%) Relativa           | 634       | 100   |   |           | 225       | 100   |   |           | 255       | 100   |   |           |
| Riqueza (S)                             | 9         |       |   |           | 12        |       |   |           | 12        |       |   |           |

n = número de indivíduos das espécies amostradas em cada plantio (n = não-dominantes); f% = porcentagem relativa aos números de indivíduos de cada espécie amostrada nos respectivos ambientes (f = frequência); d = dominância relativa a cada espécie; c = constância de cada espécie encontrada nos diferentes plantios: (w) = constante, (y) = acessória e (z) = acidental.

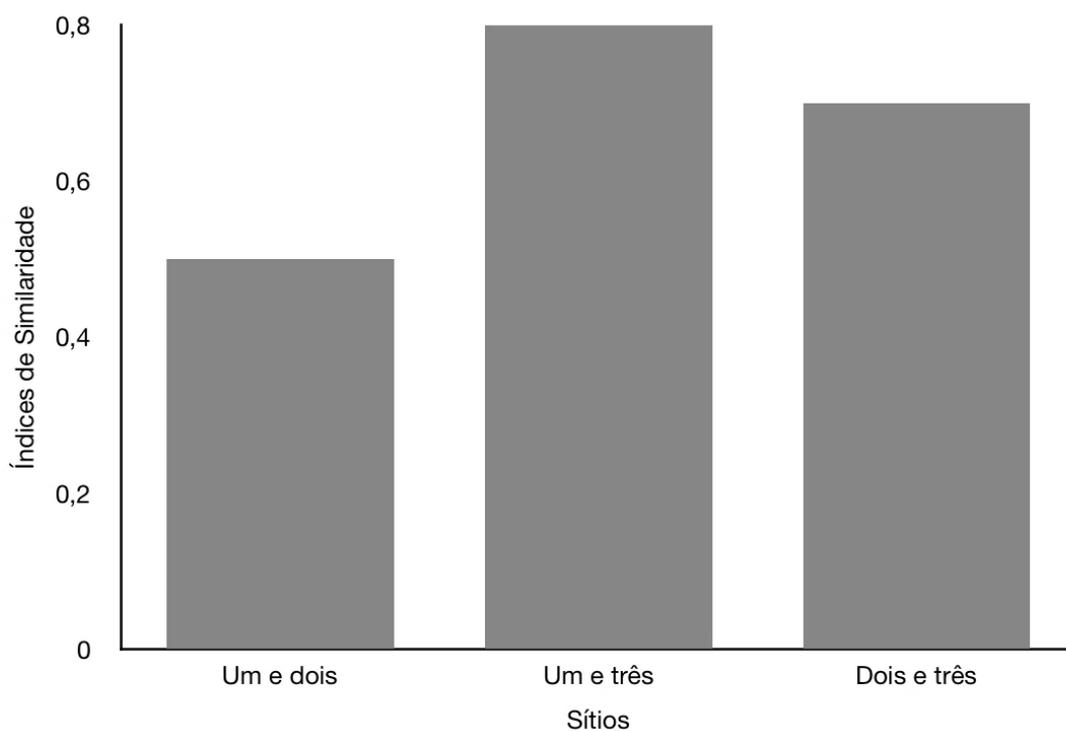
### 3.3. Análise faunística das abelhas registradas nos três plantios

Os resultados da análise realizada nos três plantios indicaram valores mais elevados dos índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e Equitabilidade de Pelou ( $J'$ ) e mais baixos para o índice de Simpson ( $D$ ) nos plantios dois e três, denotando menor diversidade e equitabilidade no sítio um, em relação aos outros dois sítios. Estes resultados podem estar relacionados a alta frequência de *A. mellifera* no sítio um, com 82,33%, e ao maior número de espécies acidentais nos sítios dois e três (Tabela 03)

**Tabela 03.** Análise faunística de abelhas (Hymenoptera: Apidae) em três plantios de *Passiflora mailiformis* em Rivera, Huila, Colômbia. Agosto a novembro de 2017.

| Índices                       | Plantio1 | Plantio 2 | Plantio 3 |
|-------------------------------|----------|-----------|-----------|
| Índice de Simpson (D)         | 0,69     | 0,41      | 0,39      |
| Índice de Shannon-Wiener (H') | 0,70     | 1,36      | 1,41      |
| Índice de Equitabilidade (J') | 0,32     | 0,55      | 0,57      |
| <b>Número de espécies:</b>    |          |           |           |
| Dominantes                    | 2        | 2         | 2         |
| Não-dominantes                | 7        | 10        | 10        |
| <b>Número de espécies:</b>    |          |           |           |
| Constantes                    | 2        | 2         | 2         |
| Acessórias                    | 6        | 4         | 4         |
| Acidentais                    | 1        | 6         | 6         |

O índice de similaridade de Jaccard ( $S_J$ ) indicou que a maior similaridade de abelhas (0,8), ocorreu entre os plantios um e três, apesar da distância entre eles ser de aproximadamente 2,5 km. A menor ( $S_J$ ) de abelhas (0,5), ocorreu entre os plantios um e dois, mesmo estando distantes apenas 200m um do outro (Figura 04).



**Figura 04.** Índices de similaridade de abelhas associadas a três plantios de *Passiflora mailiformis* (Passifloracea) em Rivera, Huila, Colômbia.

### 3.4. Eficiência da polinização natural

Na avaliação de polinização natural realizada em agosto, no plantio um, do total das 80 flores marcadas, apenas 11 se desenvolveram em frutos (13,75%), sendo registrados 69 abortos (86,25%). Nas avaliações realizadas no mês de novembro, 35 flores foram fecundadas (43,75%), e 45 flores foram abortadas (56,25%).

Nas avaliações realizadas no mês de agosto, nos plantios dois e três, houve a fecundação de apenas sete flores (8,75%) e 73 flores abortaram (91,25%) (Figura 3C e Figura 04). Nas avaliações realizadas no mês de novembro, das 80 flores marcadas no plantio dois apenas 33 foram fecundadas (41,25%) e 47 foram abortadas (58,75%). Nas avaliações deste mesmo mês realizada no plantio três, 38 flores foram fecundadas (47,5%) e 42 foram abortadas (52,50%) (Tabela 04).

**Tabela 04.** Avaliação da eficiência da polinização natural em flores marcadas em três plantios de Rivera, Huila, Colômbia, 2017.

| Plantio | Agosto                |                           | Novembro              |                           |
|---------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
|         | Flores fecundadas (%) | Flores não fecundadas (%) | Flores fecundadas (%) | Flores não fecundadas (%) |
| 1       | 13,75                 | 86,25                     | 43,75                 | 56,25                     |
| 2       | 8,75                  | 91,25                     | 41,25                 | 58,75                     |
| 3       | 8,75                  | 91,25                     | 47,50                 | 52,50                     |

Percentual (%) referente a 80 flores marcadas para fecundação natural

### 3.5. Eficiência da polinização manual controlada e autopolinização

Nos três plantios avaliados, um total de 120 flores foram ensacadas e submetidas a polinização manual cruzada. O resultado mais expressivo foi obtido no plantio três, obtendo-se 35 frutos formados a partir da polinização manual cruzada, havendo apenas dois abortos. Três sacolas foram perdidas ou extraviadas, possivelmente por ação de vento ou pela ação de podas no plantio (Tabela 05). Das 120 flores ensacadas na pré-antese submetidas a autogamia, não foi obtido nenhuma formação de fruto (Figura 1F).

**Tabela 05.** Eficiência da polinização manual cruzada, em três plantios de *Passiflora maliformis*, em Rivera, Colômbia, 2017.

| Plantio | Flores fecundadas (%) | Flores não fecundadas (%) |
|---------|-----------------------|---------------------------|
| 1       | 80,0                  | 10,0                      |
| 2       | 82,5                  | 10,0                      |
| 3       | 87,5                  | 7,5                       |

Percentual (%) de 40 flores em polinização manual cruzada

## 2. DISCUSSÃO

Nas avaliações realizadas com os polinizadores de *P. maliformis* nos três plantios (áreas amostrais) de Rivera, município de Huila, as espécies *A. mellifera* e *X. frontalis* apresentaram baixo registro nas coletas realizadas em agosto, apesar de terem sido constantes nos três plantios avaliados. A abelha *X. frontalis* não foi registrada neste primeiro mês de coleta no plantio três. Este resultado pode estar relacionado ao hábito generalista e oportunista desta abelha quanto às fontes de recursos alimentares, tendo em vista haver pouca oferta de flores de *P. maliformis*, pois entre agosto e início de setembro as plantas de *P. maliformis* estão em período de renovação da floração (Ocampo et al, 2015).

Observou-se uma riqueza de *A. mellifera*, podendo estar associado ao fornecimento de néctar e pólen oferecido por *P. maliformis* e à existência de plantas rasteiras em floração, presentes na plantação. Estas abelhas apresentaram comportamento de alternar a atividade de forrageamento entre as flores do entorno da plantação. Os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram os trabalhos de Calderón (2014), que registrou o maior percentual de *A. mellifera* nos cultivos de *P. maliformis*.

Em novembro foi o mês com maior diversidade de abelhas, que foram representadas nos plantios dois e três, estes resultados podem estar associados ao pico floral de *P. maliformis* que atraem tanto as abelhas de grande porte, eficientes polinizadoras, como as de pequeno porte que também contribuem com a polinização de *P. maliformis* (Ocampo, 2013; Calderón, 2014). Em outras espécies de Pacifloraceae, como o maracujá amarelo, as abelhas pequenas não participam da polinização, apenas pilham os recursos florais (Pereira e Garófalo 2010; Neves da Silva, 2017).

Com relação à riqueza de espécie, os plantios dois e três foram os mais representativos. As abelhas *A. mellifera* e *X. frontalis* foram dominância e constância nos três plantios avaliados, indicando que estas abelhas contribuem com a polinização de *P. maliformis*. De acordo com Benevides et al. (2009), o aumento de atividade de forrageamento de *A. mellifera* não diminui a formação de frutos de maracujá. Em estudos realizados por Rodríguez et al. (2015) sobre polinização em *P. maliformis* encontraram visitação de 86,1% realizada por *A. mellifera*, estes autores indicam estas abelhas como importante polinizador dessa espécie de *Passiflora*, sendo confirmados por Calderón (2015), indicando que a intensa atividade de *A. mellifera* nos plantios de *P. maliformis* contribuem com a produção do fruto.

Estes resultando diferem dos trabalhos realizados por Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva (2010), em plantio de maracujá amarelo, que indicam *A. mellifera* apenas como abelha pilhadora. Portanto, *A. mellifera* pode ser considerada pilhadora para algumas espécies de *Passifloraceae*, principalmente o maracujá amarelo e polinizadoras de *P. maliformis*.

O plantio um, pelo fato de não haver fragmento de mata nativa e estar próximo de outras plantações de *P. maliformis* apresentou baixo índice de Shannon e de equitabilidade e alto valor de Simpson. Estes índices refletem a forte dominância de *A. mellifera* e menor riqueza de espécies em relação aos outros dois plantios. Por outro lado, os plantios dois e três apresentaram os maiores valores de Shannon e de equitabilidade e baixo valor no índice de Simpson, revelando, assim, uma distribuição equitativa da diversidade existentes entre as espécies de abelhas. No plantio dois, a abelha mais frequente foi *A. mellifera* e no plantio três, foi *X. frontalis* (Tabela 02 e 03).

Nas avaliações realizadas no mês de agosto para avaliar a polinização natural, do total de 80 flores marcadas no plantio um, apenas 13,75% foram fecundadas e formaram frutos, e, no plantio dois e três apenas 8,75% foram polinizadas e formaram frutos. Estes resultados podem estar associados ao baixo registro de abelhas polinizadores neste mês (Tabela 01). Em trabalhos realizados por Calderón (2014) em pomar de *P. maliformis*, ao avaliar 30 flores, obteve apenas dois vingamentos de flores. Estes resultados sugerem que essa frutífera tenha alta dependência de polinizadores e que também apresenta alta taxa de aborto natural (25%) como mecanismos evolutivos (Calderón, 2014; Acero, 2017).

Nas avaliações realizadas em novembro nos três plantios de cholupa, foi obtido maior riqueza de abelhas polinizadoras e, também, maior número de flores fecundadas. Estes resultados podem estar relacionados ao início do período chuvoso na região,

proporcionando disponibilidade hídrica às plantas. Segundo Ocampo et al. (2015), neste período do ano, a temperatura máxima durante o dia é geralmente de 35 °C e a noite a mínima é de 15 °C, sendo que a umidade relativa pode ser entre 60-70%, de acordo os fatores temporais favorecem a maior abertura floral em *P. maliformis*, atraindo os polinizadores. Resultados semelhantes foram encontrados os trabalhos realizados por Calderón (2014). Embora a riqueza de abelha em novembro tenha sido maior em relação as de agosto, o número de flor abortada foi considerado alta, indicando que o número de abelhas polinizadores nestas três áreas avaliadas é baixa.

A baixa incidência de abelhas na região pode estar relacionada ao manejo da cultivar, com aplicações de agroquímicos para o controle de pragas. Segundo Junqueira et al. (2012), o sucesso de produtividade de plantios de *Passifora* não podem ser garantidos com baixa densidade ou ausência das abelhas polinizadoras.

Os resultados para o teste de polinização manual cruzada mostraram que este procedimento é eficiente na formação de fruto. Na avaliação da produção de frutos por autogâmica em *P. maliformis*, foi obtido como resultado perdas de 100% das flores, ou seja, não há autopolinização, sugerindo que nesta espécie a autogamia é nula, resultados semelhantes foram obtidos em pesquisa realiada por Ocampo et al. (2015) em plantio de cholupa. Estes resultados diferem dos trabalhos de Calderón (2014), que sugere uma autocompatibilidade parcial em *P. maliformis*.

A maior similaridade de abelhas ocorreu entre os plantios um e três, apesar do plantio um, estar mais distantes do plantio dois, eles apresentavam o maior fragmento de mata próximo da plantação de *P. maliformis*, sugerindo que estes fragmentos de plantas nativas fornecem recursos para manutenção da diversidade local (Yamamoto et al. 2014). O plantio dois de *P. maliformis* havia ao sul e ao leste plantação de Cholupa e o fragemento de mata era menor em relação aos plantios dois e três, indicando que as abelhas permaneciam nos plantios com maiores ofertas alternativas de recursos alimentares provenientes dos fragemento de mata (Imperatriz-Fonseca, 2010).

Diante dos resultados encontrados neste trabalho, fica claro a necessidade de outras pesquisas acerca da fenologia reprodutiva de *P. maliformis*, assim como sua interação com os agentes polinizadores.

## 5. CONCLUSÃO

Através desta pesquisa foi constatada que *P. maliformis* é uma planta com dependência da xenogamia, com autogâmia nula. Na ausência de abelhas polinizadoras, a produção desta frutífera se torna inviável, se fazendo necessário a polinização manual cruzada. Este procedimento eleva o custo de produção, portanto, algumas medidas para conservação e manutenção das abelhas polinizadoras podem ser adotadas por parte dos produtores, tais como, conservação de ambiente natural e plantas atrativas às abelhas próximo aos plantios de cholupa.

## 6. REFERÊNCIAS

ACERO, L. V. C. 2017. Análisis de un esquema de pago por conservación del servicio de polinización natural en cultivos de cholupa (*Passiflora maliformis*) de Rivera, Huila. Tesis presentada obtención del título de: Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales- IDEA. Bogotá, Colômbia.

ALMEIDA LIMA, A.; PINTO DA CUNHA, M. A. 2004 Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz da Almas. Bahia.

BENEVIDES, C. R., GAGLIANONE, M. C.; HOFFMANN, M. 2009. Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo. Revista Brasileira de Entomologia. v (53). 415–421p.

CALDERÓN, A. T. R. 2014. Requerimientos y valor económico del servicio de polinización prestado por abejas en dos frutales promisorios colombianos, (*Champa Campomanesia lineatifolia* Ruiz e Pav. y Cholupa *Passiflora maliformis* L.). Mestrado em Ciências – Biología. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá. Colômbia. 121p.

FALCÃO, M. A.; CLEMENT, C. R.; GOMES, J. B. M. 2003. Fenologia e produtividade da sorva (*Coumautilis* (mart.) MUELL. ARG.) na Amazônia central. Acta Botânica Brasileira, Belo Horizonte, v. 17, n. 4, 541-547p.

FARIA, F. S. e STEHMANN, J. R. 2010. Biologia reprodutiva de *Passiflora capsularis* L. e *P. pohlii* Mast. (Decaloba, Passifloraceae). 24(1): 262-269p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. e NUNES-SILVA, P. 2010. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. Biota neotropical v. 10, n.4.

JUNQUEIRA, C. N., HOGENDOORN, K., AUGUSTO, S. C. 2012. The use of trap-nests to manage carpenter bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini), pollinators of passion fruit (Passifloraceae: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Annals of the Entomological Society of America 105 (6): 884-889p.

KREBS, C.J. 1978. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 2.ed. New York, Harper e Row, 678p.

LUDWIG, J.A. e J.F. REYNOLDS. 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. New York: John Wiley, 337p.

MAGURRAN, A. E. 1988. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra, Barcelona. 200p.

MELETTI, L. M. M. 2011. Avanços na Cultura do Maracujá no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal – SP. p. 083-091.

MICHALSKI, S. G.; DURKA, W. 2007. Synchronous Pulsed Flowering: Analysis of the Flowering Phenology in *Juncus* (Juncaceae). London: Annals of Botany, v. 100. 1271-1285 p.

MONTERO, D. A. V. 2017. Etnobotânica de *Passiflora* L. uma aproximação na biogeografia, agroecologia e conservação dos maracujazeiros. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Câmpus de Botucatu.

MURZA, G. L.; DAVIS, A. R. 2005. Flowering phenology and reproductive biology of *Drosera anglica* (Droseraceae). London: Botanical Journal of the Linnean Society, v. 147, 417-426 p.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR).  
<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Colombia-sera-anfitrión-del-Congreso-mundial-de-pasifloras-el-proximo-.aspx>. Acessado em: julho de 2018.

NASCIMENTO, W. M.; GOMES, E. M. L.; BATISTA, E. A.; FREITAS, R. A. 2012. Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, 30, p494-498.

NEVES DA SILVA, C. 2017 Fenologia de espécies silvestres de maracujazeiro e caracterização morfoagronômica e molecular de progênies de meio-irmãos de maracujá-maçã (*Passiflora Maliformis* L.) Dissertação De Mestrado Em Agronomia Brasília. Universidade de Brasília. Faculdade de agronomia e medicina veterinária Programa de pós-graduação em agronomia.

OCAMPO, J. A., COPPENS D'EECKENBRUGGE G., RESTREPO M. T., JARVIS A, SALAZAR M. H., CAETANO C. M. 2007. Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. *Biota Colombiana*, 8 (1): 1-45p.

OCAMPO J. A. 2013. Diversidad y distribución de las Passifloraceae en el departamento del Huila en Colombia. *Acta biologica Colombiana*. 18(3):511-516.

OCAMPO, J. A.; RODRÍGUEZ, A.; PUENTES, A.; MOLANO, Z.; MORERA, M. P. 2015. El cultivo de la Cholupa (*Passiflora maliformis* L.). Una alternativa para la fruticultura colombiana. 1ª Edição. Editora Surcolombiana S.A.

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C. A. 2010. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa Grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em Ninhos-Armadilha. *Oecologia Australis*. 14(1): 193-209.

POLATTO, L.P.; V.V. ALVES JR. 2008. Utilização dos recursos florais pelos visitantes em *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae), *Neotropical Entomology*, 37: 389-398p.

SANTOS A. B. 2010. Abelhas nativas: polinizadores em declínio. Escola Superior São Francisco de Assis-ESFA. Natureza online, 8(3), p103-106.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLANOVA, N. A. 1976. Manual de Ecologia dos Insetos. São Paulo: Agronômica Ceres, 419p.

RODRÍGUEZ-C, A. T, CHAMORRO, F. J, CALDERÓN, L. V., PINILLA, M. S, HENAO, M.; OSPINA, R. T., NATES-PARRA, G. 2015. Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia: Agraz (*Vaccinium meridionale*), Chamba (*Campomanesia lineatifolia*) y Cholupa (*Passiflora maliformis*). Universidad Nacional de Colombia. 145 p.

ULMER, T. e MacDOUGAL, J. M. Passiflora. Passionflowers of the world. Portland. Timber Press. 2004.

URAMOTO, K.; JULIO, J. M. M. W.; ZUCCHI, R. A. 2005. Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. Ecology, Behavior and Bionomics

VASCONCELOS, M. A. S. e CEREDA, E. O cultivo de maracujá doce. In: SÃO JOSÉ, A. R. (ed.). Maracujá: produção e mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, p. 71-83, 1994.

YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P. E.; GAGLIANONE, M. C. 2014. Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados: planos de manejo Rio de Janeiro: Funbio.

### CAPÍTULO III

#### CARGA POLÍNICA EM POLINIZADORES DE *Passiflora maliformis* (PASSIFLORACEAE)

##### RESUMO

A família Passifloraceae é representada por aproximadamente 650 espécies distribuídas em 20 gêneros podendo ser encontradas em regiões tropical e subtropical. Em Rivera, município localizado no Estado de Huila, região sudeste da Colômbia, existem 26 espécies de *Passiflora*, dentre elas, *Passiflora maliformis* L. 1753 (Malpighiales: Passifloraceae), que é amplamente cultivada em Rivera. Os frutos apresentam sabor agridoce, e seus principais polinizadores são abelhas de médio e grande porte, Xylocopini, Centridini e Euglosini. O objetivo da pesquisa foi identificar e quantificar os grãos de pólen de *P. maliformis* aderidos nas diferentes partes do corpo das abelhas, e assim relacionar a eficiência destes polinizadores na produção de frutos. A investigação foi realizada em três plantios de cholupa, localizados no município de Rivera. As abelhas coletadas eram depositadas em um tubo tipo Falcon volume de 50 ml, onde permaneciam por alguns minutos em um recipiente contendo gelo, para cessar temporariamente suas funções vitais e assim efetuar a coleta dos grãos de pólen. Após a coleta de material, as abelhas eram devolvidas a natureza. Foram coletados e registrados um total de 7.229 grãos de pólen, distribuídos entre as três áreas pesquisadas. 47, 91% de grãos de pólen de *P. maliformis* foram encontrados nas abelhas de grande porte. A abelha que apresentou maior carga polínica foi *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* Oliver, 1789 (Hymenoptera: Apidae). Não houve diferença significativa entre a carga polínica, coletadas das diferentes partes do corpo da abelha, indicando que todas as estruturas corporais deste grupo de insetos, são capazes de promover a fecundação floral.

**Palavra-chave:** Abelha, cholupa, grão de pólen, *Xylocopa*.

POLYMER LOADING ON POLLINATORS OF *Passiflora maliformis*  
(PASSIFLORACEAE)

ABSTRACT

The Passifloraceae family is represented by approximately 650 species distributed in 20 genera and can be found in tropical and subtropical regions. In Rivera, a municipality located in the state of Huila, southeastern Colombia, there are 26 *Passiflora* species, among them *Passiflora maliformis* L. 1753 (Malpighiales: Passifloraceae), which is widely cultivated in Rivera. The fruits have bittersweet flavor, and their main pollinators are medium and large bees, Xylocopini, Centridini and Euglosini. The objective of the research was to identify and quantify the pollen grains of *P. maliformis* adhered to the different parts of the body of the bees, and to relate the efficiency of these pollinators in fruit production. The research was carried out in three plantations of cholupa, located in the municipality of Rivera. The collected bees were deposited in a 50 ml Falcon volume tube, where they remained for a few minutes in a container containing ice, to temporarily cease their vital functions and thus to collect the pollen grains. After collecting material, the bees were returned to nature. A total of 7,229 pollen grains were collected and recorded, distributed among the three areas surveyed. 47, 91% of pollen grains of *P. maliformis* were found in large bees. The bee with the highest pollen load was *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* Oliver, 1789 (Hymenoptera: Apidae). There was no significant difference between the pollen load, collected from the different parts of the bee's body, indicating that all the body structures of this group of insects, can promote floral fertilization.

Key words: Bee, cholupa, pollen grain, *Xylocopa*.

## 1. INTRODUÇÃO

Passifloraceae é uma família predominantemente de regiões tropical e subtropical, representada por, aproximadamente 650 espécies distribuídas em 20 gêneros (Costa Silva et al. 2015). Na Colômbia, especificamente, no Estado de Huila, ocorre 26 espécies de *Passiflora*, cultivadas em aproximadamente 2000 hectares, tendo como principais representantes *Passiflora quadrangulares* L. (1759), *Passiflora alata* Curtis (1788), *Passiflora edulis* Sims (1818) e *Passiflora maliformis* Linneo (1753) (Ocampo, 2013).

Muitas espécies de Passifloraceae são importantes economicamente para a indústria de fármacos e de alimentos, sendo que, aproximadamente, 25% são consideradas comestíveis (Ocampo et al. 2007). A espécie *P. maliformis* se encontra distribuída nas Antilhas, Colômbia, Venezuela e Equador. Na Colômbia, essa espécie é cultivada ao norte do Estado de Huila, nos municípios de Rivera, Gigante e Palermo (Ocampo et al. 2007; Rodríguez, 2010; Calderón, 2014).

*P. maliformis* é uma planta com hábito trepador e apresenta estruturas do tipo gavinha, e que se desenvolve em clima tropical, com folhas alternadas com a base larga e arredondada formando um coração. As flores nascem solitárias ou em pares entre as folhas e abrem apenas um dia, caindo em seguida, caso não sejam fecundadas. Os botões florais são protegidos por folhas modificadas de cor verde-claro, o cálice e as pétalas são verde-amarelo na parte de baixo e apresenta manchas roxas acima, com duas coroas de estames modificados (Brenal et al. 2012).

Os frutos de *P. maliformis* (cholupa ou maracujá-de-osso) contêm grande quantidade de polpa, com coloração verde, mesmo quando maduro, esférico a ovoide, atingindo até 10 cm de comprimento, com um involúcro duro e numerosas sementes pretas e achatadas, finamente esculpida em forma de coração, enrolada em uma polpa succulenta amarelada, com um palatável sabor agridoce (Bernal et al. 2012; Calderón, 2014).

As características florais de *P. maliformis* a torna depende de agentes de polinização, pelo fato de apresentar a alogamia, xenogamia e protandria (o pólen fica maduro antes que os estigmas da mesma flor estejam aptos a recebê-lo). Por isso, ocorre dependência de seus polinizadores, que, normalmente, são abelhas de médio a grande porte, principalmente as do gênero *Xylocopa* que, por apresentarem comportamento de visitaçao constante na flor, contribuem com a polinização cruzada, formação de frutos e sementes (Vieira et al. 2010). Outras abelhas de grande porte como Euglosini e Centridini também contribuem com a polinização de *P. maliformis*, tendo em vista que esta espécie vegetal

tem um alto fornecimento de néctar e, quando as abelhas fazem a atividade de forrageamento, o pólen das flores se aderem ao corpo da abelha que, ao visitar outra flor, efetua a polinização de maneira natural (Medina et al. 2012; calderón, 2014).

Em geral, as abelhas recorrem a muitas flores em busca de néctar e pólen para sua manutenção e de suas crias (Girón, 1995). O estudo da palinologia realizado através do pólen de contato dos polinizadores, pode fornecer conhecimento acerca das interações existentes entre as abelhas e plantas, sendo possível conhecer a diversidade da flora que sustenta uma comunidade de abelhas de uma determinada região (Nates et al. 2002).

O néctar, é o principal recurso floral explorado pelas abelhas, é contituido basicamente de água, aminoácidos e açúcar (sacarose, glicose e frutose). Abelhas de médio ou grande porte, normalmente são bastante ativas na visitação floral e assim, tendem a ter uma grande quantidade de pólen aderido em suas estruturas do corpo. Uma abelha de grande porte, por exemplo, Xylocopini, Centridini e alguns representantes Euglosini, tem a capacidade de transportar mais pólen em seu tórax do que várias abelhas menores, como *Apis mellifera* Lineaus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) (Nates et al. 2002).

Quantificar e identificar os grãos de pólen encontrados no corpo das abelhas de uma determinada região, pode ser uma ferramenta útil para revelar as relações ecológicas entre plantas e polinizadores, promovendo informações que possam ser aplicadas na manutenção e conservação de polinizadores acerca dos cultivos (Ramírez-Arriaga et al. 2016; Junqueira et al. 2016). Considerando a hipótese de que as abelhas de grande porte (Xylocopini, Centridini e algumas Euglosini), são capazes de transportar, em apenas uma parte de seu corpo, muitos grãos de pólen de uma flora a outra, portanto, podem ser consideradas eficientes polinizadoras de *P. maliformis*, tendo em vista as características da protandria desta planta. Portanto, esta pesquisa teve como objetivo: 1 - Quantificar e identificar os grãos de pólen de contato em abelhas registradas e coletadas em três plantações de *P. maliformi* no município de Rivera. 2 - Comprovar a eficiência das abelhas como agentes polinizadores.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1- Características das áreas de estudo

O período amostral foi de agosto a novembro de 2017 em três áreas de plantio de *P. maliformis* (Passifloraceae). As áreas se encontravam no município de Rivera no estado

de Huila, Colômbia. O primeiro plantio se encontrava a uma distância 100 m do segundo, ambos a uma distância aproximada de 2,5 km do terceiro plantio.

A primeira área de estudo (02°46'235'' N, 75°16'615'' W, a 786 m de altitude) está localizada ao sul do município de Rivera, às margens de uma estrada secundária, asfaltada, com moderado fluxo de veículos. Próximo desta área havia um fragmento de mata com plantas nativas e muitas gramíneas, além de um córrego do rio Magdalena (um dos principais rios do país).

Na segunda área de estudo (02°46'205''N, 75°16'410'' W, a 836 m de altitude), localizada às margens da mesma estrada da primeira área, havia em uma das laterais outra plantação de *P. maliformis* e no outro lado, havia um pequeno fragmento de mata nativa, e ao fundo também passava um córrego do rio Magdalena.

A terceira área (02°46'989''N, 75°16'324''W, a 648 m de altitude) está localizada na entrada do município de Rivera, a margens de uma rodovia com intenso fluxo de veículos. Em um dos lados do plantio, haviam casas e, no lado oposto, havia uma área de pasto, e ao fundo, existia um fragmento de área com plantas nativas.

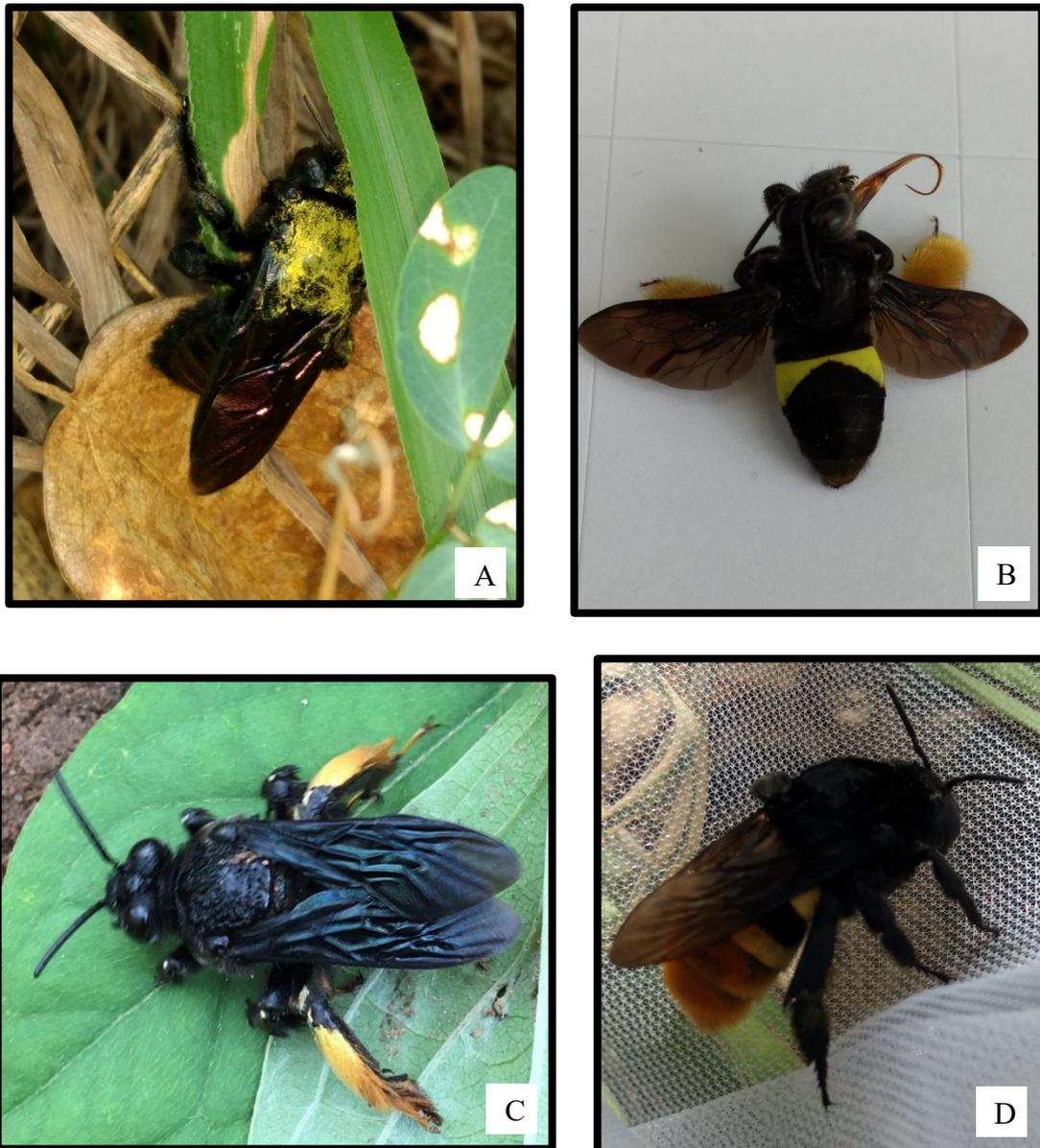
## 2.2. Método de coleta de cargas de pólen em contato com abelhas

As coletas eram realizadas quinzenalmente nas três áreas amostrais. As abelhas eram capturadas com auxílio de rede entomológica e, em seguida, colocadas em um tubo tipo Falcon com volume de 50 ml devidamente fechado e acondicionado em uma caixa térmica de 5 litros, contendo gelo, onde permaneciam por cerca de 15 a 20 minutos para serem anestesiadas através da baixa temperatura. Após este período as abelhas eram retiradas do tubo de ensaio para a coleta de grãos de pólen.

As amostras de pólen foram removidas da cabeça, tórax, abdômen e pernas posteriores (total de quatro repetições), com auxílio de uma seringa de 0,5ml contendo glicerina bidestilada, conforme descrito por Ramiro Fonnegra (1989). Cada amostra de glicerina bidestilada era depositada em tubo pequeno de plástico tipo eppendorf de 1,5ml.

O material era devidamente identificado, contendo as seguintes informações: iniciais do nome da espécie da abelha capturada, número da captura e parte do corpo em que o grão de pólen era retirado e dia de coleta, para posterior triagem e identificação no Laboratório de Palinologia da Universidad Nacional de Colômbia. Após esse procedimento, as abelhas eram colocadas sobre um papel tipo A4 permanecendo expostas ao sol, para recuperar suas funções vitais e retornarem ao ambiente (Figura 01). Quando

não era possível identificar as abelhas em campo, retirava-se os grãos de pólen de suas estruturas corporais, sendo posteriormente sacrificadas em câmeras letais, para posterior identificação no Laboratório de abelhas da Universidad Nacional de Colômbia (LABUN).



**Figura 01.** *Xylocopa frontalis* (A); *Epicharis* (*Epicharis*) fêmea (B); *Epicharis* (*Epicharana*)(C); *Eulaema cingulata* (D), sendo devolvidas ao ambiente após retirada de grãos de pólen.

### 2.3. Análise de material polínico recolhido em campo

O material polínico recolhido em campo era contado e identificado em laboratório. Com auxílio de uma pinça esterilizada, a glicerina bidestilada armazenada nos eppendorfs

era retirada e colocada sob uma lâmina de microscopia, sendo aquecida em aparelho do tipo “Hot Plate” (Fisher Scientific Isotemp) a uma temperatura de aproximadamente 95° Celsius, tornando o material líquido que, imediatamente, era coberto com uma lamínula.

Foram preparadas e avaliadas 104 lâminas, a partir do total de 28 abelhas capturadas, sendo cada uma identificada de acordo com o número referente a coleta, a espécie de abelha e a parte corporal a qual se retirava o pólen. Posteriormente essas lâminas eram levadas ao microscópio óptico. Em cada lâmina era realizada a contagem dos grãos de pólen em forma de “S”, sendo analisada todos os campos da lâmina. A triagem dos grãos de pólen foi realizada a partir do aumento de 40 e 100x. A identificação em nível de família foi realizada com auxílio de livros de palinologia ou através de comparação a partir do acervo palinológico existente no Laboratório da Universidad Nacional de Colômbia. Os palinomorfos encontrados nas lâminas foram fotografados e medidos através de câmera acoplada ao microscópio.

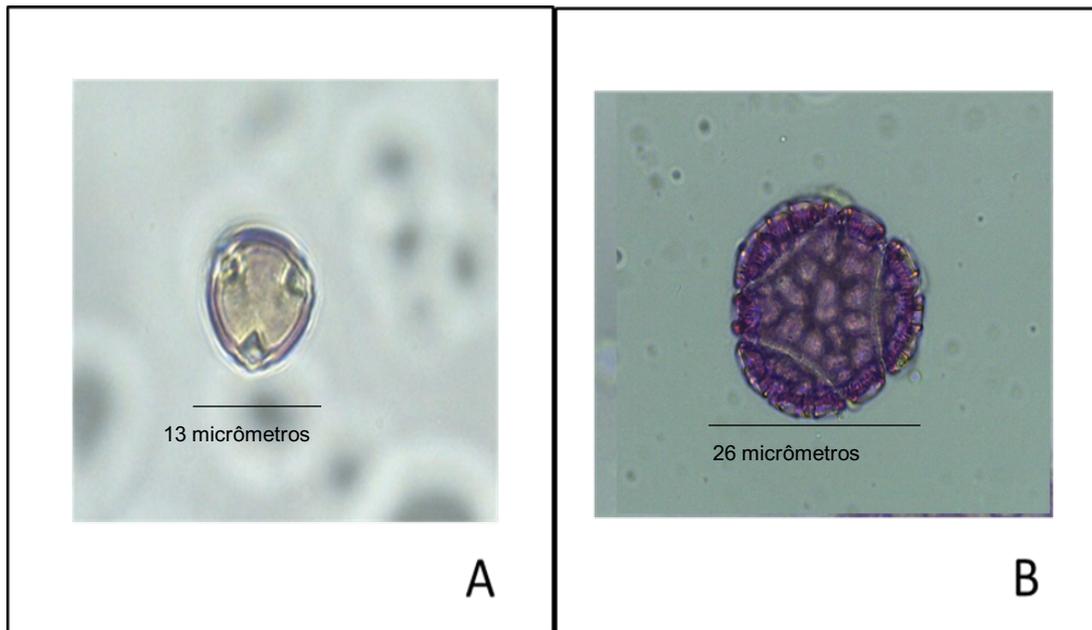
O experimento foi realizado com delineamento inteiramente casualizado. Para os resultados foram feitas avaliações dos quadrados médios das análises de variância e níveis de significância referentes aos grãos de pólen por abelhas encontradas nos três plantios de *P. maliformis*, usando-se o teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1-Pólen referente às espécies vegetais

Foram coletados, nas três áreas amostrais, um total de 7.229 grãos de pólen retirados de diferentes estruturas do corpo das abelhas coletadas. Os pólenes foram identificados em oito famílias distintas apresentados na (Tabela 01) em ordem alfabética: Acanthaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Malvaceae, Passifloraceae e Poaceae. Os grãos de pólen não identificados a nível de família, foram classificados em palinomorfos.

Os pólenes com maior percentual de ocorrência pertenciam às famílias: Fabaceae sp.4 com 59,07% registrada no plantio um, 35,40% no plantio dois e 39,71% no três, entretanto, não foi possível identificar ao nível de espécie. A segunda maior ocorrência foi o grão de pólen da família Passifloraceae, representada pela espécie *P. maliformis*, com percentual de 27,81% no plantio um, 43,60% no dois e 47,91% no três (Figura 02).



**Figura 02.** Grão de pólen de Fabaceae sp. 4 (A) e de *P. maliformis* (B), ambos no aumento de 100x.

Os grãos de pólen referentes à família Acanthaceae sp.12 e o palinomorfo sp.22, foram registrados apenas no segundo plantio, ambas com 0,01%. Bignoniaceae sp.13, teve o registro polínico nos três plantios, sendo que o percentual mais expressivo (14,70%) foi no segundo plantio. Entretanto, o registro polínico no plantio três foi de apenas 1,30%, e, no plantio um, não chegou a 0,5%. Os grãos de pólen referentes a família Bignoniaceae sp.09 e sp.10 foram registrados somente no primeiro plantio, com percentual respectivo de 0,07% e 0,15%. Os pólenes de Malvaceae sp.14 foram registrados nos plantios dois e três, com percentuais inferiores a 2%. A família Poaceae sp.15 teve um pequeno registro polínico (0,60%) no plantio dois, e Poaceae sp.3 também apresentou baixo valor percentual referente aos grãos de pólen, sendo que no plantio um seu valor foi de 0,95% e no plantio três com 0,04% (Tabela 01).

Os palinomorfos sp.7, sp.23, sp.24, e sp.25 foram registrados apenas no plantio um, e todos com percentuais iguais a 0,15%. Os palinomorfos sp.19, sp.21 foram registrados apenas no segundo plantio com 0,10%.

**Tabela 01.** Grãos de pólen coletados das estruturas do corpo (cabeça, tórax, abdome e pernas posteriores) das abelhas, Rivera, Huila, Colômbia, 2017.

| Táxons de famílias de plantas | Plantio 1 |       | Plantio 2 |       | Plantio 3 |       |
|-------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|                               | N         | %     | N         | %     | N         | %     |
| Acanthaceae sp.12             | 0         | 0,00  | 1         | 0,01  | 0         | 0,00  |
| Asteraceae sp.11              | 7         | 0,52  | 15        | 0,50  | 0         | 0,00  |
| Cyperaceae sp.16              | 7         | 0,52  | 26        | 0,80  | 0         | 0,00  |
| Bignoniaceae sp.5             | 24        | 1,80  | 21        | 0,70  | 33        | 1,22  |
| Bignoniaceae sp.9             | 1         | 0,07  | 0         | 0,00  | 0         | 0,00  |
| Bignoniaceae sp.10            | 2         | 0,15  | 0         | 0,00  | 0         | 0,00  |
| Bignoniaceae sp.13            | 5         | 0,37  | 471       | 14,70 | 35        | 1,30  |
| Fabaceae sp.2                 | 80        | 6,00  | 42        | 1,30  | 183       | 6,79  |
| Fabaceae sp.4                 | 788       | 59,07 | 1131      | 35,40 | 1071      | 39,71 |
| <i>Passiflora maliformis</i>  | 371       | 27,81 | 1394      | 43,60 | 1292      | 47,91 |
| Palinomorfo sp.6              | 5         | 0,37  | 0         | 0,00  | 41        | 1,52  |
| Palinomorfo sp.7              | 2         | 0,15  | 0         | 0,00  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.8              | 1         | 0,07  | 1         | 0,00  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.17             | 9         | 0,67  | 21        | 0,70  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.18             | 6         | 0,45  | 1         | 0,00  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.19             | 0         | 0,00  | 2         | 0,10  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.20             | 3         | 0,22  | 35        | 1,10  | 2         | 0,07  |
| Palinomorfo sp.21             | 0         | 0,00  | 2         | 0,10  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.22             | 0         | 0,00  | 1         | 0,01  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.23             | 2         | 0,15  | 0         | 0,00  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.24             | 2         | 0,15  | 0         | 0,00  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.25             | 2         | 0,15  | 0         | 0,00  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.26             | 0         | 0,00  | 6         | 0,20  | 0         | 0,00  |
| Palinomorfo sp.27             | 5         | 0,37  | 3         | 0,10  | 3         | 0,11  |
| Palinomorfo sp.28             | 0         | 0,00  | 3         | 0,10  | 31        | 1,15  |
| Poaceae sp.3                  | 12        | 0,90  | 1         | 0,00  | 1         | 0,04  |
| Poaceae sp.15                 | 0         | 0,00  | 19        | 0,60  | 0         | 0,00  |
| Malvaceae sp.14               | 0         | 0,00  | 2         | 0,10  | 5         | 0,19  |
| Total                         | 1334      | 100%  | 3198      | 100%  | 2697      | 100%  |

N: Valores totais de grãos de pólen, % porcentagem de grãos de pólen

### 3.2. Pólen referente às abelhas coletadas

Ao se registrar as diferentes espécies de abelhas, das quais foram coletados os grãos de pólen em contato com seu corpo, foi observado que *X. frontalis* L3, apresentou a maior médio de carga polínica. A segunda abelha com maior média de carga polínica foi *X. frontalis* L4 com média 231,75

Porém, não apresentou diferença estatística em relação aos pólen coletadas das abelhas *X. frontalis* avaliadas nas lâminas (L5, L6, L7, L10, L11, L13, L15, L16, L17, L18, L20), também não houve diferença significativa de pólen coletado nas diferentes espécies de abelhas: *E. nigrita* L2, *A. mellifera* L21; *E. cingulata* L9; *E. (Epicharis)* L1, este grupo amostral obtiveram médias entre 161,00 e 27,50. As abelhas *E. (Epicharana)* L19, *C. insignis* L14, *X. frontalis* L12 *E. polychroma* L8 e as *A. mellifera* representadas nas lâminas de 22 a 26 apresentaram as menores médias de grãos de pólen, entre 8,75 e 4,50. As únicas abelhas que apresentaram diferença significativa para o teste de Tukey foram as *A. mellifera* das lâminas de 24 a 26 e *E. polycroma* da lâmina 8,75 ( $F=2,80$ ;  $P=0,00$ ;  $GL= 25$  e erro Padrão=78) (Tabela 02).

**Tabela 02.** Médias de grãos de pólen encontrados nas abelhas coletadas nos três plantios em Rivera, Huila, Colômbia.

| Apidae                 | Média     | Apidae                    | Média    |
|------------------------|-----------|---------------------------|----------|
| <i>X. frontalis</i> 3  | 250,00a   | <i>X. frontalis</i> 15    | 65,00abc |
| <i>X. frontalis</i> 4  | 231,75ab  | <i>X. frontalis</i> 5     | 39,25abc |
| <i>E. nigrita</i> 2    | 161,00abc | <i>E. cingulata</i> 9     | 27,50abc |
| <i>X. frontalis</i> 16 | 143,25abc | <i>E. (Epicharis)</i> 1   | 27,25abc |
| <i>X. frontalis</i> 10 | 133,25abc | <i>E. (Epicharana)</i> 19 | 20,75 bc |
| <i>X. frontalis</i> 18 | 131,25abc | <i>C. insignis</i> 14     | 12,75 bc |
| <i>X. frontalis</i> 20 | 87,75abc  | <i>X. frontalis</i> 12    | 9,50 bc  |
| <i>A. mellifera</i> 21 | 80,50abc  | <i>A. mellifera</i> 24    | 8,75 c   |
| <i>X. frontalis</i> 6  | 78,25abc  | <i>A. mellifera</i> 22    | 7,50 c   |
| <i>X. frontalis</i> 13 | 76,00abc  | <i>A. mellifera</i> 25    | 7,25 c   |
| <i>X. frontalis</i> 7  | 74,00abc  | <i>A. mellifera</i> 23    | 5,25 c   |
| <i>X. frontalis</i> 11 | 72,00abc  | <i>A. mellifera</i> 26    | 4,50c    |
| <i>X. frontalis</i> 17 | 58,50abc  | <i>E. polycroma</i> 8     | 3,50 c   |

OBS: Os valores de L1 a L26 são referentes a numeração das lâminas avaliadas contendo grãos de pólen. Média de grãos de pólen do corpo da abelha. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Dentre as 26 espécimes de abelhas coletadas, a média de grãos de pólen obtidas das diferentes partes do corpo destes insetos, não revelaram diferenças significativas ( $P=0,660$ ;  $F=0,53$ ;  $GL=3$ ) (Tabela 03).

**Tabela 03.** Grãos de pólen coletados na cabeça, tórax, abdome e pernas posteriores das abelhas capturadas em três plantios de *Passiflora maliformis* em Rivera, Huila, Colômbia, 2017.

| Amostras           | MPC    |
|--------------------|--------|
| Cabeça             | 71,12a |
| Tórax              | 86,65a |
| Abdome             | 52,00a |
| Pernas posteriores | 68,08a |

MPC: Média de grãos de pólen nas diferentes partes do corpo da abelha.

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

No que diz respeito aos grãos de pólen em contato com o corpo das abelhas coletadas nas três plantações de *P. maliformis*, observa-se que a plantação de número dois apresentou uma média de grãos de pólen significativamente diferente com relação a plantação de número um. Entretanto, a média da carga polínica das abelhas encontradas no plantio três foram iguais aos plantios um e dois ( $F=2,89$ ;  $P=0,060$ ;  $GL= 2$ ) (Tabela 4).

**Tabela 04.** Grão de pólen encontrados nas abelhas coletas em três plantios de *Passiflora maliformis* em Rivera, Huila, Colômbia, 2017.

| Plantio | Número de amostras | MPP                 |
|---------|--------------------|---------------------|
| 2       | 32                 | 99,94 <sup>A</sup>  |
| 3       | 40                 | 67,42 <sup>AB</sup> |
| 1       | 32                 | 41,69 <sup>B</sup>  |

MPP: Média de grãos de pólen nas diferentes plantações.

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

#### 4. DISCUSSÃO

A maior proporção de grãos de pólen de Fabaceae spp. foi encontrada no plantio um, o que pode estar relacionado ao fato de que, no período da pesquisa, as plantas referentes a esta família botânica, estavam em plena floração, o que pode ter atraído os agentes polinizadores. As abelhas de grande porte, principalmente as do gênero *Xylocopa* são generalistas, ou seja, exploram várias plantas que lhes forneçam néctar e pólen, que são recursos florais fornecedores de energia e alimento vitais à sua manutenção (Martins et al. 2014). Em pesquisa realizada por Barbosa e Souza (2016), que testavam a eficiência

de polinizadores na produção de sementes de *Vigna unguiculata* (Fabaceae), constataram que os visitantes florais mais frequentes foram *E. nigrita* e *X. griseus*, que apresentavam um comportamento pilhador bastante ativo na busca por néctar das flores de *V. unguiculata*, pois o corpo destas abelhas entravam em contato com os grãos de pólen que ficavam aderidos e depositados em seus pelos corporais e, ao visitar outra flor, ocorria a transferência de pólen. Este comportamento também foi observado por Kiill e Drumond (2001) em estudo realizado com *Gliricidia sepium*, espécie pertencente a mesma subfamília (Faboideae-Papilionoidae).

Apesar dos grãos de pólen de Fabaceae, terem tido resultados percentuais acima dos encontrados em *P. maliformis*, não indicam que as abelhas de grande porte tenham preferência de pólen, apenas por essa família vegetal, tendo em vista que estas abelhas desempenham um comportamento generalista, visitando um grande número de plantas. Por este motivo, é importante manter as plantas nativas ou ornamentais acerca das áreas cultivadas, ampliando assim, uma diversificação de recursos para as abelhas, contribuindo desta forma com a manutenção das áreas de forrageamento para as abelhas. O número populacional de abelhas está diretamente relacionado com a quantidade e qualidade dos recursos florais existentes no ambiente natural ou modificado (Willians et al. 1999).

No plantio dois o maior valor percentual registrado a partir da contagem de pólen de contato com as abelhas foi de *P. maliformis*. Este resultado pode estar relacionado com o fato de haver ao lado e ao fundo uma outra plantação de *P. maliformis*. O plantio dois era desprovido de fragmento de mata nativa, fazendo com que as abelhas forrageassem apenas nas flores de *P. maliformis*, pois esta se encontrava em maior abundância no local. Quanto mais as paisagens naturais forem modificadas, menor será a abundância e riqueza de polinizadores em muitas partes do mundo (Potts et al. 2010). As abelhas são responsáveis pela polinização de plantas dos mais variados ambientes, sendo responsáveis pela manutenção e equilíbrio de cada ambiente natural ou modificado (Michener, 2007; Siquira e Kill 2009). Desta forma, é importante a conservação e manutenção de fragmentos naturais, próximos às áreas cultivadas.

A família Acanthaceae, é representada por aproximadamente 240 gêneros e distribuída em 3.250 espécies, e foi destacada em trabalhos realizados por Marchioretto et al. (2015), com uma família que ocorre em qualquer região dos trópicos. Entretanto, nesta pesquisa a Acanthaceae, apresentou o menor registro percentual de grãos de pólen de contato das abelhas coletadas. Este resultado pode estar relacionado a uma casualidade de não ter

coletado uma abelha que tenha realizados visitas efetivas nestas plantas. Também foram registrados pólen da família Poaceae sp.15, que embora, tenham apresentado baixo valor percentual, não deixou de ser visitada pelas abelhas polinizadoras de *P. maliformis*.

As abelhas por manterem uma relação mutualística com as plantas prestam serviços cruciais relacionados a manutenção da biodiversidade e composição florística de um ambiente natural ou impactado (Biesmeijer et al. 2006; Potts et al. 2010). E nesse sentido, as passifloras em decorrência de suas características morfológicas florais dependem da polinização cruzada para a formação do fruto e a ausência de seus polinizadores tem como resultado aumento nos custos de produção, pelo fato de serem plantas autoincompatíveis e necessitarem da polinização cruzada (Yamamoto et al. 2010).

Os grãos de pólen de *P. maliformis*, registrados no plantio três, apresentaram o maior percentual, em comparação com os demais encontrados neste plantio. Observou-se que as abelhas estavam se mantendo próximas da plantação, forrageando principalmente *P. maliformis*. De acordo com Pereira Vieira et al. (2010), o fato de *P. maliformis*, ser uma planta com flores grandes, que podem chegar a 7 cm de diâmetro e por produzirem grandes concentrações de néctar e pólen, são capazes de manter populações abelhas polinizadoras próximas da área cultivada (Endress, 1996).

A partir das análises existentes entre as médias de grãos de pólen de contato avaliado nas diferentes partes do corpo das abelhas, observou-se que *X. frontalis* foi a abelha que carregou a maior quantidade de pólen. Normalmente as abelhas do gênero *Xylocopa*, são de porte mediano a grande, e quando visitam as flores de *P. maliformis*, os grãos de pólen desta flor se aderem aos pêlos que existem no corpo destas abelhas, e ao entrar em contato com as partes reprodutivas de outra flor, transferem o pólen, realizando a fecundação vegetal. O fato de *X. frontalis* terem apresentado as maiores médias de grãos de pólen coletados nas amostras, pode indicar que são importantes para a polinização de *P. maliformis* (Calderón, 2015; Junqueira, 2016). As características florais de *P. maliformis*, fazem com que estas plantas tenham uma alta dependência com os agentes polinizadores. O conhecimento das relações existentes entre planta e polinizador, nos permite desenvolver estratégias para manutenção, conservação e manejo de áreas cultivadas e de polinizadores (Inês da Silva et al. 2014).

Na amostra do conjunto de lâminas de número 21, contendo grãos de pólen, referente as diferentes partes do corpo da abelha *A. mellifera* (cabeça, tórax, abdome e pernas posteriores), foram registradas alta média de grão de pólen em relação as outras lâminas de *A. mellifera*. Este resultado pode estar relacionado a ocorrência de uma massa polínica

aderida à sua corbícula, tendo em vista que *A. mellifera* são abelha de pequeno porte, por este motivo sua contribuição na polinização de Passifloraceae é pequena, isso quando é desconsiderado o pólen existente na corbícula de *A. mellifera*, e é levado em consideração apenas o pólen disponível nos pelos aderidos ao corpo para transferência, percebe-se que estas abelhas não carregam pólen suficiente para contribuir com eficiência na polinização de *P. maliformis* (Nates et al. 2002; Calderón, 2014).

Ao comparar a eficiência de transferência polínica de *P. maliformis* pelas abelhas *Apis* e as de grande porte dos gêneros *Xylocopa* ou *Epicharis*, percebe-se que, este último grupo apresenta um potencial de transportar mais pólen, existente em apenas uma parte de seu corpo, como por exemplo o tórax, de maneira mais eficiente, do que várias abelhas de tamanho menor, com pólen distribuído em todo o seu corpo (Vieira, 2010; Silva et al. 2010; Calderón, 2014).

A tribo Centridini geralmente é representada por abelhas robustas e de porte grande, com tamanho que pode ser superior a 2 cm. São eficientes coletoras de óleo, e visitam as flores de *P. maliformis* exclusivamente em busca de néctar. Ao visitarem as flores de *P. maliformis*, os grãos de pólen se aderem aos pêlos, e, assim, essa abelha também contribui com eficiência na polinização da Passifloraceae (Oliveira e Schlindwein 2009; Moure et al. 2007; Calderón, 2014). Nesta pesquisa os valores (12,75%) de grãos de pólen coletados a partir do corpo de *C. insignis* foram baixos em relação a *E. nigrita* (161%) que é uma abelha de porte menor que *Cetris*. Este resultando pode estar relacionado ao fato de que a abelhas *C. insignis* pode não ter visitado outras flores, e também pelo baixo registro desse espécime de abelha nos plantios.

Nas amostras referentes à quantificação de pólen de contato das estruturas corporais das abelhas não foram observadas diferenças estatísticas, indicando que o pólen se adere aleatoriamente em todas as estruturas corporais das abelhas. Desta forma, todas as partes do corpo das abelhas podem conter grãos de pólen, fato que amplia a eficiência deste grupo de insetos na polinização das plantas em geral. As abelhas do gênero *Xylocopa*, segundo Vieira et al. (2010), são efetivas na polinização de *Passiflora* sua atuação gera um aumento no peso e rendimento da polpa dos frutos dessa família de planta, como resultado diminui os custos de produção.

Em relação as amostras da carga polínica das abelhas coletadas nas três áreas de plantio de *P. maliformis*. A área dois foi a que apresentou resultado significativo em relação aos plantios um (Tabela 03). Estes resultados podem estar relacionados ao fato do plantio dois, estar próximo de outras duas plantações de *P. maliformis*, sugerindo que as abelhas

coletadas forragearam principalmente as flores de cholupa, pelo fato da alta disponibilidade deste recurso floral.

O plantio três, apesar de se encontrar a uma distancia de aproximadamente 4km dos dois primeiros plantios, e apresentou uma característica semelhante na carga polínica das abelhas coletadas nos plantios um. Tanto o plantio um, quanto o três, têm um fragmento de mata nativa próximo, indicando uma similaridade floral nestas áreas avaliadas.

## 5. CONCLUSÕES

A partir das análises da carga polínica, resultantes das abelhas capturadas nos três plantios de *P. maliformis*, o maior registro de grão de pólen foi da família Passifloraceae e de Fabaceae. Entretanto o maior registro polínico foi de cholupa. Indicando ao produtor que as abelhas, são importantes, pois contribuem com a fecundação e produção de frutos de cholupa. Estes resultados sugerm ao agricultor que preservem os fragmentos de áreas naturais, pois estes ambientes próximos às áreas cultivadas, ajudam a manter e preservar as abelhas polinizadoras.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados nesta pesquisa indicaram que, o plantio de *S. lycocarpum* próximo a plantação de *P. edulis*, influenciou positivamente na abundância populacional de *X. frontalis*. Indicando que essa planta pode ser um recurso alternativo ao manejo de polinizadores dessa cultivar. Além disso, *S. lycocarpum* pode servir como quebra vento às plantações de Passifloraceae, dificultando o acesso de insetos pragas.

A abelha *X. frontalis* foi a espécie mais abundante tanto no plantio de *P. edulis* quanto no de *P. maliformis*. Também foi observado que estas abelhas têm capacidade de carregar grande quantidade de grãos de pólen em seu corpo, indicando eficiência no transporte de pólen de uma flor para a outra. Fato que é de grande importância em Passifloraceae, tendo em vista que muitas espécies desta família apresentam a autoincompatibilidade floral. Desta forma, fica claro que devemos manter os recursos naturais, ou plantas atrativas próximos às áreas cultivadas, para manter a atividade forrageia de *X. frontalis* e outros grupos de polinizadores.

## 7. REFERÊNCIA

BARBOSA, M. V. e SOUSA, E. M. L. 2016. Biologia floral, ecologia da polinização e eficiência na produção de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em sistemas agrícolas. Gaia Scientia. Volume 10(4): 272-283. ISSN 1981-1268. doi: 10.21707.

BERNAL, R., G. GALEANO, A. RODRÍGUEZ, H. SARMIENTO y M. GUTIÉRREZ. 2012. cholupa (*Passiflora maliformis*), Nombres Comunes de las Plantas de Colombia. [www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/en/nombrescomunes/detalle/ncientifico/26369](http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/en/nombrescomunes/detalle/ncientifico/26369).

BIESMEIJER, J. C.; ROBERTS; S. P. M.; OHLEMULLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A. P.; POTTS, S. G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J. e KUNIN, W. E. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313: 351-354p.

CALDERÓN, A. T. R. 2014. Requerimientos y valor económico del servicio de polinización prestado por abejas en dos frutales promisorios colombianos, (Champa *Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav. y Cholupa *Passiflora maliformis* L.). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología-Bogotá D.C., Colombia.

COSTA, E. C. S.; NUNES, T. S. e MIRANDA DE MELO J. I. Flora da Paraíba, Brasil: Passifloraceae sensu stricto Flora of Paraíba state, Brazil: Passifloraceae sensu stricto. *Rodriguesia*. 2015 66(1): 271-284. <http://rodriguesia.jbrj.gov.br> doi: 10.1590/2175-7860201566117.

ENDRESS, P.K. 1996. Diversity and evolutionary biology of the tropical flowers. Cambridge University Press, Cambridge Economía Ecológica, Barcelona, v.15, 43-53p.

GIRON M. 1995. Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el Suroeste de Antioquia, Colombia. Boletín Museo Entomológico Universidad del Valle. 3(2):35-54p.

INÊS DA SILVA. C.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; GARÓFALO, C. A. 2014. Métodos de Levantamento e Conservação de Polinizadores Manejo e Conservação de Polinizadores do Maracujazeiro Amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). Ed. Holos. Ribeirão Preto-São Paulo. Brasil. 172p.

JUNQUEIRA, C. N. 2016. Serviços de Polinização e Manejo de Polinizadores do Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deneger). Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia

MARCHIORETTO, M. S.; SILVA, V. R. S. P.; PARODE, M. F. 2015. A família Acanthaceae juss. no Rio Grande do Sul. Pesquisas Botânica. São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas. nº 68 7-82p.

MARTINS, M. R.; COSTA DOS REIS, M.; ARAÚJO, J. R. G.; SANTOS DE LEMOS, R. N.; COELHO, F. A. O. 2014. Tipos de polinização e pastejo da abelha *xylocopa* spp. Na Frutificação e qualidade dos frutos de maracujazeiro. Revista Caatinga, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 187-193. ISSN 1983-2125.

MEDINA J., OSPINA R., NATES-PARRA G. 2012. Efecto de la variación altitudinal sobre la polinización en cultivos de gulupa (*Passiflora edulis f. edulis*). Acta biológica Colômbiana, 17(2): 381–395.

MICHENER, C. D. 1974. The Social Behavior of the Bees: A Comparative Study. Cambridge, MA. Harvard University Press. 404 p.

MOURE, J. S., MELO, G. A. R. e VIVALLO, F. 2007. Centridini Cockerell & Cockerell, 1901. In Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region Sociedade Brasileira de Entomologia (J.S. Moure, D. Urban & G.A.R. Melo, org.). Curitiba, p.83-142.

NATES, G.; RODRIGUEZ A.; PARRA, A. 2002. El uso de la palinología en estudios con abejas. LAPD Newsletter.2(1):5.

KILL L. H. P e DRUMOND M. A. 2001. Biología floral e sistema reproductivo de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Fabaceae- Papilionoidae) na região de Petrolina, Pernambuco. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.4, 597-601p.

OCAMPO PÉREZ J.A., COPPENS D'EECKENBRUGGE G., RESTREPO M.T., JARVIS A, SALAZAR M.H., CAETANO C. M. 2007. Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. Biota Colombiana, 8 (1): 1-45.

OCAMPO J. 2013. Diversidad y distribución de las Passifloraceae en el departamento del Huila en Colombia. Acta biologica Colombiana. 18(3):511-516.

OCAMPO, J. A.; RODRÍGUEZ, A.; PUENTES, A.; MOLANO, Z.; MORERA, M. P. 2015. El cultivo de la Cholupa (*Passiflora maliformis* L.). Una alternativa para la fruticultura colombiana. 1ª Edição. Editora Surcolombiana S.A.

OLIVEIRA, R. e SCHLINDWEIN, C. 2009. Searching for a manageable pollinator for acerola Orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). J. Econ. Entomol. 102(1):265- 273.

PEREIRA VIEIRA, P. F.; CRUZ, D. O.; GOMES, M. F. M.; CAMPOS, L. A. O.; EUSTÁQUIO DE LIMA, J. 2010. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 15: 43-53. ISSN 13902776.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in Ecology and Evolution, Amsterdam, NL, v. 25, n. 6, 345-353p.

RAMÍREZ-ARRIAGA, E.; MARTÍNEZ-BERNAL, A.; RAMÍREZ MALDONADO, N. y Y MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. 2016. Análisis Palinológico De Mielles Y Cargas De Polen De *Apis Mellifera* (Apidae) de la egión Centro y Norte del Estado de Guerrero, México. Botanical Sciences. 94 (1): 141-156. Doi: 10.17129/Botsoci.217

RODRÍGUEZ A. 2010. Analisis Comparativo Entre Cholupa y Gulupa Secretaria de Agricultura y Minería Gobernación del Huila. Boletin nformativo N° 01, 27 de agosto de 2010.

SILVA, C. I.; MELLO, A. R.; OLIVEIRA, P. E. 2010. A palinologia como uma ferramenta importante nos estudos das interações entre *Xylocopa* spp. e plantas no Cerrado. In: Encontro sobre abelhas, 9., 2010, Ribeirão Preto. Genética e biologia evolutiva de abelhas: anais. Ribeirão Preto: FUNPEC.

SIQUEIRA, K. M. e KIILL, L. H. 2009. Informações Sobre Polinizadores em Maracujazeiro no Vale do São Francisco. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Semi-Árido Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. ISSN 1808-9992.

VIEIRA, P. F. S. P.; CRUZ D. O.; GOMES M. F. M.; CAMPOS, L. A. O.; EUSTÁQUIO DE LIMA J. 2010. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá- amarelo. REVISTA DE LA RED IBEROAMERICANA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA. ISSN 13902776.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA, A. A. A.; MACEDO DE OLIVEIRA, P. E. A. 2010. A polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa* Deneger). ecologia Australis 14(1): 174-192. doi:10.4257.

WILLIAMS, R. J.; MYERS, B. A, EAMUS, D.; DUFF, G. A. 1999. Reproductive phenology of wood species in a North Australian Tropical Savanna. Biotropica, 31(4), p626-636.