

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

KARINA GUOLLO

**BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE GUABIJUZEIRO,
SETE-CAPOTEIRO E UBAJAIZEIRO**

TESE

PATO BRANCO

2019

KARINA GUOLLO

**BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE GUABIJUZEIRO,
SETE-CAPOTEIRO E UBAJAIZEIRO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Américo Wagner Júnior

PATO BRANCO

2019

G977b Guollo, Karina.
Biologia floral e reprodutiva de guabijuzeiro, sete-capoteiro e
ubajaizeiro / Karina Guollo. -- 2019.
120 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Américo Wagner Júnior
Tese (Doutorado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR,
2019.

Bibliografia: f. 101 - 120.

1. Mirtácea. 2. Polinização por insetos. 3. Fertilização de plantas.
4. Germinação. I. Wagner Júnior, Américo, orient. II. Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia. III. Título.

CDD (22. ed.) 630

Ficha Catalográfica elaborada por
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Tese n.º 048

BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE GUABIJUZEIRO, SETE-CAPOTEIRO E UBAJAIZEIRO

Por

KARINA GUOLLO

Tese apresentada às treze horas e trinta minutos do dia onze de março de dois mil e dezenove, como requisito parcial para obtenção do título de DOUTORA EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Horticultura, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos membros abaixo designados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

3

Dr. Renato Trevisan
UFSM/Santa Maria
(À distância, por videoconferência)

Dr. Renato Vasconcelos Botelho
UNICENTRO/Guarapuava

Dra. Marciele Felippi
UTFPR/Dois Vizinhos

Dra. Daniela Aparecida Estevan
UTFPR/Dois Vizinhos

Dr. Américo Wagner Júnior
UTFPR/Pato Branco
Orientador

Prof. Dr. Alcir José Modolo
UTFPR/Pato Branco
Coordenador do PPGAG

“O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Programa”

Dedico este trabalho ao meu filho (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

À Deus, e aos meus mentores e anjos por me guiarem e zelarem.

À Marlene e Alcino, pais incentivadores, pelos ensinamentos de honestidade, trabalho intensivo e perseverança.

Às minhas irmãs Angela e Patrícia, pelo carinho.

Aos meus sobrinhos, Gabriel e Álvaro, simplesmente por existirem.

Ao meu marido Jocemir, por todo amor, carinho e incentivo.

Ao meu estimado orientador, Dr. Américo Wagner Junior pela orientação, apoio, dedicação ao meu aprendizado, confiança, ensinamentos e conselhos. Exemplo que levarei para toda minha vida.

Aos amigos e colegas, por compartilharem dificuldades, experiências e conhecimento.

A todos os colegas que auxiliaram nas análises laboratoriais e de campo.

À UTFPR e ao PPGAG, pela oportunidade da realização do doutorado.

À CAPES, pela concessão de bolsa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, meus sinceros agradecimentos.

Plante seu jardim e decore sua alma, ao invés de esperar que alguém lhe traga flores. E você aprende que realmente pode suportar, que realmente é forte e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida.

William Shakespeare

RESUMO

GUOLLO, Karina. Biologia floral e reprodutiva de guabijuzeiro, sete-capoteiro e ubajaizeiro. 120 f. Tese (Doctor degree in Agronomy) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Concentration Area: Vegetal Production), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

Estudos sobre espécies da família Myrtaceae em sua maioria estão distribuídos em levantamentos florísticos, estudos reprodutivos envolvendo comunidades vegetais ou relacionados com taxonomia. O objetivo deste trabalho foi elucidar aspectos da biologia floral e reprodutiva de guabijuzeiro, sete-capoteiro e ubajaizeiro. Foram obtidas informações quanto a morfologia e morfometria floral, momento da antese e amadurecimento do androceu, presença de nectários e estruturas atrativas à visitantes florais, polinizadores e visitantes florais, receptividade do estigma, armazenamento e germinação de pólen *in vitro* e caracterização do sistema reprodutivo. O guabijuzeiro possui flores hermafroditas, com abertura floral ocorrendo durante a noite e pela manhã. As anteras foram a principal estrutura atrativa aos insetos polinizadores, liberando odor fétido, atraindo principalmente moscas e vespas caracterizadas como polinizadores ocasionais e mariposas caracterizadas como polinizadores efetivos. Para germinação de pólen recomenda-se a utilização do mesmo sem dessecação, coletado em pós-antese e em meio de cultura com 11% de sacarose e 7% de ácido bórico. O pólen apresenta comportamento recalcitrante. Desta forma, mesmo quando armazenados em refrigerador, freezer, nitrogênio líquido e ambiente natural perdeu a viabilidade em período inferior a 30 dias. Apresenta alta eficácia reprodutiva e pode ser considerado autocompatível. Contudo, a fecundação também ocorreu por polinização cruzada. O sete-capoteiro possui flores hermafroditas, com a abertura floral ocorrendo principalmente durante o período noturno e pela manhã. Os grãos de pólen são principal recurso oferecido aos polinizadores. As flores apresentam odor suave adocicado, atraindo principalmente abelhas nativas e *Apis mellifera*, as quais são caracterizadas como polinizadoras efetivas. Para germinação recomenda-se a utilização de pólen proveniente de flores em pós-antese, desidratado por 24 horas em câmara de sílica. O meio de cultura deve conter 12% de sacarose, 10% de ácido bórico e 20% de nitrato de cálcio para obtenção de altos percentuais germinativos. O pólen apresenta comportamento ortodoxo e quando armazenado em nitrogênio líquido, permaneceu viável durante 30 dias. A espécie apresenta alta eficácia reprodutiva e pode ser considerado autocompatível. Contudo, a fecundação também ocorreu por polinização cruzada. O ubajaizeiro possui flores hermafroditas, com abertura floral diurna. As anteras são principal estrutura atrativa aos insetos polinizadores, liberando odor em notas frutais, levemente adocicadas. Os principais visitantes florais da espécie pertencem às famílias Apidae, e Chrysomelidae, sendo *Apis mellifera* a espécie polinizadora efetiva de flores de ubajaizeiro. A adição de 40% de sacarose ao meio de cultura, utilizando-se grãos de pólen frescos provenientes de flores em pré-antese é suficiente para que a germinação alcance 90%. O pólen de ubajaizeiro apresenta comportamento recalcitrante. Desta forma, mesmo quando armazenados em refrigerador, freezer, nitrogênio líquido e em ambiente natural perdem a viabilidade em menos de 30 dias. Ubajaizeiro pode ser considerado autocompatível. Contudo, a fecundação das flores também ocorre por polinização cruzada, não ocorrendo apomixia. Estas informações serão úteis e primordiais para elaboração de futuros trabalhos, como projetos de melhoramento, bem como, na divulgação de conhecimento para exploração e formação de pomares comerciais.

Palavras-chave: Myrtaceae. Polinização. Biologia Reprodutiva. Germinação de pólen.

ABSTRACT

GUOLLO, Karina. Floral and reproductive biology of guabiju tree, sete-capote tree e ubajai tree. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

Studies with species Myrtaceae family are mostly distributed in floristic surveys, reproductive studies involving large plant communities or those related its taxonomy. The aim was to elucidate aspects of the floral and reproductive biology of guabiju tree, sete-capote tree and ubajai tree. Studies were carried out on floral morphology and morphometry, a moment of the anthesis and androecium maturation, identification of nectaries and attractive structures for floral visitors, characterization of pollinators and floral visitors, stigma receptivity, pollen storage and germination in vitro, and characterization of the reproductive system. Guabiju tree has hermaphrodite flowers, and the floral opening occurs mainly during the night, but also in the morning. Anthers are the main attractive structure to pollinating insects, releasing fetid odor, attracting mainly flies and wasps characterized as occasional pollinators, and moths characterized as effective pollinators. For the germination of pollen it was recommend using it without desiccation, collected in post-anthesis, and for the culture medium the use of 11% of sucrose and 7% of boric acid. Pollen had recalcitrant behavior, so even when stored in refrigerator, freezer, liquid nitrogen and natural environment it lost viability in less than 30 days. It presents high reproductive efficacy, and it can be considered self-compatible, however, fertilization also occurs through cross-pollination. Sete-capote tree has hermaphrodite flowers, and the floral opening occurs mainly during the nocturnal period, however, it also occurs in the morning. Pollen grains are the main resource offered to pollinators. The flowers have a mild sweet odor attracting mainly native bees and *Apis mellifera*, which was characterized as effective pollinators. For the germination it recommended the use of pollen from flowers in post-anthesis, dehydrated for 24 hours in a silica chamber. The culture medium should contain 12% sucrose, 10% boric acid and 20% calcium nitrate to obtain high germinative percentages. Still, pollen presents orthodox behavior and when stored in liquid nitrogen, remains viable for 30 days. The species presents high reproductive efficiency, and can be considered self-compatible; however, fertilization also occurs through cross-pollination. Ubajai tree has hermaphrodite flowers, the floral opening is diurnal. The anthers are the main attractive structure to the pollinating insects, and it releases odor in fruity notes, slightly sweet. The main floral visitors of the species belong to the families Apidae, and Chrysomelidae, being *Apis mellifera* the effective pollinating species of flowers of the ubajai tree. The addition of 40% sucrose to the culture medium using fresh pollen grains from pre-anthesis flowers is sufficient for germination to reach 90%. Pollen from ubajai flower presents recalcitrant behavior, so even when stored in the refrigerator, freezer, liquid nitrogen and natural environment lose viability in less than 30 days. The ubajai tree can be considered self-compatible, however, the fertilization of the flowers also occurs by cross-pollination, and asexual reproduction does not occur. This information will be useful and essential for the development of future work, such as improvement projects and dissemination of knowledge for exploitation and training of commercial orchards.

Keywords: Myrtaceae. Pollination. Reproductive Biology. Germination of pollen.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Testes de polinização, número de flores fecundadas, número de frutos formados, índice de autoincompatibilidade, índice de autopolinização espontânea e eficácia reprodutiva, em guabijuzeiro..... | 69 |
| Tabela 2 - Testes de polinização, número de flores fecundadas, número de frutos formados, índice de autoincompatibilidade, índice de autopolinização espontânea e eficácia reprodutiva, em sete-capoteiro. | 82 |
| Tabela 3 - Testes de polinização, número de flores fecundadas, número de frutos formados, índice de autoincompatibilidade, índice de autopolinização espontânea e eficácia reprodutiva, em ubajaizeiro. | 95 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legrand. Planta matriz localizada no Campus da UTFPR, Dois Vizinhos. | 42 |
| Figura 2 - <i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg. Plantas matrizes em sistema de pomar, localizadas no Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos. | 43 |
| Figura 3 - <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied. A) Planta matriz em estágio vegetativo. B) Plantas matrizes em estágio reprodutivo, localizadas no Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos. | 44 |
| Figura 4 - <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied. A) Determinação da antese a campo. B) Flores identificadas para acompanhamento de fenofases, no Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos. | 45 |
| Figura 5 - <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legrand. A) Câmera adaptada para observação da antese. B, C) Acompanhamento de antese controlada. | 46 |
| Figura 6 - Flores frescas e após serem submetidas a ambiente contendo hidróxido de amônia, respectivamente. A, B) <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied. C, D) <i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg. E, F) <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legrand. | 47 |
| Figura 7 - <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied. Observação de flores em câmara adaptada, provida com luz ultravioleta para identificação de estruturas atrativas a visitantes florais. | 48 |
| Figura 8 - <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied. Flores em solução de vermelho neutro para identificação de áreas de maior atividade metabólica. | 48 |
| Figura 9 - Recipientes utilizados para alocar estruturas florais, para condução dos testes olfativos. | 49 |
| Figura 10 - <i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg. Estigma em solução de peróxido de hidrogênio, para verificação de receptividade. | 51 |
| Figura 11 - <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legrand. Estigmas receptivos observados após imersão em solução de vermelho neutro. | 52 |
| Figura 12 - <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied. Grãos de pólen não germinados. B) Grãos de pólen de germinados. | 54 |
| Figura 13 - <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied. A) Condução dos cruzamentos para caracterização do sistema reprodutivo. <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legrand: B) Verificação de ocorrência de fecundação após cruzamento em flores. C, D) <i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg.; <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.: Acompanhamento de desenvolvimento de | |

| | |
|--|----|
| frutos após cruzamento. Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos..... | 56 |
| Figura 14 - Período de floração e frutificação de guabijuzeiro, temperatura média e precipitação acumulada observadas no período de junho de 2016 a junho de 2017 no município de Dois Vizinhos, Paraná..... | 58 |
| Figura 15 - <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legrand. Flor: A) Flor completa. B) Flor com simetria actinomorfa. C) Pétalas e sépalas unidas entre si. D) Estigma sobressaindo os estames. E) Ovário bilocular. F) Ovário ínfero e pluriovular..... | 60 |
| Figura 16 - <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legrand. Acompanhamento de antese controlada: A, B) Início abertura floral. D) Abertura floral em expansão. D) Abertura floral completa. | 61 |
| Figura 17 - <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legrand. Identificação de tecidos com presença de osmóforos em flores de guabijuzeiro: A) Flores alocadas em câmara com luz ultravioleta. B, C) Flores coradas com solução de vermelho neutro. D) Flor exposta em solução de hidróxido de amônia..... | 62 |
| Figura 18 - <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legrand. Identificação de visitantes florais: A) Abelha - <i>Apis mellifera</i> (Apidae) B) Vaquinha verde-e-amarela - <i>Diabrotica speciosa</i> (Chrysomelidae) C) Formiga - <i>Formica</i> sp. (Formicidae); Joaninha - <i>Coccinella septempunctata</i> (Coccinellidae). D) mosca-do-vinagre - <i>Drosophila</i> sp. (Muscidae). E) Mosca-da-carne - <i>Cochliomyia</i> sp. (Muscidae). F) Moscas domésticas - <i>Musca</i> sp., e mosca-do-vinagre - <i>Drosophila</i> sp. (Muscidae). | 64 |
| Figura 19 - Germinação in vitro de pólen de guabijuzeiro em função do momento de coleta dos botões florais e do tempo de dessecação de grãos de pólen. | 66 |
| Figura 20 - Germinação in vitro de pólen de guabijuzeiro em função da concentração de sacarose no meio de cultura..... | 67 |
| Figura 21 - Germinação in vitro de pólen de guabijuzeiro em função da concentração de ácido bórico no meio de cultura. | 68 |
| Figura 22 - Período de floração e frutificação de sete-capoteiro, temperatura média e precipitação acumulada observadas entre junho de 2016 e junho de 2017 no município de Dois Vizinhos, Paraná. | 72 |
| Figura 23 - <i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg. Flor: A) Flor completa (parte frontal). B) Anteras do tipo poricida. C) Corte longitudinal do ovário. D) Corte transversal do ovário mostrando placentação central livre..... | 73 |
| Figura 24 - <i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg. Identificação de tecidos | |

- com presença de osmóforos em flores: A) Flores alocadas em câmara com luz ultravioleta. B) Flor exposta em solução de hidróxido de amônia. 75
- Figura 25 - *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. Identificação de visitantes florais: A) Abelha nativa – *Melipona* sp. (Apidae). B, C) Abelha nativa- *Melipona* sp. (Apidae) realizando polinização vibrátil. D) Mamangava - *Bombus* sp. (Apidae). E) Vaquinha - *Astylus variegatus* (Melyridae). F) Aranha-caranguejo (*Misumena* sp. - Thomisidae) predando visitante floral (*Apis mellifera* - Apidae). 76
- Figura 26 - Germinação in vitro de pólen de sete-capoteiro em função do momento de coleta das estruturas florais e do tempo de dessecação dos grãos de pólen. 78
- Figura 27 - Germinação in vitro de pólen de sete-capoteiro em função da concentração de sacarose no meio de cultura. 79
- Figura 28 - Germinação in vitro de pólen de sete-capoteiro em função da concentração de ácido bórico no meio de cultura. 80
- Figura 29 - Germinação in vitro de pólen de sete-capoteiro em função da concentração de nitrato de cálcio no meio de cultura. 81
- Figura 30 - Período de floração e frutificação de ubajaizeiro, temperatura média e precipitação acumulada observadas no período de junho de 2016 a junho de 2017 no município de Dois Vizinhos, Paraná. 84
- Figura 31 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Flor: A) Flor completa. B) Flor com gamossépalas e simetria actinomorfa. C) Estigma sobressaindo os estames. D) Anteras do tipo ditecas com deiscência longitudinal. E) Ovário bilocular com dois óvulos por lóculo. F) Ovário ínfero. 85
- Figura 32 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Identificação de tecidos com presença de osmóforos em flores: A) Reflexão de luz ultravioleta. B) Flores coradas com solução de vermelho neutro. C) Flor em pós-antese submetida ao teste de hidróxido de amônia. D) Flor em senescência submetida ao teste de hidróxido de amônia. 87
- Figura 33 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Identificação de visitantes Florais: A) Abelha nativa (*Melipona* sp. - Apidae). B, C) Movimentação de *A. mellifera* (Apidae) entre flores da mesma planta. D) Grãos de pólen aderidos a corbícula de *A. mellifera*. 89
- Figura 34 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Identificação de visitantes Florais: A) Vaquinha verde-e-amarela (*Diabrotica speciosa* - Chrysomelidae). B) Vespa social (*Polistes* sp. - Vespidae). 90
- Figura 35 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Receptividade do estigma: A) Receptividade do estigma utilizando solução de peróxido de hidrogênio (A) e vermelho neutro (B). 92

| | |
|---|----|
| Figura 36 - Germinação in vitro de pólen de ubajaizeiro em função do momento de coleta dos botões florais e do tempo de dessecação dos grãos de pólen. | 93 |
| Figura 37 - Germinação in vitro de pólen de ubajaizeiro em função da concentração de sacarose no meio de cultura. | 94 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 21 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 23 |
| 2.1 FRUTICULTURA NO BRASIL..... | 23 |
| 2.2 FAMÍLIA MYRTACEAE | 25 |
| 2.2.1 <i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand. - Guabijuzeiro | 27 |
| 2.2.2 <i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg. - Sete-Capoteiro..... | 29 |
| 2.2.3 <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied. - Ubajaizeiro | 31 |
| 2.3 BIOLOGIA FLORAL E EVOLUÇÃO DA ESTRATÉGIA REPRODUTIVA | 32 |
| 2.4 VISITANTES FLORAIS..... | 35 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 41 |
| 3.1 ESPÉCIES UTILIZADAS E LOCAL DE ESTUDO | 41 |
| 3.2 MORFOLOGIA E MORFOMETRIA FLORAL..... | 44 |
| 3.3 DETERMINAÇÃO DA ANTESE E AMADURECIMENTO DO ANDROCEU | 45 |
| 3.4 IDENTIFICAÇÃO DE NECTÁRIOS E ESTRUTURAS ATRATIVAS À VISITANTES FLORAIS | 46 |
| 3.5 CARACTERIZAÇÃO DE POLINIZADORES E VISITANTES FLORAIS..... | 49 |
| 3.6 RECEPTIVIDADE DO ESTIGMA..... | 50 |
| 3.7 ARMAZENAMENTO E GERMINAÇÃO DE PÓLEN IN VITRO..... | 52 |
| 3.8 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA REPRODUTIVO..... | 54 |
| 3.8.1 Guabijuzeiro | 54 |
| 3.8.2 Sete-Capoteiro | 55 |
| 3.8.3 Ubajaizeiro..... | 55 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 58 |
| 4.1 GUABIJUZEIRO | 58 |
| 4.1.1 Período de Floração e Frutificação | 58 |
| 4.1.2 Morfologia e Morfometria Floral | 59 |
| 4.1.3 Determinação da Antese e Amadurecimento do Androceu | 60 |
| 4.1.4 Identificação de Nectários e Estruturas Atrativas à Visitantes Florais | 61 |
| 4.1.5 Caracterização de Polinizadores e Visitantes Florais | 63 |
| 4.1.6 Receptividade do Estigma | 65 |
| 4.1.7 Germinação de Pólen in vitro | 66 |
| 4.1.8 Caracterização do Sistema Reprodutivo | 69 |
| 4.2 SETE-CAPOTEIRO | 71 |
| 4.2.1 Período de Floração e Frutificação | 71 |
| 4.2.2 Morfologia e Morfometria Floral | 72 |
| 4.2.3 Determinação da Antese e Amadurecimento do Androceu | 74 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.4 Identificação de Nectários e Estruturas Atrativas à Visitantes Florais | 74 |
| 4.2.5 Caracterização de Polinizadores e Visitantes Florais | 75 |
| 4.2.6 Receptividade do Estigma | 77 |
| 4.2.7 Germinação de Pólen in vitro | 78 |
| 4.2.8 Caracterização do Sistema Reprodutivo | 82 |
| 4.3 UBAJAIZEIRO | 83 |
| 4.3.1 Período de Floração e Frutificação | 83 |
| 4.3.2 Morfologia e Morfometria Floral | 84 |
| 4.3.3 Determinação da Antese e Amadurecimento do Androceu | 86 |
| 4.3.4 Identificação de Nectários e Estruturas Atrativas à Visitantes Florais | 86 |
| 4.3.5 Caracterização de Polinizadores e Visitantes Florais | 88 |
| 4.3.6 Receptividade do Estigma | 91 |
| 4.3.7 Germinação de Pólen in vitro | 92 |
| 4.3.8 Caracterização do Sistema Reprodutivo | 95 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 98 |
| REFERÊNCIAS | 101 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 99 |
| APÊNDICES | 122 |

1 INTRODUÇÃO

A família Myrtaceae é considerada como de melhor representatividade nos biomas brasileiros, com aproximadamente 5.500 espécies, as quais estão distribuídas em 142 gêneros (WILSON, 2011). As fruteiras nativas que a compõe são amplamente distribuídas pelo Brasil, sendo encontradas na Mata Atlântica (MYERES et al., 2000); Floresta Amazônica (SILVA et al., 2005); Restinga (LOURENÇO; BARBOSA, 2012) e, com adaptabilidade aos ambientes que vão desde Floresta Tropical úmida até o Cerrado (ARAGÃO; CONCEIÇÃO, 2007; SILVA FILHO, 2006).

As fruteiras mais difundidas da família Myrtaceae ainda são a pitangueira, goiabeira, jabuticabeira e araçazeiro (SOBRAL et al., 2014). Outras como guabijuzeiro, sete-capoteiro e ubajaizeiro ainda são pouco exploradas, tendo estudos realizados quanto a caracterização química e de compostos bioativos dos frutos, propriedades medicinais, composição nutricional, propriedades dos óleos essenciais de folhas e qualidade germinativa das sementes (FIOR et al., 2010; INFANTE et al., 2016; NORA et al., 2014a; NORA et al., 2014b; NORA et al., 2014c; REIS et al., 2016; SANQUETTA et al., 2010; SILVEIRA et al., 2011; SCHMEDA-HIRSCHMANN et al., 2005; SOUZA et al., 2011).

Essas e as demais fruteiras da família Myrtaceae apresentam papel ecológico importante, principalmente pela polinização e atratividade dos frutos à fauna silvestre (CARVALHO, 2011), o que contribui consequentemente para dispersão das sementes, favorecendo na perpetuação (GRESSLER et al., 2006) e recuperação de florestas degradadas (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000).

Além da importância ecológica, estas espécies fornecem subsídios para inserção no mercado consumidor. Na sua maioria, as espécies frutíferas da família Myrtaceae possuem potencial para exploração econômica, uma vez que propiciam produtividade em distintos períodos do ano, adaptação à diversas condições edafoclimáticas e opção para alimentação funcional. Desta forma, tornam-se alternativa dentro da agricultura familiar e opção para cultivo orgânico, contribuindo para manutenção da biodiversidade (DOUSSEAU et al., 2011; MARIN et al., 2004).

Contudo, para desenvolvimento do potencial econômico é necessário a realização de estudos iniciais com ênfase no melhoramento genético, que busquem informações relacionadas a biologia floral e reprodutiva destas espécies (MAUÉS; COUTURIER, 2002), os quais estão em sua maioria distribuídos em levantamentos florísticos e estudos reprodutivos, envolvendo grandes comunidades vegetais ou aqueles relacionados com a taxonomia da família.

Os procedimentos adotados na execução dos trabalhos de melhoramento genético dependem, fundamentalmente, do modo de reprodução das plantas, do conhecimento da biologia e da morfologia floral, do sistema de reprodução e dos aspectos relacionados à polinização e à fertilização (BARROS et al., 1999). O conhecimento a respeito dos visitantes florais e polinizadores e, de suas relações com a comunidade vegetal é primordial, tendo em vista que a polinização é processo chave para conservação da biodiversidade (RODARTE et al., 2008). Além disso, frutos e sementes são estruturas de maior importância econômica das plantas, o que justifica a consideração dada às flores, ao florescimento e a frutificação (BARROS et al., 1999).

Nesse sentido, os estudos de biologia floral e reprodutiva auxiliam no processo de proteção ou reestruturação de populações, considerando-se a obtenção destes conhecimentos essenciais para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético, para compreensão das relações ecológicas entre diferentes espécies, no estabelecimento da influência dos fatores bióticos e abióticos nos padrões fenológicos das espécies, na conservação do germoplasma e na elaboração de protocolos de manejo em cultivo (CHAGAS et al., 2010; DANNER et al., 2011a; FRANÇOSO et al., 2014; TORRES; GALETTO, 2011; KUARAKSA et al., 2011; PESSOA et al., 2012).

Além dos aspectos anteriormente explicitados, enfatiza-se que o reduzido número de estudos sobre espécies da família Myrtaceae se torna mais preocupante quando se avalia a quantidade de indivíduos (79) incluídos na Lista Vermelha da Flora do Brasil, as quais podem ser extintas antes mesmo da realização de pesquisas (MARTINELLI; MORAES, 2013). Diante do exposto e do quadro de escassez de investigações sobre espécies nativas da família Myrtaceae, este trabalho teve como objetivo elucidar aspectos até então desconhecidos da biologia floral e reprodutiva e, de visitantes florais de *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. (guabijuzeiro), *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. (sete-capoteiro) e *Eugenia myrcianthes* Nied. (ubajaizeiro).

Desta forma, os objetivos específicos abrangeram a caracterização da morfologia e morfometria floral, identificação do momento da antese e amadurecimento do androceu, identificação de presença de nectários e estruturas atrativas à visitantes florais, caracterização de polinizadores e visitantes florais, identificação do momento de receptividade do estigma, elucidação do ambiente mais favorável para armazenamento dos grãos de pólen das espécies estudadas, identificação do meio de cultura que favorecesse a germinação de pólen in vitro e caracterização do sistema reprodutivo de cada espécie.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FRUTICULTURA NO BRASIL

O Brasil se destaca como terceiro maior produtor mundial de frutas, possuindo aproximadamente dois milhões de hectares de área plantada distribuída em todo país. Porém, está voltada principalmente a produção de fruteiras exóticas (FACHINELLO et al., 2011; SEAB, 2017). Mesmo tendo ampla gama de espécies, a fruticultura apresenta rol de frutas produzidas restrito, tanto nos âmbitos mundiais quanto nacionais. No Estado do Paraná, em média, as fruteiras exploradas, corresponderam a 3% da renda bruta gerada no campo, em área de aproximadamente 68 mil hectares e produção de 1,7 milhão de toneladas (SEAB, 2017).

Em ordem decrescente, os Estados com maior extensão de área plantada voltada à fruticultura foram São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Ceará, Pernambuco, Santa Catarina, Paraná e Espírito Santo. Já as frutas produzidas em maior escala foram laranja, banana, mamão, maçã, melancia, melão, uva, manga e limão (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

Esse setor é responsável pela geração de 2,5 a 5,6 milhões de empregos diretos (POLL et al., 2013), favorecendo a diversificação de culturas em pequenas áreas, o que propicia melhores condições de vida para seus membros, equivalente a 27% do total da mão-de-obra agrícola do país (FACHINELLO et al., 2011; PETINARI et al., 2008; NUNES et al., 2011; SILVA et al., 2013).

A fruticultura exibe características diferentes de outros ramos da agricultura, como maior participação da agricultura familiar e elevada relação entre trabalho/capital, o que enfatiza a importância do mecanismo de produção sustentável. A fruticultura apresenta melhores índices de distribuição de renda e desenvolvimento rural, mas tal potencial ainda é pouco explorado (BUAINAIN; BATALHA, 2007; SILVA et al., 2016).

O Brasil, por estar localizado em região de transição climática e com vários tipos de solo (arenosos no Noroeste, basálticos do Norte Pioneiro ao Centro-Sul e Sudoeste, sedimentares no Litoral), têm as mais variadas espécies de frutas cultivadas (SEAB, 2017). Em 2018, a projeção da produção total de frutas era de 45,6 milhões de toneladas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

Com os avanços da biotecnologia moderna, novas ferramentas estão sendo desenvolvidas para tornar mais eficientes os programas de melhoramento. Tal fato contribui para efetiva redução de perdas nos pomares, para racionalização do uso de insumos agrícolas

para incremento da produtividade. Consequentemente, ocorre redução de custos de produção, gerando maior competitividade e sustentabilidade da atividade agrícola, aumento de renda dos beneficiários diretos e da geração potencial de empregos (EMBRAPA, 2012; FALEIRO, 2007; FERREIRA et al., 2003).

Contudo, um dos gargalos do setor frutícola, pode ser a falta de programas de melhoramento frente a diversidade de espécies nativas brasileiras para atender o consumo interno e também para exportação. O país possui ampla gama de espécies com potencial para produção em grande escala. Porém, estas fruteiras continuam praticamente inexploradas dentro do país (ALEGRETTI et al., 2015; SOBUCKI et al., 2015), já que no Brasil optou-se pela introdução e exploração de espécies exóticas (MORETTO et al., 2014).

Todavia, empresas e instituições estrangeiras buscam avidamente o patenteamento de recursos vegetais brasileiros e seus derivados (BRACK et al., 2007), como ocorreu com a *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret (goiabeira-serrana) que foi negligenciada em termos de pesquisa, introduzida e aclimatada em países fora da sua área natural de ocorrência, como na França, Itália, Rússia, Estados Unidos, Israel e Nova Zelândia. Neste último, existem pelo menos treze produtos derivados da goiabeira-serrana, como geleias, sorvetes, espumantes, sucos e molhos (MORETTO et al., 2014).

Para a formação de programas de melhoramento genético, além de ter objetivos bem definidos, é preciso ter conhecimento da espécie a ser melhorada, no que diz respeito a biologia floral e reprodutiva, sistemas de propagação, diversidade genética e métodos de melhoramento adequados ao padrão de segregação genética da espécie. Através da interação desses conhecimentos, que são escassos entre as espécies nativas do Brasil, da compreensão das relações ecológicas entre diferentes espécies definem-se então as estratégias para conservação do germoplasma, elaboração de protocolos de manejo em cultivo e de programas de melhoramento genético (DANNER et al., 2011b; FRANÇOSO et al., 2014; TORRES; GALETTO, 2011).

2.2 FAMÍLIA MYRTACEAE

A família Myrtaceae possui mundialmente, aproximadamente 5.500 espécies, distribuídas em 142 gêneros, sendo considerada como a de melhor representatividade nos biomas brasileiros (STADNIK, 2016; WILSON, 2011) e a quarta família de plantas lenhosas com maior número de espécies no país, com 23 gêneros e 1.034 espécies descritas (SILVA; MAZINE, 2016; SOBRAL et al., 2015). Dessas espécies, 789 são endêmicas do Brasil, ou seja, só ocorrem no território nacional (GIARETTA et al., 2016; MORAIS et al., 2014).

Em sua classificação tradicional, a família Myrtaceae foi reconhecidamente dividida em duas subfamílias, Myrtoideae, com frutos carnudos e baciformes, folhas opostas e de ocorrência predominante na América Tropical e Subtropical e; as Leptospermoideae, com frutos capsulares secos, folhas alternas e ocorrência na Austrália e Polinésia (CRONQUIST, 1981; HEYWOOD, 1993; THORNHILL; CRISP, 2012).

Atualmente, com a obtenção de filogenias moleculares, houve a demonstração da existência de duas subfamílias, Psiloxylloideae, contendo 2 tribos e Myrtoideae, com 15 tribos. A primeira subfamília apresenta número cromossômico $n=12$ e flores unissexuadas, sendo representada por dois gêneros africanos. A segunda tem número cromossômico $n=11$ e flores bissexuadas, abrangendo as demais Myrtaceae (BIFFIN et al., 2010; THORNHILL et al., 2012; WILSON et al., 2005).

A tribo Myrtae é uma das 15 englobadas em Myrtoideae e engloba todas as espécies neotropicais da família (WILSON et al., 2005). Para a taxonomia clássica de Myrtae, o formato do embrião era comumente utilizado, sendo definidos os tipos Mircióide, Pimentoide e Eugenióide, no qual, a partir destes era feita a divisão em três subtribos: Eugeniinae, Myrciinae e Myrtinae, (BARROSO, 1991; MARCHIORI; SOBRAL, 1997).

Hoje, através da combinação de informações moleculares, tais classificações não refletem grupos monofiléticos, pois a evolução desse tipo de fruto ocorreu diversas vezes na família (LUCAS et al., 2007; WILSON et al., 2001; WILSON et al., 2005). A partir de estudo filogenético realizado com a tribo Myrtae foram reconhecidos cinco subtribos: Eugeniinae, Myrciinae, Myrrhiniinae, Pimentinae e Fejoinae, nas quais, se distribuem todas as espécies brasileiras e sete grupos de espécies, sendo um australiano-asiático e outros seis sulamericanos, em torno dos gêneros: *Plinia* L., *Myrcia* DC., *Myrceugenia* O. Berg, *Myrteola* O. Berg, *Pimenta* Lindl. e *Eugenia* L. (LUCAS et al., 2007).

A família apresenta dois centros de diversidade, América do Sul e Austrália, com a

maioria das espécies, mas pequena parcela ainda pode ocorrer na Ásia, África e Europa (GOVAERTS et al., 2008; GRATTAPAGLIA et al., 2012; WILSON, 2011; WCSP, 2018). Dessa forma, as espécies de hábito arbustivo ou arbóreo dessa família, estão distribuídas por todos os continentes, com exceção da Antártida, com nítida predominância nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (DENARDI et al., 2005; DONATO; MORRETES, 2011; SANTOS, 2013).

No Brasil, a distribuição das espécies vai desde o Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, até São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia, Minas Gerais e Tocantins (SOBRAL et al. 2015). Existe ampla representatividade nos diversos biomas da região Neotropical, incluindo todos os domínios fitogeográficos brasileiros, com ênfase na Mata Atlântica, no qual a torna a sexta maior família em diversidade de espécies e os gêneros de maior importância são *Myrcia* e *Eugenia* (COSTA et al., 2015; GIARETTA et al., 2016; MURRAY-SMITH, et al., 2009).

A densa fisionomia da Mata Atlântica está positivamente relacionada com elevado número de espécies da família Myrtaceae e outros Grupos Myrtalean (DUARTE et al., 2014), sendo um dos centros de diversidade da família, apresentando maior taxa de endemismo desse bioma (GIARETTA et al., 2016; STEHMANN et al., 2009). O gênero *Eugenia* é o único que apresenta ampla distribuição, abrangendo quase a totalidade de ocorrência da família (SNOW, 2011).

As espécies da família Myrtaceae apresentam importância ecológica na estrutura das florestas, principalmente na Mata Atlântica, florestas úmidas e no Cerrado da região Leste brasileira. Estas espécies além de essenciais para preservação do estado natural destas áreas, fornecem subsídios para inserção no mercado consumidor (BARROSO; PERÓN, 1994; GRESSLER et al., 2006; LEITÃO-FILHO, 1993; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000). Estudos fenológicos do grupo sugerem o potencial para usar a família dentro da Mata Atlântica, para entender respostas ecológicas mais gerais às mudanças climáticas, tais como períodos de floração e frutificação (STAGGEMEIER et al., 2010; 2015).

As características mais marcantes das espécies de Myrtaceae nativas do Brasil, compreendem desde árvores a arbustos, ambos com ritidoma esfoliante e folhas pecioladas, inteiras, simples, geralmente opostas, com pontuações translúcidas presentes e nervuras secundárias em pares. As flores são pentâmeras e podem ser em panículas, racemos, dicásios ou solitárias, geralmente brancas e com estames vistosos e numerosos, com presença de cavidade secretora no ápice das anteras, e ovário geralmente ínfero, com placentação axial. O fruto pode ser baga, drupa ou cápsula, carnosos ou secos (JUDD et al., 2009; OLIVEIRA;

FUNCH; LANDRUM, 2012; SOUZA; LORENZI, 2012).

As espécies desta família apresentam potencial alimentar, apesar de estudos sobre as propriedades sensoriais e nutricionais serem ainda escassos. A produção e consumo ainda é restrito aos mercados locais, sendo comercializadas em pequena escala, principalmente devido a sua perecibilidade (DONADO-PESTANA et al., 2015; GURAK et al., 2014). Atualmente, tem-se demanda pelo enriquecimento e diversificação de espécies na base alimentar humana e essas frutas nativas brasileiras apresentam sabores atrativos, com concentração de nutrientes, vitaminas e compostos voláteis, o que garante a utilização em gama de produtos (LASEKAN; ABBAS, 2012).

Algumas das espécies da família Myrtaceae que possuem grande potencial de exploração econômica de frutos são *A. sellowiana* (goiabeira-serrana), *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (guabirobeira), *Eugenia involucrata* DC. (cerejeira-da-mata), *Eugenia myrcianthes* Nied. (ubajaizeiro), *Eugenia uniflora* L. (pitangueira), *Eugenia uruguayensis* Cambess. (guamirimzeiro), *Myrrhimum atropurpureum* Schott. (murtilheiro), *Myrcia palustris* DC. (cambuzinho), *Myrcia selloi* (Spreng.) N. Silveira (cambuizeiro), *Myrcianthes gigantea* (D. Legrand) D. Legrand (araçazeiro-do-mato), *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. (guabijuzeiro), *Myrciaria tenella* DC. (O. Berg.) (cambuí-açu), *Plinia rivularis* (Cambess.) (guapuritizeiro), *Plinia* sp. (jabuticabeira) e *Psidium cattleianum* Sabine (araçazeiros) (DANNER et al., 2010; CASTILHOS et al., 2018; PIROLA, 2013; SOBUCKI et al., 2015).

Essas fruteiras podem vir a serem exploradas comercialmente, visando à diversificação da produção e do consumo de frutas in natura ou na forma de produtos industrializados (DANNER et al., 2010; FRANZON et al., 2009; GRESSLER et al., 2006). Porém, estudos básicos de caracterização, bem como, da biologia floral e reprodutiva devem ser desenvolvidos, primordialmente.

2.2.1 *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand. - Guabijuzeiro

O gênero *Myrcianthes* possui 30 espécies descritas na América (MABBERLEY, 2008). A espécie *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand é popularmente conhecida como guabijuzeiro (SOBRAL et al., 2014). O nome tem origem indígena, do guarani “yguabi-jy” que significa “fruta que se come” (PIO-CORRÊA, 1984). Ocorre do Estado de São Paulo até o Rio Grande do Sul, na Floresta Estacional Semidecidual e na Floresta Ombrófila Mista. É árvore perene, que pode atingir 27 metros de altura e 55 cm de diâmetro, com casca lisa e pouco espessa (DONADIO et al., 2017; LORENZI, 2008; MARCHIORI; SOBRAL, 1997).

A floração ocorre no mês de novembro no Rio Grande do Sul (FRANZON, 2004) ou ainda de outubro a novembro ou de setembro a janeiro, com frutificação de janeiro a março ou de dezembro a abril, dependendo da região onde está localizada (FIOR et al., 2010; ROMAGNOLO; SOUZA, 2004).

Dentre as espécies da família Myrtaceae, o guabijuzeiro se destaca pelas características dos frutos, os quais são globosos, com sabor adocicado, textura aveludada e coloração roxa, quando maduro, com polpa amarelada e succulenta. O sabor é adocicado, sendo encontrado principalmente em pomares domésticos da região Sul do país (FIOR et al., 2010; LORENZI et al., 2006; NORA et al., 2014a; RASEIRA et al., 2004; SOUZA et al., 2011).

As folhas se apresentam de forma simples, glabras, tendo de três a sete centímetros de comprimento, com ápice espinhoso. As flores são hermafroditas, de coloração clara, possuindo de 1,5 a 2,0 centímetros de diâmetro, geralmente ocorrendo em ramos “do ano” (brotação nova), sendo muito vistosas. Os estames são numerosos com filetes de cor branca e anteras de coloração amarelada. As quatro sépalas ocorrentes são verde-escuras, sendo menores que as pétalas e na antese total curvam a face dorsal sobre o cálice (DONADIO et al., 2017; LORENZI, 2008; RASEIRA et al., 2004).

A propagação dessa espécie é basicamente por sementes, pois através de propagação vegetativa, tem-se dificuldade na formação de raízes adventícias (FIOR et al., 2010; LATTUADA et al., 2010). Algumas dificuldades surgem na utilização das sementes, pois estas apresentam comportamento recalcitrante, com teor de água de 39,6% na coleta, sendo intolerantes a desidratação (FIOR et al., 2010; WIELEWICK et al., 2006). O tipo do embrião das sementes de guabijuzeiro é caracterizado como eugenóide, devido ao crescimento dos cotilédones e pela diminuição da radícula, que é vestigial ou ausente. A germinação é do tipo hipógea (MARCHIORI; SOBRAL, 1997; SANTOS et al., 2004).

Quanto ao potencial nutracêutico dos frutos, possui em sua constituição alta concentração de compostos fenólicos, tais como flavonoides e ácidos fenólicos, o que conferem alta ação antioxidante ao fruto, inclusive maior do que da goiaba vermelha. Também apresenta teores elevados de açúcares, de cálcio e magnésio, o que lhe torna importante fonte natural de energia e de minerais e, promissor para exploração da indústria alimentícia (NORA et al., 2014a; NORA et al., 2014b; SERAGLIO et al., 2018).

O potencial do guabijuzeiro para industrialização, refere-se aos frutos saborosos que podem ser usados na fabricação de bebidas, geleias, doces, sorvetes, entre outros. Ainda, pode ser usado na recuperação de áreas degradadas, devido principalmente por ser atrativa a avifauna e por apresentar flores melíferas. Também apresenta potencial ornamental, podendo ser

empregado na arborização (FIOR et al., 2010; LORENZI, 2008; SOUZA et al., 2011; REITZ et al., 1983).

Apesar das informações existentes, ainda são poucos os estudos realizados com guabijuzeiro, tendo destaques aqueles sobre a caracterização química e a presença de compostos bioativos de frutos (NORA et al., 2014a; NORA et al., 2014b; NORA et al., 2014c; SCHMEDA-HIRSCHMANN et al., 2005; SILVEIRA et al., 2011), composição nutricional (REIS et al., 2016; SERAGLIO et al., 2018), propriedades dos óleos essenciais de folhas (ZYGADLO et al., 1997) e qualidade de sementes (FIOR et al., 2010; SOUZA et al., 2011).

2.2.2 *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. - Sete-Capoteiro

O gênero *Campomanesia* engloba 40 espécies conhecidas, com 31 destas fazendo parte da flora do Brasil (SOBRAL et al., 2010). Pertence à subfamília Myrtoideae, tribo Myrteae, e subtribo Myrtinae (LEGRAND; KLEIN, 1977).

A espécie *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) é nativa da flora brasileira, sendo conhecida popularmente como sete-capoteiro e ocorre comumente no Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul até Rio Grande do Sul, em quase todas as formações vegetais (MATTOS, 2010). No Estado do Paraná, é possível encontrar a espécie naturalmente nas fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual e estepe (LIMA; GOLDENBERG; SOBRAL, 2011).

O sete-capoteiro é espécie perene, sendo em ambientes naturais encontrado isolado e em baixa densidade, apresentando comportamento higrófito, ou seja, adaptada a ambientes com alta umidade. A floração inicia-se em outubro e a frutificação de dezembro a janeiro (DONADIO et al., 2017) ou ainda floração nos meses de agosto a dezembro, com frutificação ocorrendo entre agosto e fevereiro (LIMA et al., 2011).

O sete-capoteiro pode ter hábito arbustivo ou arbóreo, com tronco tortuoso, descamando em várias camadas finas, o que dá origem ao seu nome popular de sete-cascas ou sete-capotes. A copa é piramidal, com altura variável, podendo atingir três a 10 m de altura a 12 a 27 m e tronco de 20 a 30 cm de diâmetro. Os ramos, pecíolos, pedúnculos e todas as nervuras são cobertos por tricomas. As folhas são elípticas, lanceoladas ou ovais, discoloradas, cartáceas, com ápice acuminada ou aguda, base obtusa e margens inteiras (LIMA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

As flores são solitárias, brancas e grandes, apresentando hipanto coberto por tricomas. O cálice é completamente fechado no botão floral, abrindo-se em lobos irregulares com

tricomas em ambas as faces. As pétalas são glabras ou com poucos tricomas (OLIVEIRA et al., 2012).

Os frutos de sete-capoteiro são arredondados, do tipo baga subglobosa, aveludada ou pubescente, com pericarpo carnoso e coloração verde-amarelada, tendo aproximadamente 2 cm de diâmetro. O sabor é característico, com alto teor vitamínico, apresentando propriedades medicinais, adstringentes e fortificantes. Contém de seis a dez sementes, com base e ápice arredondadas e, cobertas por tegumento membranoso, cotilédones carnosos não completamente fusionados, testa óssea ou membranácea, de placas escalariformes ausentes (SANQUETTA et al., 2010; SOUZA et al., 2018; YAMAMOTO et al., 2007).

A propagação é essencialmente feita por sementes, que são recalcitrantes dificultando a manutenção da qualidade fisiológica e vigor após desligamento da planta mãe. O desenvolvimento da plântula passa por cinco fases de desenvolvimento. Após dez dias da semeadura, começa o desenvolvimento inicial da plântula, resultando na abertura da região da micrópila e a protrusão da raiz primária. Após 60 dias, ocorre o desenvolvimento do primeiro par de folhas, com filotaxia oposta, margens lisas e veias peninérveas. O embrião é do tipo pimentóide e a germinação é epígea e fanerocotilar. A temperatura ideal para a germinação é de 25 a 30 °C, sendo fotoblástica neutra (DOUSSEAU et al., 2011; SANTOS; FERREIRA; ÁQUILA, 2004; SOUZA et al., 2018).

É considerada espécie potencial para uso tanto na recuperação de áreas degradadas quanto na composição de áreas de preservação permanente (AQUINO; BARBOSA, 2009), pois seu fruto é consumido pela fauna, favorecendo a dispersão das sementes (CARVALHO, 2011). Possui potencial ornamental para fins de arborização urbana (SANQUETTA et al., 2010) e por apresentar florada intensa, sendo classificada como melífera, o que a torna benéfica para preservação de polinizadores (LORENZI, 2008).

Os frutos apresentam potencial para serem comercializados, tanto na forma *in natura*, quanto como sucos, geleias, sorvetes e outros doces. Na medicina popular é reconhecida em tratamentos para o fígado (LORENZI, 2008) e o valor medicinal de seu óleo essencial vem sendo analisado e testado (STEFANELLO; PASCOAL; SALVADOR, 2011).

Apesar de grande importância cultural, econômica e ecológica, poucos são os estudos acerca da espécie. Os que já foram realizados compreendem basicamente a caracterização morfológica de flores e frutos (DONADIO et al., 2017; LIMA; GOLDENBERG; SOBRAL, 2011; SOUZA et al., 2018), caracterização físico-química, fitoquímica e de atividades biológicas e, antimicrobiana (ARRUDA, 2013; BERNARDO et al., 2015; GOLDONI, 2017), além da germinação de sementes (GOLDONI, 2017; SOUZA et al., 2018).

2.2.3 *Eugenia myrcianthes* Nied. - Ubajaizeiro

Eugenia myrcianthes Nied. é conhecida popularmente como ubajaizeiro ou pessegueiro-do-mato (LORENZI et al., 2006; LORENZI, 2009), com ampla distribuição nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul. Ocorre na Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista e Cerrado (LORENZI et al., 2006; LORENZI, 2009; SOARES-SILVA, 2000). O período de floração pode ocorrer de maio a setembro ou de outubro a dezembro, com frutificação de setembro a outubro ou de dezembro a janeiro (DURIGAN et al., 2004; LORENZI et al., 2006).

A árvore é muito rara mesmo nas fitofisionomias em que é encontrada, tendo entre 8 a 15 metros de altura, com ramos glabros, de coloração castanha-acinzentada. As folhas são simples, com disposição oposta cruzada, textura membranácea a coriácea e formato ovado a elíptico, com base obtusa a aguda e ápice agudo a levemente acuminado, podendo ainda ser apiculado. As flores são brancas e hermafroditas, em número de 3-7 e dispostas em racemos curtos, frequentemente em ramos jovens com folhas novas. Os frutos são oblongos de coloração amarelada quando maduros, contendo 1-3 sementes de cor castanho-claro (DONADIO et al., 2017; LORENZI, 2009).

Pela característica de apresentar flores tipicamente pentâmeras, eventualmente tetrâmeras ou hexâmeras fez com que pertencesse a outro gênero (*Hexachlamys*), já que as espécies de *Eugenia* O. Berg, eram consideradas apenas as que se caracterizavam por flores tetrâmeras (CRUZ et al., 2013; MAZINE et al., 2014). Dessa forma, muitos dos trabalhos realizados com essa espécie, principalmente, os mais antigos, utilizam *H. edulis* em sua descrição (APEL et al., 2005; ROMAGNOLO; SOUZA, 2004).

Os frutos podem ser consumidos na forma in natura ou processados como doces, sucos e geleias, apesar de ainda ser negligenciado pelos fruticultores e pesquisadores. Tais frutos possuem atividades antioxidantes e anti-inflamatórias, importantes na produção de suplementos dietéticos com propriedades favoráveis à saúde e demais produtos que podem ser opção para atender nichos de mercado ávidos por novidades (INFANTE et al., 2016; KINNUP; BARROS, 2008). A composição do óleo essencial do ubajaizeiro é abundante em sesquiterpenos cíclicos, principalmente de germacrenos, que apresentam propriedades antimicrobianas, inseticidas e antifúngicas (APEL et al., 2005; LIMBERGER et al., 1998), o que traz mais um uso potencial para espécie a ser melhor estudado e explorado.

Além da característica ornamental, destaca-se também pelos frutos atrativos e

relativamente grandes, se comparados a outros frutos da família, sendo muito consumidos pela fauna. Por essas características e por ser planta rústica, pioneira, é muito versátil em usos para recuperação de áreas degradadas ou de preservação permanente (LORENZI, 2009).

Os estudos desenvolvidos com a espécie compreendem basicamente a anatomia da madeira (MARCHIORI; SANTOS, 2010) caracterização morfológica de flores e frutos, das propriedades fitoquímicas e nutricionais dos frutos (INFANTE et al., 2016) e ainda de óleos essenciais e compostos voláteis (LIMBERGER et al., 1998).

2.3 BIOLOGIA FLORAL E EVOLUÇÃO DA ESTRATÉGIA REPRODUTIVA

A biologia floral inclui o estudo de todas as manifestações que ocorrem durante o desenvolvimento da flor, como a ecologia da polinização até a fertilização. Desta forma, a biologia floral abrange também a biologia reprodutiva e os estudos com polinizadores (PEREIRA et al., 2009).

Pouco se conhece sobre a biologia floral e reprodutiva da maioria das fruteiras nativas (SANTOS, 2013), principalmente da família Myrtaceae, tendo registro até o momento para *E. uniflora* (FRANZON et al., 2009), *C. adamantium* (NUCCI; ALVES, 2017), *P. cattleianum* (COSTA et al., 2015) e *Plinia* sp. (VILELA et al., 2012).

Durante a evolução com polinizadores, a estrutura floral sofreu diversas modificações, podendo apresentar-se solitária ou agrupada em inflorescências. Normalmente, é composta por três conjuntos de órgãos apendiculares, o perianto (apêndices externos de proteção e/ou atração de polinizadores), o androceu e o gineceu (SANTOS, 2013). As pétalas e/ou os estames estão diretamente relacionadas na atração visual e olfativa aos polinizadores (GRESSLER et al., 2006).

Dessa forma, aspectos relacionados à flor no processo de polinização, tais como, horário de antese, morfologia externa, classificação botânica da flor e órgãos reprodutivos, horário de receptividade do estigma, de viabilidade e germinação dos grãos de pólen, atrativos aos visitantes florais e a estratégia reprodutiva são recursos fundamentais para aplicação de práticas de manejo e melhoramento genético (SILVA; PINHEIRO, 2007).

Do ponto de vista econômico, a reprodução é um dos principais pilares para manter a cultura economicamente viável, seja ela através da produção de frutos ou de sementes. Assim, as análises sobre a biologia floral e o mecanismo de polinização, mostram-se de extrema importância, tanto para o meio natural quanto para produção em escala comercial (SILVA; PINHEIRO, 2007) ou para o fomento para novas pesquisas. Estes parâmetros são de extrema

importância para formação de bancos de germoplasma, planejamento de coleta de pólen e sementes, planejamento de cruzamentos dirigidos e para auxiliar na determinação de práticas culturais, como raleio, adubação, irrigação e colheita (DANNER et al., 2010).

Dentro deste contexto, se torna primordial definir o tipo de reprodução das espécies (autógamas; alógamas; sistema misto), devido ao fato de que os métodos de melhoramento são dependentes dessas características e também, para compreensão da história evolutiva e dos mecanismos envolvidos na evolução das espécies (PERLEBERG, 2017).

A estratégia reprodutiva refere-se à forma como as populações da espécie recombinam seus genes a cada geração para formar a população descendente, podendo-se diferenciá-los como alogamia em que o cruzamento ocorre entre diferentes flores, xenogamia em que envolve flores de diferentes plantas, geitonogamia entre diferentes flores da mesma planta ou em autogamia em que ocorre cruzamento entre órgãos masculinos e femininos de mesma flor (SEBBENN, 2006).

O sistema de reprodução pode apresentar variação entre espécies ou dentro da população por fatores genéticos ou ambientais. A taxa de cruzamentos pode variar entre populações, plantas, eventos reprodutivos da mesma população e entre flores de mesma planta. Os níveis de cruzamento dependem das características genéticas que possibilitam ou impedem a autofecundação, sejam pelas estruturas da flor ou por mecanismos de autoincompatibilidade, maturidade reprodutiva, sistema sexual e fatores ecológicos como variação climática causando alteração no comportamento fenológico da espécie ou dos polinizadores. Em ambientes naturais têm-se ainda a ação antrópica através de cortes seletivos e fragmentação de áreas alterando-se o tamanho da população e de seu sistema reprodutivo (SEBBENN, 2006).

Espécies com flores bissexuais (estame e pistilo) possuem estratégias que possibilitam a autoincompatibilidade. Todavia, estas estratégias, em muitos casos, não impedem a autofecundação. Em outras, a propagação pode ocorrer por apomixia, em que o indivíduo é gerado através de óvulo não fertilizado ou de célula somática, sem contribuição genética paterna, tornando a progênie idêntica ao genótipo materno (SEBBENN, 2006).

No sistema reprodutivo de plantas dioicas (flores estaminadas e pistiladas em diferentes plantas) pode-se ter geração de progênies meio irmãos (cruzamento de indivíduos envolvendo genitores paternos diferentes) ou irmãos completos (cruzamento entre apenas dois indivíduos), que pode ocorrer devido ao assincronismo no florescimento ou pequeno tamanho de população e o comportamento dos polinizadores (SEBBENN, 2006). A longo prazo, os eventos sexuais podem aumentar o potencial adaptativo das espécies, enquanto que os assexuados dão a capacidade de persistir localmente e aproveitar as oportunidades de expansão, mesmo que a

reprodução sexual falhe (THURLBY et al., 2012).

Espécies que se reproduzem por cruzamentos apresentam menor divergência entre populações, quando comparadas as de autofecundação, devido a recombinação da variabilidade genética e favorecimento da dispersão dos genes via pólen em mais longas distâncias, ocorrendo na área da vizinhança reprodutiva, que é o local onde ocorrem parte dos cruzamentos e, por sua vez é dependente da densidade populacional e da capacidade dos polinizadores percorrerem as distâncias entre os indivíduos. Normalmente, a baixa densidade populacional têm maior área de vizinhança reprodutiva, mas os cruzamentos podem ocorrer predominantemente entre poucos indivíduos (SEBBENN, 2006).

A diminuição da biodiversidade, devido à perda e fragmentação do habitat natural resulta no isolamento de populações e conseqüentemente em mudanças nos padrões de dispersão das espécies (LAURANCE et al., 2002). Tal fato pode afetar diretamente a reprodução de espécies florestais nativas, uma vez que ocorre redução do número de indivíduos da população, bem como, do número de doadores e da quantidade de pólen (CASCANTE et al., 2002; QUESADA; STONER, 2003), resultando na diminuição da taxa de frutificação e da deriva genética (variação do fundo genético existente nas populações, que se encontra em harmonia com a seleção natural e é resultante do acaso) (CASCANTE et al., 2002; QUESADA; STONER, 2003).

As conseqüências da fragmentação podem ainda conduzir ao declínio na população de agentes polinizadores (CASCANTE et al., 2002) comprometendo ainda mais o sucesso reprodutivo da vegetação. Estudos realizados nestas áreas evidenciam aumento da taxa de autofecundação, redução de número e, mudanças na composição das espécies de polinizadores e visitantes florais, redução da quantidade de pólen depositados nos estigmas das flores e, conseqüentemente, redução na frutificação (AIZEN; FEISINGER, 1994; LAURANCE et al., 2002).

A evolução da estratégia reprodutiva pode sofrer influência de fatores como, interações entre planta e polinizador, características fenológicas da espécie, que afetam diretamente o fluxo gênico das plantas (PEDRONI et al., 2002; REGO et al., 2006). Ainda, as condições ecológicas em que a espécie esteja exposta, tal como falta de polinizadores efetivos, podem influenciar na seleção de populações autocompatíveis (CHARLESWORTH; CHARLESWORTH, 1979), ocasionando em mudança na estratégia reprodutiva durante o processo evolutivo (BAKER, 1958).

Apesar dos padrões morfológicos e de incompatibilidade serem bem estabelecidos para algumas espécies, existem modificações evolutivas que podem ocorrer entre populações da mesma espécie, separadas por barreiras geográficas ou ecológicas, quanto entre gêneros e espécies (LI; JOHNSTON, 2001). Algumas espécies apesar de autocompatíveis apresentam

mecanismos morfológicos que procuram evitar a autopolinização, garantindo a polinização cruzada (HESLOP-HARRISON, 1983). Algumas espécies que apresentam sistemas reprodutivos mistos (alogamia e autogamia), como *Byrsonima coccolobifolia* H. B. K. (muricido-cerrado), são favorecidas pela garantia de alto nível de adaptabilidade da população às condições locais, além da manutenção de elevado potencial evolutivo pela recombinação, possibilitando que a espécie colonize novas áreas (SCARIOT et al., 1991).

Entre algumas famílias, como a Melastomataceae, a esterilidade masculina está relacionada à ocorrência de apomixia (BAUMGRATZ; SILVA, 1986; GOLDENBERG; SHEPHERD, 1998). A apomixia é conceituada basicamente como a formação de sementes sem fecundação, sendo o sinônimo de agamospermia (SCHIFINO-WITTMANN, DALL'AGNOL, 2002). Ainda, dentro dos mecanismos evolutivos, a apomixia permite que as populações, pouco ou não férteis, fixem e reproduzam genótipos, garantindo assim a perpetuação de indivíduos estéreis (RICHARDS, 1997).

Pelos levantamentos já realizados, pelo menos 80% das espécies de angiospermas são hermafroditas, podendo apresentar estratégias reprodutivas que evitem a autopolinização (WILLMER, 2011). Estas estratégias incluem mecanismos de desenvolvimento (dicogamia), estruturais (hercogamia, heterostilia, monoiccia, dioiccia e enantiostilia) e fisiológicos (autoincompatibilidade) (ENDRESS, 1994).

Também entre as estratégias estruturais, a enantiostilia é caracterizada pelo polimorfismo floral, em que o estigma pode estar voltado para direita ou para esquerda em relação ao eixo floral, o que possibilita que o pólen depositado no corpo do visitante floral ocorra de forma diferenciada de acordo com a morfologia da flor, evitando-se assim que o pólen entre em contato com o estigma da flor de origem e ocorra a autopolinização (BARRETT, 2002; WILLMER, 2011).

Como estratégia estrutural há a possibilidade de geitonogamia (polinização entre flores de mesma planta), caso os dois tipos de morfologia floral (flor direita e esquerda) ocorram em mesma planta, a chamada enantiostilia monomórfica (BARRETT, 2002). Ainda, as espécies monóicas e hermafroditas podem apresentar características para que não ocorra a geitonogamia, como a dicogamia, dioiccia temporal e auto-incompatibilidade (JONG et al., 1993).

2.4 VISITANTES FLORAIS

A polinização biótica realizada pela fauna é responsável por polinizar as flores de aproximadamente 308.000 espécies de angiospermas, das 352.000 existentes mundialmente.

Parte desse processo ocorre através da especialização entre planta e polinizador, tornando o sistema complexo (OLLERTON; WINFREE; TARRANT, 2011). As interações entre as plantas e seus polinizadores ocorre em grande parte de forma generalista, onde diversas espécies interagem entre si. Em alguns processos co-evolutivos, as interações resultaram em especializações entre a planta e alguns polinizadores específicos, resultando no mutualismo (STANTON, 2003).

A polinização é o resultado da interação mutualística e, por isso, seu estudo deve enfatizar a complexa gama de interações entre plantas e polinizadores, a própria competição entre as espécies polinizadoras e entre as plantas polinizadas, incluindo os fatores que possam afetar essas relações. O estabelecimento da relação entre flor e visitante floral se dá através de atrativos e estes satisfazem as necessidades essenciais do visitante, como fonte alimentar, para construção de ninho ou mesmo para fins reprodutivos (AGOSTINI; LOPES; MACHADO, 2014; NOGUEIRA-NETO, 2002).

As flores oferecem como principal recurso aos seus visitantes, o néctar e o pólen, como atrativos alimentares essenciais. Dentre as espécies vegetais, algumas apresentam flores com os dois atrativos, outras oferecem apenas o pólen, e assim, diversas estratégias para atrair e recompensar os polinizadores são desenvolvidas (MUTH; FRANCIS; LEONARD, 2016).

Os visitantes florais podem coletar o pólen de duas formas, a ativa e a passiva. Na primeira, os visitantes fazem a coleta do pólen das anteras, de forma direta, empregando seu aparelho bucal ou outra parte de seu corpo e parte dessa coleta é consumida prontamente, sendo a outra transportada para seu ninho. Na forma direta, o processo da polinização irá ocorrer somente com os grãos de pólen que não foram consumidos pelo visitante. Na forma passiva, o pólen apresenta às características adesivas inerentes à superfície do grão e estas fazem com que o mesmo seja aderido à superfície do corpo do visitante floral, que irá transportá-lo, trazendo custos energéticos mais baixos, tanto para a planta, quanto para o visitante (WILLMER, 2011).

Além do néctar e pólen, os tecidos florais também servem de atrativo para algumas espécies de visitantes florais, que o utilizam como fonte de alimento. Para tanto, a presença do aparelho bucal apto a mastigação é necessária, sendo o comportamento observado em besouros e algumas espécies de aves e morcegos. Flores que apresentam tecidos florais comestíveis geralmente são robustas e com duração longa. Também é necessário que o visitante seja atraído para longe dos óvulos, para que estas estruturas não sejam consumidas juntamente com outras partes florais. Bom exemplo de espécie de planta que apresenta partes florais como recurso para polinizadores é a *A. sellowiana* (AGOSTINI; LOPES; MACHADO, 2014; SAZIMA; SAZIMA, 2007).

Os visitantes florais têm seu papel como polinizadores reconhecido. Todavia, além desse papel, algumas espécies podem ainda agir como pilhadores ou ladrões de recursos. O termo pilhadores designa-se aos visitantes que, ao coletar os recursos oferecidos, tem o contato com as estruturas reprodutivas, sem prejudicar à flor, sua viabilidade e aparência, ou mesmo comprometer a antese. Em contrapartida, quando ao visitar a flor e coletar os recursos oferecidos, o visitante acaba danificando os tecidos e /ou peças florais, prejudicando a flor e tornando-a menos atrativa a outros visitantes, sendo então considerado ladrão. Os ladrões de recursos esgotam os atrativos que seriam direcionados pelas plantas aos seus polinizadores efetivos, o que, por conseguinte afeta a frequência de visitação dos mesmos a planta (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2016; INOUE, 1980; IRWIN et al., 2010).

Na família Myrtaceae, o pólen é a principal recurso oferecido aos polinizadores, sendo o recurso primário pelo qual as abelhas, provavelmente suas polinizadoras mais frequentes, visitam as flores. No Brasil, os principais visitantes florais que frequentam as espécies da família Myrtaceae, pertencem as ordens de insetos Hymenoptera, Coleoptera e Diptera, além de algumas aves e mamíferos (NIC LUGHADHA; PROENÇA, 1996; SILVA; PINHEIRO, 2007).

As abelhas (ordem Hymenoptera) são os principais visitantes da família Myrtaceae, sendo as famílias Apidae (tribos Meliponini e Bombini), Halictidae, e Colletidae as mais frequentes (GRESSLER et al., 2006; SILVA; PINHEIRO, 2007). Tão importante, a polinização por abelhas recebe terminologia específica de Melitofilia. As abelhas polinizam as flores que tem antese diurna e que apresentem cores variando do ultravioleta ao amarelo intenso. Os guias visuais de néctar ou pólen e odor frequentemente presente, são atrativos importantes. Nessas flores, o néctar está presente em baixa quantidade e ainda fica escondido, mas apresenta alta concentração de açúcares. Como recursos florais disponíveis estão o pólen, néctar, óleo, podendo ainda haver resinas e voláteis florais (RECH; AVILA Jr.; SCHLINDWEIN, 2014).

As abelhas são caracterizadas como o mais importante grupo de visitantes polinizadores, não somente pela sua diversidade e hábito alimentar, mas também devido aos diferentes comportamentos de visita, o que abrange comportamentos generalistas e especialistas, estando relacionado também às estratégias reprodutivas das plantas visitadas (BARÔNIO et al., 2018). Dentre os grupos que utilizam o grão de pólen como fonte alimentar, as abelhas são consideradas o principal, pois o pólen é alimento fundamental dos imaturos (MICHENER, 2007). Por exemplo, abelhas *Melipona* têm o pólen de Myrtaceae como uma das principais fontes de alimento (OLIVEIRA-ABREU et al., 2014)

Outra característica importante das abelhas é o comportamento de vibração (buzz-

pollination) utilizado por algumas espécies para remover os grãos de pólen das anteras poricidas (BUCHMANN, 1983). A coleta de pólen e a polinização por vibração não está restrita a flores com anteras poricidas, podendo ocorrer também em flores com anteras rimosas/longitudinais, como em algumas espécies de Myrtaceae (PROENÇA; GIBBS, 1994). A polinização por vibração em Myrtaceae é comum e parece estar relacionado com padrões das abelhas e, das morfologias e características visuais das flores, sem presença ou ausência de única estrutura floral (FIDALGO; KLEINERT, 2009). Já quando a espécie não utiliza a vibração, o forrageamento é feito utilizando-se das pernas, mandíbulas e glossa, que removem o pólen das anteras poricidas (ZAMBON; AGOSTINI, 2017).

A polinização por besouros, também denominada de cantarofilia, ocorre nas flores ou inflorescências com antese noturna ou crepuscular, sem coloração específica, mas com tamanho grande e robusto, estando abertas em forma de disco ou formando câmara de polinização. Como recursos, a produção de odores florais fortes e volatilização no início da antese atraem os besouros, além da oferta de tecidos florais utilizados como recurso alimentar pelo visitante (RECH; AVILA Jr.; SCHLINDWEIN, 2014).

Esse processo ocorre em diversas plantas, principalmente na região tropical, mas poucas famílias botânicas apresentam esse como modo principal ou exclusivo de polinização. Os principais besouros polinizadores pertencem às famílias Scarabaeidae, Nitidulidae, Staphilinidae e Curculionidae, mas Chrysomelidae e Tenebrionidae também são representativos (GOTTSBERGER, 1977; BERNHARDT, 2000; PAULINO-NETO, 2014). Besouros da família Chrysomelidae são polinizadores ocasionais de *Myrciaria dubia* McVaugh, pois, coletam pólen diretamente das anteras, onde pousam, mantendo pouco contato com o estigma, já que são muito pequenos (MAUÉS; COUTURIER, 2002).

Na polinização por moscas ou Miofilia, as flores, para serem atrativas, devem ser pouco delicadas, de cor castanha, vermelha, amarela, esverdeada, com manchas coloridas, brilho forte e grandes. Não há preferência pela periodicidade da antese, mas as flores abertas em forma de disco, devem ter odor muito forte, desagradável e até repugnante, assemelhando-se com material em decomposição, muitas vezes sem recursos florais ou se há néctar presente, tem acesso livre (RECH; AVILA Jr.; SCHLINDWEIN, 2014).

As moscas (Diptera) também são importantes visitantes florais de Myrtaceae, mas algumas espécies podem ser tanto polinizadoras quanto pilhadoras dos recursos florais (SILVA; PINHEIRO, 2007). As famílias Stratiomyidae, Cixiidae, Calliphoridae e Otitidae são reconhecidas como visitantes florais e Syrphidae como polinizadores ocasionais (LARSON et al., 2001). Em flores de *M. dubia*, as moscas das famílias Syrphidae, Stratiomyidae,

Calliphoridae foram consideradas como polinizadores ocasionais, realizando visitas breves e esparsas, onde o pólen é coletado com o aparelho bucal e transportado aderido ao corpo (MAUÉS; COUTURIER, 2002). Diversas espécies dos gêneros *Eugenia*, *Myrcia* e *Myrciaria* são visitadas, polinizadas ou polinizadas ocasionalmente pelos sirfídeos, mais conhecidos como moscas das flores (Ordem Diptera; Família Syrphidae) (SOUZA, 1997).

Algumas espécies de Myrtaceae já foram mais estudadas quanto a sua biologia floral e seus principais visitantes florais, enquanto outras, menos conhecidas comercialmente, ainda carecem de estudos. Em ampla revisão realizada por Gressler, Pizo e Morelato (2006), em relação aos polinizadores e visitantes florais de Myrtaceae, foi observado que grande parte dos estudos realizados com essa família no Brasil, abrange apenas os aspectos da biologia floral e dos visitantes florais, sem na maioria das vezes comprovar quais são realmente os polinizadores efetivos. De forma geral, das 45 espécies de Myrtaceae nativas estudadas, as ocorrentes no Cerrado foram as mais estudadas e as abelhas foram os principais visitantes florais.

Para algumas espécies do gênero *Eugenia* estudadas, as operárias de *Apis mellifera* são os visitantes florais mais abundantes e frequentes, iniciando seu forrageio no amanhecer (5 h e 30 min) e, entre 6 h e 7 h ocorre pico nas atividades de visitas. Durante as visitas, é pouco comum a presença de outras espécies de visitantes florais, o que pode indicar que seu comportamento agressivo limite o comportamento forrageiro de espécies nativas (SILVA; PINHEIRO, 2007). Em *E. uniflora* diversas espécies de insetos visitam suas flores, sendo as abelhas as visitantes mais comuns. As visitas de *Apis mellifera* são as mais abundantes, bem como outras espécies de abelhas da família Apidae, principalmente *Scaptotrigona bipunctata* e *Melipona obscurior*, sendo a maior frequência de visitação no horário entre 10 e 11:30 horas (DINIZ; BUSCHINI, 2016; SILVA; PINHEIRO, 2007).

As espécies *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg. e *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. (guavira), atraem seus polinizadores pelo odor característico e flores brancas, além da oferta de grão de pólen, sendo também polinizadas principalmente por *Apis mellifera* (NUCCI; ALVES-JUNIOR, 2017; SCANFERLA; ALVES JUNIOR; PEREIRA, 2015). Ainda em *C. adamantium*, a *A. mellifera* visita de três a cinco flores por planta, polinizando tanto por geitonogamia, quanto pelo transporte do pólen para outras plantas (pólen xenogâmico) (NUCCI; ALVES-JUNIOR, 2017).

A espécie *C. guazumifolia* apresenta como principais visitantes as abelhas da subfamília Apidae: Meliponinae (SOUZA, 1997), bem como, a *Campomanesia phaea* (O. Berg) Landrum, onde a oferta de pólen como recurso floral atrai muitas espécies de insetos, principalmente abelhas. Apesar da espécie da *C. phae* receber muitos visitantes, apenas cinco espécies foram

consideradas polinizadoras eficientes, sendo quatro abelhas de hábito noturno/crepuscular (*Megalopta sodalis*, *Megommation insigne*, *Ptiloglossa latecalcarata* e *Zikanapis seabrai*) e a *Apis mellifera* com hábito diurno, mas visitando também no período crepuscular (CORDEIRO et al., 2017).

Essa polinização efetiva foi constatada ao avaliar o sucesso da frutificação em flores visitadas pelos polinizadores, através da observação do número de visitas de mesmo indivíduo em uma flor e de seu contato com o estigma. As espécies citadas como polinizadoras efetivas da *C. phae*, apesar de nem sempre contatar o estigma na visita, tem o hábito de forragear no início da antese, quando a disponibilidade de pólen é maior, favorecendo a polinização (CORDEIRO et al., 2017).

As abelhas de hábito noturno/crepuscular, nem sempre são amostradas em estudos envolvendo espécies de Myrtaceae, pois suas visitas em horários incomuns a maioria das coletas pode subestimar sua importância na polinização dessas espécies. Dessa forma, as espécies de Myrtaceae que apresentam antese noturna devem merecer atenção especial em amostragens e observação de visitantes florais, para que a diversidade de visitas não seja subestimada, principalmente em relação as famílias de abelhas Halictidae e Colletidae, que apresentam hábito noturno (PROENÇA; GIBBS, 1994; CORDEIRO et al., 2017).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ESPÉCIES UTILIZADAS E LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia Vegetal e no Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos.

O município está localizado em região subtropical úmida cujo clima, segundo classificação de Köppen, é Cfa (C - subtropical úmido, com mês mais frio entre 18 e -3 °C; f = sempre úmido, com chuva em todos os meses do ano; a = verão quente, com temperatura do mês mais quente superior a 22 °C (ALVARES et al., 2013) e precipitação do mês mais seco acima de 40 mm.

As espécies estudadas foram *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. (guabijuzeiro), *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. (sete-capoteiro) e *Eugenia myrcianthes* Nied. (ubajaizeiro). Os estudos foram desenvolvidos nos anos de 2016 e 2017 durante a floração e a frutificação destas espécies.

Para os estudos desenvolvidos com guabijuzeiro foram utilizadas duas plantas matrizes localizadas em área rural da UTFPR (Figura 1) e urbana, ambas no município de Dois Vizinhos, com aproximadamente 15 e 22 anos de idade, respectivamente.

Figura 1 - *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. Planta matriz localizada no Campus da UTFPR, Dois Vizinhos.



As matrizes possuem registro no Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos (BRASIL. PARANÁ: Dois Vizinhos, Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 19. IV. 2018, fl., e fr., Guollo, K. (DVPR - 5829) – área urbana; BRASIL. PARANÁ: Dois Vizinhos, Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 19. IV. 2018, fl., e fr., Guollo, K. (DVPR - 5830) – área rural).

As matrizes de sete-capoteiro (Figura 2) utilizadas estão localizadas no Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos. O plantio destas matrizes foi realizado em linha com espaçamento de 3 m entre plantas, no ano de 2012, a partir de mudas provenientes de sementes coletadas de plantas localizadas no município de Pato Branco, Paraná (Latitude 26°15'48.05"S/ Longitude 52°33'8.07"O).

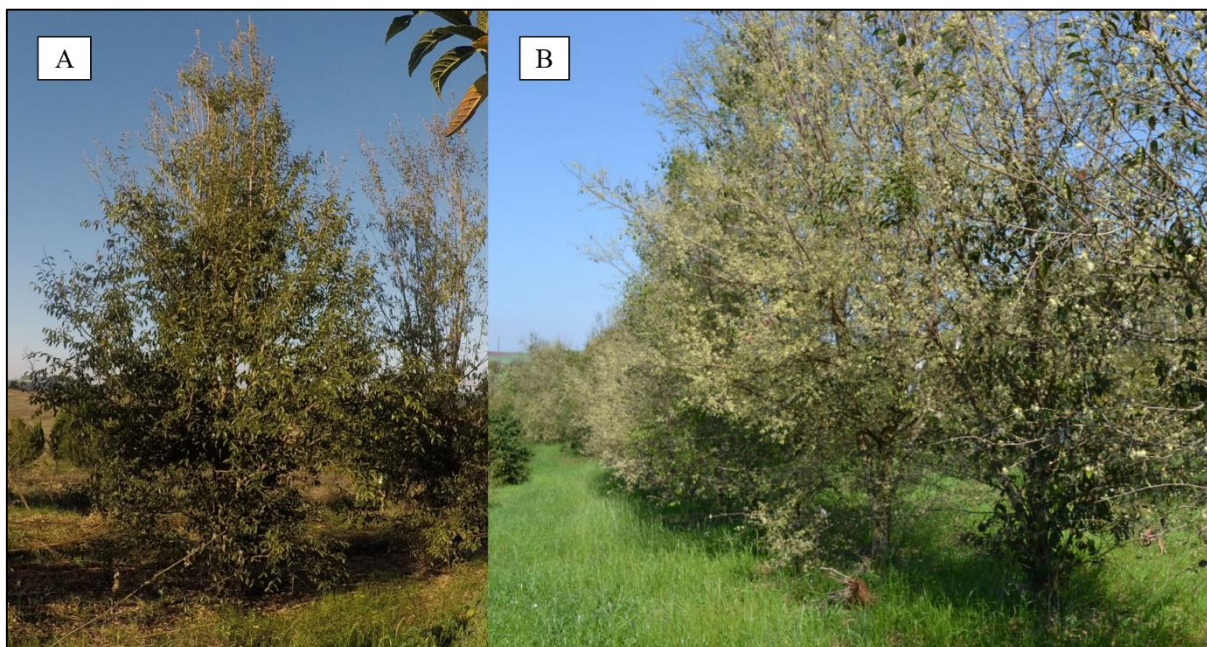
Figura 2 - *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. Plantas matrizes em sistema de pomar, localizadas no Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos.



A espécie foi cadastrada no Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos (BRASIL. PARANÁ: Dois Vizinhos, Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 19. IV. 2018, fl., e fr., Guollo, K. (DVPR - 5828).

As matrizes de ubajaizeiro (Figura 3A, B) utilizadas para o estudo estão localizadas no Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O plantio destas foi realizado em linha com espaçamento de 3 m entre plantas, realizado no ano de 2012, a partir de mudas provenientes de sementes coletadas de plantas localizadas nos municípios de Pato Branco (Latitude 26°13'28.74"S/ Longitude 52°40'34.86"O), Pérola D' Oeste (Latitude 25° 48'53.42"S/ Longitude 53°45'25.26"O), e Planalto (Latitude 25°47'17.67"S/ Longitude 53°46'39.71"O).

Figura 3 - *Eugenia myrcianthes* Nied. A) Planta matriz em estágio vegetativo. B) Plantas matrizes em estágio reprodutivo, localizadas no Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos.



A espécie foi registrada no Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos (BRASIL. PARANÁ: Dois Vizinhos, Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 19. IV. 2018, fl., Guollo, K. (DVPR - 5831).

As informações contidas referentes à precipitação e temperatura foram oriundas do banco de dados da estação meteorológica do INMET instalada na UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos (8º Distrito Meteorológico - DISME), com distância de aproximadamente 500 metros das plantas analisadas.

3.2 MORFOLOGIA E MORFOMETRIA FLORAL

A caracterização floral foi realizada com auxílio de quadros sinóticos ilustrados (GONÇALVES, 2011; VIDAL; VIDAL, 2010).

Para realizar a morfometria, 100 flores em pós-antese foram coletadas, fixadas em FAA (formaldeído; ácido acético; etanol 70% [10:5:85, v/v]) e analisadas posteriormente (MATIAS; CONSOLARO, 2014). Com auxílio de paquímetro digital, estereoscópio e prancheta milimetrada foram obtidos, os comprimentos polar (CPB) e equatorial do balão floral (CEQ), bem como, da pétala (CP), da sépala (CS), da antera (CA), do filete (CF), do estame (CE), do pistilo (CP), do estigma (CES), do ovário (CO) e número de estames.

As flores foram coletadas de duas, sete e dez plantas matrizes de guabijuzeiro, sete-capoteiro e ubajaizeiro, respectivamente.

3.3 DETERMINAÇÃO DA ANTESE E AMADURECIMENTO DO ANDROCEU

Para identificação do momento de antese floral foram realizadas observações em cinco dias não consecutivos em duas matrizes de guabijuzeiro e ubajaizeiro e, cinco matrizes de sete-capoteiro. Pela disponibilidade de flores, foram marcados 100 botões florais em cada matriz de ubajaizeiro, 50 botões florais em guabijuzeiro e 10 botões florais em sete-capoteiro, identificando-se o momento de cada fenofase (início abertura floral, abertura floral completa, início senescência e senescência total) (Figura 4).

Figura 4 - *Eugenia myrcianthes* Nied. A) Determinação da antese a campo. B) Flores identificadas para acompanhamento de fenofases, no Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos.



Para observação da antese de forma controlada, ramos de duas plantas matrizes com flores em pré-antese foram fixados em espuma fenólica, mantidos em ambiente com temperatura média de 25 °C, sendo acompanhados até o momento da antese total (Figura 5A, B, C) com auxílio de câmera fotográfica (GoPro® Hero 5).

Figura 5 - *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. A) Câmera adaptada para observação da antese. B, C) Acompanhamento de antese controlada.



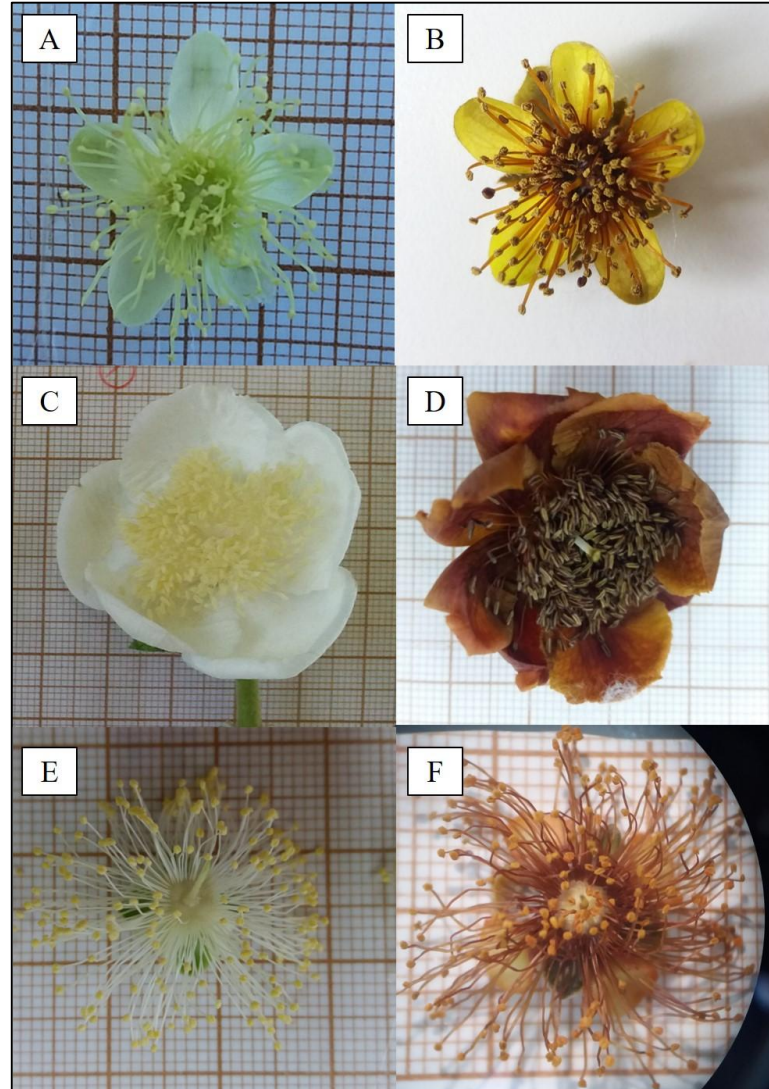
A verificação do momento do amadurecimento do androceu (pré ou pós-antese) foi realizada durante o acompanhamento da antese a campo, utilizando-se lupa manual quando necessário.

3.4 IDENTIFICAÇÃO DE NECTÁRIOS E ESTRUTURAS ATRATIVAS À VISITANTES FLORAIS

Para identificação visual de nectários utilizou-se microscópio digital de mão (Digital Microscope® Modelo HD Color CMOS Sensor U500X). Como auxílio, tubos microcapilares foram dispostos na base das sépalas, pétalas, estames e pistilo de 50 flores frescas, para verificar a presença ou ausência de néctar (VERSIEUX et al., 2014; INOUYE et al., 1980).

Para identificação de guias de recursos florais foi conduzido teste com hidróxido de amônia (GERTZ, 1938; SCOGIN et al., 1977) utilizando-se 10 flores. Para tal, as flores foram dispostas por 20 minutos em béquer vedado com filme plástico, contendo algodão embebido com 10 mL de hidróxido de amônia. Logo após, foi verificado a diferença de contraste nas estruturas florais (Figura 6).

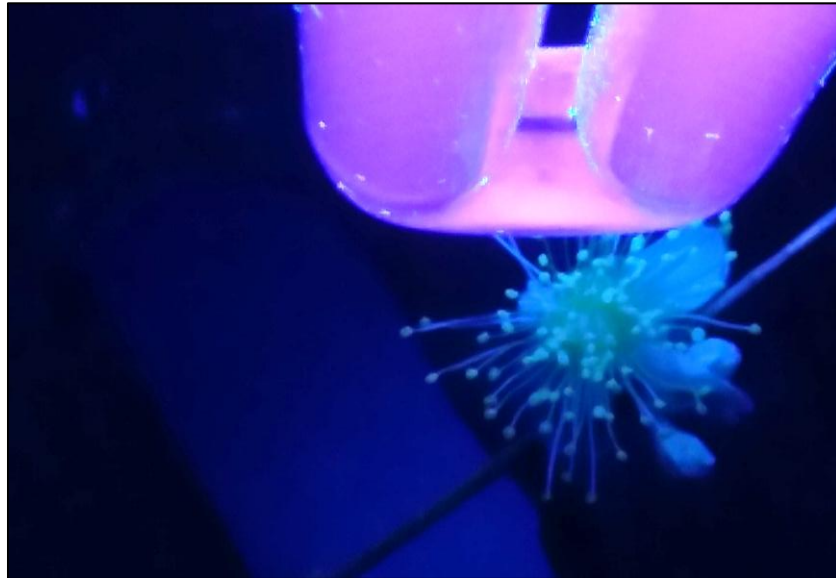
Figura 6 - Flores frescas e após serem submetidas a ambiente contendo hidróxido de amônia, respectivamente. A, B) *Eugenia myrcianthes* Nied. C, D) *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. E, F) *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand.



A diferença de contraste nas estruturas florais ocorre devido a absorção de luz ultravioleta por pigmentos do tipo flavonoides, enquanto que as outras partes da flor a refletem, permitindo com que os visitantes florais identifiquem e localizem os recursos (STORTI, 2002).

Como teste complementar adaptou-se câmara provida com luz ultravioleta (Figura 7) (luminescência) (BUCHMANN et al., 1977), para observação direta de 10 flores frescas (pós-antese), identificando-se as estruturas refletoras ou absorvedoras de luz ultravioleta.

Figura 7 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Observação de flores em câmara adaptada, provida com luz ultravioleta para identificação de estruturas atrativas a visitantes florais.



Para identificação de áreas de maior atividade metabólica no momento da antese, 10 flores frescas foram mantidas por 60 minutos, em recipiente contendo solução de 1% de vermelho neutro (Figura 8). Após este período, as flores foram lavadas em água corrente, sendo possível identificar a presença de atividade metabólica e osmóforos (glândula produtora de substâncias voláteis, odor), através dos tecidos corados (DAFNI et al., 2005; KEARNS; INOUE, 1993).

Figura 8 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Flores em solução de vermelho neutro para identificação de áreas de maior atividade metabólica.



Com intuito de identificar as estruturas florais liberadoras de odor, 10 flores foram dissecadas em sépalas, pétalas, estames e pistilos, alocando-as em recipientes com tampa (Figura 9) ou tubos de ensaio (conforme tamanho das estruturas florais) pelo período de cinco horas. Logo, dez voluntários não treinados foram entrevistados na tentativa de identificar a principal peça floral liberadora de odor e qual tipo deste foi exalado (doce, floral, cítrico, amadeirado, entre outros) (VERSIEUX et al., 2014).

Figura 9 - Recipientes utilizados para alocar estruturas florais, para condução dos testes olfativos.



Para a identificação do momento da liberação de odor, foi conduzido bioensaio olfativo em que flores inteiras em pós-antese foram alocadas em tubos de ensaio vedados com filme plástico e avaliadas olfativamente por 10 voluntários não treinados em intervalo de uma hora, durante 10 horas (BENEZAR; PESSONI, 2006).

3.5 CARACTERIZAÇÃO DE POLINIZADORES E VISITANTES FLORAIS

Para caracterização dos visitantes florais e polinizadores foram realizadas observações em cinco dias não consecutivos de todos os quadrantes de duas plantas matrizes de guabijueiro e ubajaizeiro e, cinco de sete-capoteiro, obtendo-se os horários de visitas (VERSIEUX et al., 2014; KILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011). Os horários de observação variaram de acordo com a espécie, podendo ter ocorrido também no período noturno. Contudo, o período de observação foi de pelo menos 14 horas diárias com intervalos de 15 minutos por hora.

Os indivíduos observados foram contabilizados e classificados em polinizadores [visitas frequentes e legítimas (contato em todas as estruturas reprodutivas), polinizadores ocasionais (visitas menos frequentes, mesmo sendo visitante legítimo) e pilhadores (sem contato com as estruturas reprodutivas)] (MATIAS; CONSOLARO, 2014).

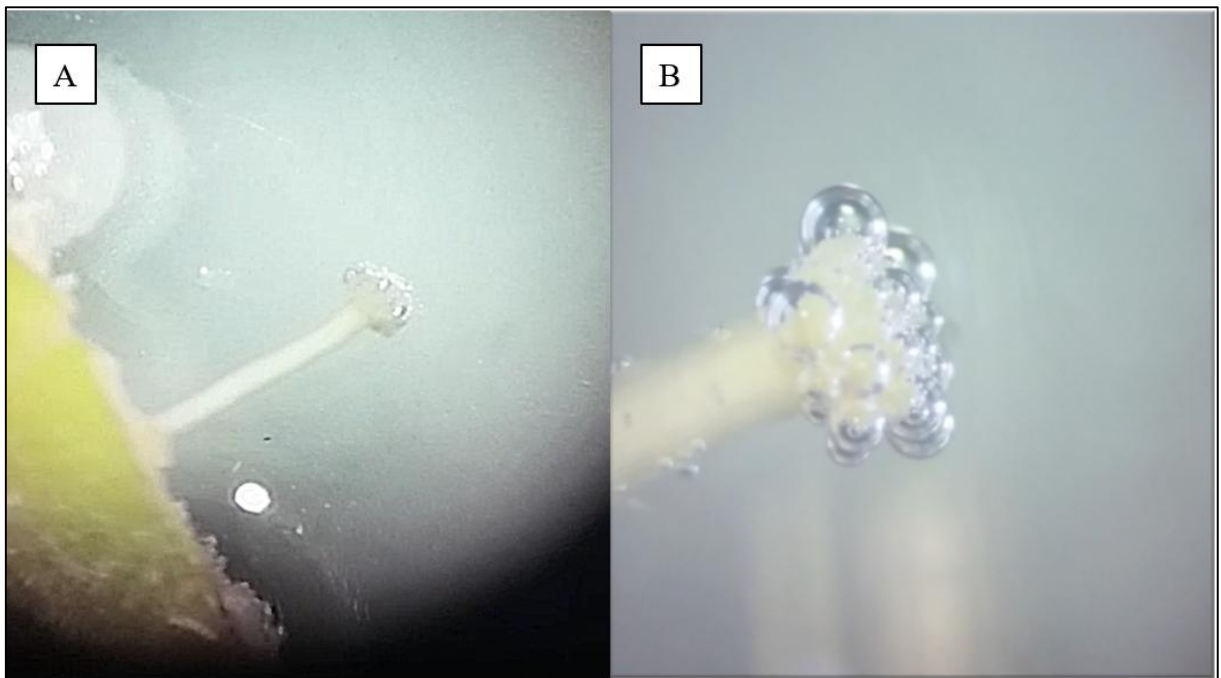
Realizou-se registro fotográfico e alguns visitantes foram capturados, com auxílio de rede e aspirador entomológico adaptado, sendo conservados em FAA, para posterior identificação com auxílio de guia de identificação (FUJIHARA et al., 2016) quando necessário.

3.6 RECEPTIVIDADE DO ESTIGMA

Para identificação do momento da receptividade do estigma, flores em pré-antese, início da antese, antese total e início de senescência foram avaliadas. Foram utilizadas 25 flores de guabijuzeiro e ubajaizeiro e, 15 flores de sete-capoteiro, para cada estágio floral (balão ou pré-antese; início da antese; antese total; início senescência). As flores foram mantidas em esponja fenólica em ambiente natural, durante todo período de avaliação.

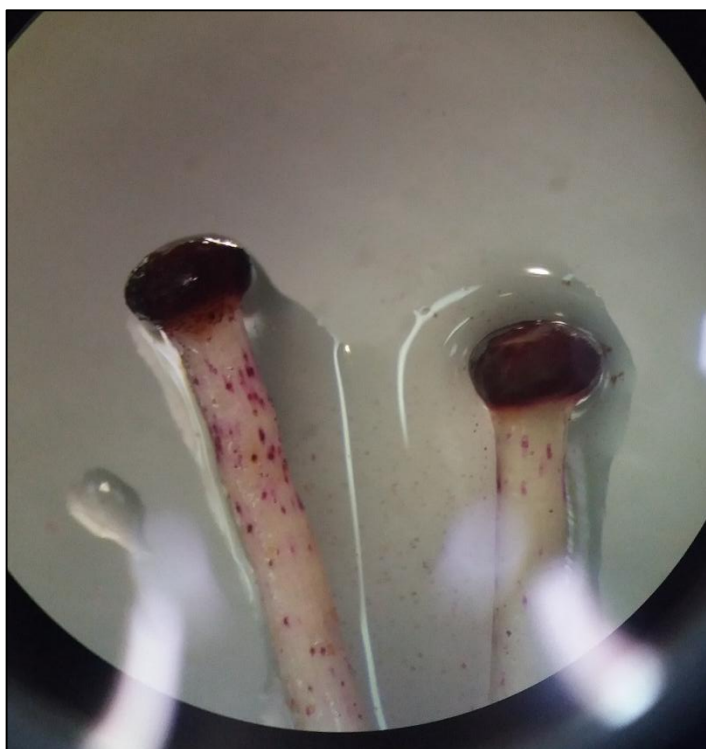
Para observação, utilizou-se peróxido de hidrogênio a 3%, o qual através da atividade da peroxidase promoveu borbulhamento sobre o estigma, confirmando sua receptividade (Figura 10) (VERSIEUX et al., 2014; MATIAS; CONSOLARO, 2014).

Figura 10 - *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. Estigma em solução de peróxido de hidrogênio, para verificação de receptividade.



Como teste complementar utilizou-se solução de 1% de vermelho neutro, no qual as flores foram mantidas por 60 minutos. Após este período, as flores foram lavadas em água corrente e observadas em estereoscópio. Logo, a receptividade foi confirmada pela presença da atividade metabólica, a qual foi representada nos tecidos corados (Figura 11) (DAFNI, 2005; KEARNS; INOUE, 1993).

Figura 11 - *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. Estigmas receptivos observados após imersão em solução de vermelho neutro.



3.7 ARMAZENAMENTO E GERMINAÇÃO DE PÓLEN IN VITRO

Em primeiro momento do teste de germinação de pólen in vitro, anteras de 20 flores de guabijuzeiro e ubajaizeiro e 10 flores de sete-capoteiro, em pré e pós-antese, foram destacadas e colocadas em bandejas de papel em condição de temperatura ambiente (± 25 °C) por 8, 16 e 24 horas, o que promoveu a deiscência da antera, liberação dos grãos de pólen e a desidratação natural dos mesmos. Também foram utilizados como controle, grãos de pólen proveniente de anteras frescas, sem dessecação.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (origem do pólen x tempo de dessecação). O fator estágio de desenvolvimento floral, envolveu os níveis pré e pós-antese e, o fator tempo de dessecação em 0, 8, 16 e 24 horas. O meio de cultura utilizado como padrão em primeiro momento foi composto por 1% de ágar para solidificação e 10% de sacarose. Após obtenção das condições que proporcionassem melhor germinação, testou-se concentrações de sacarose, ácido bórico e nitrato de cálcio, conforme necessidade para atingir o percentual mínimo desejado de 80% de germinação, o que variou conforme espécie.

Para guabijuzeiro avaliou-se também as concentrações de sacarose em 0; 10; 20; 30 e 40% no meio de cultura. Após a obtenção dos resultados, utilizou-se a condição ideal de coleta,

dessecação dos grãos de pólen e a concentração de sacarose que propiciou maior percentual germinativo para que fosse testada adição de ácido bórico (0; 5; 10; 15 e 20%) ao meio de cultura.

Para sete-capoteiro avaliou-se também as concentrações de sacarose em 0; 10; 20; 30 e 40% no meio de cultura. Após a obtenção dos resultados, utilizando-se a condição ideal para coleta, dessecação dos grãos de pólen e a concentração de sacarose, testou-se a adição de ácido bórico no meio de cultura em distintas concentrações (0; 2,5; 5; 7,5 e 10%). Em seguida, identificando-se a melhor concentração de ácido bórico, testou-se a adição de nitrato de cálcio (0; 5; 10; 15 e 20%) ao meio de cultura.

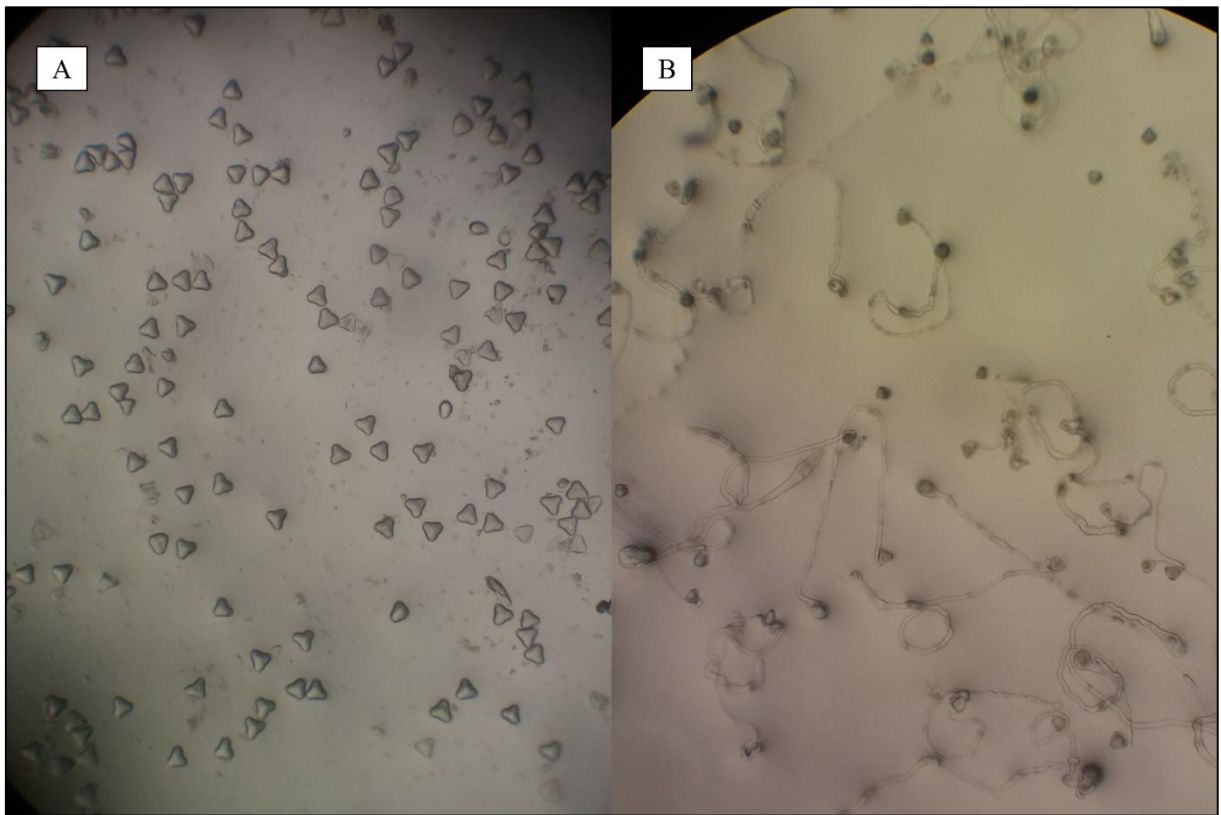
Para avaliação da germinação de grãos de pólen de ubajaizeiro avaliou-se também as concentrações de sacarose em 0; 10; 20; 30 e 40% no meio de cultura.

Além dos nutrientes utilizados, adicionou-se aos meios 1% de ágar, ambos dissolvidos em água destilada com auxílio de aquecimento em forno microondas. Ainda quente, o meio foi vertido em placas de Petri®. Após resfriamento e solidificação fez-se cortes com auxílio de espátula, formando-se pequenos blocos, nos quais foram dispostos sobre lâminas de vidro no qual o pólen foi aspergido com auxílio de pincel n° 4.

As lâminas foram colocadas em caixas tipo Gerbox® com tampa, contendo papel umedecido (câmara úmida simulada) e incubadas em estufa tipo B.O.D. (Biological Demand Oxygen) com temperatura controlada de 25 °C durante 24 horas. Para os testes realizados com ubajaizeiro, em cada tratamento foram utilizadas quatro repetições, sendo cada lâmina considerada como unidade experimental. Para guabijuzeiro e sete-capoteiro utilizaram-se oito repetições, sendo que cada bloco de meio de cultura, em cada uma das lâminas representou uma repetição.

A contagem do número de grãos de pólen germinados foi realizada em microscópio binocular, sendo considerados somente aqueles com comprimento do tubo polínico igual ou superior ao diâmetro do próprio grão de pólen para que fossem considerados germinados (Figura 12) (FRANZON; RASEIRA, 2006). Para cálculo desta percentagem consideraram-se 100 grãos de pólen.

Figura 12 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Grãos de pólen não germinados. B) Grãos de pólen de germinados.



Após a obtenção dos resultados de germinação acima de 80%, os grãos de pólen foram armazenados em refrigerador (5 °C), freezer (-17 °C), nitrogênio líquido (-147 °C) e ambiente natural (± 25 °C), avaliando-se sua germinação mensalmente até constatar perda total de viabilidade.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e homogeneidade da variância (Bartlett). As médias de germinação observadas dos resultados do primeiro experimento foram transformadas em arco seno de $\sqrt{x}/100$. Atendendo as pressuposições do modelo, os dados transformados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificar a significância dos fatores e suas interações. Quando significativos, foi aplicada análise de regressão para os fatores quantitativos, utilizando-se auxílio do software Genes (CRUZ, 2013).

3.8 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA REPRODUTIVO

3.8.1 Guabijuzeiro

Para caracterização do sistema reprodutivo de guabijuzeiro utilizou-se duas plantas matrizes. Devido à baixa disponibilidade, utilizou-se apenas 25 flores para cada tratamento, no qual consistiu em (1) autopolinização espontânea (botões florais ensacados); (2) autopolinização manual ou geitonogamia (flores ensacadas no dia anterior a antese e após a abertura das flores realizou-se polinização manual com pólen de flores da mesma planta); (3) controle ou polinização aberta (botões florais marcados, deixando os mesmos acessíveis à visitantes florais); (4) polinização cruzada ou xenogamia (emasculação em pré-antese e polinização utilizando pólen de outra planta).

Para polinização cruzada utilizou-se pólen com 88% de percentual germinativo, testado previamente.

3.8.2 Sete-Capoteiro

Para caracterização do sistema reprodutivo de sete-capoteiro foram utilizadas 12 plantas, e 100 flores para cada tratamento, (1) apomixia; (2) autopolinização espontânea; (3) autopolinização manual ou geitonogamia; (4) controle ou polinização aberta; (5) polinização cruzada ou xenogamia.

Para polinização cruzada utilizou-se pólen com 95% de percentual germinativo, testado previamente em meio de cultura.

3.8.3 Ubajaizeiro

Para caracterização do sistema reprodutivo de ubajaizeiro foram utilizadas sete plantas matrizes, selecionadas devido a ocorrência de maior floração. Utilizando-se número variável de flores para cada tratamento, dos quais foram constituídos em (1) apomixia (100 botões florais emasculados e ensacados); (2) autopolinização espontânea (200 botões florais ensacados); (3) autopolinização manual (100 flores ensacadas no dia anterior a antese e, após a abertura das flores, realizou-se a polinização manual com pólen da mesma flor); (4) controle ou polinização aberta (440 botões florais marcados, deixando os mesmos acessíveis à visitantes florais); (5) polinização cruzada ou xenogamia (100 flores emasculadas em pré-antese e polinização utilizando pólen de outra planta).

Para polinização cruzada utilizou-se pólen com 98% de percentual germinativo, testado previamente.

Os cruzamentos foram realizados com base no teste de receptividade do estigma e todas

as flores manipuladas foram isoladas por meio de sacos de papel kraft branco (Figura 13A). Os experimentos foram acompanhados até a formação dos frutos (Figura 13B, C, D).

Figura 13 - *Eugenia myrcianthes* Nied. A) Condução dos cruzamentos para caracterização do sistema reprodutivo. *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand: B) Verificação de ocorrência de fecundação após cruzamento em flores. C, D) *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg.; *Eugenia myrcianthes* Nied.: Acompanhamento de desenvolvimento de frutos após cruzamento. Pomar de Fruteiras Nativas da Estação Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos.



Foram calculados os índices de auto-incompatibilidade (BULLOCK, 1985) (ISI: relação entre o percentual de frutificações provenientes de autopolinização manual e o percentual de frutificações oriundas de polinizações cruzadas) e de autopolinização espontânea (SOBREVILA; ARROYO, 1982) (ISA: relação entre o percentual de frutificações formadas por autopolinização espontânea e o percentual de frutos formados por autopolinização manual).

Segundo Bullock (1985) e Oliveira; Gibbs (2000), índice de autoincompatibilidade até 0,25 indica que a espécie é autoincompatível. Para o índice de autopolinização espontânea, quanto mais próximo de zero, menor é a possibilidade de ocorrer esta estratégia reprodutiva (POLATTO; ALVES-JUNIOR, 2009).

Também foi calculada a eficácia reprodutiva (ER), obtida através da razão entre o percentual de frutos formados por polinização aberta (controle) e de frutos formados por polinização cruzada manual (ZAPATA; ARROYO, 1978). Para a ER quanto mais próximo de zero, há evidência de baixa eficiência de polinização (POLATTO; ALVES-JUNIOR, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

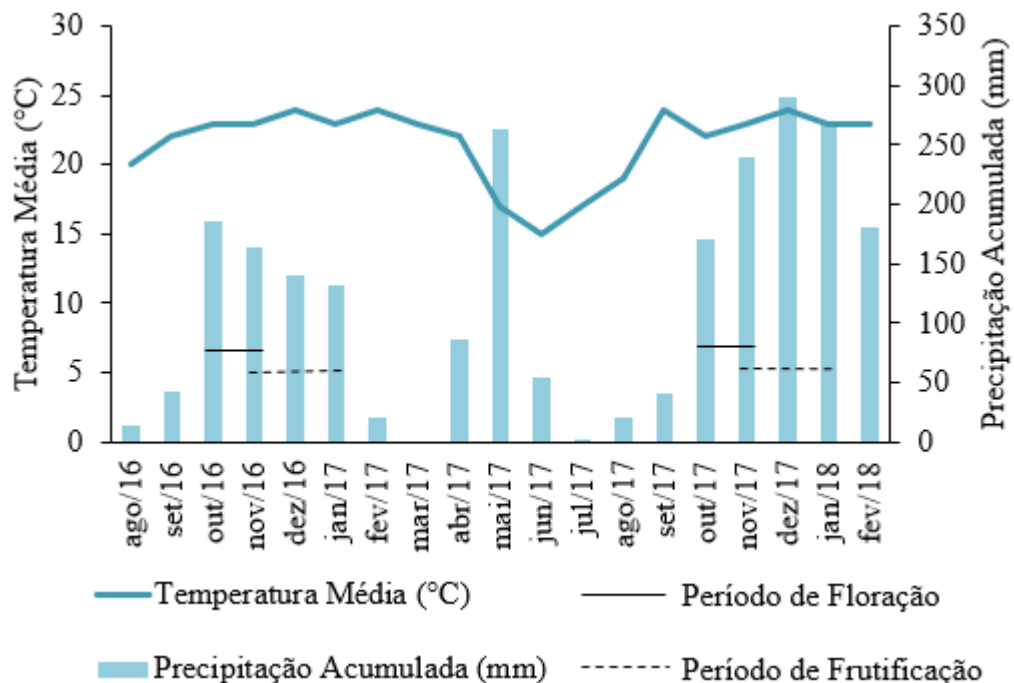
4.1 GUABIJUZEIRO

4.1.1 Período de Floração e Frutificação

Nos dois anos de observação, a floração de guabijuzeiro iniciou no mês de outubro (08/10/2016 e 15/10/2017), finalizando-a em novembro quando deu-se início a frutificação que estendeu-se até o mês de janeiro.

A floração, bem como a frutificação ocorreu no período de maior temperatura, sendo observada variação entre 25 e 27 °C e 27 a 33 °C, respectivamente. A precipitação acumulada observada nos mesmos períodos foi de 185 a 164 mm e de 163 a 131 mm, respectivamente (Figura 14).

Figura 14 - Período de floração e frutificação de guabijuzeiro, temperatura média e precipitação acumulada observadas no período de junho de 2016 a junho de 2017 no município de Dois Vizinhos, Paraná.



Fonte: INMET - 8º Distrito Meteorológico – DISME.

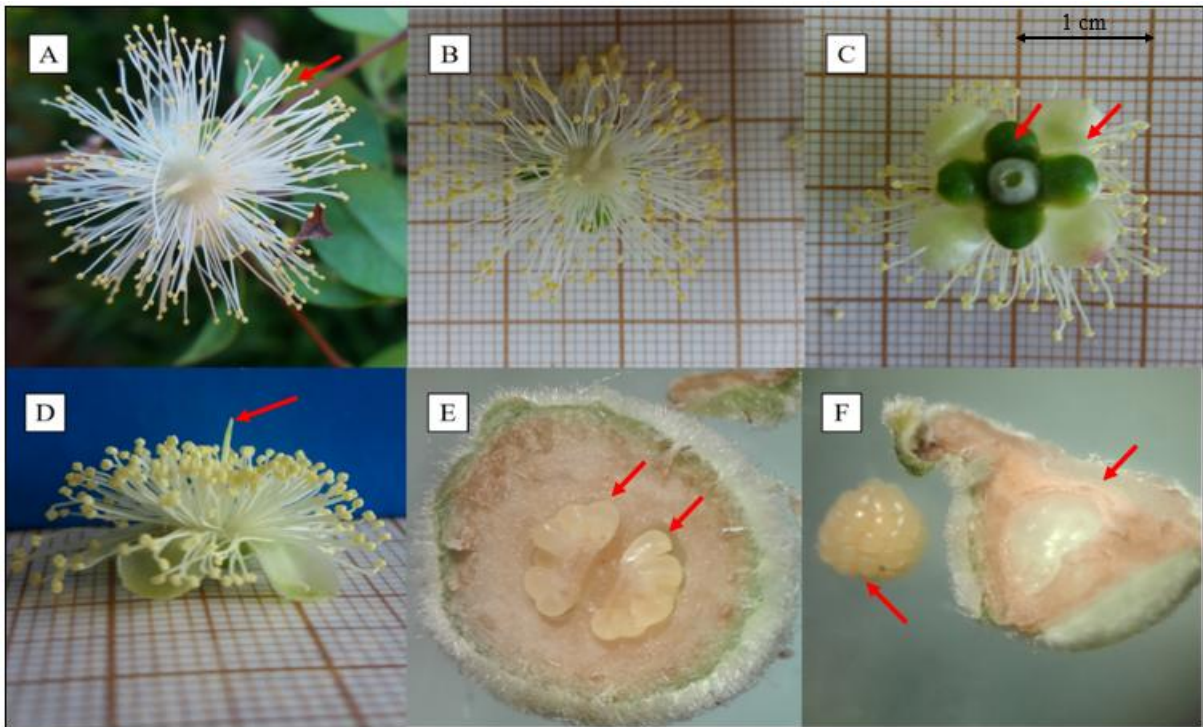
Nos meses que antecederam a floração, houve baixa ocorrência da precipitação e a temperatura foi amena, aumentando-se no mês que se sucedeu, o que marcou o início da fase

reprodutiva. A intensificação do florescimento coincidiu com aumento da precipitação. Assim como observado por Kawasaki (1989), Proença e Gibbs (1994) o início da fase reprodutiva em diversas espécies da família Myrtaceae [*Eugenia dysenterica* Mart. ex DC., *Siphoneugena densiflora* Berg., *Blepharocalyx salicifolius* (H. B. K.) Berg., *Campomanesia pubeacens* (DC.) Berg., *Campomanesia velutina* (Camb.) Berg., *Myrcia linearifolia* Cambess L., *Myrcia rhodosepala* Kiaeski e *Psidium firmum* Berg.] é estimulada após curto período de escassez hídrica, seguido do aumento da precipitação.

4.1.2 Morfologia e Morfometria Floral

O guabijuzeiro possui flores hermafroditas (Figura 15A, B) e diclamídeas com quatro pétalas (tetrâmeras) de coloração branca e quatro sépalas de coloração verde. As flores são actinomorfas, gamossépalas (Figura 15C), dialipétalas, estames heterodínamos (Figura 15A) e dialistêmones (livres entre si), com coloração amarelada e deiscência rimosa (longitudinal), apresentando-se de forma solitária ou em grupos de cinco a seis flores. O estilete é ereto, filete simples e exertos (sobressaem na garganta do cálice/corola) (Figura 15D), ovário ínfero (Figura 15F), bilocular (Figura 15E) e pluriovular (Figura 15F), possuindo em média 30 óvulos por lóculo.

Figura 15 - *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. Flor: A) Flor completa. B) Flor com simetria actinomorfa. C) Pétalas e sépalas unidas entre si. D) Estigma sobressaindo os estames. E) Ovário bilocular. F) Ovário ínfero e pluriovular.



Em relação à morfometria, observou-se que o comprimento médio polar e equatorial do balão floral foi de 0,6 cm e 0,5 cm, respectivamente. Ainda, os comprimentos médios da pétala; sépala; filete; antera; comprimento do estame; pistilo; estigma+estilete; e ovário, corresponderam em 0,6 cm; 0,5 cm; 1,6 cm; 0,1 cm; 1,3 cm, 1,4 cm; 1,1 cm, 0,3 cm, respectivamente. O número médio de estames por flor correspondeu a 210, mas tal número pode variar de cinco até 300 estames nas espécies da família Myrtaceae (LUGHADHA; PROENÇA, 1996).

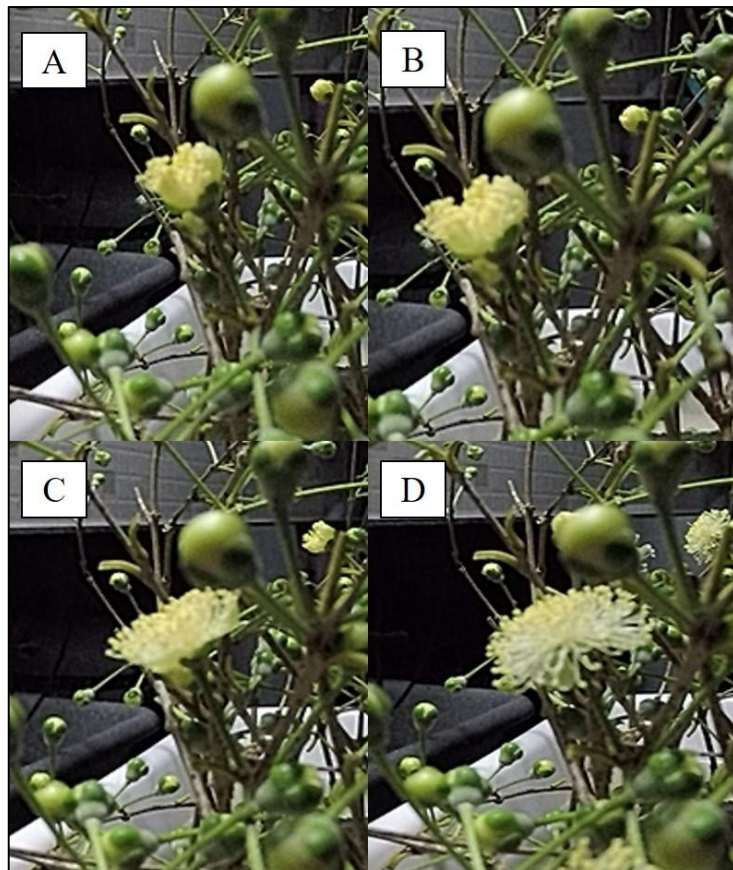
Estas são informações de grande valia, de modo que as características relacionadas a morfologia e morfometria podem estar diretamente relacionadas às estratégias evolutivas da espécie (sistema reprodutivo), e também quanto aos diferentes polinizadores presentes em cada região de distribuição da espécie, seu hábito de visitas e o recurso floral procurado.

4.1.3 Determinação da Antese e Amadurecimento do Androceu

As anteras encontram-se deiscentes no início da abertura do balão floral, iniciando a

liberação do pólen após este período. A antese ocorreu principalmente durante a noite, com aproximadamente 75% da abertura floral iniciando-se às 22:00 horas (Figura 16A, B) até às 00:00 horas (Figura 16C, D). Em 25% das flores, a antese iniciou às 05:00 horas da manhã, completando-se após 1 hora e meia. Isso também foi observado em *M. dubia* (MAUÉS; COUTURIER, 2002), podendo estar relacionado com o hábito de visitas dos polinizadores da espécie.

Figura 16 - *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. Acompanhamento de antese controlada: A, B) Início abertura floral. D) Abertura floral em expansão. D) Abertura floral completa.



Aproximadamente 30 horas após a antese total ocorreu a senescência, permanecendo apenas o cálice e o estilete até o início da formação dos frutos, sendo comum em outras espécies da família Myrtaceae (*Campomanesia* sp., *Eugenia* sp., *Myrcia* sp., *Psidium* sp., *Syzygium* sp.) (LUGHADHA; PROENÇA, 1996).

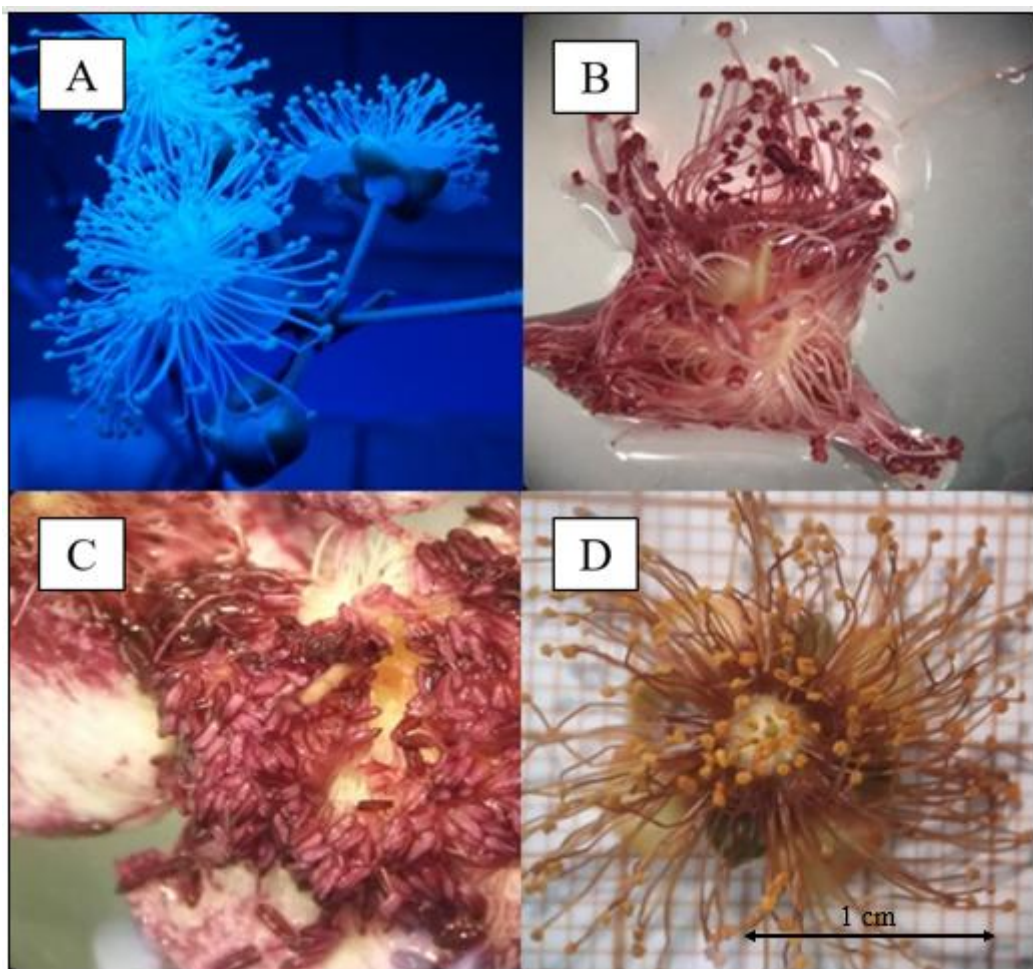
4.1.4 Identificação de Nectários e Estruturas Atrativas à Visitantes Florais

As flores de guabijuzeiro são desprovidas de nectários, o que é comum nas demais

espécies da família Myrtaceae, sendo que o principal recurso oferecido por estas é o pólen (MAUÉS; COUTURIER, 2002).

Não foi observado reflectância de luz ultravioleta em flores de guabijuzeiro, através do teste de luminescência (Figura 17A), o qual não se mostrou como eficiente para uso desta espécie. Contudo, com a utilização da solução de vermelho neutro (Figura 17 B, C) e exposição hidróxido de amônia (Figura 17D), foi possível verificar presença de flavonoides que absorvem luz ultravioleta, contrastando assim com as regiões refletoras de luz ultravioleta, caracterizando neste caso as anteras como “guias de recursos florais” (STORTI, 2002).

Figura 17 - *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. Identificação de tecidos com presença de osmóforos em flores de guabijuzeiro: A) Flores alocadas em câmara com luz ultravioleta. B, C) Flores coradas com solução de vermelho neutro. D) Flor exposta em solução de hidróxido de amônia.



Através dos testes anteriormente explicitados juntamente com os olfativos foi possível constatar o odor das flores de guabijuzeiro concentrado nas estruturas masculinas (antera/pólen),

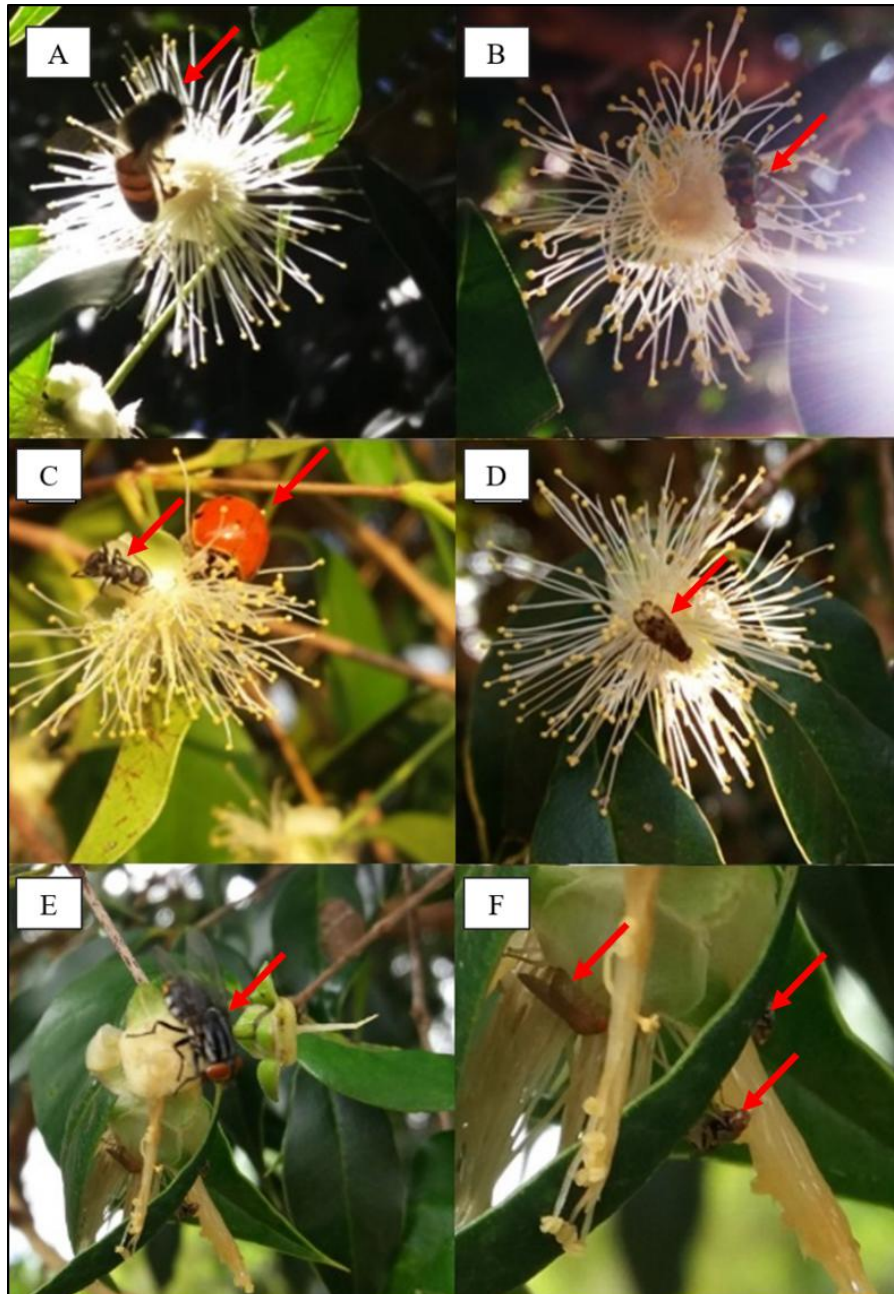
desde o início da antese e perdurando pelo período médio de oito horas. O odor nos grãos de pólen ocorre devido a presença de óleos voláteis (PERNAL; CURRIE, 2002), o que é característico da família Myrtaceae (MAUÉS; COUTURIER, 2002; SILVA; PINHEIRO, 2007).

O odor fétido característico encontrado em flores de guabijuzeiro não é comum em espécies da família Myrtaceae, o qual geralmente é caracterizado como frutado e adocicado (MAUÉS; COUTURIER, 2002; PIRES; SOUZA, 2011; SILVA; PINHEIRO, 2007). Porém, pode ser caracterizado para o gênero *Myrcianthes* como levemente azedo (GRIFO, 1992).

4.1.5 Caracterização de Polinizadores e Visitantes Florais

A família Syrphidae realizou maior número de visitas e visitantes, principalmente da ordem Diptera (Figura 18D, E, F), com 48,96% dos visitantes. Seguidamente, apareceram insetos das famílias Vespidae (Hymenoptera) com 22,4%; Apidae (Hymenoptera) com 13% (Figura 18A), Pyralidae (Lepdoptera) com 5%; Formicidae (Hymenoptera) com 4,12%; Chrysomelidae (Coleoptera) com 3,52% (Figura 18B) e; Coccinellidae (Coleoptera) com 2,94%.

Figura 18 - *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand. Identificação de visitantes florais: A) Abelha - *Apis mellifera* (Apidae) B) Vaquinha verde-e-amarela - *Diabrotica speciosa* (Chrysomelidae) C) Formiga - *Formica* sp. (Formicidae); Joaninha - *Coccinella septempunctata* (Coccinellidae). D) mosca-do-vinagre - *Drosophila* sp. (Muscidae). E) Mosca-da-carne - *Cochliomyia* sp. (Muscidae). F) Moscas domésticas - *Musca* sp., e mosca-do-vinagre - *Drosophila* sp. (Muscidae).



As moscas e vespas identificadas, foram observadas movimentando-se entre as flores da mesma planta, tocando algumas vezes ambas estruturas reprodutivas, o que permitiu caracterizá-las como polinizadoras ocasionais de guabijuzeiro (Figura 18D, E) (MATIAS;

CONSOLARO, 2014). Segundo Faegri; Van der Pijl (1979) as moscas não são estimuladas a visitar partes especiais das flores como, por exemplo, as anteras ou estigma, mas o odor fétido pode tornar atrativo para oviposição, garantindo o alimento para as larvas.

Poucas abelhas foram observadas, mas estas foram os primeiros visitantes durante a manhã, os quais demonstraram preferência por flores em início da antese, permanecendo sobre as estruturas reprodutivas por aproximadamente 5 segundos. Mesmo sendo visitantes legítimas, as abelhas observadas foram caracterizadas neste caso como polinizadores ocasionais devido ocorrência de visitas menos frequentes (MATIAS; CONSOLARO, 2014). O recurso principal procurado neste caso são os grãos de pólen, o que é comum em espécies do gênero *Myrcianthes* (GRIFO, 1992).

As mariposas identificadas no período noturno [*Ettiela* sp., *Elasmopalpus* sp. (Pyralidae)] foram observadas movimentando-se entre as flores, sempre tocando ambas estruturas reprodutivas, permanecendo na flor por aproximadamente cinco segundos, caracterizando-se como polinizadores efetivos de guabijuzeiro, devido as visitas (MATIAS; CONSOLARO, 2014).

Visitantes de outras famílias (Chrysomelidae, Formicidae, Coccinellidae) foram caracterizados como pilhadores da espécie (MATIAS; CONSOLARO, 2014), ao pilharem os grãos de pólen caídos sobre o perianto ou se alimentando de parte das estruturas florais, apresentando pouca movimentação, não permitindo a eficiência da transferência de grãos de pólen.

4.1.6 Receptividade do Estigma

Em ambos os testes realizados foi observado que 100% das flores de guabijuzeiro estavam receptivas desde o momento da pré-antese até no início da senescência. Contudo, a atividade enzimática da peroxidase, visualizada através do borbulhamento sobre o estigma, foi maior nas flores em pós-antese. O pico da receptividade do estigma (pós-antese), coincidiu com o período de liberação de pólen das anteras. Isto também foi observado em *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC., *Myrcia laruotteana* Cambesse (PIRES; SOUZA, 2011), *Psidium guajava* L. (BOTI, 2001) e em citros (RAMOS et al., 2008).

Foi observado que houve separação temporal do início da maturação dos órgãos reprodutivos, estando o estigma receptivo em pré-antese, enquanto que o pólen foi liberado apenas no momento da abertura da flor. Este mecanismo possivelmente evita maiores índices de autopolinização. Resultado diferente foi observado em flores de *Corchorus hirtus* L.

(Malvaceae), em que não houve separação temporal da maturação dos órgãos reprodutivos (SOUZA et al., 2018).

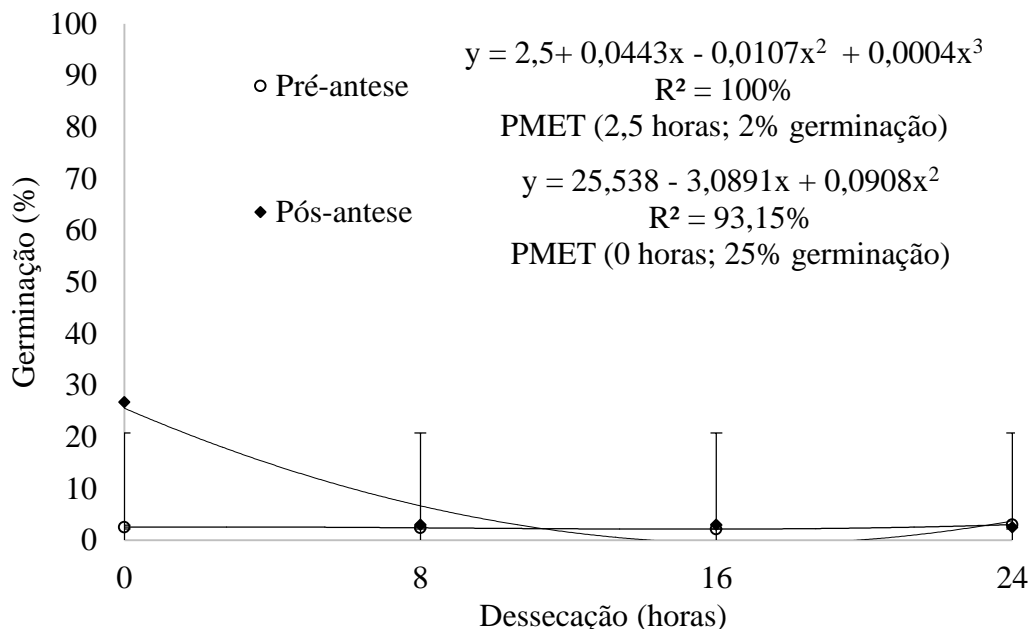
Porém, assim como o mecanismo de evolução em impedir a autopolinização, esta forma de reprodução também se torna benéfica devido aos eventos em que polinizadores e chances potencias de cruzamento são imprevisíveis no tempo e no espaço (LLOYD; SCHOEN, 1992).

4.1.7 Germinação de Pólen in vitro

Houve interação significativa ao nível de 1% de probabilidade do erro, entre os fatores estágio de desenvolvimento floral (A) x tempo de dessecação (B), rejeitando-se a hipótese de nulidade H_0 (Apêndice 1).

Em relação ao estágio de desenvolvimento floral, melhores percentuais germinativos foram observados em pós-antese (25%) quando comparado a pré-antese (2%), mostrando-se este último impróprio para coleta. Nos grãos de pólen em pré-antese, as médias para o tempo de dessecação não diferiram estatisticamente entre si (Figura 19).

Figura 19 - Germinação in vitro de pólen de guabijuzeiro em função do momento de coleta dos botões florais e do tempo de dessecação de grãos de pólen.



O comportamento observado pode ser variável entre espécies, assim como em *Eugenia involucrata* DC., em que Franzon; Raseira (2006) verificaram maiores percentuais

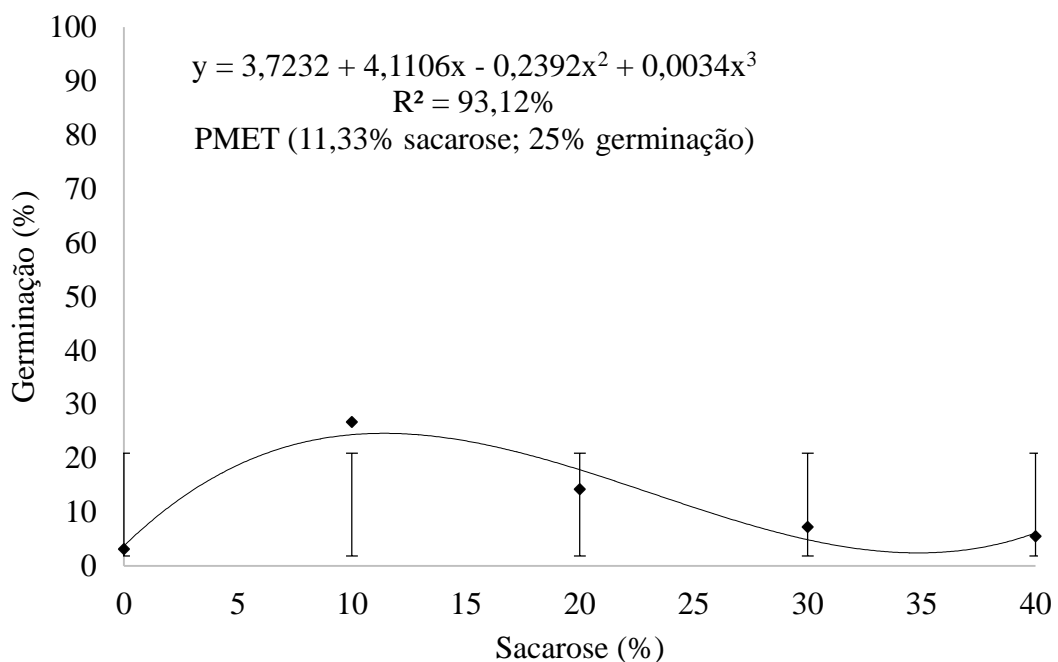
germinativos em grãos de pólen provenientes de flores em pré-antese.

Quanto à dessecação, a viabilidade dos grãos de pólen decai conforme se aumentou este período, o que pode estar relacionado ao comportamento recalcitrante. Observou-se ainda na Figura 19, que o maior percentual germinativo pode ser obtido com grãos de pólen frescos (sem dessecação), podendo-se obter 25% quando este for dessecado por no máximo 2,5 horas e coletados em pós-antese.

A perda de água de grãos de pólen pode ocorrer mesmo antes da dispersão do mesmo, sendo o tempo para redução da viabilidade mais curto ao ocorrido nas sementes, levando-se poucas horas após a antese ou até mesmo antes desta (FRANCHI et al., 2011). Dessa forma, o estudo deste comportamento se torna primordial tendo em vista que estes fatores exercem influência direta sobre o sucesso da fertilização (CABRAL et al., 2013).

Em sequência, utilizando-se grãos de pólen frescos provenientes de flores em pós-antese, foi verificado efeito da adição de sacarose ao meio de cultura. O fator sacarose mostrou-se significativo ao nível de 1% de probabilidade do erro (Apêndice 2). Contudo, o percentual germinativo obtido pode ainda ser considerado baixo, pois conforme o PMET (ponto de máxima eficiência técnica) foi possível obter 25% de germinação em meio adicionado com aproximadamente 11% de sacarose (Figura 20).

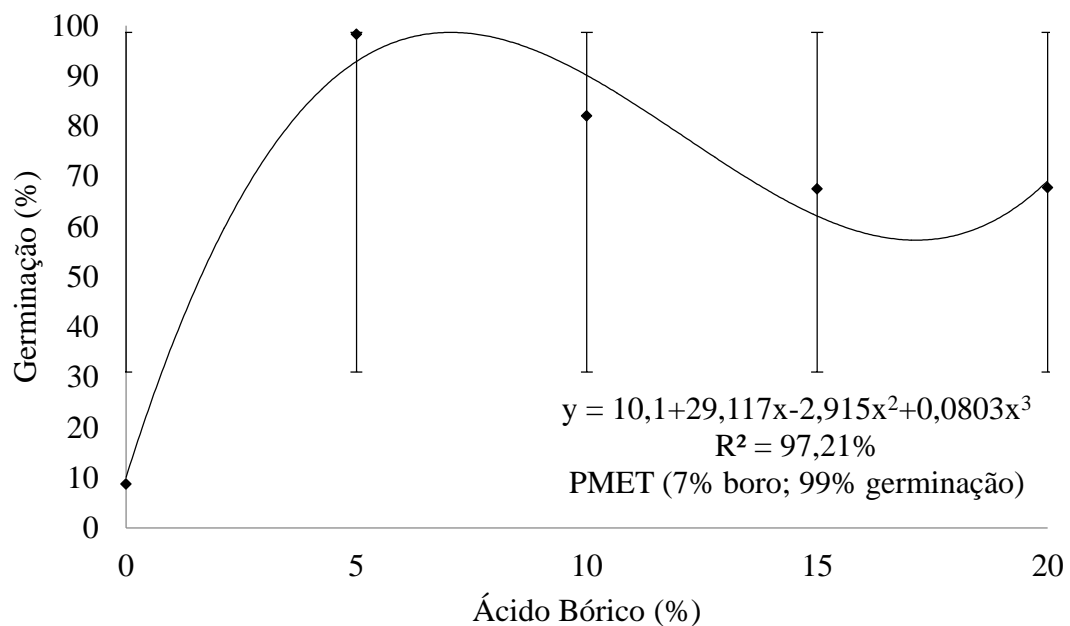
Figura 20 - Germinação in vitro de pólen de guabijuzeiro em função da concentração de sacarose no meio de cultura.



Os açúcares são componentes de maior importância do meio de cultura para germinação *in vitro* de grãos de pólen (GARCÍA et al., 2012). Contudo, para guabijuzeiro existe necessidade da presença de outras substâncias, tendo em vista que combinações de açúcares e de ácido bórico se mostraram mais eficientes sobre a germinação dos grãos de pólen (MIRANDA; CLEMENT, 1990).

A adição de ácido bórico ao meio de cultura mostrou-se eficiente sobre a germinação dos grãos de pólen de guabijuzeiro (Apêndice 3), alcançando satisfatório percentual germinativo. O PMET mostrou que quando utilizado 7% de ácido bórico, a germinação alcançou 99% (Figura 21).

Figura 21 - Germinação *in vitro* de pólen de guabijuzeiro em função da concentração de ácido bórico no meio de cultura.



A germinação polínica é estimulada por meio de diferentes componentes químicos (PFAHLER, 1967). Dessa forma, o ácido bórico estimula o crescimento do tubo polínico e diminui a probabilidade de rompimento dos grãos de pólen (FRAZON; RASEIRA, 2006). Ainda, quando associado a sacarose, forma o complexo ionizável sacarose-borato, o qual reage mais ligeiramente com as membranas celulares, facilitando o crescimento *in vitro* (ASKIN et al., 1990).

Possivelmente, em função desse complexo, a adição de ácido bórico foi benéfica na germinação dos grãos de pólen de guabijuzeiro. A adição de ácido bórico também foi eficiente

sobre a germinação de grãos de pólen de pereira e amoreira-preta (CHAGAS et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2013).

Em relação ao armazenamento de grãos de pólen, para todas as condições testadas, houve perda total da viabilidade na primeira avaliação realizada (30 dias), possivelmente devido ao seu comportamento recalcitrante. Este resultado mostrou-se contrário ao obtido com *Plinia cauliflora* (DC.) Kausel, *P. trunciflora* (O. Berg) Kausel e *P. jaboticaba* (Vell.) Berg (DANNER et al., 2011a), sendo tais espécies também pertencentes à família Myrtaceae, em que a viabilidade polínica foi mantida por até 90 dias em congelador.

A análise da viabilidade polínica é crucial antes da realização de cruzamentos, tendo em vista que o período de floração das plantas em estudo pode ser curto e, quando não viáveis, inviabilizam os cruzamentos (CHAGAS et al., 2010).

Diante do exposto, recomenda-se para estudos futuros que a avaliação da viabilidade polínica de guabijuzeiro seja realizada semanalmente, tendo em vista que os grãos de pólen possuem comportamento recalcitrante, e desta forma além da impossibilidade de perda de água, a perda da viabilidade ocorre mais rapidamente.

4.1.8 Caracterização do Sistema Reprodutivo

Verificou-se a formação de frutos de guabijuzeiro em todas as formas de polinização testadas, principalmente através da polinização natural, cuja percentagem de frutificação efetiva foi de 20% (Tabela 1).

Tabela 1 - Testes de polinização, número de flores fecundadas, número de frutos formados, índice de autoincompatibilidade, índice de autopolinização espontânea e eficácia reprodutiva, em guabijuzeiro.

| Testes de polinização | Número de flores utilizadas | Flores fecundadas (%) | Frutos formados (%) |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|
| Autopolinização Manual | 25 | 8 | 8 |
| Polinização Natural | 25 | 20 | 20 |
| Autopolinização Espontânea | 25 | 8 | 8 |
| Polinização Cruzada | 25 | 12 | 12 |
| Índice de Autoincompatibilidade (ISI) | | 0,66 | |

| | |
|--|------|
| Índice de Autopolinização Espontânea (ISA) | 1,00 |
| Eficácia Reprodutiva (ER) | 1,66 |

Em experimento semelhante, realizado com pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) Franzon (2008) observou frutificação efetiva de 38,4%, sendo tal valor superior ao encontrado no presente estudo. Porém, de acordo com estudos realizados por Danner et al. (2011a) com *P. cauliflora*, *P. trunciflora* e *P. jaboticaba*, a frutificação efetiva pode variar também entre os períodos de realização dos cruzamentos, espécies e genótipos avaliados.

Para as demais formas de cruzamento realizadas, não houve decréscimo na relação de flores fecundadas e frutos formados (Tabela 2). Segundo Fidalgo; Kleinert (2009), o sistema reprodutivo de espécies da família Myrtaceae pode variar de completa auto-incompatibilidade para apomixia, podendo estar associado com os processos evolutivos de cada espécie. Resultado semelhante foi encontrado em goiabeira (*P. guajava*) a qual produziu frutos em todas as formas de cruzamento, mesmo quando as flores foram impedidas de serem visitadas por insetos (autopolinização espontânea) (ALVES; FREITAS, 2007). Os resultados obtidos mostraram que o vento, a gravidade e os insetos podem possivelmente exercer influência sobre a polinização, assim como observado em goiabeira (*P. guajava*) (ALVES; FREITAS, 2007).

Quantos aos índices reprodutivos obtidos, o guabijuzeiro pode ser considerado autocompatível devido ao ISI obtido ser superior a 0,25 (Tabela 2), o que segundo Oliveira; Gibbs (2000) caracteriza como espécies autocompatíveis. A autocompatibilidade pode estar associada à ineficiência de polinizadores (pilhadores ou polinizadores ocasionais) e ao baixo número de visitas, o que pôde ser visualizado em guabijuzeiro no presente estudo, e em *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (Malpighiaceae) (COSTA et al., 2006).

A autoincompatibilidade pode contribuir com a prevenção da endogamia. Contudo, pode ser fator limitante sobre a capacidade de autofecundação em situações onde não é possível realizar a hibridação (GOLDBERG et al., 2010). Assim, a autocompatibilidade é benéfica em alguns casos, garantindo a perpetuação das espécies onde há baixa densidade populacional e deficiência de agentes polinizadores (CHARLESWORTH, 2006) e, a fecundação cruzada é menos frequente (SCHOEN; BUSCH, 2008).

Em relação ao ISA, o valor obtido 1,00 demonstrou que possivelmente não existe necessidade de polinizadores para realizar a polinização nessa espécie (Tabela 2), devido a sua capacidade de autopolinização (autógama). Ao contrário do que é visto em outras espécies, como em *Bauhinia curvula* Benth. (Fabaceae), em que ocorre ausência de frutificação após autopolinização espontânea, apresentando dessa forma, dependência de polinizadores devido a

posição do estigma em relação às anteras (MUNIN et al., 2008), o que não ocorreu com guabijuzeiro.

Quanto a ER esta apresentou-se alta (1,66) (Tabela 2), oriunda do percentual de frutificação obtido e da inexistência de abortos nas flores submetidas à polinização cruzada e em condições naturais, indicando boa eficiência na transferência do pólen viável ao estigma da flor, seja através de polinizadores ou também por outros agentes, como vento e água (chuva).

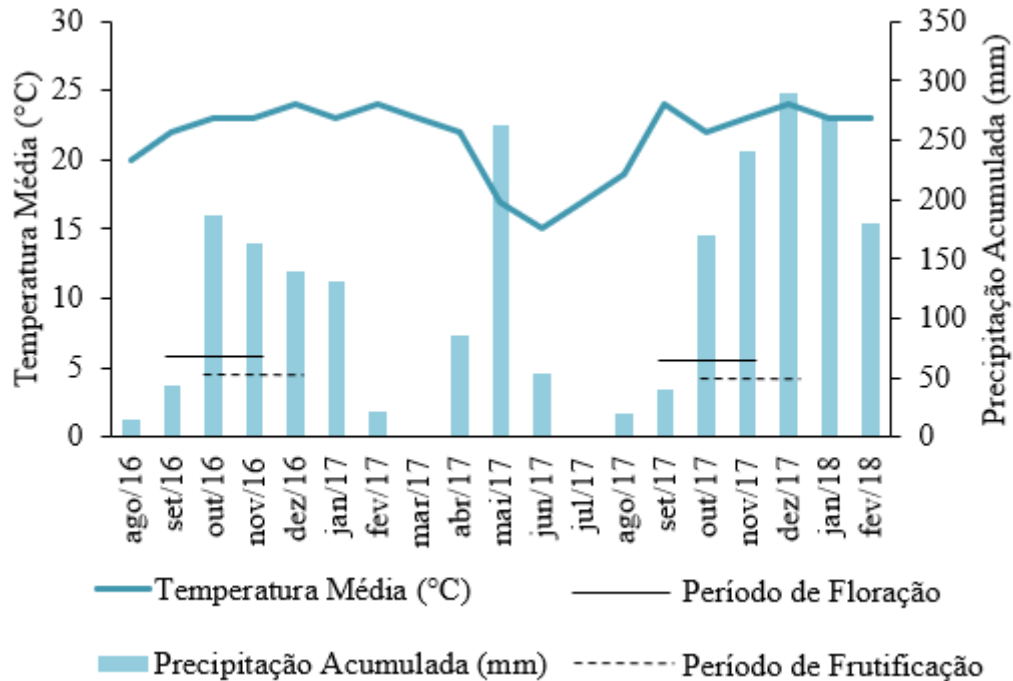
Apesar da alta eficácia reprodutiva sugere-se que para a realização do manejo visando a conservação de guabijuzeiro sejam realizados estudos mais aprofundados sobre as populações de polinizadores observados neste estudo, pois grande parte destes foi identificado como pilhador ou polinizador ocasional. Os polinizadores efetivos apresentaram menor número de visitas, os quais podem estar sendo impactados pela degradação de habitat.

4.2 SETE-CAPOTEIRO

4.2.1 Período de Floração e Frutificação

A floração de sete-capoteiro teve início no mês de setembro nos dois anos de observação (10/09/2016 e 06/09/2017), finalizando-se em novembro, com início de sua frutificação em outubro e finalizando em dezembro. Durante a floração, a temperatura e precipitação média acumulada nos meses de setembro a novembro foram de 22, 25 e 27 °C e 42, 185 e 164 mm, respectivamente. No período de frutificação a temperatura observada foi de 27 e 32 °C e precipitação de 164 e 140 mm, respectivamente (Figura 22).

Figura 22 - Período de floração e frutificação de sete-capoteiro, temperatura média e precipitação acumulada observadas entre junho de 2016 e junho de 2017 no município de Dois Vizinhos, Paraná.



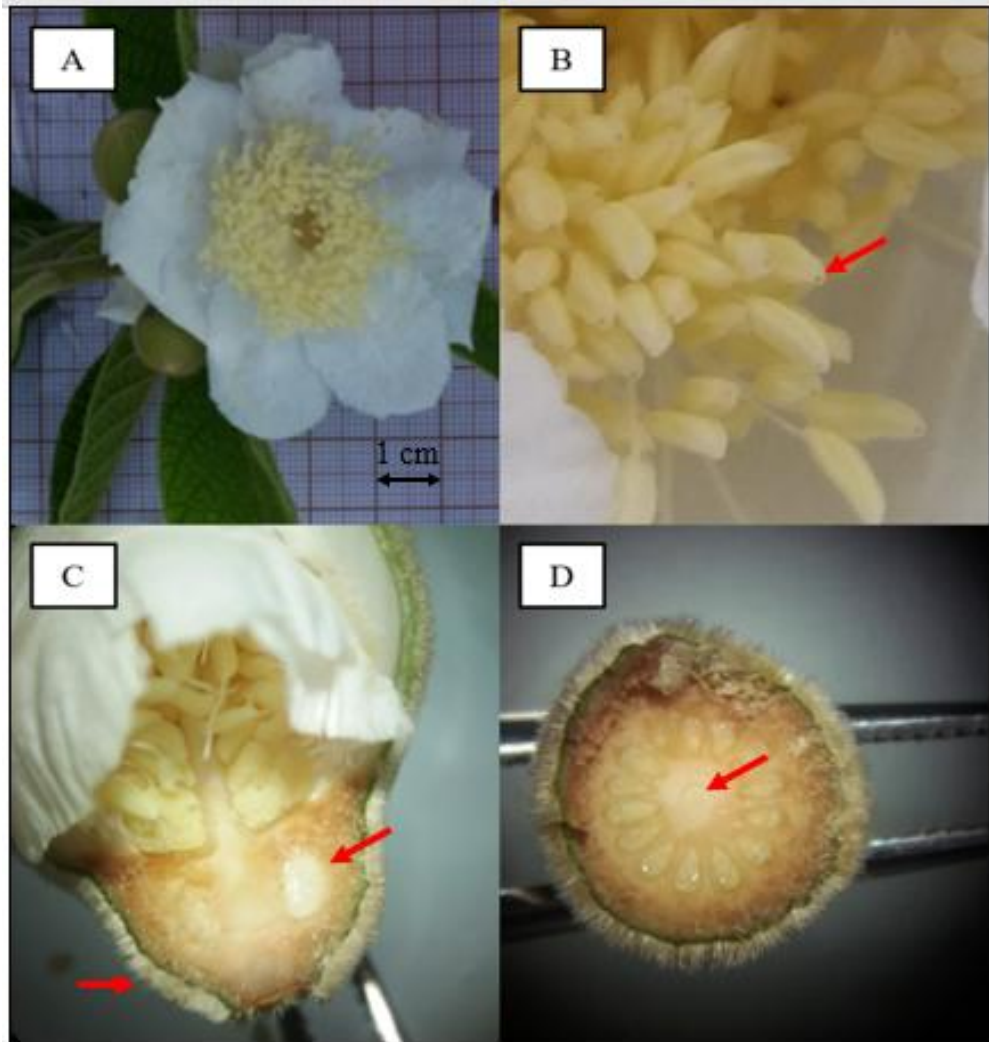
Fonte: INMET - 8º Distrito Meteorológico – DISME.

Durante o mês que antecedeu a floração, a precipitação foi baixa aumentando-se no mês que se sucedeu, marcando o início da fase reprodutiva. A intensificação do florescimento coincidiu com aumento progressivo das chuvas e da temperatura. Ocorrência de mesmo período de floração e frutificação foi observado para *C. xantocarpa* em estudo realizado por Danner et al. (2010). Segundo Nucci e Alves Júnior (2017) o início da fase reprodutiva de *C. adamantium* geralmente ocorre após curto período de escassez hídrica, seguido do aumento da precipitação, o que estimula o florescimento destas. Ao término da fase reprodutiva a precipitação diminuiu consideravelmente.

4.2.2 Morfologia e Morfometria Floral

O sete-capoteiro possui flores hermafroditas as quais estão distribuídas uniformemente em todos os quadrantes da árvore. As flores possuem simetria actinomorfa, de 4 a 7 cm de diâmetro, cálice com duas a quatro gamossépalas de coloração verde, corola contendo geralmente sete dialipétalas de coloração branca, com dimensões de 4,5 cm de largura e 5,5 cm de comprimento em média (Figura 23A).

Figura 23 - *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. Flor: A) Flor completa (parte frontal). B) Anteras do tipo poricida. C) Corte longitudinal do ovário. D) Corte transversal do ovário mostrando placentação central livre.



Quanto ao tamanho dos estames, estes foram classificados como heterodínamos. Quanto a soldadura, classificaram-se como dialistêmones. Cada flor possui aproximadamente 900 anteras do tipo poricida, de coloração amarelada com deiscência poricida (Figura 23B). O estilete é ereto, sendo os filetes simples e exertos (sobressaem na garganta do cálice/corola). O estigma se sobressai ao comprimento dos estames. O hipanto é coberto por tricomas (Figura 23C, D), ovário ínfero (Figura 23C) de placentação central (Figura 23D) (lóculos presos em coluna central), com aproximadamente 12 lóculos (plurilocular) e 14 óvulos por lóculo (pluriovular).

As características observadas foram semelhantes para demais espécies do gênero *Campomanesia* (OLIVEIRA et al., 2012; WILSON, 2011) e para mesma espécie (DONADIO

et al., 2017; LIMA; GOLDENBERG; SOBRAL, 2011). O número de anteras e o tamanho da flor foi superior e discrepante quando comparado a outras espécies da família Myrtaceae (*Campomanesia* sp., *Eugenia* sp., *Myrciaria* sp., *Myrcianthes* sp., *Plinia* sp., *Psidium* sp., *Syzygium* sp.) (GRESSLER et al., 2006; LUGHADHA; PROENÇA, 1996). Esta caracterização se faz necessária para diferenciação das demais espécies da família, tendo em vista sua semelhança e taxonomia complexa o que pode dificultar sua classificação e identificação (BARROSO; PERÓN, 1994).

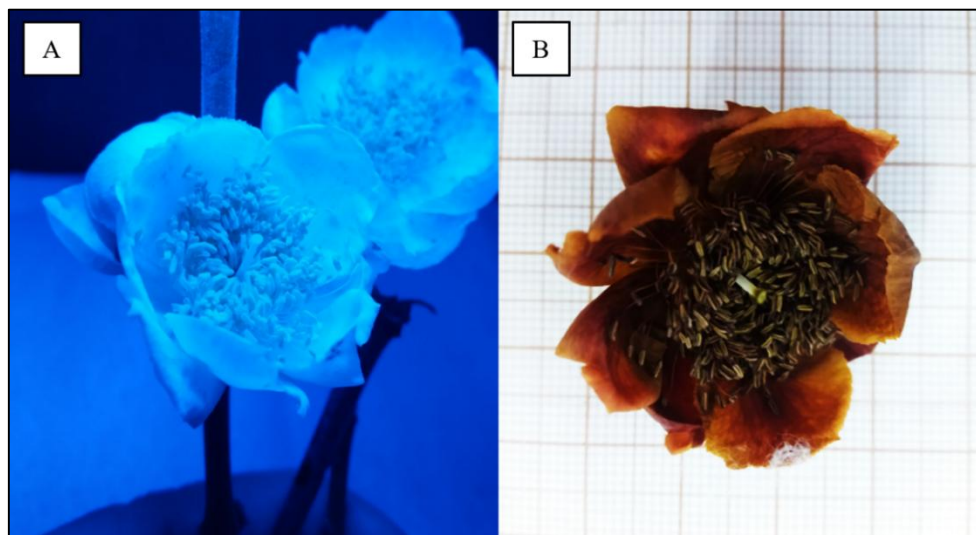
4.2.3 Determinação da Antese e Amadurecimento do Androceu

A abertura floral ocorreu principalmente durante o dia (80%). Porém, também observou-se durante a noite (20%), em horários variados, tendo início do amadurecimento do androceu/abertura da antera coincidindo com início da abertura floral, a qual completou-se em aproximadamente 12 horas. Em aproximadamente 30 horas após a antese total ocorreu a senescência, mantendo-se apenas cálice e estilete até início da formação dos frutos, o que também foi observado em outras espécies da família Myrtaceae (*Campomanesia* sp., *Eugenia* sp., *Myrcia* sp., *Psidium* sp., *Syzygium* sp.) (ALMEIDA et al., 2000; LUGHADHA; PROENÇA, 1996).

4.2.4 Identificação de Nectários e Estruturas Atrativas à Visitantes Florais

Através da observação em microscópio digital de mão, desenvolvimento do teste de luminescência (Figura 24A) e aplicação de solução de vermelho neutro, não foi possível averiguar regiões refletoras de luz ultravioleta, visível aos insetos ou a presença de osmóforos, assim como na maioria das espécies da família Myrtaceae (DUCROQUET et al., 2000; MATTOS, 1986; MAUÉS; COUTURIER, 2002).

Figura 24 - *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. Identificação de tecidos com presença de osmóforos em flores: A) Flores alocadas em câmara com luz ultravioleta. B) Flor exposta em solução de hidróxido de amônia.



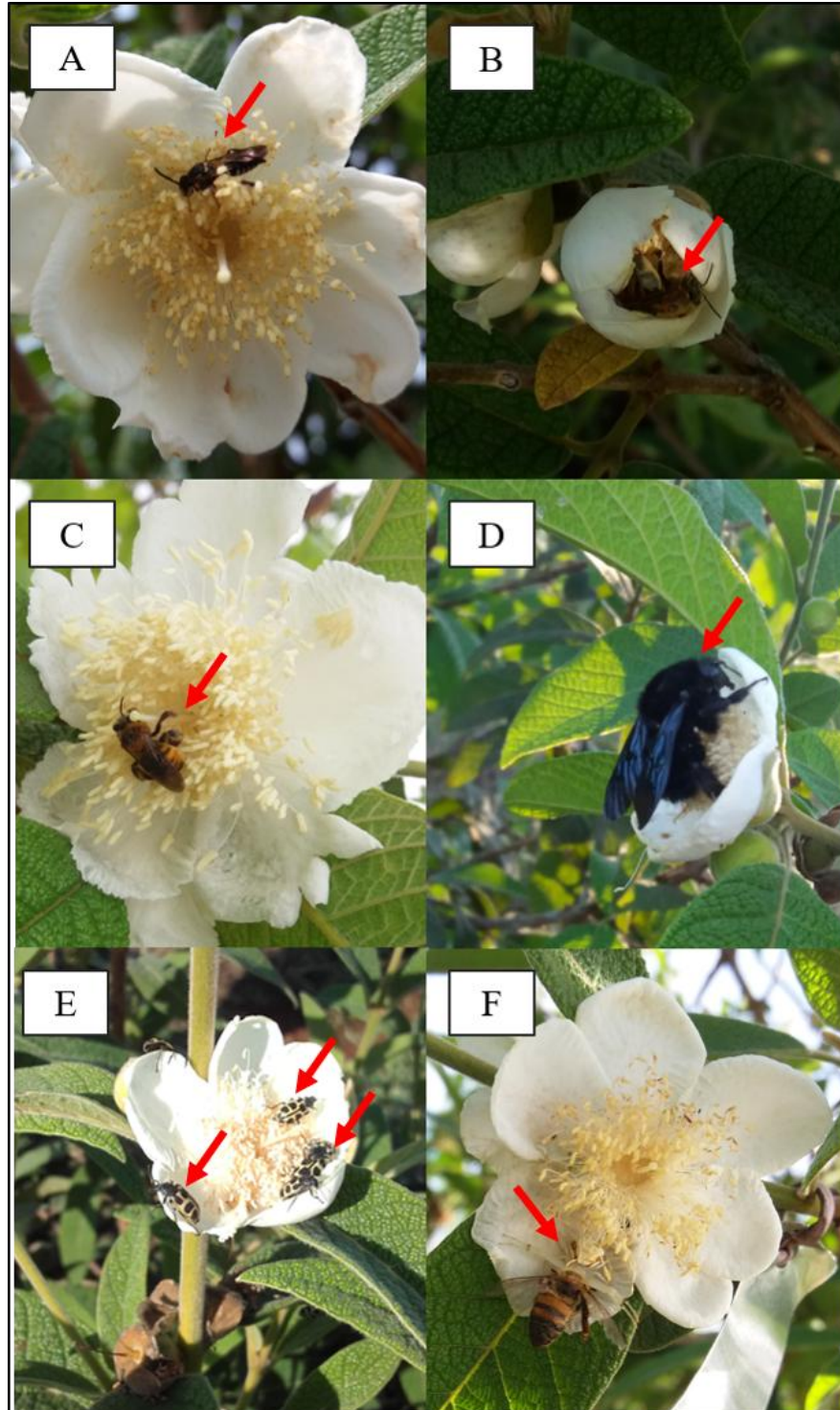
Contudo, através da exposição das peças florais ao dióxido de amônia identificou-se pequeno contraste na região apical do estigma e em linhas longitudinais nas anteras (Figura 24B). Resultado este que coincidiu com testes olfativos realizados, em que foi possível identificar presença de odor suave adocicado emitido pelas anteras e possivelmente pelos grãos de pólen, mantidos desde a antese e perdurando ao menos por 10 horas.

O odor pode ser exalado pelos grãos de pólen devido a presença de óleos voláteis, os quais são comumente observados em espécies da família Myrtaceae (MAUÉS; COUTURIER, 2002). Assim, possivelmente, os grãos de pólen são o principal recurso oferecido aos polinizadores de sete-capoteiro, como ocorre para as demais espécies já estudadas (LUGHADHA; PROENÇA, 1996; FAEGRI; PIJL, 1979; PROENÇA; GIBBS, 1994).

4.2.5 Caracterização de Polinizadores e Visitantes Florais

A família Apidae (ordem Hymenoptera) apresentou maior relevância quanto ao número de visitas e visitantes, com 86,5% dos visitantes (Figura 25A, B, C, D). Foram observadas abelhas do gênero *Apis* e também abelhas nativas dos gêneros *Trigona* e *Melipona* (Figura 25B, C), tendo estas últimas maior frequência de visitas quando comparada a primeira. Em menor número também se observou a presença de abelhas do gênero *Bombus* (Figura 25D), também conhecidas como mamangavas.

Figura 25 - *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. Identificação de visitantes florais: A) Abelha nativa – *Melipona* sp. (Apidae). B, C) Abelha nativa- *Melipona* sp. (Apidae) realizando polinização vibrátil. D) Mamangava - *Bombus* sp. (Apidae). E) Vaquinha - *Astylus variegatus* (Melyridae). F) Aranha-caranguejo (*Misumena* sp. - Thomisidae) predando visitante floral (*Apis mellifera* - Apidae).



A família Apidae é a mais comum encontrada entre os visitantes florais da família

Myrtaceae (YAMAMOTO et al., 2007), especificamente para as espécies do gênero *Campomanesia* (NUCCI; ALVES, 2017). Com menor frequência, também identificou-se visitantes da família Melyridae (Coleoptera) com 12,5% (Figura 25E) e também a presença (1 %) de uma espécie de aracnídeo pertencente a família Thomisidae, conhecido como aranha-do-carangueijo (*Misumena* sp.), o qual foi observado predando demais visitantes florais da espécie, utilizando-se do recurso de mimetismo (Figura 25F).

A maior intensidade de visitantes florais foi observada das 7:00 às 10:00 horas, diminuindo-se ao longo do dia. Os primeiros visitantes com presença abundante, foram da família Apidae. A coleta do pólen realizada por todas as abelhas da família Apidae observadas, ocorreu através do método de vibração. Pelo fato das anteras serem do tipo poricidas, o pólen é retirado com maior facilidade, sendo que estas aderem as patas ao grupo de estames e vibram. Fato também observado em *C. pubescens* (TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 1998), e em outras espécies da família Myrtaceae [(*Campomanesia velutina* (Cambess) O. Berg.; *Eugenia speciosa* Camb.; *Eugenia desenterica* DC.; *Myrcia splendens* (SW.) DC.; *Myrcia multiflora* DC.; *Myrcia racemosa* Berg (Kiaersk); *Myrcia linearifolia* Cambess.; *Myrcia rhodosepala* Kiaeski; *Psidium cattleianum* Sabine; *Psidium firmum* Berg.)] (FIDALGO; KLEINERT, 2009; PROENÇA; GIBBS, 1994).

As abelhas demonstraram preferência por flores em início da antese, as quais foram observadas movimentando-se entre aquelas de mesma planta e entre plantas distintas, nem sempre tocando ambas estruturas reprodutivas. Contudo, mesmo nem sempre tocando ambas as estruturas reprodutivas (antese total), as demais abelhas através da polinização vibrátil realizam autopolinização, o que possibilitou caracterizá-las também como polinizadoras efetivas de sete-capoteiro. As abelhas do gênero *Bombus* sp. foram as únicas a tocarem ambas as estruturas reprodutivas, em todas as visitas realizadas.

O maior número de anteras gera grande quantidade de grãos de pólen que funcionam como atrativo floral primário para os visitantes florais (FAEGRI; PIJL, 1979). Pela disponibilidade em abundância deste recurso sobre as pétalas, visitante das demais famílias de insetos foram observados pilhando os grãos de pólen caídos, e também alimentando-se de parte das estruturas florais, ou de outros visitantes. Sendo assim não caracterizados como polinizadores, mas sim como pilhadores desta espécie (Figura 25E, F).

4.2.6 Receptividade do Estigma

Através do uso de peróxido de hidrogênio foi observado borbulhamento na cavidade do

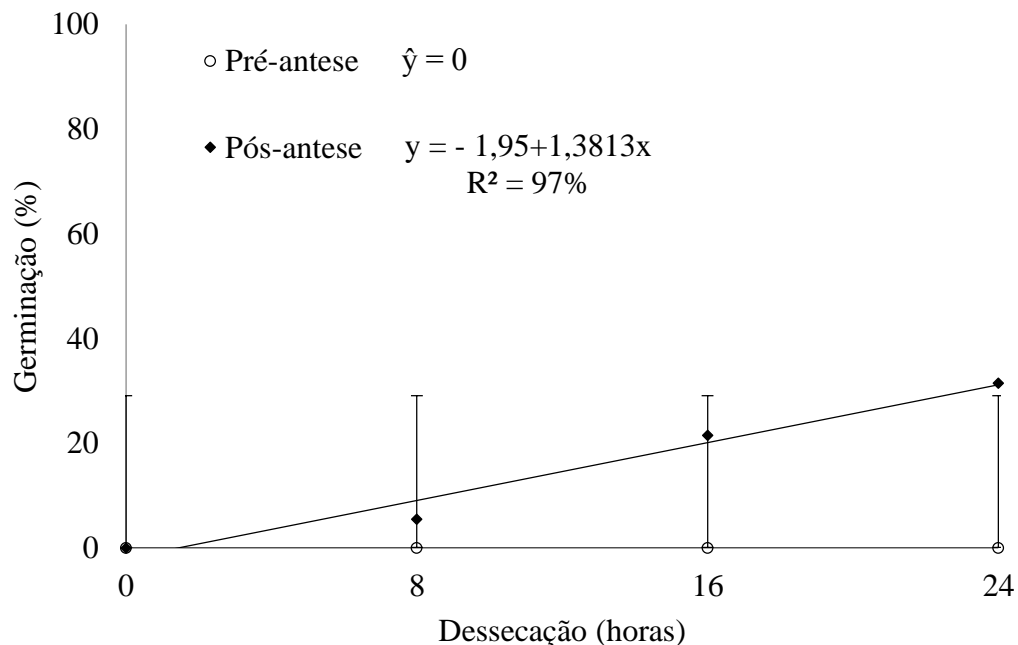
estigma, em 100% das flores, desde a pré-antese até o início da senescência, indicando atividade da peroxidase e conseqüentemente da receptividade do estigma durante todo período (KEARNS; INOUE, 1993). Resultado análogo foi obtido utilizando-se a solução de vermelho neutro, em que 100% dos estigmas foram corados durante o mesmo período de avaliação.

4.2.7 Germinação de Pólen in vitro

Os fatores testados e sua interação foram significativos ao nível de 1% de probabilidade do erro, rejeitando-se assim a hipótese de nulidade H_0 . O coeficiente de variação obtido pode ser considerado baixo, mostrando bom controle experimental (Apêndice 4).

A germinação de grãos de pólen obtidos de flores em pós-antese foi de aproximadamente 35%, sendo beneficiada pela desidratação por 24 horas (Figura 26).

Figura 26 - Germinação in vitro de pólen de sete-capoteiro em função do momento de coleta das estruturas florais e do tempo de dessecação dos grãos de pólen.

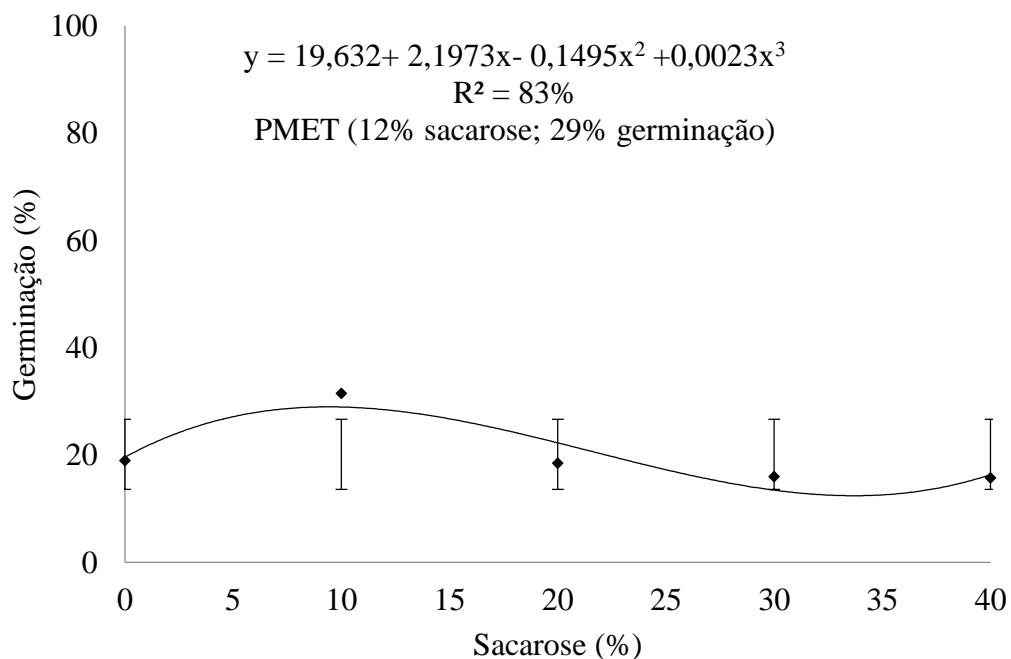


Não foi observado germinação de grãos de pólen provenientes de flores em pré-antese (Figura 26), assim como com *Campomanesia xanthocarpa* (Berg.) em estudo realizado por Franzon et al. (2007). A maturação do pólen é um dos estádios de desenvolvimento no ciclo de vida das plantas, sendo nos programas de melhoramento primordial para identificar o momento adequado de coleta, garantindo maior confiabilidade sobre a hibridação e manutenção da

viabilidade dos grãos de pólen (FRANZON et al., 2007).

Utilizando-se pólen proveniente de flores em pós-antese, avaliou-se a concentração de sacarose no meio de cultura, o qual foi significativo ao nível de 1% de probabilidade do erro (Apêndice 5). O desdobramento da equação de terceiro grau demonstrou que com adição 12% de sacarose foi possível atingir 29% de germinação (Ponto de Máxima Eficiência Técnica) (Figura 27).

Figura 27 - Germinação in vitro de pólen de sete-capoteiro em função da concentração de sacarose no meio de cultura.

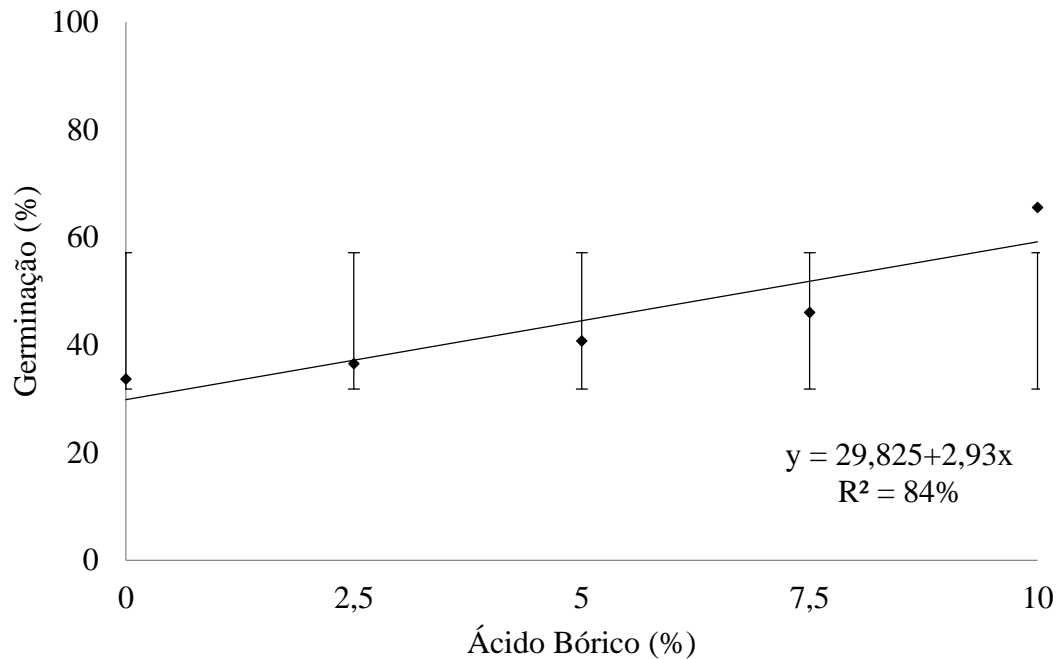


O ajuste da concentração de sacarose para germinação do pólen é essencial, pois, além de seu papel osmótico, também atua na indução de modificações fisiológicas e metabólicas, como aumento da permeabilidade do tubo polínico (RODRIGUEZ-ENRIQUEZ et al., 2013), e no provimento de energia metabólica para biossíntese de compostos orgânicos, os quais são primordiais para crescimento celular (CHAGAS et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2013). Contudo, para algumas espécies deve estar associado a outros nutrientes, assim como para sete-capoteiro.

Em consequente avaliou-se a adição de ácido bórico ao meio de cultura, associado a melhor concentração de sacarose obtida anteriormente. A adição de 10% de ácido bórico foi significativa (Apêndice 6), sendo eficiente para promover a germinação de grãos de pólen de sete-capoteiro, no qual alcançou aproximadamente 70% (Figura 28), cuja resposta foi linear

crecente.

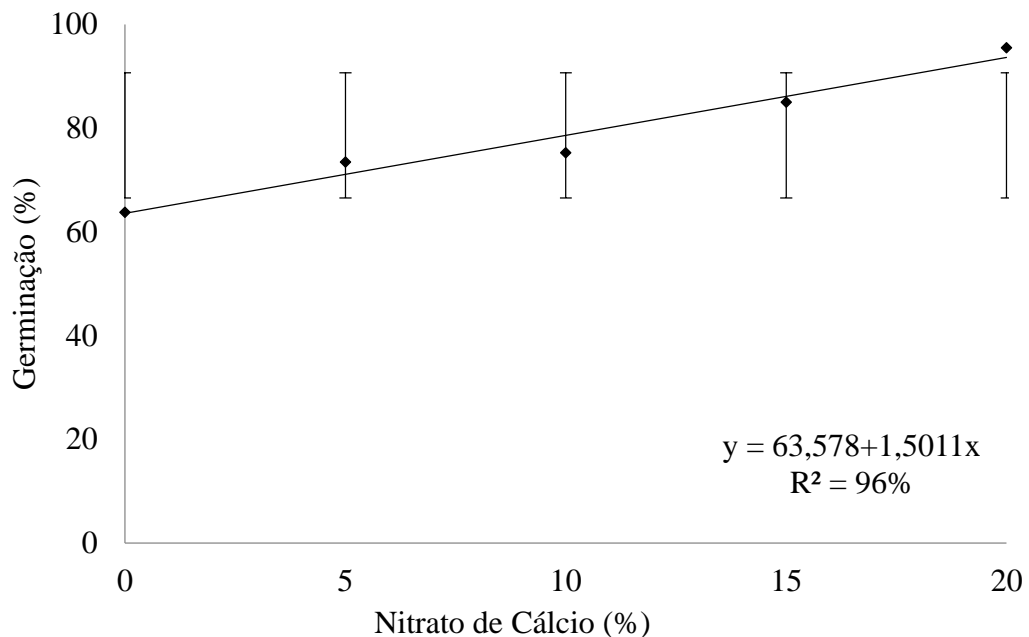
Figura 28 - Germinação in vitro de pólen de sete-capoteiro em função da concentração de ácido bórico no meio de cultura.



A associação de ácido bórico e sacarose, forma complexo ionizável o qual promove mais ligeiramente o desenvolvimento do tubo polínico in vitro (ASKIN et al., 1990). Também estimula o crescimento deste, diminuindo a possibilidade de ocorrer o rompimento do mesmo. Tal fato também foi observado em estudos com diferentes espécies frutíferas (FRANZON; RASEIRA, 2006; CHAGAS et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2013).

Com intuito de alcançar percentual germinativo máximo, testou-se a adição de nitrato de cálcio ao meio de cultura, associado às melhores condições anteriormente obtidas. Os resultados observados mostraram que esta adição foi significativa (Apêndice 7), com comportamento linear crescente, alcançando aproximadamente 95% de germinação com utilização de 20% de nitrato de cálcio (Figura 29).

Figura 29 - Germinação in vitro de pólen de sete-capoteiro em função da concentração de nitrato de cálcio no meio de cultura.



O aumento considerável da germinação de grãos de pólen com a adição de fontes de nitrato de cálcio, ácido bórico e sacarose ao meio de cultura, está relacionado com a capacidade da espécie em se beneficiar destes nutrientes. Ramos et al. (2008) afirmaram que a necessidade de adição destes ao meio de cultura depende principalmente, entre outros fatores, da espécie (CHAGAS et al., 2010).

Especificamente, fontes nitrato de cálcio propiciam condições fisiológicas favoráveis, como aumento da resistência do tubo polínico, e dos grãos de pólen as variações do meio básico, possibilitando maior impermeabilidade, crescimento linear e rigidez do tubo polínico (BHOJWANI; BHATNAGAR, 1974), o que pode ter sido favorável à germinação dos grãos de pólen de sete-capoteiro.

Quanto ao armazenamento, os grãos de pólen permaneceram viáveis apenas em nitrogênio líquido, mantendo-se por 30 dias, com germinação média de 19%, enquanto que para os demais ambientes avaliados a germinação foi nula.

Recomenda-se para estudos futuros que a avaliação seja realizada semanalmente, tendo em vista a perda da viabilidade ocorrida mais rapidamente, supondo que os grãos de pólen não possuem mecanismos homeostáticos para manter o conteúdo constante de água (FRANCHI et al., 2011).

4.2.8 Caracterização do Sistema Reprodutivo

Verificou-se a formação de frutos em 100% das flores polinizadas principalmente através da autopolinização manual, seguida da polinização natural e polinização cruzada (Tabela 2).

Tabela 2 - Testes de polinização, número de flores fecundadas, número de frutos formados, índice de autoincompatibilidade, índice de autopolinização espontânea e eficácia reprodutiva, em sete-capoteiro.

| Testes de polinização | Número de flores utilizadas | Flores fecundadas (%) | Frutos formados (%) |
|--|-----------------------------|-----------------------|---------------------|
| Autopolinização Manual | 100 | 88 | 88 |
| Polinização Natural | 100 | 56 | 56 |
| Autopolinização Espontânea | 100 | 0 | 0 |
| Polinização Cruzada | 100 | 46 | 46 |
| Apomixia | 100 | 0 | 0 |
| Índice de Autoincompatibilidade (ISI) | | 1,91 | |
| Índice de Autopolinização Espontânea (ISA) | | 0 | |
| Eficácia Reprodutiva (ER) | | 1,22 | |

Não houve fecundação através da polinização espontânea e apomixia, o que pode ser variável para cada espécie da família Myrtaceae, indo de completa auto-esterilidade para apomixia (FIDALGO; KLEINERT, 2009), o que possivelmente está associado com a evolução de cada espécie.

Em *C. adamantium*, Nucci; Alves (2017) obtiveram resultado análogo, com 45% frutos formados através da polinização cruzada e 60% para polinização natural, mostrando similaridade entre as espécies.

Quantos aos índices reprodutivos obtidos, o sete-capoteiro pôde ser considerado autocompatível devido ao ISI ter sido superior a 0,25 (Tabela 4) (OLIVEIRA; GIBBS, 2000). A autocompatibilidade pode contribuir com a endogamia. Contudo, garante a perpetuação da espécie em situações em que não é possível o cruzamento (GOLDBERG et al., 2010), como por exemplo onde há baixa densidade populacional (CHARLESWORTH, 2006) e a fecundação cruzada é menos frequente (SCHOEN; BUSCH, 2008). Ainda, sistemas de autofecundação

podem favorecer a adaptação local devido ao menor fluxo de genes (HEREFORD, 2010).

Em relação ao ISA, o resultado demonstra a total dependência de agentes polinizadores (Tabela 2), possivelmente pela posição superior do estigma em relação às anteras, o que evita a autopolinização, assim como observado em *Bauhinia curvula* Benth. (MUNIN et al., 2008).

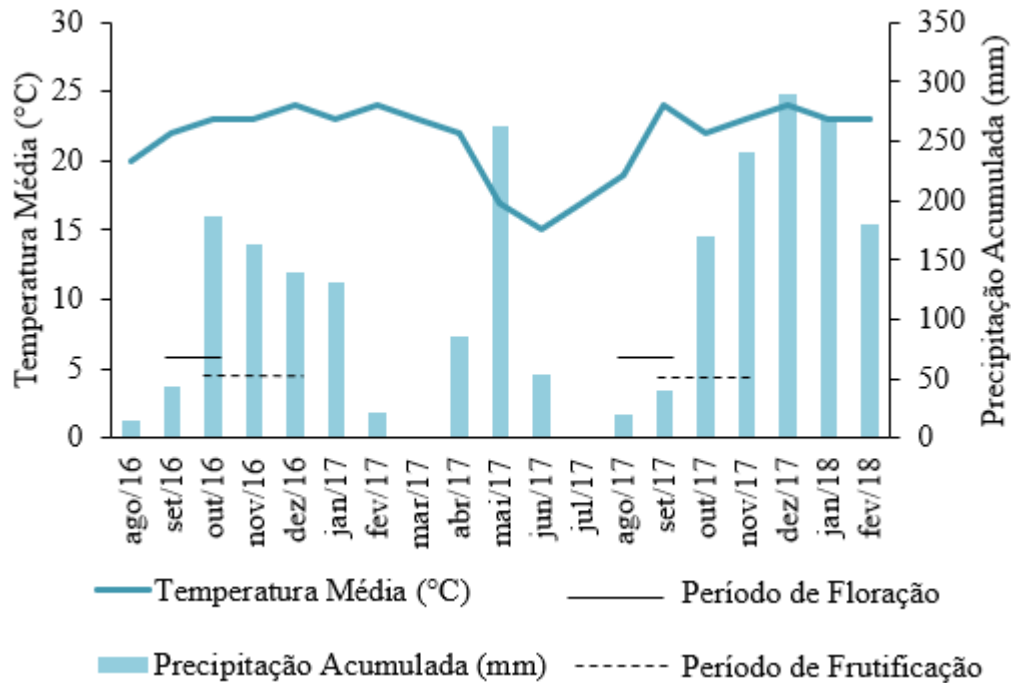
Quanto a ER, esta apresentou-se alta (1,22) (Tabela 4), devido ao alto percentual de frutificação e pela inexistência de abortos em flores submetidas à polinização cruzada em condições naturais. Este resultado indica boa eficiência na transferência do pólen viável ao estigma da flor por polinizadores ou também pelo vento, assim como observado em *C. adamantium* a qual apresentou eficácia reprodutiva elevada (1,33), com a visita de agentes polinizadores (NUCCI; ALVES, 2017).

4.3 UBAJAIZEIRO

4.3.1 Período de Floração e Frutificação

Em 2017, a floração de ubajaizeiro teve início no mês de setembro, mais precisamente no dia doze, estendendo-se até o mês de outubro, com frutificação indo até o mês de dezembro. Em 2018, a floração e a frutificação tiveram início aproximadamente 30 dias antes do observado em 2017 (08/08/2017). A floração ocorreu em temperaturas mais amenas (22 a 25 °C) quando comparada às demais espécies neste estudo. Neste mesmo período, a precipitação acumulada média variou entre 42 a 186 mm. Durante o período de frutificação, a temperatura variou de 25 a 32 °C e a precipitação acumulada de 186 a 140 mm (Figura 30).

Figura 30 - Período de floração e frutificação de ubajaizeiro, temperatura média e precipitação acumulada observadas no período de junho de 2016 a junho de 2017 no município de Dois Vizinhos, Paraná.



Fonte: INMET - 8º Distrito Meteorológico – DISME.

Nos meses de julho e agosto que antecederam a floração (2016 e 2017), a precipitação foi quase nula, aumentando-se nos meses de setembro e outubro, marcando o início da fase reprodutiva. A intensificação do florescimento coincidiu com o período de maior precipitação, seguido pela diminuição progressiva da mesma durante o período de frutificação.

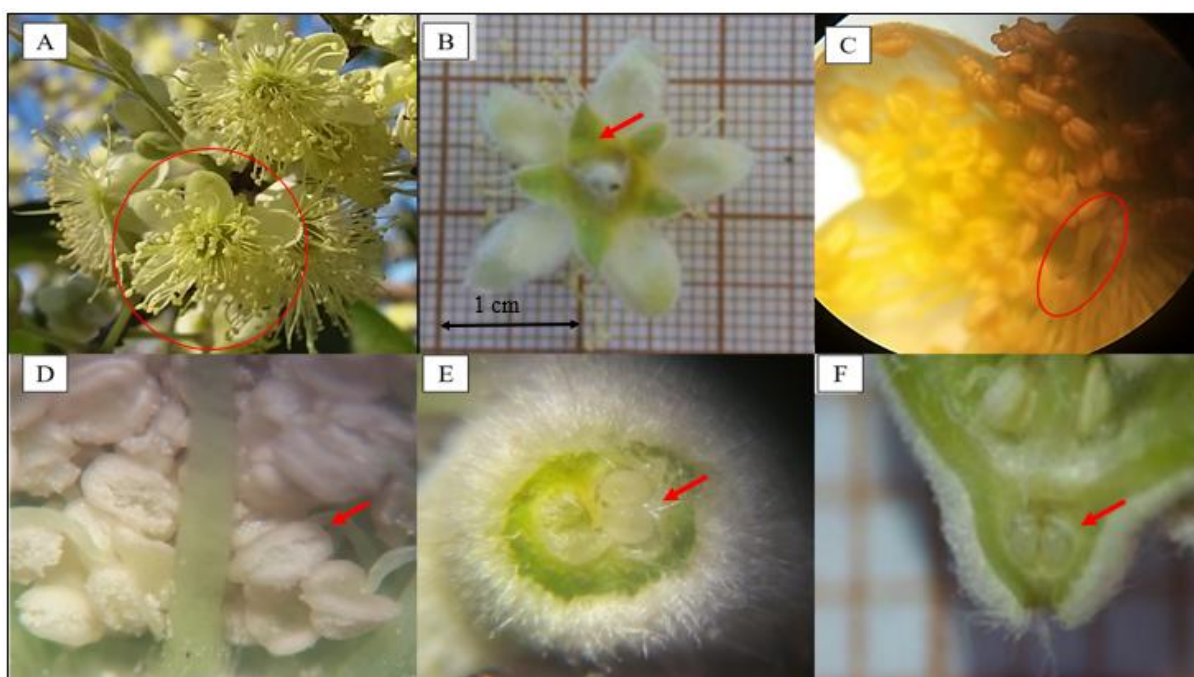
O período de floração de ubajaizeiro foi similar ao observado por Danner et al. (2010) em *E. uniflora* e *E. pyriformis*. Contudo, o período de frutificação destas espécies foi menor em aproximadamente 30 dias. Segundo Silva e Pinheiro (2007) o início da fase reprodutiva de *E. uniflora*, *E. puniceifolia*, *E. neonitida* e *E. rotundifolia*, geralmente ocorreu após curto período de escassez hídrica, seguido do aumento da precipitação, o que estimulou o florescimento destas. Possivelmente, por este motivo o início da floração no ano de 2018 ocorreu mais precocemente quando comparado com o ano de 2017.

4.3.2 Morfologia e Morfometria Floral

O ubajaizeiro caracteriza-se como planta monoica, com flores hermafroditas e diclamídeas, com cinco pétalas dialipétalas, de coloração branca amarelada/esverdeada (Figura

31A) e cinco sépalas gamossépalas, de coloração verde com tricomas na epiderme (Figura 31B), simetria actinomorfa (Figura 31B), estames heterodínamos e dialistêmones (Figura 31A), anteras do tipo ditecas, livres entre si, com coloração amarelada e deiscência rimosa (longitudinal) (Figura 31D), estilete ereto (Figura 31C), filete simples e exertos (sobressaem na garganta do cálice/corola), ovário ínfero, bilocular com dois óvulos por lóculo (Figura 31E, F).

Figura 31 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Flor: A) Flor completa. B) Flor com gamossépalas e simetria actinomorfa. C) Estigma sobressaindo os estames. D) Anteras do tipo ditecas com deiscência longitudinal. E) Ovário bilocular com dois óvulos por lóculo. F) Ovário ínfero.



As características observadas neste estudo foram semelhantes às evidenciadas por Donadio et al. (2017), com exceção das sépalas, as quais os autores caracterizam-nas como livres entre si. As características observadas em ubajaizeiro foram semelhantes em *E. uniflora*, *E. puniceifolia* (Kunth). DC., *E. rotundifolia* Casar, *E. neonitida* Sobral (SILVA; PINHEIRO, 2007), *M. guianensis*, *M. laruotteana* (PIRES; SOUZA, 2011) e outras espécies (*Eugenia* sp., *Myrcia* sp., *Plinia* sp.) (PIMENTEL et al., 2014) da família Myrtaceae.

O comprimento médio, máximo e mínimo da pétala (CP); sépala (CS); filete (CF); estame (CE); pistilo (CP); estigma (CES); e ovário (CO), corresponderam a 0,8 cm, 1 cm, 0,7 cm; 0,5 cm, 0,6 cm, 0,3 cm; 0,6 cm, 1 cm, 0,3 cm; 0,7 cm, 1,1 cm, 0,4 cm; 0,5 cm, 0,8 cm, 0,4 cm; 0,3 cm, 0,9 cm, 0,2 cm; 0,8 cm, 1,5 cm, 0,6 cm, respectivamente. O comprimento da antera (CA) correspondeu a 0,1 cm, não havendo variação. O número de estames, variou entre 80 e

190, o que gera grande quantidade de grãos de pólen que funcionam como atrativo floral primário para os visitantes florais (FAEGRI; PIJL, 1979), sendo comum em espécies do gênero *Eugenia* (PROENÇA; GIBBS, 1994), podendo variar de cinco até 300 estames em espécies da família Myrtaceae (LUGHADHA; PROENÇA, 1996).

4.3.3 Determinação da Antese e Amadurecimento do Androceu

De acordo com dados obtidos de observação da antese à campo e em ambiente controlado foi possível verificar que a abertura floral de ubajaizeiro foi diurna, ocorrendo em horários variados ao longo da manhã, tendo início aproximadamente às 6:00 horas estendendo-se até às 9:30 horas. Após 48 horas da antese total ocorreu a senescência. Em dias com temperaturas mais amenas (± 16 °C), a antese se iniciou próximo às 11:00 horas e se completou somente no período noturno ($\pm 20:00$ horas). Resultado semelhante foi observado em flores de espécies da mesma família, entre estas *E. uniflora*, *E. puniceifolia*, *E. rotundifolia* e *E. neonitida*, uma vez que apresentaram início da abertura floral às 5:30 horas, estendendo-se ao longo do dia (SILVA; PINHEIRO, 2007) e com *M. dubia* entre 5:00 até 7:00 horas (MAUÉS; COUTURIER, 2002).

Durante a senescência, as pétalas e o androceu caem, permanecendo apenas o cálice e estilete, mantendo-se até o início da formação dos frutos, característica comum em outras espécies da família Myrtaceae (*Campomanesia* sp., *Eugenia* sp., *Myrcia* sp., *Psidium* sp., *Syzygium* sp.) (LUGHADHA; PROENÇA, 1996).

O amadurecimento do androceu ocorreu antes da abertura floral e da liberação dos grãos de pólen. Durante a antese, estames e estilete se expandiram juntamente com o desabrochar das pétalas, as quais se curvaram sobre o hipanto proporcionando maior destaque ao androceu, o que também ocorreu em *E. uniflora*, *E. neonitida* Sobral, *E. puniceifolia* e *E. rotundifolia* (SILVA; PINHEIRO, 2007).

Durante a antese, foi possível observar que o estilete apresentou leve curvatura abaixo do estigma, o que segundo Proença e Gibbs (1994) e Beardsell et al. (1993) pode promover a adesão de grãos de pólen ao estigma, tendo em vista que nesse momento as anteras já estão deiscentes, característica comum de espécies da família Myrtaceae.

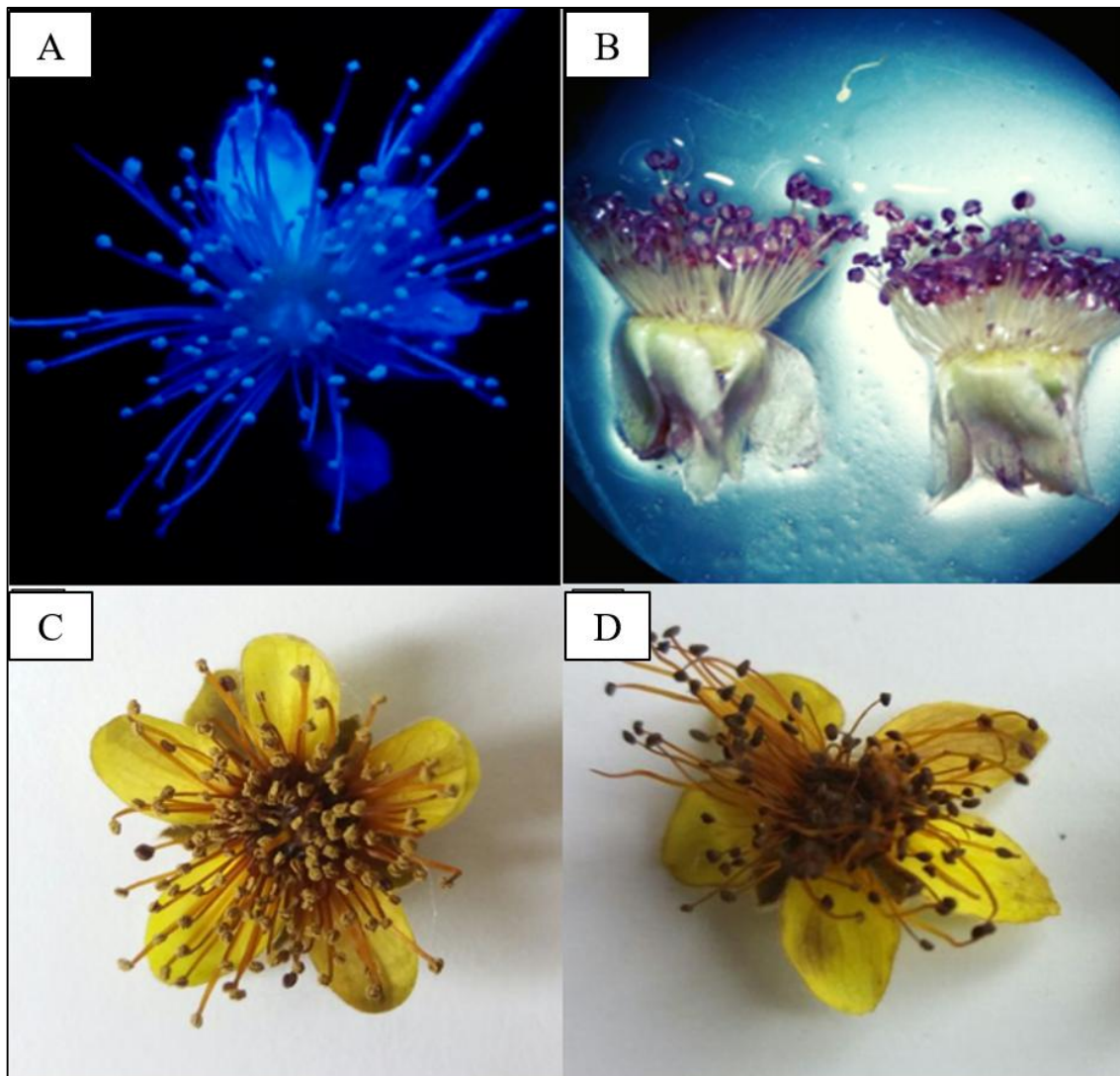
4.3.4 Identificação de Nectários e Estruturas Atrativas à Visitantes Florais

Não foi possível detectar a presença de nectários, fato que também foi observado em

outras espécies da família Myrtaceae, como em *M. dubia* (PETERS; VASQUEZ, 1987; MAUÉS; COUTURIER, 2002), *P. guajava* e *Eugenia* spp. (RAMALHO et al., 1990), *P. cauliflora* Berg. (MALERBO et al., 1991) e *Plinia glomerata* Berg (PIRANI; CORTOPASSI-LAURINO, 1993).

Com o desenvolvimento do teste de luminescência foi possível identificar que os tecidos das anteras possuem pigmentos refletores de luz ultravioleta, visível aos insetos, revelando a presença de áreas de concentração de emissão de odor e conseqüentemente presença de osmóforos (Figura 32A).

Figura 32 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Identificação de tecidos com presença de osmóforos em flores: A) Reflexão de luz ultravioleta. B) Flores coradas com solução de vermelho neutro. C) Flor em pós-antese submetida ao teste de hidróxido de amônia. D) Flor em senescência submetida ao teste de hidróxido de amônia.



Com aplicação da solução de vermelho neutro, também foi possível evidenciar a presença de osmóforos na região das anteras das flores (Figura 32B). Acredita-se que o odor também seja liberado pelas substâncias voláteis presentes nos grãos de pólen. Ainda, quando submetidas em ambiente controlado com hidróxido de amônia, foi possível constatar que as anteras apresentaram mudanças de coloração mais acentuada, devido a maior presença de flavonoides que absorvem luz ultravioleta (Figura 32C, D). Quando comparadas a outras estruturas florais que refletem luz ultravioleta observou-se contraste entre estas regiões (com e sem flavonóide), formando-se assim o que pode-se chamar de “guias de néctar” (quando existentes) ou “guias de recursos florais” para este caso, os grãos de pólen (STORTI, 2002).

Nos testes olfativos foi possível constatar que pétalas, sépalas e pistilos de flores de ubajaizeiro não possuem odor, concentrando-se nas estruturas masculinas (antera/pólen), no qual se manteve desde a antese, perdurando pelo período de pelo menos 10 horas. Resultado este que corroborou com o teste de luminescência, que identificou a presença de osmóforos nas anteras.

O odor exalado também pode ser emitido pelos grãos de pólen, assim como observado em estudo realizado por Wyk; Lowrey (1988) com espécies do gênero *Eugenia* da África do Sul. Isto ocorre devido a presença de óleos voláteis encontrados nos grãos de pólen (DRELLER; TARPY, 2002; PERNAL; CURRIE, 2002) característico da família Myrtaceae (PROENÇA; GIBBS, 1994; MAUÉS; COUTURIER, 2002).

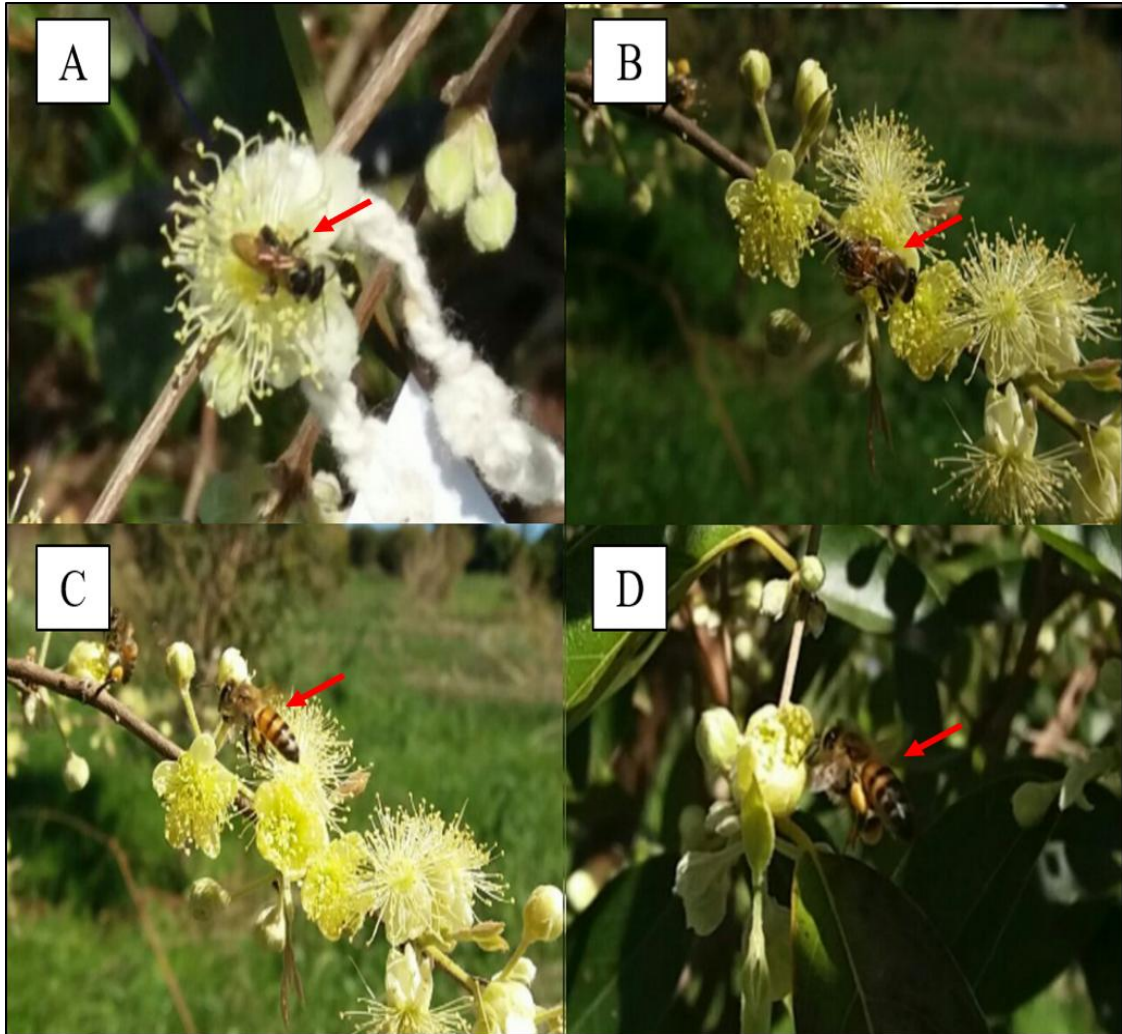
O odor em flores de ubajaizeiro pode ser caracterizado em notas frutais, sendo levemente adocicadas. Este fato possivelmente favorece a atração de polinizadores até o órgão dispersor de pólen e através do seu caminhar, este seja depositado sobre o órgão feminino, promovendo assim a polinização.

De acordo com estes resultados foi possível verificar que o pólen é o principal recurso oferecido aos polinizadores, pelo qual estes visitam as flores, o que também foi constatado por Lughadha; Proença (1996), Faegri; Pijl (1979), Proença; Gibbs (1994), em flores de espécies da família Myrtaceae.

4.3.5 Caracterização de Polinizadores e Visitantes Florais

A família de insetos com maior número de visitas e visitantes foi Apidae (Figura 33A, B, C, D), com 56,25% dos visitantes. Segundo Lughadha; Proença (1996), Apidae é a família mais comum encontrada entre os visitantes florais da família Myrtaceae.

Figura 33 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Identificação de visitantes Florais: A) Abelha nativa (*Melipona* sp. - Apidae). B, C) Movimentação de *A. mellifera* (Apidae) entre flores da mesma planta. D) Grãos de pólen aderidos a corbícula de *A. mellifera*.



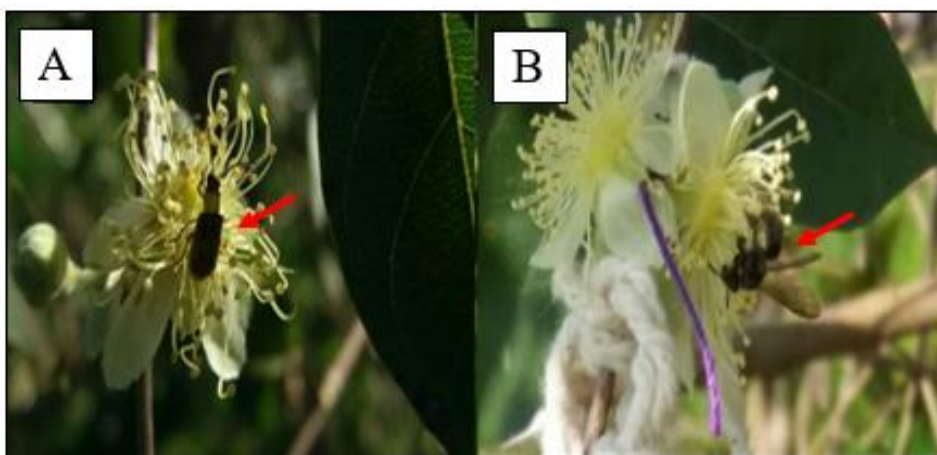
A coleta do pólen realizada pela maioria das abelhas da família Apidae observadas, ocorreu através do método de vibração. Pelo fato das anteras serem rimosas (deiscência longitudinal), o pólen era retirado pelas mesmas com maior facilidade, com aderência nas patas ao grupo de estames e vibram. Fato também observado por Proença; Gibbs (1994) em outras espécies da família Myrtaceae (*Eugenia dysenterica* DC., *Siphoneugena densiflora* O. Berg., *Blepharocalyx salicifolius* Kunth. O. Berg., *Campomanesia pubescens* O. Berg., *C. velutina*, *Myrcia linearifolia*, *Myrcia rhodosepala* Kiaeski e *P. firmum*).

Todas as abelhas identificadas, principalmente *A. mellifera* foram observadas movimentando-se entre as flores de mesma planta e entre plantas distintas, sempre tocando as estruturas reprodutivas, podendo assim caracteriza-las como polinizadoras efetivas de ubajaizeiro (Figura 33B, C).

Como o pólen começa a ser liberado antes mesmo da antese e é utilizado como recurso alimentar pelas abelhas, estas demonstraram preferência pelas flores em início da antese, antes da curvatura das pétalas. Com a movimentação sobre as flores, estas coletam o pólen para produção de recurso alimentar através das tíbias e aglutinam os grãos em esferas, que são transportados nas corbículas das patas posteriores (Figura 33D), enquanto que o pólen para reprodução floral fica aderido na região dorsal, que geralmente está em contato com o estigma da flor. O tempo de permanência de *A. mellifera* sobre as estruturas reprodutivas variou entre 3 e 7 segundos, sendo que as abelhas nativas sem ferrão permaneceram de 4 a 6 segundos.

Outras famílias de visitantes também foram identificadas, porém, com menor frequência. Dentre estas, têm-se Chrysomelidae (Coleoptera) (Figura 34A) com 12,5%. Com 6,25% dos visitantes florais dentre as famílias Chrysopidae (Neuroptera), Syrphidae (Diptera), Pyrrhocoridae (Hemiptera), Vespidae (Hymenoptera) (Figura 34B) e Sphecidae (Hymenoptera).

Figura 34 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Identificação de visitantes Florais: A) Vaquinha verde-e-amarela (*Diabrotica speciosa* - Chrysomelidae). B) Vespa social (*Polistes* sp. - Vespidae).



Visitantes de outras famílias (Vespidae, Sphecidae, Pyrrhocoridae) foram observados pilhando os grãos de pólen caídos sobre o perianto ou se alimentando de parte das estruturas florais, sendo assim não caracterizados como polinizadores, mas sim como pilhadores desta espécie. Isto ocorre também pelo fato de que a morfologia em relação às estruturas reprodutivas florais e sua pequena movimentação intrafloral e interplanta não permitirem que a transferência de grãos de pólen seja otimizada, o que também foi observado por Faegri; Pijl (1979) e O'Brien; Calder (1993) em outras espécies de *Eugenia*. Contudo, a polinização por coleópteros pode ocorrer em espécies de Myrtaceae (BEARDSELL et al., 1993). Segundo Maués; Couturier

(2002) estes podem atuar como polinizadores ocasionais ou ilegítimos de *M. dubia*.

Os indivíduos da espécie *Diabrotica speciosa* pertencentes a família Chrysomelidae (Coleoptera), além da pilhagem de grãos de pólen foram observados se alimentando de diversas partes das flores, principalmente das partes reprodutivas. Desta forma, foram caracterizados como praga polífaga (VIANA, 2010).

A presença de moscas (Diptera) foi observada esporadicamente, com visitas curtas, coletando-se pólen com o aparelho bucal, mas mantendo-se principalmente sobre as pétalas e folhas. Isso também foi observado em *M. dubia* por Maués; Couturier (2002). Raramente foram observadas sobre as estruturas reprodutivas. Contudo, ocorreu movimentação intrafloral e interplanta, o que tornou possível caracterizá-las como polinizadoras ocasionais.

Formigas (Hymenoptera) e percevejos (Hemiptera) visitaram as flores para se alimentarem de resíduos de pólen, sugarem a seiva (Hemiptera) e também para capturarem outros insetos, não havendo contato destes com estruturas reprodutivas. Desta forma, também foram classificados como pilhadores desta espécie, comportamento também observado por Dutra; Machado (2001) em *Stenolobium stans* (Bignoniaceae).

A maior intensidade de visitantes florais foi observada a partir das 8:00 horas, estendendo-se até aproximadamente às 13 horas e decrescendo com tal intensidade ao longo do período. Os primeiros visitantes com presença abundante foram da família Apidae (*A. mellifera*). Durante a visita desta espécie, observou-se que a presença de outros visitantes foi quase nula, o que é possível pelo fato de haver algum tipo de sistema de hierarquia entre os mesmos. Fato este também foi observado em flores de *E. uniflora*, *E. neonitida*, *E. puniceifolia* e *E. rotundifolia* (SILVA; PINHEIRO, 2007). Isto permite inferir que *A. mellifera* possui comportamento mais agressivo, exercendo influência sobre o período de forrageamento de espécies nativas, o que também já foi observado por Paton (1993) e Aguiar; Martins (2003), em áreas de vegetação nativa.

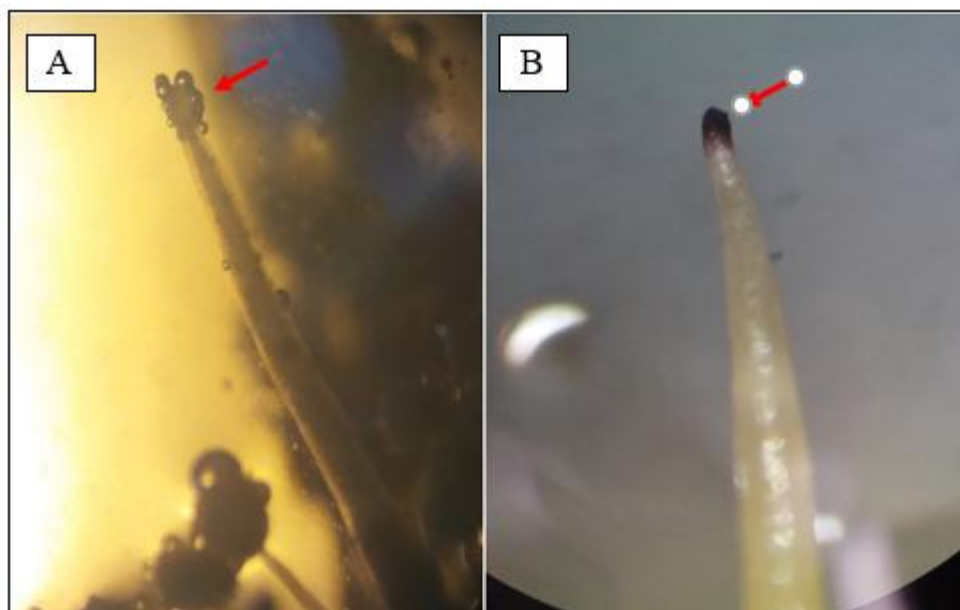
Em dias com temperaturas mais amenas (± 16 °C), as visitas de *A. mellifera* ocorreram durante todo o período do dia ($\pm 8:00$ às 18:00 horas), ocorrendo esporadicamente a presença de outros visitantes.

4.3.6 Receptividade do Estigma

Através do uso de peróxido de hidrogênio foi observado borbulhamento (Figura 35A) na cavidade do estigma, em 100% das flores, desde o momento de pré-antese (que coincidiu com o momento de liberação do pólen das anteras) até o início da senescência, indicando

atividade da peroxidase e conseqüentemente da receptividade do estigma durante todo o período (KEARNS; INOYE, 1993). Resultado análogo foi obtido utilizando-se a solução de vermelho neutro (Figura 35B), mostrando atividade metabólica intensa na região do estigma.

Figura 35 - *Eugenia myrcianthes* Nied. Receptividade do estigma: A) Receptividade do estigma utilizando solução de peróxido de hidrogênio (A) e vermelho neutro (B).



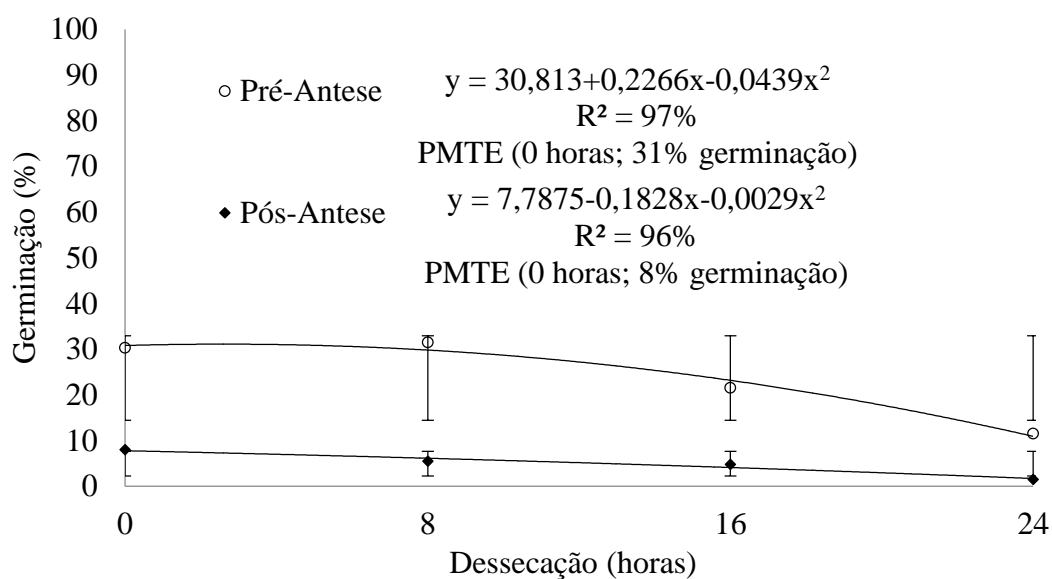
Não houve separação temporal da maturação dos órgãos reprodutivos, estando o estigma receptivo no momento da liberação dos grãos de pólen pelas anteras, assim como observado em flores de *C. hirtus* (Malvaceae) (SOUZA et al., 2018).

4.3.7 Germinação de Pólen in vitro

O fator qualitativo (estágio de desenvolvimento floral) e sua interação com o fator quantitativo (tempo de dessecação) foram estatisticamente significativos ao nível de 1% de probabilidade do erro, rejeitando-se assim a hipótese de nulidade H_0 . O coeficiente de variação obtido pode ser considerado baixo, mostrando-se bom controle experimental (Apêndice 8).

O estágio de desenvolvimento floral ideal para coleta das anteras de flores de ubajaizeiro ocorreu em pré-antese, uma vez que, a germinação de grãos de pólen de anteras provenientes de flores pós-antese foi quase nula, alcançando apenas 8% (Figura 36).

Figura 36 - Germinação in vitro de pólen de ubajaizeiro em função do momento de coleta dos botões florais e do tempo de dessecação dos grãos de pólen.



Resultado análogo foi obtido em testes de germinação de pólen de *E. involucrata*, em que Franzon; Raseira (2006) verificaram maiores percentuais germinativos dos grãos de pólen provenientes de flores em pré-antese, bem como, em flores de nespereira por Nogueira et al. (2015).

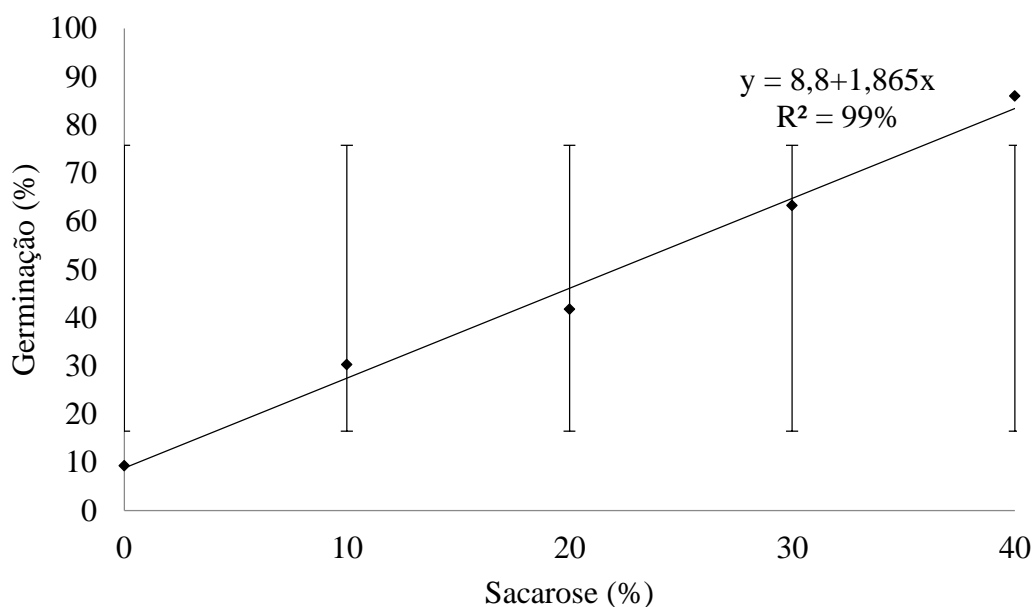
Em relação ao fator tempo de dessecação, a germinação dos grãos de pólen foi superior quando frescos, ou seja, sem dessecação, em ambas origens de coleta (Figura 36). Dessa forma, quando coletados em pré-antese e sem dessecação foi possível atingir 31% de germinação (Ponto de Máxima Eficiência Técnica). Quando dessecado, a viabilidade dos grãos de pólen decaiu, mostrando-se nesse caso ter possivelmente comportamento recalcitrante.

A dessecação pode ocorrer antes da deiscência, ainda na antera, durante sua abertura ou durante sua dispersão. As reservas dos grãos de pólen são usadas parcialmente para produzir moléculas resistentes à dessecação e, em parte, para sustentar a primeira fase de germinação. O teor de água atingido e a possibilidade de manter-se viável caracteriza as categorias de ortodoxos e recalcitrantes (FRANCHI et al., 2011), classificação também usada em sementes.

Em sequência aos experimentos desenvolvidos, utilizando-se grãos de pólen frescos (sem dessecação) provenientes de flores em pré-antese foi verificado efeito da adição de sacarose ao meio de cultura. O fator sacarose mostrou-se significativo (Apêndice 9), promovendo comportamento linear crescente para germinação, conforme aumentou-se sua concentração (Figura 37). Desta forma, a concentração de 40% de sacarose promoveu

germinação de aproximadamente 90% dos grãos de pólen de ubajaizeiro.

Figura 37 - Germinação in vitro de pólen de ubajaizeiro em função da concentração de sacarose no meio de cultura.



Os resultados obtidos no presente estudo, mostraram percentuais germinativos elevados, com destaque se comparados aos encontrados na literatura para *E. involucrata* (FRANZON; RASEIRA, 2006), *E. uniflora* (FRANZON et al., 2007) e *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae) (SINIMBÚ NETO et al., 2011; SOUZA et al., 2013).

Tais estudos demonstraram que a viabilidade polínica pode ser relacionada com vários fatores, mas, os açúcares no meio são os componentes de maior importância para germinação in vitro (GARCÍA et al., 2012; LYRA et al., 2011).

Portanto, pode-se inferir para ubajaizeiro que a adição de 40% de sacarose ao meio de cultura, utilizando-se grãos de pólen frescos provenientes de flores em pré-antese foi suficiente para que a germinação fosse superior a 80%, valor considerado satisfatório (SCORZA; SHERMAN, 1995).

Em ambos os ambientes de armazenamento dos grãos de pólen de ubajaizeiro testados, houve perda total da viabilidade na primeira avaliação realizada (30 dias). O armazenamento de grãos de pólen de pitangueira (*E. uniflora*) também não foi eficiente, apresentando perda da viabilidade quando armazenados em freezer (FRANZON et al., 2007). Para *P. cauliflora*, *P. trunciflora* e *P. jabolicaba*, (DANNER et al., 2011b) e *E. involucrata* (FRANZON; RASEIRA,

2006) os autores verificaram a possibilidade de conservação do pólen por até 90 dias em congelador, com temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-16,5^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Recomenda-se, nesse caso para estudos futuros que a avaliação seja semanal, tendo em vista que os grãos de pólen possuem comportamento recalcitrante.

4.3.8 Caracterização do Sistema Reprodutivo

De acordo com cruzamentos realizados em ubajaizeiro, verificou-se formação de frutos preferencialmente pela autopolinização manual, não ocorrendo autoincompatibilidade tardia. Contudo, a percentagem de flores fecundadas foi de apenas 12%. Para polinização natural (controle), autopolinização espontânea, e polinização cruzada foi observado queda de 1% na relação de flores fecundadas e frutos formados. Para apomixia houve abortamento de todas as flores em 48 horas após a realização do procedimento (Tabela 6).

Tabela 3 - Testes de polinização, número de flores fecundadas, número de frutos formados, índice de autoincompatibilidade, índice de autopolinização espontânea e eficácia reprodutiva, em ubajaizeiro.

| Testes de polinização | Número de flores utilizadas | Flores fecundadas (%) | Frutos formados (%) |
|--|-----------------------------|-----------------------|---------------------|
| Autopolinização Manual | 100 | 12 | 12 |
| Polinização Natural | 440 | 10 | 9 |
| Autopolinização Espontânea | 200 | 4 | 3 |
| Polinização Cruzada | 100 | 9 | 8 |
| Apomixia | 100 | 0 | 0 |
| Índice de Autoincompatibilidade (ISI) | | 1,20 | |
| Índice de Autopolinização Espontânea (ISA) | | 0,25 | |
| Eficácia Reprodutiva (ER) | | 1,13 | |

Resultado semelhante foi encontrado para guabirobeira (*C. adamantium*) tendo com a autopolinização manual e autopolinização espontânea valores de 10% de formação de frutos e de abortamento das flores quando realizou-se o procedimento para verificação de apomixia (NUCCI; ALVES, 2017). Embora segundo Fidalgo e Kleinert (2009), o sistema reprodutivo de muitas espécies da família Myrtaceae varia de completa auto-esterilidade para a apomixia.

Quanto aos índices reprodutivos, o ubajaizeiro pode ser considerado autocompatível devido ao índice de autoincompatibilidade (ISI) (Tabela 6) encontrado ser de 1,2, o que segundo Oliveira; Gibbs (2000) caracteriza-se como autoincompatibilidade naqueles menores que 0,25.

Em relação ao índice de autopolinização espontânea (ISA), o valor obtido pode ser considerado baixo (0,25) apesar de não ser observado mecanismo clássico de autoincompatibilidade evidente, como por exemplo, a hercogamia (anteras localizadas abaixo do estigma) (Tabela 6). Possivelmente, a ausência de algum fator ambiental como vento, pela barreira física proporcionada pelo “ensacamento” dos balões, pode ter comprometido o deslocamento dos grãos de pólen até o estigma, ou ainda, ter ocorrido a perda da viabilidade do mesmo antes da chegada ao estigma, devido ao comportamento recalcitrante.

Em estudo realizado com *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae), o ISA apresentou valor zero, o que define a necessidade de polinizadores para realizar a polinização, apesar da flor também não possuir mecanismos de impedimento para autopolinização espontânea (POLATTO; ALVES-JUNIOR, 2009), assim como verificado no presente estudo com ubajaizeiro.

A análise sobre a eficácia reprodutiva (ER) apresentou-se alta (Tabela 6), indicando boa eficiência dos agentes polinizadores na transferência do pólen viável ao estigma da flor. Resultado análogo foi encontrado para *C. adamantium* sobre a ER (1,33), indicando eficiência elevada dos polinizadores na transferência do pólen ao estigma (NUCCI; ALVES, 2017). Já para *S. leucanthum*, a ER se apresentou baixa (0,19), indicando eficiência reduzida de polinização, apesar do grande número de visitas de polinizadores (POLATTO; ALVES-JUNIOR, 2009).

Embora a ER tenha sido alta e a presença de insetos polinizadores tenha sido constante, a frutificação efetiva (polinização aberta) observada foi de apenas 9%. Possivelmente, a baixa taxa de frutificação pode ser devido a quantidade e qualidade de pólen transportado ao estigma da flor, assim como verificado em flores de *Asphodelus aestivus* L. (Asphodelaceae) (SCHUSTER et al., 1993). Contudo, a frutificação efetiva ideal também pode variar, dependendo da espécie e dos fatores ambientais (THOMPSON; LIU, 1973).

Em experimento semelhante, realizado com pitangueira (*E. uniflora*), Franzon (2008) observou frutificação efetiva de 38,4%, sendo esta superior ao encontrado no presente estudo. Já em experimento realizado com diferentes genótipos do gênero *Plinia*, Danner et al. (2011b) observaram para algumas espécies, resultados análogos e outros discrepantes ao encontrado no presente estudo. No ano de 2008, estes autores observaram 4,5% e 5,2% (Genótipos 1 e 4); 34,6%, 58,4% e 34,8% (Genótipos 1, 3 e 4); e 32,8% (Genótipo 1) de frutos formados,

respectivamente. Já no ano de 2009, fora observado para as mesmas espécies do gênero *Plinia* e genótipos, 9,1% e 8,7% (Genótipos 1 e 4); 32,0%, 33,7% e 34,2% (Genótipos 1, 3 e 4); e 34,9% (Genótipo 1) de frutos formados, respectivamente. Isso mostra grande variação entre os períodos, espécies e genótipos avaliados.

5 CONCLUSÕES

O guabijuzeiro possui flores hermafroditas, de abertura floral em sua maioria noturna, sendo as anteras a principal estrutura atrativa aos insetos polinizadores, as quais liberam odor fétido, atraindo principalmente moscas e vespas caracterizadas como polinizadores ocasionais e, mariposas como polinizadores efetivos. Para a germinação de pólen recomenda-se não o desidratar, coletando-o em pós-antese. O meio de cultura deve conter 11% de sacarose e 7% de ácido bórico. O pólen apresenta comportamento recalcitrante. Desta forma, mesmo quando armazenados em refrigerador, freezer, nitrogênio líquido e ambiente natural perde sua viabilidade em período inferior a 30 dias. Apresenta alta eficácia reprodutiva, podendo ser considerado autocompatível. A fecundação também ocorre por polinização cruzada.

O sete-capoteiro possui flores hermafroditas, com abertura floral principalmente durante a manhã. Os grãos de pólen são o principal recurso oferecido aos polinizadores. As flores apresentam odor suave adocicado, atraindo principalmente abelhas nativas e *A. mellifera*, as quais são caracterizadas como polinizadoras efetivas. Para germinação recomenda-se utilização de pólen proveniente de flores em pós-antese, desidratado por 24 horas em câmara de sílica. Recomenda-se o uso de 12% de sacarose, 10% de ácido bórico e 20% de nitrato de cálcio no meio de cultura para obtenção de maiores percentuais germinativos. O pólen apresenta comportamento ortodoxo e quando armazenado em nitrogênio líquido, permanece viável durante 30 dias. A espécie apresenta alta eficácia reprodutiva, considerado autocompatível. A fecundação também ocorre por polinização cruzada.

O ubajaizeiro possui flores hermafroditas, com abertura floral diurna. As anteras são a principal estrutura atrativa aos insetos polinizadores, liberando odor em notas frutais, levemente adocicadas. Os principais visitantes florais da espécie pertencem às famílias Apidae e Chrysomelidae, sendo *A. mellifera* polinizadora efetiva de flores. A adição de 40% de sacarose ao meio de cultura, utilizando-se grãos de pólen frescos provenientes de flores em pré-antese é suficiente para que a germinação alcance 90%. O pólen de ubajaizeiro apresenta comportamento recalcitrante, com perda da viabilidade em menos de 30 dias independente do ambiente. O ubajaizeiro pode ser considerado autocompatível. A fecundação das flores também ocorre por polinização cruzada, não ocorrendo apomixia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos que envolvam o conhecimento da biologia floral, reprodutiva, e as estratégias de sobrevivência de uma planta em relação aos fatores bióticos e abióticos do seu meio, tendem a ter fundamental importância para a ciência, tanto como mecanismos de preservação ou produção, de acordo com o contexto envolvido e o papel que estas espécies desempenhem.

O setor de fruticultura envolve várias etapas, que devem ser levadas em consideração antes da tomada de decisão para implantação de pomares, sejam estes comerciais ou da agricultura familiar. As etapas relacionadas ao mercado da fruticultura, vão desde as questões técnicas, econômicas até ecológicas. O mercado consumidor é exigente em qualidade, portanto, todos os aspectos devem ser analisados antes do plantio do pomar.

O sucesso da fruticultura deve estar fundamentado basicamente nas condições adequadas de clima e solo, na escolha de espécies adaptadas a região escolhida para a implantação do pomar, na existência de diversidade de usos para os frutos, seja “in natura” ou industrializado e também na disponibilidade de recursos ecológicos. Estes recursos até então pouco elucidados, estão relacionados ao local de escolha de implantação do pomar, a capacidade de adaptação da espécie escolhida, bem como as características biológicas intrínsecas de cada espécie, além da disponibilidade de polinizadores efetivos que garantam a fecundação, com consequente frutificação efetiva.

Para que haja formação de frutos, basicamente é necessário que as flores estejam receptivas no momento da liberação do pólen viável pela planta, que o meio disponha de recursos que concretizem o processo de polinização, que ocorra a germinação do pólen no estigma da flor, bem como, o crescimento do tubo polínico e a fecundação. Salvo no caso de serem auto-férteis, as plantas necessitam de polinização cruzada como forma de garantir boa produção do pomar. Assim, além do conhecimento sobre a estratégia reprodutiva da planta, os aspectos ambientais que corroborem com a polinização e a fecundação são primordiais, garantindo o estabelecimento da cultura. Desta forma, informações sobre insetos polinizadores de cada espécie contribuem para mitigar os riscos na produção.

Logo, para que este processo ocorra é necessário o conhecimento das características relacionadas a biologia floral, reprodutiva e de polinizadores, as quais muitas vezes não são levadas em consideração para formação de pomares, levando-se ao insucesso do empreendimento.

Considerando a importância da interação planta-polinizador como processo-chave na manutenção da diversidade biológica e de pomares e o papel fundamental dessa interação para

espécies de Myrtaceae, com o presente estudo avançou-se no entendimento quanto a biologia floral de guabijuzeiro, sete-capoteiro e ubajaizeiro, bem como, quanto as interações com polinizadores foram elucidadas. Estas informações serão úteis e primordiais para a elaboração de projetos de melhoramento genético, bem como divulgação de conhecimento para exploração e formação de pomares comerciais e, para produtores da agricultura familiar, em contexto prático e claro atendendo todos os públicos.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, K.; LOPES, A.V.; MACHADO, I. C. Recursos florais. In: RECH, A. R. et al. (Org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. Cap. 6. p. 129-150.
- AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. 2003. **The bee diversity of the Tabuleiro vegetation in the Guaribas Biological Reserve (Mamanguape, Paraíba, Brazil)**. p. 209-216. In G.A.R. Melo & I. Alves-dos-Santos (eds.), *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure*. Criciúma, Editora UNESC, 250p.
- AIZEN, M. A.; FEISINGER, P. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. **Ecology**, v. 75, p. 320-341, 1994.
- ALEGRETTI, A. L., WAGNER JÚNIOR, A., BORTOLINI, A., HOSSEL, C., ZANELA, J., CITADIN, I. Armazenamento de sementes de cerejeiras-do-mato (*Eugenia involucrata*) DC. submetidas ao recobrimento com biofilmes e embalagem a vácuo. Comunicação. **Revista Ceres**, v. 26, n. 01, p. 124-127, 2015.
- ALMEIDA, F. O. J. M.; NAVES, V. R.; XIMENES, A. P. Influência das abelhas (*Apis mellifera*) na polinização da gabiroba (*Campomanesia* spp.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, p. 25-28, 2000.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 113, p. 407-427, 2013.
- ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Requerimentos de polinização da goiabeira (*Psidium guajava*). **Ciência Rural**, v. 37, n. 05, p.1281-1286, 2007.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; SILVA, C. I. da; PINHEIRO, M.; KLEINERT, A. de M. P. Quando um visitante floral é um polinizador? **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, 295-307, 2016.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2014. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 104 p.
- APEL, M. A.; SOBRAL, M.; MENUT, C.; BASSIERE, J.; ZUANAZZI, J. A.; SCHAPOVAL, E. E. S.; HENRIQUES, A. T. Volatile constituents of four *Hexachlamys* species growing in South Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, p. 176-179, 2005.
- AQUINO, C.; BARBOSA, L. M. Classes sucessionais e síndromes de dispersão de espécies arbóreas e arbustivas existentes em vegetação ciliar remanescente (Conchal, SP), como subsídio para avaliar o potencial do fragmento como fonte de propágulos para enriquecimento de áreas revegetadas no rio Mogi-Guaçu, SP. **Revista Árvore**, v. 33, n. 2, p. 349-358, 2009.

ARAGÃO J. G.; CONCEIÇÃO, G. M. **Importância, diversidade e distribuição geográfica.** 2007. 71f. Monografia (Graduação em Ciências com habilitação em Biologia) – Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, 2007.

ARRUDA, M. F. C. **Estudos morfoanatômico, fitoquímico e de atividades biológicas de *Campomanesia guazumifolia* (CAMBESS.) O. Berg, Myrtaceae.** 95f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2013.

ASKIN, A.; HEPAKSOY, S.; OZCAGIRAN, R. Investigations on the effects of gibberellic acid and boric acid on the germination of some sweet cherry pollens. **Ege Universite Zirat Fakultesi Dergise**, v. 27, n. 03, p. 105-116, 1990.

BAKER, H. G. 1958. Studies in the reproductive biology of West African Rubiaceae. **Journal West African Science Association**, v. 4, p. 9-24, 1958.

BARÔNIO, G. J.; GUIMARÃES, B. M. DA C.; OLIVEIRA, L. C. DE; MELO, L. R. F.; ANTUNES, P. R.; CARDOSO, R. K. DE O. A.; ARAÚJO, T. N. Entre flores e visitantes: estratégias de disponibilização e coleta de recursos florais. **Oecologia Australis**, v. 22, n. 4, p. 390-409, 2018.

BARRETT, S. C. The evolution of plant sexual diversity. **Nature Reviews Genetics**, n. 3, p. 274-84, 2002.

BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. **Hibridação em caju.** In: BORÉM, A. Hibridação artificial de plantas. Viçosa: UFV, 1999. p.191-220.

BARROSO, G. M. **Sistemática de angiosperma do Brasil.** Viçosa: UFV, v. 3, 326p, 1991.

BARROSO, G. M.; PERON, M.V. **Myrtaceae.** In: LIMA, M. P. M.; BRUNI, R. R. G. (orgs.). Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo: RJ. Aspectos Florísticos das Espécies Vasculares. Jardim Botânico v.1. Rio de Janeiro. 1994.

BAUMGRATZ, J. F.; SILVA, N. M. F. Ecologia da polinização e biologia da reprodução de *Miconia stenostachya* DC. (Melastomataceae). **Rodriguésia**, v. 64, p. 11-23, 1986.

BEARDSELL, D. V.; O'BRIEN, S. P; WILLIAMS, E. G; KNOX, R. B.; CALDER, D. M. Reproductive biology or Australian Myrtaceae. **Australian Journal of Botany**, v. 41, p. 511-526, 1993.

BENEZAR, R. M. C.; PESSONI, L. A. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. **Acta Amazonica**, v 36, p. 159-168, 2006.

BERNARDO, R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; OLIVEIRA, J. S. B.; CRUZ, M. E. S.; MESQUINI, R. M. Atividade fungitóxica in vitro de extratos vegetais sobre o crescimento micelial de fungos fitopatogênicos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 2, p. 89-93, 2015.

BERNHARDT, P. Convergent evolution and adaptative radiation of beetle-pollinated angiosperms. **Plant Systematics and Evolution**, 222, 293-320, 2000.

BERTHAUD, J. Apomixis and the management of genetic diversity. In: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J.G.; DRESSELHAUS, T. **The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering**. El Batan: CIMMYT, 2001. p. 8-23.

BHOJWANI, S. S.; BHATNAGAR, S.P. **The Embryology of Angio-sperms**. Skylark. New Delhi, India. 1974. 264p.

BIFFIN, E.; LUCAS, E. J.; CRAVEN, L. A.; COSTA, I. R. da; HARRINGTON, M. G.; CRISP, M. D. Evolution of exceptional species richness among lineages of fleshy-fruited Myrtaceae. **Annals Botany**, v. 106, p. 79-93, 2010.

BOTI, J. B. **Polinização entomófila da goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae): Influência da distância de fragmentos florestais em Santa Teresa, Espírito Santo**. 2001. 57f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa.

BRACK, P., KINUPP, V. F., SOBRAL, M. E. G. Levantamento preliminar de espécies frutíferas de árvores e arbustos nativos com uso atual ou potencial do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1769-1772, 2007.

BUAINAIN, A. M; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de frutas**. Série agronegócios. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.

BUCHMANN, S. L. Buzz pollination in angiosperms. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Eds.). **Handbook of Experimental Pollination Biology**. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 1983. p. 73-113.

BUCHMANN, S. L.; JONES, C. E.; COLIN, L. J. Vibratile pollination of *Solanum douglasii* and *Solanum xantii* (Solanaceae) in Southern California. **The Wasman Journal Biology**, v. 35, p. 1-25, 1977.

BULLOCK, S. H. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest. **Biotropica**, v. 17, p. 287-301, 1985.

CABRAL, J. C.; ROSSI, A. A. B.; KLEIN, M. B.; VIEIRA, F. S.; GIUSTINA, L. D. Estimativa da viabilidade polínica em acessos de *Theobroma cacao* L. baseada em testes colorimétricos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 2780-2788, 2013.

CARVALHO, P. E. R. **Sete-capotes (*Campomanesia guazumifolia*)**. 4 ed. Agência de informações EMBRAPA – Espécies Arbóreas Brasileiras. 2011. 400p.

CASCANTE, A.; QUESADA, M.; LOBO, J. J.; FUCHS, E. A. Effects of dry tropical forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. **Conservation Biology**, v. 16, p. 137-147, 2002.

CASTILHOS, T. F., NORONHA, A. H., MOLINA, A. R., GOMES, G. C., ESPINDOLA, V. S., GUARINO, E. S. G. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 01-07, 2018.

CHAGAS, E. A., PIO, R., CHAGAS, P. C., PASQUAL, M., BETTIOL NETO, J. E. Composição de meio de cultura e condições ambientais para germinação de grãos de pólen de porta-enxertos de pereira. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 261-266, 2010.

CHARLESWORTH, D. Evolution of plant breeding system. **Current Biology**, v. 16, p. 726–735, 2006.

CHARLESWORTH, D.; CHARLESWORTH, B. A Model for the Evolution of Distyly. **The American Naturalist**, v. 114, n. 4, p. 467-498, 1979.

CORDEIRO, G. D.; PINHEIRO, M.; DOTTERL, S.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Pollination of *Campomanesia phaea* (Myrtaceae) by night-active bees: a new nocturnal pollination system mediated by floral scent. **Plant Biology**, v. 19, p. 132-139, 2017.

COSTA, C. C. F.; KRUPPEK, R. A.; KRAWCZYK, A. C. D. B. Diversidade de visitantes florais e biologia reprodutiva do Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) em fragmento de mata e área urbana. **Bioikos**, v. 29, n. 2, p. 11-18, 2015.

COSTA, C. B. N.; COSTA, J. A. S.; RAMALHO, M. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 103-114, 2006.

CRONQUIST. **An integradet system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, v. 31, 1981. 600p.

CRUZ, C. D. GENES – A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, F.; TURCHETTO-ZOLET, A. C.; VETO, N.; MONDIN, C. A.; SOBRAL, M.; ALMERÃO, M.; MARGIS, R. Phylogenetic analysis of the genus *Hexachlamys* (Myrtaceae) based on plastid and nuclear DNA sequences and their taxonomic implications. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 172, n. 4, p. 532-543, 2013.

DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. **Practical pollination biology**. Cambridge University Press, Cambridge, 2005. 590 p.

DANNER, M. A., CITADIN, I., SASSO, S. A. Z., SACHET, M. R., AMBRÓSIO, R. Fenologia da floração e frutificação de mirtáceas nativas da floresta com araucária. Comunicação científica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p.291-295, 2010.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; SASSO, S. A. Z.; SACHET, M. R.; MALAGI, G. Modo de reprodução e viabilidade de pólen de três espécies de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33, n. 2, 2011a.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; SASSO, S. A. Z.; SCARIOT, S.; BENIN, G. Genetic dissimilarity among jaboticaba trees native to Southwestern Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p.517-525, 2011b.

DENARDI, L., MARCHIORI, J. N. C., FERREIRA, M. R. Anatomia da madeira de *Plinia rivularis* (Camb.) Rotman. **Balduinia**, v. 1, n. 3, p. 21-25, 2005.

DINIZ, M. E. R.; BUSCHINI, M. L. T. Diversity of flower visiting bees of *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) in fragments of Atlantic Forest in South Brazil. **Sociobiology**, v. 63, n. 3, p. 982-990, 2016.

DONADIO, L. C.; MORO, F.; CUNHA, E. L. **Frutíferas Nativas e Exóticas: Morfologia Floral**. UNESP: Jaboticabal. 2017. 324p.

DONADO-PESTANA, C. M. BELCHIOR, T.; FESTUCCIA, W. T.; GENOVESE, M. I. Phenolic compounds from cambuci (*Campomanesia phaea* O. Berg) fruit attenuate glucose intolerance and adipose tissue inflammation induced by a high-fat, high-sucrose diet. **Food Research International**, v. 69, p. 170-178, 2015.

DONATO, A. M.; MORRETES, B. L. Morfo-anatomia foliar de *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. - Myrtaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 43-51, 2011.

DOUSSEAU, R. S.; ALVARENGA, A. A.; GUIMARÃES, R. M.; SILVA, T.; TELDE, L.; CUSTÓDIO, N.; CHAVES, I. S. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1362-1368, 2011.

DRELLER, C.; TARPY, D. R. Perception of the pollen need by foragers in a honeybee colony. **Animal Behaviour**, v. 59, p. 91-96, 2002.

DUARTE, L. D. S.; BERGAMIN, R. S.; MARCILIO-SILVA, V.; SEGER, G. D. DOS S.; MARQUES, M. C. M. Phylobetadiversity among forest types in the Brazilian Atlantic forest complex. **PLoS One**, 9:e105043, 2014.

DUCROQUET, J. P. J.; HICKEL, E. R.; NODARI, R. O. **Goiaba serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Série Frutas Nativas, FUNEP: Jaboticabal. 2000. 66p.

DURIGAN, G., BAITELLO, J. B., FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. **Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica. 2004.

DUTRA, J. C. S.; MACHADO, V. L. L. Entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae), durante seu período de floração. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 43-53, 2001.

EMBRAPA. Agricultura, Sustentabilidade e Tecnologia. Especial Embrapa, **Agroanalysis**, 8p. 2012.

ENDRESS, P. K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University Press, 499p. 1994.

FACHINELLO, J. C., PASA, M. S., SCHMTIZ, J. D., BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, p. 109-120, 2011.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The Principles of Pollination Ecology**. Oxford: Pergamon Press, 1979. 244p.

FALEIRO, F. G. **Marcadores moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos**. Planaltina –DF: Embrapa Cerrados, 2007. 102p.

FERREIRA, C. F.; PEREIRA, M. G.; SANTOS, A. S. S.; RODRIGUES, R.; BRESSAN-SMITH, R. E.; VIANA, A. P.; DAHER, R. F. Resistance to common bacterial blight in *Phaseolus vulgaris* L. recombinant inbred lines under natural infection of *Xanthomonas axonopodis* pv. phaseoli. **Euphytica**. 134, p. 43-46, 2003.

FIDALGO, A. O.; KLEINERT, A. M. P. Reproductive biology of six Brazilian Myrtaceae: Is there a syndrome associated with buzzpollination? **New Zealand Journal of Botany**, v. 47, p. 355-365, 2009.

FIGUEIREDO, M. A.; PIO, R.; SILVA, T. C.; SILVA, K. N. Características florais e carpométricas e germinação in vitro de grãos de pólen de cultivares de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, p. 731-740, 2013.

FIOR, C. S.; RODRIGUES, L. R.; CALIL, A. C.; LEONHARDT, C.; SOUZA, L. S.; SILVA, V. S. Qualidade fisiológica de sementes de guabijuzeiro (*Myrcianthes Pungens* (Berg) Legrand – Myrtaceae) em armazenamento. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 435-442, 2010.

FRANCHI, G. G.; PIOTTO, B. N.; NEPI, M.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; PACINI, E. Pollen and seed desiccation tolerance in relation to degree of developmental arrest, dispersal and survival. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 5267–5281, 2011.

FRANÇOSO, R., GUARALDO, A. DE C., PRADA, M., PAIVA, A.O., MOTA, E.H., PINTO, J.R.R. Fenologia e produção de frutos de *Caryocar brasiliense* Cambess. E *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J.F.Macbr. em diferentes regimes de queima. **Revista Árvore**, v. 38, p.579-590. 2014.

FRANZON, R. C. **Caracterização de mirtáceas nativas do sul do Brasil**. 2004. 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fruticultura de Clima Temperado) Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

FRANZON, R. C. **Propagação vegetativa e modo de reprodução da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.)**. 2008. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu

Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

FRANZON, R. C., CAMPOS, L. Z. O., PROENÇA, C. E. B., SOUZA-SILVA, J. C. **Araçás do gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrência, descrição e usos**. Embrapa Cerrados. Planaltina – DF. 48 p. 2009.

FRANZON, R. C., RASEIRA, M. C. B. Germinação *in vitro* e armazenamento do pólen de *Eugenia involucrata* DC (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p.18-20. 2006.

FRANZON, R. C.; RASEIRA, M. do C. M.; WAGNER JÚNIOR, A. Testes de germinação *in vitro* e armazenamento de pólen de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 2, p.251-255, 2007.

FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; BALDIN, E. L. L.; ALMEIDA, M. C. de. **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. 21. ed. Botucatu: FEPAF, 2016. 391 p.

GARCÍA, C. C.; GUARNIERI, M.; PACINI, E. Tomato pollen tube development and carbohydrate fluctuations in the autotrophic phase of growth. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 34, n. 6, p. 2341-2347, 2012.

GERTZ, O. Ueber die Verbreitung des Anthochlors bei den Compositen. **Förh Kungl Fysiogr Sällsk Lund**, v. 8, p. 62-70, 1938.

GIARETTA, A.; TULER, A. C.; SOUZA, M. da C.; VALDEMARIN, K. S.; MAZINE, F. F.; PEIXOTO, A. L. Diversidade de Myrtaceae na Reserva Natural Vale. **Floresta Atlântica de tabuleiro: diversidade e endemismo na Reserva Natural Vale**. 1.ed. Belo Horizonte, 2016. 496p.

GOLDBERG, E. E.; KOHN, J. R.; LANDE, R.; ROBERTSON, K. A.; SMITH, S. A.; IGIC, B. Species selection maintains self-incompatibility. **Science**, v. 330, p. 493-495, 2010.

GOLDENBERG, R.; SHEPHERD, G. J. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in cerrado vegetation. **Plant Systematics and Evolution**, 211: 13-29. 1998.

GOLDONI, J. **Caracterização físico-química, atividade antimicrobiana de frutos e germinação de sete capoteira [*Campomanesia guazumifolia* (CAMBESS.) O. BERG]**. 83f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Fronteira Sul. 2013.

GONÇALVES, E. G. **Morfologia Vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia de plantas vasculares**. 2ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos de Flora. 2011. 544p.

GOTTSBERGER, G. Some aspects of beetle pollination in the evolution of flowering plants. **Plant Systematics and Evolution**, v. 1, p. 211-226, 1977.

GRATTAPAGLIA, D. VAILLANCOURT, R. E.; SHEPHERD, M.; THUMMA, B. R.; FOLEY, W.; KÜLHEIM, C.; POTTS, B. M.; MYBURG, A. A. Progress in Myrtaceae genetics and genomics: *Eucalyptus* as the pivotal genus. **Tree Genetics and Genomes**, v. 8, n. 3, p. 463–508, 2012.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

GRIFO, F. T. **A revision of *Myrcianthes* Berg (Myrtaceae)**. New York. Doctoral Dissertation - Cornell University. 1992.

GOVAERTS, R.; SOBRAL, M.; ASHTON, P.; BARRIE, F.; HOLST, B. K.; LANDRUM, L.; MATSUMOTO, K.; MAZINE, F. F.; LUGHADHA, E. N.; PROENÇA, C.; SILVA, L. H. S.; WILAON, P.; LUCAS, E. **World Checklist of Myrtaceae**. Kew Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew. 2008.

GURAK, P. D.; BONA, G. S. De; Tessaro, I. C.; Marczak, L. D. F. Jaboticaba pomace powder obtained as a co-product of juice extraction: A comparative study of powder obtained from peel and whole fruit. **Food Research International**, v. 62, 786-792, 2014.

HEREFORD, J. Does selfing or outcrossing promote local adaptation? **American Journal of Botany**, v. 97, p. 298-302, 2010.

HESLOP-HARRISSON, J. Self-incompatibility: Phenomenology and physiology. **Proceedings Royal Society London**, v. 218, p. 371-395, 1983.

HEYWOOD, V. H. **Flowering plants of the world**. London: Batsford, 1993. 119p.

INFANTE, J.; ROSALEN, P. L.; LAZARINI, J. G.; FRANCHIN, M.; ALENCAR, S. M. D. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Unexplored Brazilian Native Fruits. **PLoS ONE**, v. 11, n. 4, p. 1-13, 2016.

INOUYE, D. W. The Terminology of Floral Larceny. **Ecology**, v. 61, n. 5, p. 1251–1253, 1980.

INOUYE, D. W.; FAVRE, N. D.; LANUM, J. A. The effects of non sugar nectar constituents on estimates of nectar energy content. **Ecology**, v. 61, p. 992–996, 1980.

IRWIN, R. E.; BRONSTEIN, J. L.; MANSON, J. S.; RICHARDSON, L. Nectar Robbing: Ecological and Evolutionary Perspectives. **Annual Review in Ecology, Evolution and Systematics**, v. 41, p. 271-292, 2010.

JONG, T. J.; WASER, N. M; KLINKHAMER, P. G. L. Geitonogamy: The neglected side of selfing. **Trends in Ecology and Evolution**, n. 8, v. 9, p. 321-325, 1993.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. **Sistemática Vegetal:**

Um Enfoque filogenético. 3ed. Porto Alegre, Artmed. 2009.

KAWASAKI, M. L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Myrtaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 11, p.121-170, 1989.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. University Press of Colorado, Colorado. 1993. 583p.

KIILL, P. H. L.; SIMÃO-BIANCHINI, R. Biologia Reprodutiva e polinização de *Jacquemontia nodiflora* (Desr.) G. Don (Convolvulaceae) em Caatinga na região de Petrolina, PE, Brasil. **Hoehnea**, v. 38, n. 4, p. 511-520, 2011.

KINNUP, V. F.; BARROS, I. B. I. de. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.

KUARAKSA, C., ELLIOTT, S., HOSSAERT-MCKEY, M. The phenology of dioecious *Ficus* spp. tree species and its importance for forest restoration projects. **Forest Ecology and Management**, v. 265, p.82-93, 2012.

LARSON, B. M. H.; KEVAN, P. G.; INOUE, D. W. Flies and flowers: taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. **The Canadian Entomologist**, v. 133, p. 439 - 465, 2001.

LASEKAN, O.; ABBAS, K. A. Distinctive Exotic Flavor and Aroma Compounds of some Exotic Tropical Fruits and Berries: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 52, n. 8, p. 726-735, 2012.

LATTUADA, D. S.; SOUZA, P. V. D.; GONZATTO, M. P. Enxertia herbácea em Myrtaceae nativas do Rio Grande Do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1285-1288, 2010.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P. C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R. O.; LAURANCE, S. G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

LEGRAND, D. C.; KLEIN, R. M. **Flora ilustrada catarinense: Mirtáceas**. Itajaí: P. Raulino Reitz, 1977.

LEITÃO-FILHO, H. F. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)**. Editora da Universidade Estadual de Campinas: Campinas. 1993. 370p.

LI, P.; JOHNSTON, M. O. Comparative floral morphometrics of distyly and homostyly in three evolutionary lineages of *Amsinckia* (Boraginaceae). **Canadian Journal of Botany**, v. 79, p. 1332-1348, 2001.

LIMA, D.F.; GOLDENBERG, R.; SOBRAL, M. O gênero *Campomanesia* (Myrtaceae) no estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, p. 683-693, 2011.

LIMBERGER, R. P.; APEL, M. A.; SOBRAL, M.; SCHAPOVAL, E. S.; HENRIQUES, A. T. Investigação da atividade antimicrobiana do óleo volátil de espécies da família Myrtaceae. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 79, p. 49-52, 1998.

LLOYD, D. G.; SCHOEN, D. J. Self- and cross-fertilization in plants. I. Functional dimensions. **International Journal of Plant Science**, v. 153, p. 358–369, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 1, 5. ed. Editora Plantarum. Nova Odessa – SP, 2008. 384 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2, 3. ed. Editora Plantarum. Nova Odessa – SP, 2009. 384 p.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. São Paulo. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640p.

LOURENÇO, A. R. L.; BARBOSA, M. R. V. Myrtaceae em restingas no limite norte de distribuição de Mata Atlântica, Brasil. **Rodriguésia**, v. 63, n. 2, p. 373- 393, 2012.

LUCAS, E. J. HARRIS, S. A.; MAZINE, F. F.; BELSHAM, S. R.; NIC LUGHADHA, E.; TELFORD, A.; GASSON, P. E.; CHASE, M. W. Suprageneric phylogenetics of Myrteae, the generically richest tribe in Myrtaceae (Myrtales). **Taxon**, v. 56, p. 1105-1128, 2007.

LUGHADHA, E. N.; PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Missouri Botanical Garden**, v. 83, p. 480-503, 1996.

LYRA, D. H.; SAMPAIO, L. S.; PEREIRA, D. A.; SILVA, A. P.; AMARAL, C. L. F. Pollen viability and germination in *Jatropha ribifolia* and *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae): Species with potential for biofuel production. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 3, p. 368-374, 2011.

MABBERLEY, D. J. **Mabberley's plant-book**: a portable dictionary of plants, their classifications and uses. 3th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 1.040 p.

MALERBO, D. T. S.; TOLEDO, V. A. A.; COUTO, R. H. N. Polinização entomófila em jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.). **Ciência Zootécnica**, v. 6, p. 3-5, 1991.

MARCHIORI, J. N. C.; SANTOS, S. R. Anatomia das madeiras de *Campomanesia aurea* O. Berg e *Eugenia myrcianthes* Niedenzu (Myrtaceae). **Balduinia**, n. 22, p. 23-30, 2010.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas**: Myrtales. Santa Maria: Ed. Da UFSM, 1997. 304 p.

MARIN, R.; PIZZOLI, LIMBERGER, R.; APEL, M.; ZUANAZZI, J. A. S.; HENRIQUES, A. T. **Propriedades nutraceuticas de algumas espécies frutíferas do sul do Brasil**. In: Espécies Frutíferas Nativas do sul do Brasil. Pelotas: Embrapa de Clima Temperado, 2004. p.107-122.

MARTINELLI, G; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. 46p.

MATIAS, R., CONSOLARO, H. Pollination biology of *Geissomeria pubescens* Nees (Acanthaceae) in a forest remnant in central Brazil. **Botany**, v. 92, p. 215-222, 2014.

MATTOS, J. R. **A goiabeira serrana**. Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais. Renováveis: Porto Alegre. 1986. 84p.

MATTOS, J. R. **Guabiobeiras do Brasil**. Jaboticabal. Funep, 2010. 50p.

MAUÉS, M. M., COUTURIER, G. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v. 25, p. 441-448, 2002.

MAZINE, F. F.; SOUZA, V. C.; SOBRAL, M.; FOREST, F.; LUCAS, E. A preliminary phylogenetic analysis of *Eugenia* (Myrtaceae: Myrteae), with a focus on Neotropical species. **KEW BULLETIN**, v. 69, n. 9497, p. 1-14, 2014.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2007. 913p.

MIRANDA, P. A.; CLEMENT, C. R. Germination and storage of pejibaye (*Bactris gasipaes*) Palmae pollen. **Revista de Biologia Tropical**, v. 38, n. 1, p. 29-33, 1990.

MORAIS, L. M. F.; CONCEIÇÃO, G. M.; NASCIMENTO, J. M. Família Myrtaceae: análise morfológica e distribuição geográfica de uma coleção botânica. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 1, p. 317-346, 2014.

MORETTO, S. P., NODARI, E. S., NODARI, R. O. A Introdução e os usos da Feijoa ou Goiabeira Serrana (*Acca sellowiana*): A perspectiva da história ambiental. **Fronteiras: Journal Of Social, Technological And Environmental Science**, v. 3, n. 2, p. 67-79, 2014.

MUNIN, R. L.; TEIXEIRA, R. C.; SIGRIST, M. R. Esfingofilia e sistema de reprodução de *Bauhinia curvula* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em cerrado no Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 1, p. 15-25, 2008.

MURRAY-SMITH, C.; BRUMMITT, N. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BACHMAN, S.; MOAT, J.; LUGHADHA, E. M. N.; LUCAS, E. J. Plant diversity hotspots in the Atlantic coastal forests of Brazil. **Conservation Biology**, v. 23, p. 151-16, 2009.

MUTH, F.; FRANCIS, J. S.; LEONARD, A. S. Bees use the taste of pollen to determine which flowers to visit. **Biology Letters**, v. 12, n. 7, 20160356, 2016.

MYERS, N. R. A.; MITTERMEIER, C. G.; MITTERMEIER, G. A. B.; FONSECA, J.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403, p. 853-845, 2000.

NIC LUGHADHA, E. N.; PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Missouri botanical Garden**, v.34, p.480-503, 1996.

NOGUEIRA, P. V.; SILVA, D. F.; PIO, R.; SILVA, P. A. O.; BISI, R. B.; BALBI, R. V. Germinação de pólen e aplicação de ácido bórico em botões florais de nespereiras. **Bragantia**, v. 74, n. 1, p. 9-15, 2015.

NOGUEIRA-NETO, P. Management of plants to maintain and study pollinating bee species, and also to protect vertebrate frugivorous fauna. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L. (eds). **Pollinating Bees: The Conservation Link Between Agriculture and Nature** Ministry of Environment/Brasília. P. 21- 28. 2002.

NORA, C. D.; DANELLI, D.; SOUZA, L. F.; RIOS, A. O.; JONG, E. V.; FLÔRES, S. Protective effect of guabiju (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand) and red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) against cisplatin-induced hypercholesterolemia in rats. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 50, n. 3, 2014a.

NORA, C. D.; JABLONSKI, A.; RIOS, A. O.; HERTZ, P. F.; JONG, E. V.; FLÔRES, S. H. The characterisation and profile of bioactive compounds in red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand). **International Journal of Food Science & Technology**, v. 49, n. 8, p. 1842-1849, 2014b.

NORA, C. D.; MÜLLER, C. D.-R.; BONA, G. S.; RIOS, A. O.; HERTZ, P. F.; JABLONSKI, A.; JONG, E. V.; FLÔRES, S. H. Effect of processing on the stability of bioactive compounds from red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 34, n. 1, p. 18-25, 2014c.

NUCCI, M.; ALVES, J. V. V. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg - Myrtaceae em área de cerrado no Sul do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Interciencia**, v. 42, n. 2, p. 127–131, 2017.

NUNES, M. Z.; BOFF, M. I. C.; SANTOS, R. S. S.; ROSA, J. M.; FRANCO, C. R. Fruticultura orgânica: Avaliação de parâmetros para o escaneamento de frutos de pereira. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 01-04, 2011.

O'BRIEN, S. P.; CALDER, D. M. Reproductive biology and floral phenologies of the sympatric species *Leptospermum myrsinoides* and *L. continentale* (Myrtaceae). **Australian Journal of Botanic**, v. 41, p. 527-539, 1993.

OLIVEIRA-ABREU, C.; HILÁRIO, S. D.; LUZ, C. F. P.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Pollen

and nectar foraging by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in natural habitat. **Sociobiology**, v. 4, p. 441-448, 2014.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, p. 793-810, 2000.

OLIVEIRA, M. I. U.; FUNCH, L. S.; LANDRUM, L. R. Flora da Bahia: *Campomanesia* (Myrtaceae). **Sitientibus**, v. 12, p. 91–107, 2012.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora**, v. 195, p. 311-329, 2000.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, p. 321-326, 2011.

PATON, D. C. Honeybees in the Australian environment. Does *Apis mellifera* disrupt or benefit the native biota? **Bioscience**, v. 2. p. 95-103, 1993.

PAULINO-NETO, H. F. Polinização por besouros. In: RECH, A. R. et al. (Org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. Cap. 11. p. 259-275.

PEDRONI, F.; MARYLAND, S.; SANTOS, F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, 2002.

PEREIRA, D. A. BRASILEIRO, B. P. AMARAL, C. L. F. Termos da biologia da polinização aplicados à fruticultura. **Biotemas**, v. 22, n. 01, p. 141-146, 2009.

PERLEBERG, T. D. Conservação *ex situ* e biologia reprodutiva da espinheira santa (*Maytenus ilicifolia*, Celastraceae). 89f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pelotas. 2017.

PERNAL, S. F.; CURRIE, R. W. Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera* L. **Animal Behaviour**, v. 63, p. 369-390, 2002.

PESSOA, L. A. M. S.; MANN, A. G.; SANTOS, M. L. F.; RIBEIRO, P. Morphological floral characterization in accessions of *Jatropha curcas*. **Scientia Plena**. v. 8, n. 3, 2012.

PETERS, C. M.; VASQUEZ, A. Estudios ecológicos de Camu-camu (*Myrciaria dubia*). I. Produccion de frutos en poblaciones naturales. **Acta Amazonica**, v. 17, p. 161-174, 1987.

PETINARI, R. A., TERESO, M. J. A., BERGAMASCO, S. M. P. P. A importância da fruticultura para os agricultores familiares da região de Jales – SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 356-360, 2008.

PFAHLER, P. L. In vitro germination and pollen tube growth of maize (*Zea mays* L.) pollen calcium and ácido bórico effects. **Canadian Journal of Botany**, v. 45, n. 6, p. 839-845, 1967.

PIMENTEL, R. R.; BARREIRA, N. B.; SPALA, D. P. B.; CARDIM, N. B.; SOUZA, M. C.; SÁ-HAIAD, B. B.; MACHADO, S. R.; ROCHA, J.; SANTIAGO-FERNANDES, L. D. R. Development and evolution of the gynoecium in Myrteae (Myrtaceae). **Australian Journal of Botany**, v. 62, p. 335-346, 2014.

PIO-CORRÊA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. 646p.

PIRANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. **Flores e Abelhas em São Paulo**. EDUSP/FAPESP, 1993. 192p.

PIRES, M. M. Y.; SOUZA, L. A. Morfoanatomia e aspectos da biologia floral de *Myrcia guianensis* (Aublet) A. P. de Candolle e de *Myrcia laruotteana* Cambesse (Myrtaceae). **Acta Scientiarum**, v. 33, n. 3, p. 325-331, 2011.

PIROLA, K. **Caracterização fisiológica e conservação de sementes de oito fruteiras nativas do Bioma Floresta com Araucária**. 129f. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco – Paraná. 2013.

POLATTO, L. P.; ALVES-JUNIOR, V. V. Sistema reprodutivo de *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae). **Revista Árvore**, v. 33, p. 289-296, 2009.

POLL, H., KIST, B. B., SANTOS, C. E., REETZ, E. R., CARVALHO, C., SILVEIRA, D. N. **Anuário Brasileiro de Fruticultura 2013**. Santa Cruz do Sul – RS. Editora Gazeta Santa Cruz. 2013. 136 p.

PROENÇA, C. E. B.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. **New Phytologist**, v. 126, n. 2, p.343-354, 1994.

QUESADA, M.; K.E. STONER. 2003. Threats to the conservation of tropical dry forest in Costa Rica. In: G.W. Frankie, A. Mata & S.B. Vinson (eds.). **Biodiversity Conservation in Costa Rica: Learning the lessons in the seasonal dry forest**. University of California Press, Berkeley, California.

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. **Apidologie**, v. 21, p. 469-488, 1990.

RAMOS, J. D. R.; PASQUAL, M.; SALLES, L. A.; CHAGAS, E. A.; PIO, R. Receptividade do estigma e ajuste de protocolo para germinação in vitro de grãos de pólen de citros. **Interciência**, v. 33, n. 1, p. 51-55, 2008.

RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D. **Espécies**

frutíferas nativas do sul do Brasil. Embrapa Clima Temperado: documento 129, 2004. 124p.

RECH, A. R.; AVILA Jr., R. S. de; SCHLINDWEIN, C. Síndromes de polinização: especialização e generalização. In: RECH, A. R. et al. (Org.). **Biologia da polinização.** Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. p. 171-181.

REGO, G. M.; LAVORANTI, O. J.; ASSUMPTÃO NETO, A. **Monitoramento dos Estádios Fenológicos Reprodutivos em Cerejeira-do-Mato.** Colombo: Embrapa Florestas; 2006. 5 p.

REIS, L. C. R.; BERNARDI, J. R.; SILVA, A. C. P.; FACCO, E. M. P. Análise da composição nutricional e estabilidade de compostos fenólicos e antocianinas totais do guabijú (*Myrcianthes pungens*). **Brazilian Journal of Food Research**, v. 7, n. 1, p. 89-104, 2016.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, v. 34-35, p. 1-525, 1983.

RICHARDS, A. J. **Plant breeding systems.** Chapman Hall, London. 1997.

RODARTE, A. T. A.; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 2, p. 301-312, 2008.

RODRIGUEZ-ENRIQUEZ, M. J.; MEHDI, S.; DICKINSON, H. G.; GRANT-DOWNTON, H. T. A novel method for efficient *in vitro* germination and tube growth of *Arabidopsis thaliana* pollen. **New Phytologist**, v. 197, p. 668–679, 2013.

ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, M. C. Os gêneros *Calycorectes* O.Berg, *Hexachlamys* O. Berg., *Myrciaria* O. Berg e *Plinia* L. (Myrtaceae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 613- 627, 2004.

SANQUETTA, C. R.; FERNANDES, L. A. V.; MIRANDA, D. L. C.; MOGNON, F. Inventário de plantas fornecedoras de produtos não madeireiros da floresta ombrófila mista no Estado do Paraná. **Scientia Agraria**, v. 11, p. 359-369, 2010.

SANTOS, C. M. R. **Desenvolvimento estrutural associado à biologia reprodutiva de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (Myrtaceae).** 206f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2013.

SANTOS, C. M. R.; FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 13-20, 2004.

SANTOS, S. R. dos; MARCHIORI, J. N. C.; SIEGLOCH, A. M. Diversidade estrutural em *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 785-792, 2014.

SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Petiscos florais: pétalas de *Acca sellowiana* (Myrtaceae) como fonte alimentar para aves em área urbana no Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 1-5, 2007.

SCANFERLA, A. F. L. S.; ALVES JÚNIOR, V. V.; PEREIRA, Z. V. Avaliação do Desenvolvimento Fenológico de *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg. (Myrtaceae) em Área de Cerrado do Mato Grosso do Sul, Brasil, com vista à sua preservação e manejo sustentável. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, p. 1-12, 2015.

SCARIOT, A. O.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Reproductive Biology of the Palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. **Biotropica**, v. 23, n. 1, p. 12-22, 1991.

SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; DALL'AGNOL, M. Auto-incompatibilidade em plantas. **Ciência Rural**, v. 32, n. 06, p. 1083–1090, 2002.

SCHMEDA-HIRSCHMANN, G.; FERESIN, G.; TAPIA, A.; HILGERT, N.; THEODULOZ, C. Proximate composition and free radical scavenging activity of edible fruits from the Argentina Yungas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 1357-1364, 2005.

SCHOEN, D. J.; BUSCH, J. W. On the evolution of self-fertilization in a metapopulation. **International Journal of Plant Sciences**, v. 169, p. 119–127, 2008.

SCHUSTER, A.; NOY-MEIR, I.; HEYN, C. C.; DAFNI, A. Pollination-dependent female reproductive success in a self-compatible outcrosser, *Asphodelus aestivus* Brot. **New Phytologist**, v. 123, p.165-174, 1993.

SCOGIN, R.; YOUNG, D. A.; JONES, C. E. Anthochlor pigments and pollination biology: II. The ultraviolet patterns of *Coreopsis gigantea* (Asteraceae). **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 104, p. 155-159, 1977.

SCORZA, R.; SHERMAN, W. B. Peaches. In: JANIK J.; MOORE, J.N. (Ed.). **Fruit Breeding**, p.325-440, 1995.

SEAB - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - Departamento de Economia Rural. Análise da conjuntura agropecuária, safra 2016/17, Fruticultura. 9 p. 2017.

SEBBENN, A. M. Pomar de sementes de espécies florestais. **Pomar de sementes de espécies florestais**. p.93–138, 2006.

SERAGLIO, S. K. T. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food Chemistry**, v. 239, p. 649-656, 2018.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro Espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 1, p. 235-247, 2007.

SILVA, A.T.; MAZINE, F. F. A família Myrtaceae na Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, São

Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 67, n. 1, p. 203-223, 2016.

SILVA, C. B.; SILVA, C. B.; VIEIRA, M. C. Pollination of alfavacão (*Ocimum gratissimum*) - L. (Lamiaceae), of the reproductive mechanisms. **Journal of the Brazilian Association for Horticultural Science**, v. 24, n. 1, p. 2872-2875, 2006.

SILVA, J. M. C.; RYLANDS, A. B.; FONSECA, G. A. B. O. Destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 124-131, 2005.

SILVA, T. M. T.; LIMA, W. L.; RANGEL, O. J. P.; FERRARI, J. L.; OLIVEIRA, F. L. Panorama da fruticultura no Espírito Santo – Brasil. **Revista Verde**, v. 8, n. 5, p. 81-89, 2013.

SILVA, T. M. T.; LIMA, W. L.; RANGEL, O. J. P.; FERRARI, J. L.; OLIVEIRA, F. L. Panorama da Fruticultura no Espírito Santo-Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 01-08, 2016.

SILVA-FILHO, J. F. **Florística e fitossociologia da área de Proteção ambiental do Inhamum do município de Caxias e comparação com outras áreas do estado do Maranhão, Brasil**. Monografia. Universidade Estadual do Maranhão. Caxias-MA. 2006.

SILVEIRA, S.; LUCENA, E. V.; PEREIRA, T. F.; GARNÉS, F. L. S.; ROMAGNOLO, M. B.; TAKEMURA, O. S.; LAVERDE JUNIOR, A. Atividade anticolinesterasica dos frutos de *Myrcianthes pungens* (o.Berg) d.Legrand (Myrtaceae). **Arquivo Ciência e Saúde**, v. 15, n. 2, p. 127-133, 2011.

SINIMBÚ NETO, F. A.; MARTINS, A. B. G; BARBOSA, J. C. Viabilidade in vitro de grãos de pólen de bacurizeiro - Clusiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 593-600, 2011.

SNOW, N. Estudos de *Eugenia* malgaxe (Myrtaceae) - II: Quatro novas espécies, incluindo um comido por lêmures negros em Nosy Be. **Botânica Sistemática**, 36, p. 677-689, 2011.

SOARES-SILVA, L. H. **A Família Myrtaceae - Subtribos: Myrciinae e Eugeniinae na Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi, Estado do Paraná, Brasil**. 462f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 2000.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. Myrtaceae in: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 10 de out. 2014.

SOBRAL, M.; FARIA JR., J. E. Q.; IBRAHIM, M. U.; LUCAS, E. J.; RIGUEIRA, D.; STADNIK, A.; VILLAROEL, D. Thirteen new Myrtaceae from Bahia, Brazil. **Phytotaxa**, v. 224, p. 201-231, 2015.

SOBREVILA, C.; ARROYO, M. T. K. Breeding systems in a montane tropical cloud forest in Venezuela. **Plant Systematics and Evolution**, v. 140, p. 19-37, 1982.

SOBUCKI, L., BETEMPS, D. L., RAMOS, R. F., LEDUR, C. L., ROHRIG, B. Caracterização físico-química de diferentes espécies de mirtáceas na cidade de Cerro Largo – RS. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 01-05, 2015.

SOUZA, J. G. R., NASCIMENTO, V. T., RIBAS, J. M. Biologia floral e reprodutiva de *Corchorus hirtus* L. (Malvaceae) uma espécie de Mata Seca do Cerrado. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 1, p. 158-171, 2018.

SOUZA, L. S.; FIOR, C. S.; SOUZA, P. V. D.; SCHWARZ, S. F. Desinfestação de sementes e multiplicação in vitro de guabijuzeiro a partir de segmentos apicais juvenis (*Myrcianthes pungens* O.Berg) D. Legrand. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 691-697, 2011.

SOUZA, M. A. D. **Biologia reprodutiva de onze espécies de Myrtaceae em floresta de terra firme na Amazônia Central**. 1997. Dissertação (mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 1997.

SOUZA, M. T.; SOUZA, M. T.; PANOBIANCO, M. Morphological characterization of fruit, seed and seedling, and seed germination test of *Campomanesia guazumifolia*. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 1, p. 000-000, 2018.

SOUZA, V. A. B.; VALE, E. M.; GOMES, S. O.; COSTA, M. P. S. D.; GUIMARÃES, A. R. C. Efeito da concentração de sacarose na germinação in vitro do pólen de cinco acessos de bacurizeiro (*Platonia insignis* MART.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 677-684, 2013.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum. 2012.

STADNIK, A.; OLIVEIRA, M. I. U.; ROQUE, N. Levantamento florístico de Myrtaceae no município de Jacobina, Chapada Diamantina, Estado da Bahia, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 1, p. 87-97, 2016.

STAGGEMEIER, V. G.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; MORELLATO, L. P. C. The shared influence of phylogeny and ecology on the reproductive patterns of Myrteae (Myrtaceae). **Journal of Ecology**, v. 98, p. 1409–1421, 2010.

STAGGEMEIER, V. G.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; FOREST, F.; LUCAS, E. Phylogenetic analysis in *Myrcia* sect. *Aulomyrcia* (O.Berg) Griseb. and inferences on plant diversity in the Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, v. 15, p. 747–761, 2015.

STANTON, M. L. Interacting guilds: moving beyond the pairwise perspective on mutualisms. **American Naturalist**, v. 162, p. 10-23, 2003.

STEFANELLO, M. E. A.; PASCOAL, A. C. R. F.; SALVADOR, M. J. Review – Essential oils from neotropical Myrtaceae: chemical diversity and biological properties. **Chemistry and**

Biodiversity, v. 8, n. 1, p. 73-94, 2011.

STEHMANN, J. et al. **Plantas da Floresta Atlântica**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro Press, Rio de Janeiro. 2009.

STORTI, E. F. Biologia da polinização e sistema reprodutivo de *Passiflora coccinea* Aubl. em Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 32, n. 3, p. 421-429, 2002.

THOMPSON, M. M.; LIU, L. J. Temperature, fruit set and embryo sac development in "Italian Prune". **Journal American Society Horticultural Science**, v. 98, p. 193-197, 1973.

THORNHILL, A. H.; CRISP, M. D. Phylogenetic assessment of pollen characters in Myrtaceae. **Australian Systematic Botany**, v. 25, p. 171-187, 2012.

THURLBY, K. A. G.; WILSON, P. G.; SHERWIN, W. B.; CONNELLY, C.; ROSSETTO, M. Reproductive bet-hedging in a rare yet widespread rainforest tree, *Syzygium paniculatum* (Myrtaceae). **Austral Ecology**, v. 37, n. 8, p. 936-944, 2012.

TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; DEL CLARO, K. Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. **Ciência e Cultura**, v. 4, p. 281-284, 1998.

TORRES, C., GALETTO, L. Flowering phenology of co-occurring Asteraceae: a matter of climate, ecological interactions, plant attributes or of evolutionary relationships among species? **Organisms Diversity & Evolution**, v. 11, p.9-19. 2011.

VERSIEUX, L. M.; ACOSTA, A. L.; JORDAO, A. L. ; ZIDKO, A.; MAIA, U. M. . Floral biology, morphology and ecological niche modelling of *Caraipa grandifolia* (Calophyllaceae), an important Amazonian floodplain tree. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, v. 9, p.621-638, 2014.

VIANA, P. A. Manejo de *Diabrotica speciosa* na Cultura do Milho. **Embrapa Circular Técnica**, Sete Lagoas, n. 141, 2010.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica – Organografia: Quadros Sinóticos Ilustrados de Fanerógamos**. Viçosa: UFV, 4º ed., 2010. 124p.

VILELA, R. C. F.; ASSIS, J. G. DE A.; NÓBREGA FILHO, L.; VIANA, B. F. Sistema reprodutivo e diversidade genética de quatro espécies de Myrciaria (Myrtaceae, jabuticabeiras). **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 727-734, 2012.

WCSP. World Checklist of Selected Plant Families. **Myrtaceae**. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. 2018. Disponível em: <<http://wmsp.science.kew.org/qsearch.do>>. Acesso em: dez. 2018.

WIELEWICK, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. de S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 191-197, 2006.

WILLMER, P. **Pollination and Floral Ecology**. Princeton: Princeton University Press, 2011.

WILSON, P. G. **Myrtaceae**. In: K. Kubitzki (ed.). Flowering plants. Eudicots: The families and genera of vascular plants. v. 10. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 212-271. 2011.

WILSON, P. G.; O'BRIEN, M. M.; GADEK, P. A.; QUINN, C. J. Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 11, p. 2013-2025, 2001.

WILSON, P. G.; O'BRIEN, M. M.; HESLEWOOD, M. M.; QUINN, C. J. Relationships within Myrtaceae *sensu lato* based on a matK phylogeny. **Plant Systematics and Evolution**, v. 251, p. 3-19, 2005.

WYK, A. E.; LOWREY, T. K. Studies on the reproductive biology of *Eugenia* L. (Myrtaceae) in Southern Africa. **Monography Systematic Botanic Missouri Botanical Garden**, v. 25, p. 279-293, 1988.

YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S.; MARTINS, F. R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da floresta estacional semidecídua montana, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 21, n. 3, p. 553-573, 2007.

ZAMBON, V.; AGOSTINI, K. Polimorfismo floral e suas implicações em sistemas sexuais: o caso de *Solanum melongena* (Solanaceae). **Rodriguésia**, v.68, n. 4, p. 1187-1199, 2017.

ZAPATA, T. R.; ARROYO, M. T. K. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. **Biotropica**, v. 10, p. 221-230, 1978.

ZYGADLO, J. A.; ALICIA D.; ROTMAN, M. J.; PEREZ, A.; NEGUERUELA, A. V. Leaf Oils of Two *Myrcianthes* Species from Argentina: *M. pungens* (Berg.) Legrand and *M. cisplatensis* (Camb.) Berg. **Journal of Essential Oil Research**, v. 9, n. 2, p. 237-239, 1997.

LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice 1.** Análise de variância para germinação de pólen de guabijuzeiro, de acordo com a origem do pólen e o tempo de dessecação do mesmo. 122
- Apêndice 2.** Análise de variância para germinação de pólen de guabijuzeiro, de acordo com a concentração de sacarose no meio de cultura. 122
- Apêndice 3.** Análise de variância para germinação de pólen de guabijuzeiro, de acordo com a concentração de ácido bórico no meio de cultura. 122
- Apêndice 4.** Análise de variância para a variável germinação de pólen de sete-capoteiro, de acordo com a origem do pólen e o tempo de dessecação do mesmo. 123
- Apêndice 5.** Análise de variância para germinação de pólen de sete-capoteiro, de acordo com a concentração de sacarose no meio de cultura. 123
- Apêndice 6.** Análise de variância para germinação de pólen de sete-capoteiro, de acordo com a concentração de ácido bórico no meio de cultura. 123
- Apêndice 7.** Análise de variância para germinação de pólen de sete-capoteiro, de acordo com a concentração de nitrato de cálcio no meio de cultura. 124
- Apêndice 8.** Análise de variância para germinação de pólen de ubajaizeiro, de acordo com a origem do pólen e o tempo de dessecação do mesmo. 124
- Apêndice 9.** Análise de variância para germinação de pólen de ubajaizeiro, de acordo com a concentração de sacarose no meio de cultura. 124

APÊNDICES

Apêndice 1. Análise de variância para germinação de pólen de guabijuzeiro, de acordo com a origem do pólen e o tempo de dessecação do mesmo.

| Fontes de variação | GL | QM |
|-------------------------|-------|----------|
| Origem do pólen (A) | 1 | 637,56** |
| Tempo de dessecação (B) | 3 | 572,10** |
| A X B | 3 | 573,43** |
| Tratamento | 7 | 582,02** |
| Resíduo | 56 | 1,5044 |
| CV (%) | 21,69 | |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0.01$)

Apêndice 2. Análise de variância para germinação de pólen de guabijuzeiro, de acordo com a concentração de sacarose no meio de cultura.

| Fontes de variação | GL | QM |
|--------------------|------|----------|
| Tratamentos | 4 | 728,50** |
| Resíduo | 35 | 1,13 |
| Total | 39 | |
| CV (%) | 9,32 | |
| Média (%) | 11 | |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0.01$)

Apêndice 3. Análise de variância para germinação de pólen de guabijuzeiro, de acordo com a concentração de ácido bórico no meio de cultura.

| Fontes de variação | GL | QM |
|--------------------|------|---------|
| Tratamentos | 4 | 9144,65 |
| Resíduo | 35 | 7,50 |
| Total | 39 | |
| CV (%) | 4,22 | |
| Média (%) | 65 | |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0.01$)

Apêndice 4. Análise de variância para a variável germinação de pólen de sete-capoteiro, de acordo com a origem do pólen e o tempo de dessecação do mesmo.

| Fontes de variação | GL | QM |
|-------------------------|------|-----------|
| Origem do pólen (A) | 1 | 3422,25** |
| Tempo de dessecação (B) | 3 | 838,91** |
| A X B | 3 | 838,91** |
| Tratamento | 7 | 1207,96** |
| Resíduo | 56 | 0,39 |
| CV (%) | 8,57 | |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0.01$)

Apêndice 5. Análise de variância para germinação de pólen de sete-capoteiro, de acordo com a concentração de sacarose no meio de cultura.

| Fontes de variação | GL | QM |
|--------------------|------|----------|
| Tratamentos | 4 | 338,90** |
| Resíduo | 35 | 1,64 |
| Total | 39 | |
| CV (%) | 6,36 | |
| Média (%) | 20 | |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0.01$)

Apêndice 6. Análise de variância para germinação de pólen de sete-capoteiro, de acordo com a concentração de ácido bórico no meio de cultura.

| Fontes de variação | GL | QM |
|--------------------|------|-----------|
| Tratamentos | 4 | 1279,15** |
| Resíduo | 35 | 1,70 |
| Total | 39 | |
| CV (%) | 2,93 | |
| Média (%) | 44 | |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0.01$)

Apêndice 7. Análise de variância para germinação de pólen de sete-capoteiro, de acordo com a concentração de nitrato de cálcio no meio de cultura.

| Fontes de variação | GL | QM |
|--------------------|------|-----------|
| Tratamentos | 4 | 1166,94** |
| Resíduo | 35 | 9,76 |
| Total | 39 | |
| CV (%) | 3,99 | |
| Média (%) | 78 | |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0.01$)

Apêndice 8. Análise de variância para germinação de pólen de ubajaizeiro, de acordo com a origem do pólen e o tempo de dessecação do mesmo.

| Fontes de Variação | GL | QM |
|---------------------------------------|------|--------------|
| Estágio de desenvolvimento floral (A) | 1 | 2812.50000** |
| Tempo de dessecação (B) | 3 | 275.04167** |
| A X B | 3 | 96.91667** |
| Tratamento | 7 | 561.19643** |
| Resíduo | 24 | 1.02083 |
| CV (%) | 7,06 | |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0.01$)

Apêndice 9. Análise de variância para germinação de pólen de ubajaizeiro, de acordo com a concentração de sacarose no meio de cultura.

| Fontes de variação | GL | QM |
|--------------------|------|-----------|
| Tratamentos | 4 | 3512,08** |
| Resíduo | 15 | 4,68 |
| Total | 19 | |
| CV (%) | 4,69 | |
| Média (%) | 46 | |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0.01$)