

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA-INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BOTÂNICA**

**ESTUDOS DA BIOLOGIA REPRODUTIVA, MORFOLOGIA E POLINIZAÇÃO
APLICADOS À PRODUÇÃO DE FRUTOS DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia*
(H.B.K.) Mc Vaugh) ADAPTADAS À TERRA FIRME DA AMAZÔNIA
CENTRAL/BRASIL**

CHRISTINNY GISELLY BACELAR LIMA

Manaus – Amazonas

Novembro/ 2009

CHRISTINNY GISELLY BACELAR LIMA

**ESTUDOS DA BIOLOGIA REPRODUTIVA, MORFOLOGIA E
POLINIZAÇÃO APLICADOS À PRODUÇÃO DE FRUTOS DE CAMU-
CAMU (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) ADAPTADAS À TERRA
FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL/BRASIL**

ORIENTADOR: DR. KAORU YUYAMA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Botânica do INPA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Botânica.

Manaus– Amazonas

Novembro/ 2009

L732e Bacelar-Lima, Christinny Giselly

Estudos da biologia reprodutiva, morfologia e polinização aplicados à produção de frutos de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) adaptadas à terra firme da Amazônia Central, Brasil / Christinny Giselly Bacelar -- Manaus : [s.n.], 2009.
-xvii, 121 f. : il. (algumas color.)

Tese (doutorado)--INPA, Manaus, 2009.

Orientador: Dr. Kaoru Yuyama

Área de concentração: Biodiversidade Vegetal da Amazônia, Reprodução e Crescimentos de Vegetais

1.Camu-camu 2.*Myrciaria dubia* 3.Fenologia 4.Biologia floral
I.Título

CDD 19ª ed. 583.420416

SINOPSE: Este trabalho se propôs a estudar alguns aspectos da biologia reprodutiva e a investigar a eficiência da polinização, com a introdução colméias racionais de abelhas, em plantios experimentais de camu-camu (*Myrciaria dubia*), localizados em Manaus e Rio Preto da Eva, no Amazonas-AM, entre os anos de 2006 e 2008.

Palavras-chave: Sistema reprodutivo, caçarí, Myrtaceae, fruticultura

AGRADECIMENTOS

À Deus, por permitir que eu acreditasse e me esforçasse com determinação para concluir esta tese nos momentos em que as dificuldades apareciam.

Ao Dr. Kaoru Yuyama, cuja orientação foi imprescindível para a execução desta tese, além de sua amizade.

À Fundação NTFP - NON TIMBER FOREST PRODUCT pelo importante apoio financeiro para execução de todas as etapas desta pesquisa.

À Msc. Maria Auxiliadora Costa, amiga que não mediu esforços para me auxiliar com seus conhecimentos nos trabalhos de morfologia da espécie em estudo no campo e no laboratório.

À Secretária do Curso de Pós-Graduação em Botânica, Neide, pela amizade, excelente pessoa e profissional, sempre esclarecendo as dúvidas e facilitando o melhor andamento dos trâmites entre o aluno e o curso.

À Chefe da Pós-Graduação em Botânica, Dra. Maria Lucia Absy, pelo apoio durante o desenvolvimento desta tese.

Às amigadas que construí em Manaus, especialmente no INPA, pelo apoio, seja intelectual, emocional ou auxílio de campo durante as madrugadas: Daniela Koshikene, Delci da Costa Brito Freire, Alexandre Coletto da Silva, Dorinha, Geize, Esmeraldino Ribeiro Craveiro, Tibi e Valter.

Ao amigo Joaquim Bratishi, que acreditou no potencial desta pesquisa, ao possibilitar contatos com instituições internacionais de apoio financeiro às pesquisas realizadas na Amazônia e pela ajuda nas atividades de campo em Rio Preto da Eva.

À família que me acolheu em Manaus, contribuindo para que eu me sentisse mais segura, com todo carinho e cuidados nos momentos em que precisei, em especial ao Philippe Nunes de Oliveira Dantas, Mariluce Nunes de Oliveira Dantas e seu esposo Paulo e aos irmãos Lindalva e Leonardo, pela ajuda e companhia.

O meu especial agradecimento é dado aos meus pais, pois foram pacientes com a distância, cautelosos com os conselhos e souberam lidar com a saudade e com minhas silenciosas decisões nessa jornada durante o doutorado, que mudaram meu caminho, com amadurecimento pessoal e profissional.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 A família Myrtaceae	19
2.2 Aspectos gerais de <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh	20
2.3 Descrição botânica de <i>M. dubia</i>	22
2.4 Biologia reprodutiva e polinização	24
1.1. CAPÍTULO I – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE PLANTAS DE <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh DOS ACESSOS DOS RIOS UATUMÃ, CAUAMÉ E CANDEIAS	
RESUMO.....	28
1.1. INTRODUÇÃO	29
1.2. MATERIAL E MÉTODOS	30
1.2.1. Área de estudo	30
1.2.2. Descrição morfológica das plantas com ênfase a morfologia floral e caracterização dos morfotipos	31
1.3. RESULTADOS	32
1.3.1. Descrição morfológica de <i>Myrciaria dubia</i> na Estação Experimental de Olericultura - EEO do INPA-AM.....	32
1.4. DISCUSSOES	42
1.5. CONCLUSÕES	47

2.CAPÍTULO II – BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO de *Myrciaria dubia*
(H.B.K.) Mc Vaugh

RESUMO.....	48
2.1.INTRODUÇÃO	49
2.2.MATERIAL E MÉTODOS	50
2.2.1.Biologia reprodutiva	50
2.2.1.2.Biologia Floral	50
2.2.2.Visitantes florais e possíveis polinizadores de <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh na EEO-INPA/AM.....	52
2.3.RESULTADOS	53
2.3.1.Biologia floral	53
2.3.2.Visitantes Florais e Possíveis Polinizadores de <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh na EEO-INPA/AM.....	60
2.4. DISCUSSÕES.....	66
2.4.1.Biologia Floral	66
2.4.2.Visitantes florais e possíveis polinizadores de <i>Myrciaria dubia</i>	69
2.5. CONCLUSÕES	72
3.CAPÍTULO III - POLINIZAÇÃO DE <i>Myrciaria dubia</i> POR ABELHAS <i>Melipona</i> <i>seminigra merrillae</i> Cockerell, 1919	
RESUMO.....	73

3.1.INTRODUÇÃO.....	74
3.2.MATERIAL E MÉTODOS	76
3.3.RESULTADOS	81
3.4.DISSCUSSÕES	86
3.5.CONCLUSÕES	90
4.CAPÍTULO IV - SISTEMA REPRODUTIVO DE <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh NA EEO-INPA-AM	
RESUMO.....	91
4.1.INTRODUÇÃO	92
4.2.MATERIAL E MÉTODOS	95
4.3.RESULTADOS	96
4.4.DISSCUSSÕES.....	102
4.5.CONCLUSÕES	106
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE PLANTAS DE *Myrciaria dubia* HBK
McVaugh DOS ACESSOS DOS RIOS UATUMÃ, CAUAMÉ E CANDEIAS

Tabela 1: Dados comparativos da morfologia floral de *Myrciaria dubia* com médias e desvios para os três grupos populacionais estudados na E.E.O-INPA/AM.....40

CAPÍTULO II – BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE *Myrciaria dubia* H.B.K.
McVaugh

Tabela 2: Período e duração em horas das três fases da pré-antese à antese das flores de *Myrciaria dubia* na EEO-INPA/AM.....56

Tabela 3: Ocorrência dos eventos florais desde a pré-antese e sobreposição das fases sexuais das flores de *Myrciaria dubia* na EEO-INPA/AM.....59

Tabela 4: Espécies visitantes da flor de *Myrciaria dubia* na Estação Experimental de Olericultura do INPA-AM.....65

CAPÍTULO III - POLINIZAÇÃO DE *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh POR ABELHAS
Melipona seminigra merrillae Crockell

Tabela 5. Número de flores e frutos de camu-camu (*Myrciaria dubia*) formados por PN (Polinização Natural) e PA (Polinização com a presença de abelhas).....83

Tabela 6. Número de flores e frutos de camu-camu (*Myrciaria dubia*) formados por PN (Polinização Natural) e PSA (Polinização sem abelhas).....84

4.CAPÍTULO IV - SISTEMA REPRODUTIVO DE *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh NA EEO-INPA-AM

Tabela 7: Frequência observada e esperada dos tratamentos de Geitonogamia e Xenogamia de *Myrciaria dubia* para cálculo do qui-quadrado.....98

Tabela 8: Resultados dos tratamentos de geitonogamia quanto a produção de frutos de *Myrciaria dubia*.....99

Tabela 9: Resultados dos tratamentos de Xenogamia quanto a produção de frutos de *Myrciaria dubia*.....100

Tabela 10: Cruzamentos realizados intra e entre os seguintes acessos de *Myrciaria dubia*: uatumã, candeias e cauamé do plantio em terra-firme na Estação Experimental de Olericultura do INPA-Manaus/AM.....101

Tabela 11: Resultados dos tratamentos de Agamospermia quanto à produção de frutos de *Myrciaria dubia*.....101

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1: Mapa com locais de ocorrência de *Myrciaria dubia* na Amazônia.....24

CAPÍTULO I – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE PLANTAS DE *Myrciaria dubia* HBK
McVaugh DOS ACESSOS DOS RIOS UATUMÃ, CAUAMÉ E CANDEIAS

Figura 2: Tipos de caules encontrados para as três populações descritas de *Myrciaria dubia* na Estação experimental de Olericultura do INPA-AM.....36

Figura 3: Caule de *Myrciaria dubia* com desprendimento de periderme em placas lisas.....37

Figura 4: Ramo de *Myrciaria dubia* com mostrando disposição das folhas.....37

Figura 5: *Myrciaria dubia*. Hábito da planta com ilustração esquemática dos diferentes tipos de arquitetura.....38

Figura 6: Estruturas reprodutivas de *Myrciaria dubia* dos acessos de Candeias, Uatumã e Cauamé.....39

Figura 7: Aspecto geral da planta de *Myrciaria dubia*.....40

CAPÍTULO II – BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE *Myrciaria dubia*
(H.B.K.) Mc Vaugh

Figura 8: Formação dos botões Florais de *Myrciaria dubia* em dias até o desenvolvimento inicial do ovário54

Figura 9: Fases da pré-antese da flor em <i>Myrciaria dubia</i>	56
Figura 10: Visitantes florais em busca de pólen de <i>Myrciaria dubia</i> durante a manhã.....	63
Figura 11: Número de visitas às flores de <i>Myrciaria dubia</i> nos intervalos de tempo entre 6 h e 9 h da manhã na EEO-INPA/AM.....	64
Figura 12: Frequência de visitas florais dos diferentes grupos de insetos envolvidos na polinização de <i>Myrciaria dubia</i> na EEO-INPA/AM.....	64
3.CAPÍTULO III - POLINIZAÇÃO DO CAMU-CAMU POR ABELHAS <i>Melipona seminigra merrillae</i> Crockell, 1919	
Figura 13: Plantio de <i>Myrciaria dubia</i> na Fazenda Yurican, Rio Preto da Eva-Amazonas.....	77
Figura 14: Caixas racionais de abelhas sem ferrão no plantio de <i>Myrciaria dubia</i> na Fazenda Yurican, Rio Preto da Eva-Amazonas.....	78
Figura 15: Planta de <i>Myrciaria dubia</i> florida; flores e frutos imaturos com etiquetas de identificação.....	80
Figura 16: Produção de frutos para os tratamentos de PN (Polinização Natural) e PA (Polinização com a presença de abelhas).....	83
Figura 17: Abelhas visitando as flores de <i>Myrciaria dubia</i>	85

ANEXOS

CAPÍTULO I – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE PLANTAS DE *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh DOS ACESSOS DOS RIOS UATUMÃ, CAUAMÉ E CANDEIAS

ANEXO A: Dados morfométricos (cm) da flor de *Myrciaria dubia* para grupo populacional do Uatumã da E.E.O-INPA/AM.....119

ANEXO B: Dados morfométricos da flor de *Myrciaria dubia* para o grupo populacional de Cauamé da E.E.O-INPA/AM.....120

ANEXO C: Dados morfométricos da flor de *Myrciaria dubia* para o grupo populacional de Candeias da E.E.O-INPA/AM.....120

ANEXO D: Dados morfométricos dos frutos de *Myrciaria dubia* para os grupos populacionais de Candeias, Cauamé e Uatumã na EEO-INPA/AM.....121

ESTUDOS DA BIOLOGIA REPRODUTIVA, MORFOLOGIA E POLINIZAÇÃO APLICADOS À PRODUÇÃO DE FRUTOS EM ACESSOS DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* H.B.K. MCVAUGH) ADAPTADOS À TERRA-FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL, BRASIL.

RESUMO

O Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), é uma Myrtaceae amazônica, de áreas inundáveis, cujos frutos apresentam o maior percentual de vitamina C (ácido ascórbico) da natureza. A espécie vem sendo domesticada e requer estudos da biologia reprodutiva e de melhoramento para possibilitar a produção de frutos com características atrativas em escala comercial. Com esse objetivo, neste trabalho foi realizada a descrição morfológica da planta, com caracterização de morfotipos existentes no Banco de Germoplasma da Estação Experimental de Olericultura do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-EEO/INPA-Amazonas/AM; estudou-se a biologia reprodutiva para acompanhamento dos eventos florais desde a antese em 12 plantas de Camu-camu durante o período de floração entre abril-setembro/2006/2007/2008. Foram identificados os visitantes e possíveis polinizadores da espécie com observações do comportamento dos mesmos durante a manhã de cinco dias. Avaliou-se a eficiência de abelhas *Melipona seminigra merrillae* na polinização a partir da introdução de colméias racionais no plantio de camu-camu em Rio Preto da Eva-AM e ainda foi feita caracterização do seu sistema reprodutivo entre acessos dos rios Uatumã (AM), Cauamé (RR) e Candeias (RO) em 1262 flores por meios dos tratamentos de xenogamia, autopolinização, apomixia e polinização natural. Quatro morfotipos, M1, M2, M3 e M4, foram encontrados e descritos entre os acessos, e destes, os de Candeias foram considerados os mais promissores para futuros trabalhos com melhoramento devido suas características agrônômicas. Do botão floral até a antese transcorrem cerca de 29 dias e para a formação do fruto são aproximadamente 35 dias. As fases sexuais das flores apresentam sobreposição de seis horas, não permitindo que a protoginia interfira diretamente na autopolinização. As abelhas *Melipona seminigra merrillae* e *Apis mellifera* foram consideradas polinizadores

efetivos do camu-camu. Representantes da ordem coleoptera: chrisomelidae e da ordem diptera: syrphidae desempenham papel secundário na polinização. O resultado das polinizações mostrou que *M. dubia* tem sistema reprodutivo misto, com endogamia, alogamia facultativa e apomixia. Na ausência de polinizadores, a espécie pode ser autopolinizada e até mesmo formar frutos sem serem fecundados. Os cruzamentos realizados entre representantes dos acessos Uatumã foram considerados os mais favoráveis às fecundações por formarem maior número de frutos efetivos (23,6%), seguidas por Uatumã x Cauamé com 15,3% de frutificação.

STUDIES OF REPRODUCTIVE BIOLOGY, MORPHOLOGY AND POLLINATION FOR THE PRODUCTION OF FRUIT IN ACCESS TO CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* MC VAUGH H.B.K.) ADAPTED FROM THE TERRA-FIRME CENTRAL AMAZON, BRAZIL.

ABSTRACT

Camu-Camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) is in the Myrtaceae family and is typically Amazonian, native to inundated areas, with fruits which produce the highest concentrations of vitamin C (ascorbic acid) ever documented in nature. The successful domestication of this species requires studies into its reproductive biology to increase its yield for commercial scale production. The objective of this research was to characterize the morphotypes present in the Germplasm Bank at the Experimental Oil Products Station (EEO-INPA-AMAZONAS-AM). Specifically, during the period of April through September in 2006-08, the floral phenology of 12 plants of camu-camu were characterized by identification and studies of pollinator behavior over periods of five day intervals. Furthermore, the effectiveness of the bee *Melipona seminigra merrillae* in pollination success was tested by establishing colonies of the bees in Rio Preto da Eva AM. The reproductive system of camu-camu was characterized along the Rivers Uatumã (AM), Cauamé (RR) and Candeias (RO) in 1262 flowers by treatments of breeding, self-pollination, apomixis and natural pollination. Four morphotypes (M1, M2, M3, and M4) were encountered and described demonstrated that plants from Candeias were the most suitable for agriculture characteristics, taking, on average, 29 days from the floral button to anthesis, and 35 days to produce fruits. The sexual phases of the flowers have overlapping every six hours, not allowing for dichogamy and protoginia to interfere directly with auto-pollination. The bees *Melipona seminigra merrillae* and *Apis mellifera* were considered effective pollinators being the first species to be indicated as a prime pollinator for camu-camu. Members of the order Coleoptera: Chrysomelidae and order Diptera: Syrphidae play secondary role in pollination. The result of pollination studies showed that *M. dubia* has a mixed reproductive system with Inbreeding, and allogamy facultative apomixis. In the absence of pollinators, the species

can de self-fertilized guaranteeing fruit production. Crosses between Uatumã x Uatumã were considered the most favorable by forming the most number of fruits unaborted (23,6) followed by Uatuma x Cauamé com 15,3 fruiting success.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é caracterizada por suas riquezas naturais, sendo considerada a maior fonte de diversidade vegetal da zona tropical (Villachica, 1996). Ela ocupa parte do Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela. No Brasil, a Amazônia abrange os estados do norte, uma parte do centro oeste e nordeste. Essa região apresenta grande quantidade de espécies vegetais nativas produtoras de frutos comestíveis, que constituem um grupo muito importante tanto por seu consumo na dieta diária da população rural e urbana, como na alimentação de animais silvestres e domesticados. Dentre essas espécies, está *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, conhecida popularmente como o camu-camu, uma Myrtaceae nativa das áreas inundáveis e margens de rios, com frutos frequentemente explorados pela população local, mas não em escala comercial (Rodrigues, 2002).

Os frutos do camu-camu são aproveitados para preparação de sucos, geleias, bebidas alcoólicas, sorvetes entre outros (Yuyama *et al.*, 2002-a; Maeda & Andrade, 2003). E como citado por vários autores, sabe-se que a polpa desse fruto apresenta o maior percentual de vitamina C (ácido ascórbico) dentre outros frutos tropicais, motivo que eleva a importância desta espécie sob o aspecto nutricional, principalmente para a população local.

Embora muitos trabalhos já tenham sido desenvolvidos, principalmente sobre fenologia e propagação vegetativa de *M. dubia* (Falcão *et al.*, 1989; Santana, 1998), a maioria das pesquisas para a domesticação da espécie foi realizada no Peru. Segundo Villachica (1996), existe interesse por parte do comércio internacional, mas infelizmente a oferta de frutos do camu-camu é insatisfatória. No Brasil, mais especificamente na Amazônia, ainda há a necessidade de investimentos maiores

nos estudos de forma intensiva buscando obter resultados que viabilizem a produção de frutos em escala comercial com cultivos em terra-firme.

Trabalhos como os de Falcão *et al.* (1993-b) no Amazonas, Peters & Vasquez (1988) e Villachica (1996) no Peru e Maués & Couturier (2002) no Pará (Brasil) apresentaram informações sobre a biologia floral do camu-camu, sendo que Peters & Vasquez (1988) mostraram dados mais completos da biologia da flor e do sistema reprodutivo do camu-camu em seu habitat natural, mas ainda assim, faltam informações sobre o momento preciso ou mais favorável para a polinização, já que a receptividade das flores tem curto período de duração. Métodos de conservação de pólen também não foram abordados nas referidas pesquisas. Desta forma, verifica-se a necessidade de se conhecer ainda mais esta espécie amazônica, mediante estudos da sua biologia, ecologia e dos métodos de manejo que possam fornecer subsídios viando à sua melhor frutificação e produtividade do camu-camuzeiro. Quanto à diversidade genética, o que se sabe é que os acessos coletados no rio Uatumã apresentaram maior variabilidade genética do que acessos do rio Cauamé e Iquitos através de estudos de isoenzimas com esterases (Teixeira *et al.*, 2004), confirmados em teste de microsátélites (Gonzalez, 2007), onde foi encontrado o maior número de alelos com 64, heterozigosidade esperada de 0,77 utilizando marcadores microsátelite EST (SSR-EST). Existem dois morfotipos de *M. dubia* apresentando características distintas e marcantes entre acessos dos rios Candeias e Uatumã, mas ainda não descritos na literatura*.

Neste trabalho foram realizados estudos da biologia reprodutiva, descrição morfológica de indivíduos de camu-camu oriundos do Uatumã, Cauamé e Candeias em cultivo de terra-firme na EEO-INPA/AM, além de utilização de técnicas de

*Comunicação pessoal de Kaoru Yuyama, em janeiro de 2006

polinização manual e introdução de colméias de abelhas sem ferrão no plantio para aumentar a produção de frutos.

Os assuntos abordados foram separados em capítulos para melhor compreensão, sendo que o primeiro tratou da morfologia da planta, com caracterização de morfotipos existentes no Banco de Germoplasma da EEO-INPA-AM para utilização em futuros trabalhos com melhoramento da espécie. O segundo capítulo tratou da biologia reprodutiva e os possíveis polinizadores do camu-camu a fim de obter informações que complementem o que existe na literatura para aplicação de técnicas de polinização nessa cultura. O terceiro capítulo avaliou o efeito da efetividade de abelhas *Melipona semminigra merrillae*, a partir da introdução de colméias racionais no plantio de camu-camu em terra-firme. No quarto capítulo foi trabalhado a caracterização do sistema reprodutivo entre acessos de camu-camu oriundos de diferentes rios da Amazônia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A família Myrtaceae

Pertencem à família Myrtaceae cerca de 3.000 espécies em 140 gêneros distribuídos principalmente nos trópicos (Ribeiro *et al.*, 1999). São plantas com representantes arbóreos e arbustivos conhecidos principalmente por seus frutos como a goiaba (*Psidium guajava* L.), jaboricaba (*Myrciaria cauliflora*), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) e outros como o *Eucalyptus spp.* cuja origem é australiana, mas a planta é muito conhecida e explorada no Brasil.

As Myrtaceae são providas de folhas opostas, de venação broquidódroma, com nervura intramarginal presente e frequentemente afastada da margem; as glândulas taníferas são visíveis contra a luz. O tronco frequentemente desprende a periderme, que pode ser laminada ou escamosa (Ribeiro *et al.*, 1999).

As flores das Myrtaceae variam muito pouco entre os gêneros. Possuem 4-5 pétalas e sépalas distintas podendo ser inteiras ou caliptradas, são polistêmones com tons claros, sendo a maioria branca. A inflorescência pode ser verde ou amarela, glabra ou pilosa (Ribeiro *et al.*, 1999).

2.2 Aspectos gerais de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh

O camu-camu, planta nativa da Amazônia, é encontrado em áreas de várzeas e nas margens dos lagos e rios (Falcão *et al.*, 1989; Villachica, 1996; Villachica *et al.*, 1996; Inga *et al.*, 2001). A maior concentração e diversidade das populações de camu-camu encontram-se na Amazônia Peruana (Peters & Vásquez, 1988; Villachica, 1996; Villachica *et al.*, 1996). Há ocorrência de camu-camu em igapó de água preta, uma floresta sob severo estresse ambiental com solo pobre e inundação sazonal. Estudos realizados por Keel & Prance (1979), em Rio Negro, próximo a Manaus, mostraram a dominância desta espécie, apresentando o valor de importância máxima de 75,78 (MIV), demonstrando que no Brasil há grande concentração de populações naturais mono-específicas de camu-camu. Essa espécie tem adaptação ao clima tropical úmido, é tolerante à inundações podendo ficar submersa durante 4 a 5 meses ao ano (Peters & Vásquez, 1988) e tolerar seca por 3 meses (Villachica, 1996). Ela distribui-se em parte da Amazônia Brasileira (Pará, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima e Mato Grosso) e também na

Amazônia Peruana, Colombiana e Venezuelana (Peters & Vásquez, 1988; Villachica *et al.*, 1996). Sua ocorrência restringe-se às margens dos rios Solimões (Amazonas), Negro, Trombetas, Xingu, Tocantins, Madeira, Tapajós, Acre, Javari, Maçangana e Urupé, no Brasil; Amazonas, Ucayali, Marañón, Napo, Tigre, Curaray, Yavarí e Tahuayo, no Perú; Putumayo e Inírida, na Colômbia; bem como na bacia do alto Orinoco, na Venezuela (Peters & Vásquez, 1988).

M. dubia foi popularizada como camu-camu, nome adotado no Peru e na maioria dos trabalhos de pesquisas, embora a espécie no Brasil receba diferentes nomes: araçá, araçarana, araçzinho, araçá-d'água, araçá-do-lago, caçari, murta, sarão, socoró, azedinha, marajá, entre outros (Yuyama *et al.*, 2002-a) . Camu-camu também é o nome de outra provável espécie do mesmo gênero que se diferencia principalmente de *M. dubia* por ter porte arbóreo, alcançando de 30 a 40 metros de altura (Villachica, 1996). No Brasil, esses tipos arbóreos apresentam características que variam quanto ao tamanho do fruto, formato da semente, período de produção e densidade do fruto, teor de ácido ascórbico, que necessita uma investigação mais aprofundada, visando para dizer se é uma espécie diferente ou não.

Os frutos do camu-camu apresentam o maior percentual de vitamina C (ácido ascórbico) conhecido para as plantas tropicais. Ferreyra (1959) encontrou uma concentração de 2000-2994 mg/100g de polpa dessa vitamina, sendo superior às concentrações constatadas em acerola (*Malpighia glabra* L.) por Matsuura *et al.* (1998) que obtiveram valores que variam de 973 a 2786 mg por 100 g de polpa. Yuyama *et al.* (2002-a) verificaram para uma planta de Camu-camu concentrações de vitamina C de $6112 \pm 137,5$ mg/100g de polpa, valores muito superiores aos encontrados para a espécie até o momento.

Yuyama *et al.* (2002-b), também consideraram aproveitável a casca do camu-camu, assim como a do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) e açai (*Euterpe oleracea* Mart.) apresentam potencial relevante como fonte de fibra alimentar, sendo mais uma opção na alimentação dos povos amazônicos. A utilização dos frutos desperta interesse para os diversos setores industriais farmacológicos, de cosméticos e alimentícios, como conservantes naturais, sorvetes, sucos, geléias, vinhos, corantes naturais (Yuyama *et al.*, 2002-a) e bebidas alcólicas (Maeda & Andrade, 2003; Villachica *et al.*, 1996).

M. dubia no seu habitat natural assume papel ecológico relevante para a alimentação de peixes nativos da Amazônia, como o “tambaqui” (*Colossoma macrocarpum* Curvier 1818, Curacidae (Villachica *et al.*, 1996). As suas flores oferecem recompensas florais para os insetos visitantes, como o abundante pólen e o néctar (Maués & Couturier, 2002).

2.3 Descrição botânica de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh

O Camu-camu pertence à família Myrtaceae e ao gênero *Myrciaria*. Esta espécie foi classificada como *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mac Vaugh e como *Myrciaria paraensis* Berg (Mc Vaugh); Villachica *et al.*, 1996), mas os taxonomistas optaram por *M. dubia* por ser a primeira denominação adotada. As sinónimas utilizadas são: *Myrciaria divaricata* (Bentham) O. Berg, *M. spruceana* O. Berg, *Psidium dubium* H.B.K. (Villachica *et al.*, 1996).

M. dubia é encontrada na forma arbustiva, atinge de 3 a 8 metros de altura. Seus ramos são glabros, cilíndricos e se ramificam desde a base do caule. O tronco (caule principal) pode medir até cerca de 15 cm de diâmetro e apresenta pequenas

lâminas que se desprendem na época de estiagem (Ribeiro *et al.*, 2002). A folha varia de ovalada-elíptica a lanceolada, medindo de 4,5 a 12,0 cm de comprimento por 1,5 a 4,5 cm de largura. O ápice é acuminado com base arredondada e bordas ligeiramente onduladas (Ferreyra, 1959; Ribeiro *et al.*, 1999).

A inflorescência é axilar com várias flores de 1,0 a 1,5 mm de comprimento emergindo do mesmo ponto, sendo quatro flores subsésseis, dispostas aos pares com brácteas que medem 1,5 mm de comprimento e 1,0 mm de diâmetro arredondado e ciliado; as bractéolas ovaladas, persistentes e ápice arredondado, unidas na base formam um involúcro capuliforme; possuem hipanto séssil, caduco após a antese, glabro nas suas superfícies interna e externa; lóbulos do cálice arredondados. Estilete de 10 a 11 mm de comprimento. Pétalas em número de quatro, de cor branca com 3 a 4 mm de largura, ovaladas, côncavas, glandulosas, ciliadas. Cálice com as sépalas diferenciadas, não persistentes; Ovário ínfero (Ferreyra, 1959; Villachica, 1996). Estames numerosos com anteras funcionais. Grãos de pólen com pouca variação no tamanho com 17,3 a 23,4 micrômetros, faixa de tamanho considerada muito pequena (Chaves *et al.*, 2001).

O fruto é uma baga globosa, de 10 a 32 mm de diâmetro, de cor que varia de vermelho a púrpura quando maduros com 1 a 3 sementes reniformes de 8 a 15 mm de comprimento, cobertas por uma lâmina de fibrilas (Ferreyra, 1959; Villachica *et al.*, 1996).

Neste trabalho foram realizados estudos da biologia reprodutiva, descrição morfológica de indivíduos de camu-camu oriundos do Uatumã, Cauamé e Candeias (Figura 1) em cultura de terra-firme na EEO do INPA-AM, além de utilização de

técnicas de polinização manual e introdução de colméias de abelhas sem ferrão no plantio, no sentido de aumentar a produção de frutos.

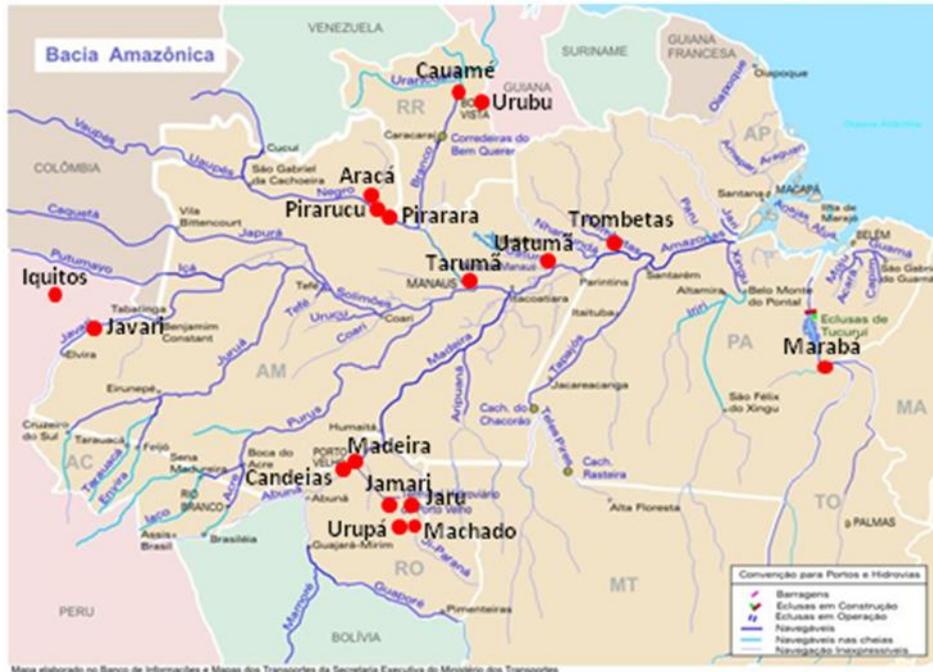


Figura 1: Mapa mostrando os locais de ocorrência do camu-camu (*Myrciaria dubia*) na Amazônia. As setas indicam os três acessos avaliados neste trabalho.

2.4 Biologia reprodutiva e polinização

A maioria dos trabalhos sobre a Biologia reprodutiva de Myrtaceae foi desenvolvida na Austrália com espécies muito conhecidas e exploradas comercialmente, como é o caso do *Eucalyptus* spp. (Beardsell *et al.*, 1993).

Poucas pesquisas foram realizadas nos neotrópicos sobre a biologia reprodutiva das Myrtaceae (Ormond *et al.*, 1991). Estudos com *Eucalyptus* spp., na década de 1970 no Brasil, visavam atender à grande demanda de sementes, estabelecendo programas de melhoramento genético para as espécies economicamente mais importantes, por meio de pesquisas da conservação do pólen para a utilização em polinizações controladas (Borges *et al.*, 1973).

Na Amazônia, trabalhos como os de Peters & Vasquez (1988), Villachica (1996) e Villachica *et al.*, 1996) no Peru e Maués & Couturier (2002) no Pará (Brasil) contem informações sobre a biologia floral do Camu-camu, sendo que os primeiros autores consideraram a espécie com alogamia facultativa, não obrigatória, aceitando a geitonogamia, podendo ainda ser polinizada pelo vento.

Souza (1996) estudou a biologia reprodutiva de onze espécies de Myrtaceae em floresta tropical úmida na Amazônia Central, com os nomes a seguir: *Calycolpus goetheanus* (DC.) O. Berg., *Calyptrantes cf. multiflora* O. Berg., *Eugenia cf. calva* Mc Vaugh, *Eugenia citrifolia* Poiret, *Eugenia cuspidifolia* DC., *Eugenia prosoneura* O. Berg., *Eugenia pseudopsidium* Jacq., *Eugenia ramiflora* Desv., *Myrcia magnoliifolia* DC., *Myrcia paivae* O. Berg. e *Myrciaria cf. floribunda*. Exceto a última espécie mencionada, todas florescem no período de menor pluviosidade e tem plena frutificação na época chuvosa. Essas espécies têm como principais visitantes e prováveis polinizadores as abelhas (Anthophoridae, *Megalopta* sp., *Melipona* spp., *Trigona* spp. e *Epicharis* sp.). Dentre as espécies, *Eugenia cuspidifolia*, *E. ramiflora* e *Myrciaria cf. floribunda* mostraram-se autocompatíveis. De acordo com Beardsell *et al.*, (1993), a presença de autoincompatibilidade em Myrtaceae é muito comum.

Investigações da fenologia do Camu-camu em terra-firme para fins agroflorestais mostraram que essa espécie floresceu durante quase todo o ano (Caliri, 2002; Souza, 2002). Souza (2002) encontrou maior produção mensal de frutos nos meses de dezembro de 2000 e 2001, com 2,096 kg e 2,025kg de frutos, respectivamente, para as progênies provenientes do rio Uatumã (Amazonas), enquanto Caliri (2002) registrou para progênies de Roraima, Rondônia e Amazonas, 3,303 kg em outubro e 5,11 kg em dezembro e uma produção intermediária entre janeiro e abril de 2001.

Em avaliação com uma população natural de camu-camu de Sahuá e Supay do rio Ucayali no Peru, Inga *et al.* (2001) registraram que a fenologia reprodutiva da espécie transcorre em 77 dias, sendo dividida em dois períodos: desenvolvimento da flor com duração de 15 dias, e o desenvolvimento do fruto, com duração de 62 dias.

Falcão *et al.* (1992; 1993 a-b) estudaram culturas de plantas amazônicas como araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), camu-camu (*Myrciaria dubia*) e o araçá-pêra (*Psidium acutangulatum* DC.). As primeiras espécies assemelham-se quanto à época de diferenciação das gemas florais que parecem ser estimuladas pelas primeiras chuvas e abrem-se na próxima estiagem. Houve registros de abelhas visitando as três espécies, sendo que para o Camu-camu, as *Melipona* (*M. cf. captiosa* Moure, 1962; *M. fulva* Lepelletier, 1836 e *M. lateralis* Erichson, 1948) e as *Trigonas* spp. (abelhas sem-ferrão) são consideradas as mais importantes na polinização. A frutificação do camu-camu ocorreu na estação seca e início das chuvas, resultado também encontrado por Gomes *et al.* (2004).

As flores das Myrtaceae parecem ser atrativas para as abelhas, uma vez que Peters & Vasquez (1988), Souza (1996) como mencionado antes, Heard (1999) e Maués & Couturier (2002) também registraram abelhas dos mesmos gêneros em flores das espécies por eles investigadas, entre outros visitantes considerados importantes da ordem Coleoptera.

No Amazonas, projetos muito importantes foram desenvolvidos, resultando em relatórios, teses e publicações para conhecimento do público científico e rural. Falcão *et al.* (1989), informou que o Setor de Cultivos Perenes, do Departamento de Ciências Agronômicas do INPA-Manaus, reconhecendo o potencial do camu-camu para o mercado, iniciou estudos biológicos e agronômicos. Ainda foram feitas análises química e tecnológica dos frutos com o apoio do Departamento de

Tecnologia de Alimentos do INPA como apoio a seleção de matrizes provenientes de Iquitos (Peru), visando adaptação a terra-firme.

Projeto de grande importância para o estudo do camu-camu foi desenvolvido em Manaus-AM pelo CPCA – Centro de Pesquisas em Ciências Agronômicas do INPA sobre a “Domesticação do germoplasma de camu-camu para uso em agroindústria na Amazônia*.

1.CAPÍTULO I – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE PLANTAS DE *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh DOS ACESSOS DOS RIOS UATUMÃ, CAUAMÉ E CANDEIAS

RESUMO

A Amazônia apresenta a maior diversidade de plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh). Estudos mostram que os níveis de variabilidade genética são diferentes entre diferentes acessos da Amazônia, sendo maiores para os do Rio Uatumã. Essa diferença também é visível acentuadamente na morfologia da planta em áreas naturais e no Banco de Germoplasma BAG-EEO-INPA-AM. O objetivo deste trabalho foi descrever a morfologia da espécie no BAG de acessos oriundos dos rios Uatumã (AM), Cauamé (RR) e Candeias (RO), apresentando chave de identificação para cada população a fim de selecionar grupos com características agronômicas viáveis à fruticultura e ao melhoramento da espécie. Foram feitas descrições de morfotipos (M1, M2, M3 e M4) em cinco plantas de cada acesso a partir de características da arquitetura, copa e aspectos do caule (cor do ritidoma e tipo de periderme) com avaliações no período de outubro/2008 a julho/2009. Foram tomados os dados morfométricos de 30 flores e inflorescências para cada planta. Entre os acessos, os que apresentaram maiores semelhanças quanto a morfologia vegetativa e reprodutiva foram Uatumã e Cauamé. As plantas de Candeias, com características mais distintas e bem definidas, foram as mais indicadas para trabalhos com melhoramento devido ao tamanho pequeno de sua copa, de pouca ramificação, podendo ser usada em cruzamentos com outros indivíduos de maior capacidade produtiva para utilização em plantios adensados.

1.1. INTRODUÇÃO

A família Myrtaceae encontra-se entre as mais representativas em número de espécies botânicas de expressão na economia alimentícia, relativamente à produção de frutos. Pertencem a elas às subfamílias Myrtoideae e Leptospermoideae. A primeira subfamília, de distribuição tropical e subtropical, caracteriza-se principalmente por apresentar disposição das folhas opostas e frutos tipo baga, já a segunda, com distribuição principalmente na Austrália e Polinésia, apresenta filotaxia alterna e frutos secos (Heywood, 1993; Judd *et al.*, 2009). As Myrtoideae possuem apenas a tribo Myrteae e três subtribos, Myrciinae, Eugeniinae e Myrtinae, que reúnem aproximadamente 70 gêneros e 2.400 espécies (Landrum, 1986). *M. dubia* (camu-camu), espécie em estudo, está incluída na subtribo Eugeniinae.

M. dubia, planta amazônica das áreas inundáveis, é conhecida por ter seus frutos com o maior teor de vitamina C na natureza, sendo superior até mesmo à acerola e aos demais frutos cítricos, como a laranja e o limão. Esta planta apresenta maior concentração e diversidade de populações na Amazônia Peruana (Villachica *et al.*, 1996). Os estudos realizados sobre a diversidade genética da espécie mostram que os acessos que fazem parte da Amazônia brasileira, como os oriundos do Rio Uatumã apresentam maior variabilidade genética quando comparados aos de outras regiões (Teixeira *et al.*, 2004; Gonzalez, 2007). Essa variabilidade também foi observada no fenótipo das plantas, mas até o momento poucos trabalhos apresentaram uma descrição geral para a espécie, com ênfase nas estruturas florais, visando à uma possível classificação morfológica.

Foi identificada a existência de mais de um morfotipo de *M. dubia*, havendo características distintas e marcantes entre acessos do rio Candeias e Uatumã, mas

ainda não descritos na literatura*. Considerando que cada região apresenta indivíduos com características típicas e que podem ser conservadas e observadas em plantas de Bancos de Germoplasmas sob as mesmas condições, foi que neste trabalho se realizou a descrição morfológica dos grupos populacionais de *M. dubia* do Uatumã, Cauamé e Candeais, presentes na coleção da EEO-INPA/AM e a caracterização dos morfotipos existentes no plantio para identificação de grupos ou indivíduos com potencial econômico para futuros trabalhos com melhoramento da espécie.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1. Área de estudo

As investigações foram conduzidas no período outubro/2005 a julho/2009 no plantio de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) da Estação Experimental de Oleicultura (EEO) do INPA-Manaus/AM, situada no Km 14 da rodovia AM-10, Av. Torquato Tapajós, área urbana. O clima de Manaus é caracterizado como “Afi” na classificação de Köpen, com pluviosidade e temperatura média anual de 2458 mm e 25,6 °C respectivamente, com estação seca de junho a outubro (Ribeiro, 1976). Nos dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), referentes aos anos de 1961 a 1990, constam temperatura máxima de 31,5 °C e mínima de 23,2 °C, média de 26,7 °C, precipitação de 2.291,8 mm e umidade relativa do ar de 83%.

O plantio (Banco Ativo de Germoplasma) foi instalado desde 1997, numa área de terra firme com as seguintes progênies: oito acessos do rio Uatumã (Amazonas), cinco do Rio Cauamé (Roraima) e um acesso dos rios Candeias (Rondônia) e Negro

*Comunicação pessoal de Kaoru Yuyama, em janeiro de 2006

(Amazonas), com duas repetições compostas por plantas com espaçamento de 2,0 x 5,0 metros em blocos casualizados. A vegetação próxima ao plantio é secundária.

As plantas avaliadas foram identificadas em campo com números e letras que indicavam a progênie, número da planta e bloco. Os acessos provenientes de cada região neste trabalho foram designados como grupos populacionais para facilitar as avaliações.

1.2.2. Descrição morfológica das plantas com ênfase a morfologia floral e caracterização dos morfotipos

Para descrição geral da planta e dos morfotipos de *M. dubia*, cinco indivíduos representantes de cada grupo populacional (Uatumã, Cauamé e Candeias) foram selecionados no plantio para coleta de dados morfométricos da parte vegetativa e reprodutiva.

A caracterização dos morfotipos (M) foi baseada no tipo da arquitetura, porte da planta, ramificações, folhagem e aspecto do ritidoma em relação à cor e desprendimento da periderme.

Trinta flores e inflorescências de cada grupo foram caracterizadas por meio de observações no campo e no laboratório. Amostras de flores foram coletadas e fixadas em álcool (70%) para estudos da morfologia. Os dados morfométricos das flores e dos frutos foram tomados com auxílio de régua milimétrica e de paquímetro. Todas as descrições foram baseadas em Ferreyra (1959), Peters & Vasquez (1988), Lughadha & Proença (1996), Villachica (1996), Villachica *et al.* (1996), Ribeiro *et al.* (1999) e Mendonça *et al.* (2001).

Os dados foram organizados em tabelas para facilitar a caracterização dos grupos populacionais, além de registros fotográficos e ilustrações botânicas.

1.3. RESULTADOS

1.3.1. Descrição morfológica de *Myrciaria dubia*

Arbustos lenhosos de 1,5 a 4 metros de altura, apresentando um conjunto de caules quase do mesmo diâmetro emergindo do chão, podendo também, com menor frequência, apresentar um curto caule antes da ramificação primária (Figura 2:A-B). Caule com casca lisa, ritidoma castanho avermelhado ou cinza esverdeado, tornando-se esbranquiçado, desprendendo em placas laminares longas, não deixando cicatrizes, e/ou escamosas curtas deixando cicatrizes (Figura 3:A-B); ramos da mesma cor dos troncos. Folhas simples, opostas dísticas a opostas cruzadas (decussadas), alguns indivíduos com uma terceira folha no nó de folhas opostas, sugerindo inserção semi-verticilada (Figura 4), lanceoladas a oblongo-lanceladas, glabras, cartáceas a subcoriáceas; nervura primária amarelada e proeminente, secundárias submersas na lâmina, porém visíveis. Inflorescências em racemos curtos, flores de 1-12 (4), ramiflora ou cauliflora, ocasionalmente flor solitária. Flores curtamente tubulosas, pedicelo de 0,5-3 mm altura; brácteas persistentes, de 1,5-3 mm altura em forma de taça, levemente bilobadas, bordas esverdeadas a violáceas com um dos lobos pigmentado de violácea; hipanto prolongado acima do ovário de 2,5-5 mm altura, 3 mm de largura; Sépalas 4, esverdeadas a amareladas, glandulares, nascendo como expansão do hipanto e rompidas durante a antese, bordas ovaladas, violáceas. Corola 4, brancas, lacínias ovaladas, membranáceas, dialipétalas, inseridas no disco estaminal; fauce

retangular, de 1,1-3,8 mm de comprimento x 2,0-5,1mm de largura. Estames mais de 100, raramente menos, inseridos em um disco disposto em três verticilos, com tamanhos diferentes, sendo os mais externos maiores, cerca de 1,2 cm de altura e os mais internos menores, cerca de 0,5 cm altura. Anteras bitecas, rimosas, amarelas-pálidas. Ovário ínfero, globoso, cerca de 3 mm de largura x 1,5mm de altura, estilete filiforme, cerca de 1,4 cm de altura, esbranquiçado, membranoso; estigma diminuto. Fruto bacáceo, globoso com mesocarpo carnosos (gelatinoso) e esbranquiçado, de sabor cítrico; verde pálido quando imaturo e vináceo quando maduro, de 1,4-2,7 cm de altura x 1,6-3,10 cm largura. Semente 1-4, reniforme, com fibrilas na superfície.

Chave para diferenciação dos grupos representantes de *Myrciaria dubia* das populações do Uatumã, Cauamé e Candeias na E.E.O. do INPA-AM

1. Plantas com até 2,5 m de altura, copas densas, ramificando a partir do solo ou a 20 cm do chão. Flores até 1,5 cm de altura x 2,2 de largura, fauce de 1,1-3,5 mm, pedicelo de 1,2-3,0 mm de comprimento. Frutos globosos, de 1,5-1,85 cm de altura x 1,42-1,85 cm de largura, estames até 135**Candeias**

1a – Plantas acima de 3 m de altura, raramente menores, copas de ralas a densas, ramificando desde o solo ou a partir de 40 cm do colo da planta. Flores até 1,68 cm altura x 2,72 de largura; fauce de 2,2- 5,1 mm, pedicelo 0,5-3,0 mm. Frutos semi-globosos de 1,48-2,82 cm de comprimento x 1,60-2,75 cm de largura; estames até 217.....**2**

2. Brácteas amareladas, cerca de 3 mm de largura, lobos muito proeminentes.....**Cauamé**

2a. Brácteas verde-escuras a verde-pálidas, cerca de 2 mm de largura, lobos pouco proeminentes.....**Uatumã**

População do rio Uatumã

Arbusto com caule principal curto ou ramificado desde o solo, cerca de 2,5 m de altura, raramente menores, podendo formar copa arredondada e densa, ou ainda copa indefinida com pouca ramificação e também intermediária (copa irregular), ramificando a partir de 40 cm de altura do colo da planta; ramos mais longos que nos indivíduos das outras populações, com pouca folhagem, tornando-se mais finos quando terminais da copa. Caule com desprendimento da periderme em placas laminadas ou escamosas de 10-30 cm de comprimento, deixando ou não cicatrizes. Folhas oblongo-lanceoladas de 1,6-10,4 cm de altura x 0,6-4,5 cm de largura. Flores de 1-10, de 1,68 cm de altura x 2,72 cm de largura; fauce de 2,2-5,1 mm; pedicelo curto a subséssil de 0,5-3,0 mm comprimento; brácteas frequentemente esverdeadas, cerca de 2 mm largura, lobos pouco proeminentes. Frutos semi-globosos, de 1,48-2,82 cm de comprimento x 1,60-2,75 cm de largura; estames de 111-217.

População do rio Cauamé

Arbusto com caule principal curto ou ramificado desde o solo, cerca de 4 m de altura, podendo formar copa cilíndrica, principalmente intermediária (cônica invertida), pouco densa e copa rala. Caule com ramificação a partir de 40 cm do chão com ramos mais longos e de pouca folhagem com crescimento vertical. Ramos com desprendimento da periderme em placas laminadas ou escamosas de 10-30 cm

comprimento. Folhas 2,4-8,5 x 0,9-4,3 cm. Flores de 1-7, de 1,68 cm de altura x 2,72 de largura; fauce de 2,2 -5,1 mm, pedicelo curto de 0,5-3,0 mm ou subsésseis. Brácteas frequentemente amareladas, cerca de 3mm de largura, lobos muito proeminentes. Frutos semiglobosos, de 1,48-2,82 cm de comprimento x 1,60-2,75 cm de largura; estames de 111-217.

População do rio Candeias

Arbustos menores que 2,5 m altura, com copa laxa a densa (copa intermediária); tronco ramificado a partir do solo ou a 20 cm do colo da planta. Caule castanho escuro, ritidoma liso. Flores pediceladas de 1-10 por inflorescência, 1,5 cm altura x 2,2 de largura, fauce de 1,1-3,5 mm; pedicelo de 1,2-3,0 mm de comprimento, curto hipanto; estames até 135. Frutos globosos, de 1,5-1,85 cm de comprimento x 1,42-1,85 cm de largura.

Todos os dados comparativos da morfologia floral podem ser observados na tabela 1, figuras 6-7 e anexos A-D.

Morfotipos

Com base na descrição da arquitetura da copa, ramificação e aspectos do caule, os resultados sugerem a existência de quatro morfotipos (M) entre os grupos populacionais estudados na área experimental, sendo definidos por características como:

M1 – Arbustos com tamanho médio de 2,5-4 m altura, copa arredondada densa; ramos de ápices ramificados, folhas pequenas até 2,21-9,72 cm comprimento x 0,86-3,85 cm largura, periderme do tipo laminar alongada, ritidoma castanho acinzentado (Figura 5-D).

M2- Arbustos com tamanho médio de 2,5-4 m altura, de copa intermediária do tipo irregular ou cônica invertida, ritidoma castanho ou castanho acinzentado, periderme em placas longas, curtas ou escamosas deixando cicatrizes. Folhas geralmente grandes, de 3,47-10,7 de comprimento x 2,35-4,37 cm largura, ramos com crescimento vertical (Figura 5-C).

M3- Arbusto pequeno, com até 2,5 m altura, de copa intermediária, do tipo irregular, ritidoma castanho escuro, periderme em placas longas ou curtas. Folhas pequenas de 1,59-8,77 de comprimento x 0,62-3,7 cm de largura, ramificação no ápice dos ramos (Figura 5-B).

M4- Arbusto pequeno, até 2,5 m alt., copa indefinida, com pouca ramificação e pouca folhagem, com folhas medindo 2,34-11,55 de comprimento x 1,92-5,45 cm de largura; ritidoma castanho acinzentado; periderme laminar curta ou alongada (Figura 5-A).



Figura 2: Tipos de caules encontrados para as três populações descritas de *M. dubia* na Estação experimental de Olericultura do INPA-AM. Em (A), caule único com tronco ramificado a partir de 20 cm e em (B), caule ramificado desde o solo.



Figura 3: Caule de *M. dubia* com desprendimento de periderme em placas lisas alongadas (A) e curtas com cicatrizes (B).

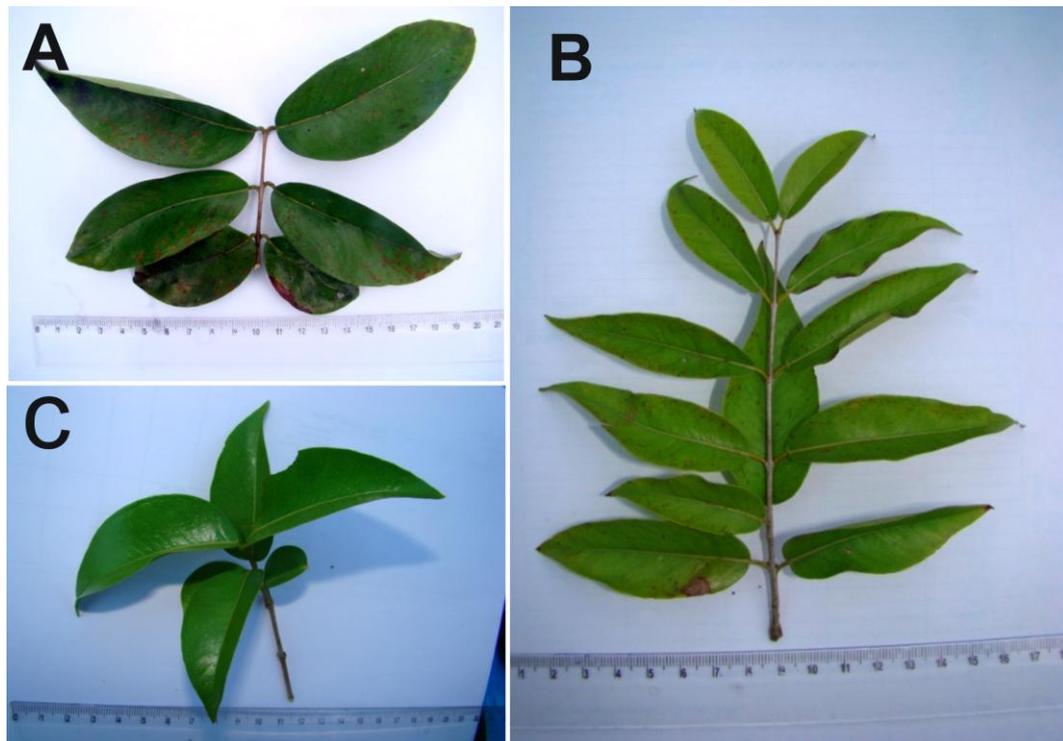


Figura 4: Ramo de *M. dubia* com mostrando disposição oposta dística (A), semi-verticilada (B) e oposta cruzada(C).

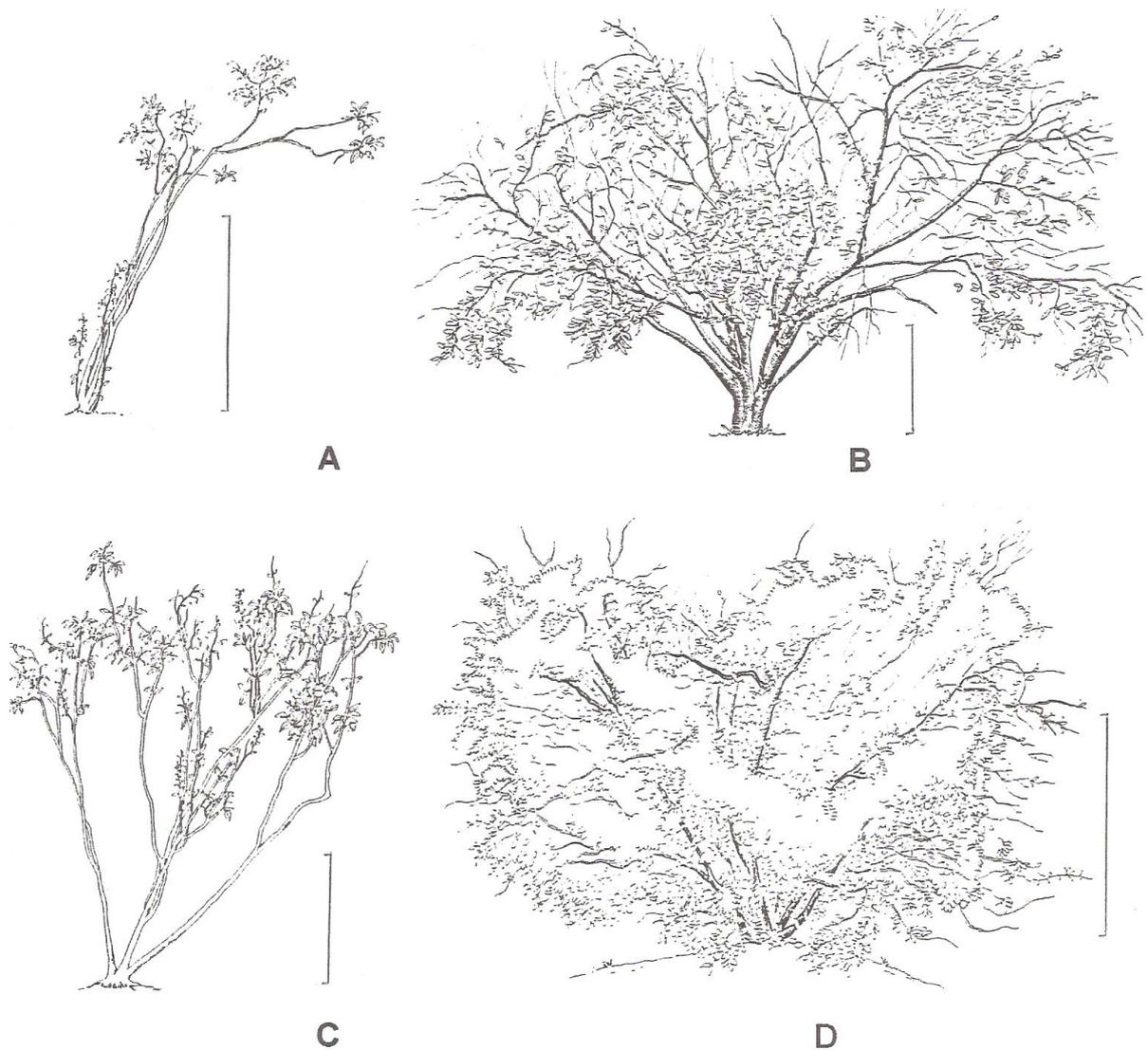


Figura 5: *M. dubia*. Hábito da planta com ilustração esquemática dos diferentes tipos de arquitetura: copa indefinida de pouca ramificação (A); copa intermediária: indefinida em (B) e do tipo cônica invertida em (C); e copa arredondada densa (D). Escalas de 1m para A e C; 50 cm para B e 2 m para D.*



Figura 6: Flores de *M. dubia* dos acessos de Candeias (1A) e Uatuma (2A); Vista frontal do hipanto continuando com as sépalas e o disco estaminal para Candeias (1B), Cauamé (2B) e Uatuma (3B); Botões florais para Candeias (C) e Cauamé (D); Vista inferior das brácteas na base das flores do Uatuma (1E), Cauamé (2E) e Candeias (3E); Frutos maduros de Candeias (1F), Uatuma (2F) e Cauamé (3F).

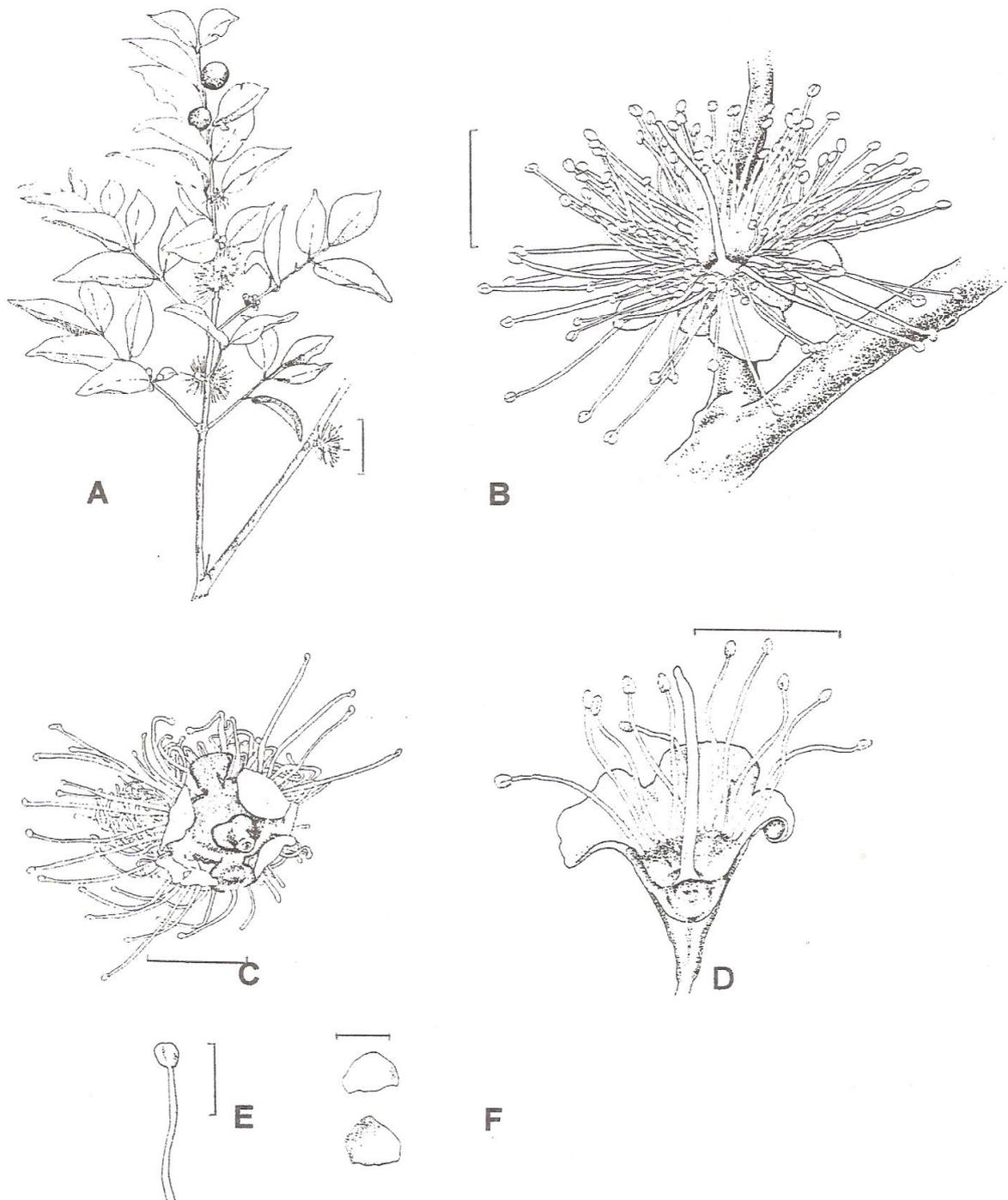


Figura 7: Aspecto geral de *M. dubia*: ramos mostrando inserção das folhas, inflorescências e frutos (A), escala = 2 cm; flor com vista frontal (B) e inferior com detalhes das brácteas e sépalas e do hipanto (C); flor ampliada em corte transversal, mostrando inserção do ovário, estilete e estames (D), escalas = 1 cm; Estame isolado (E), escala = 0,5 cm; pétalas (F), escala = 0,25 cm.*

Tabela 1: Dados comparativos da morfologia floral de *M. dubia* com médias e desvios para os três grupos populacionais estudados na E.E.O-INPA/AM (Uatumã, N=31 flores; Cauamé, N= 10 flores; Candeias, N= 30 flores).

Estruturas florais (cm)	Uatumã	Cauamé	Candeias
Pedicelo (comp.)	0,11 ± 0,02	0,20 ± 0,05	0,22 ± 0,07
Bráctea floral (comp.)	0,13 ± 0,02	0,19 ± 0,05	0,20 ± 0,07
Cálice (comp.)	0,20 ± 0,07	0,34 ± 0,04	0,29 ± 0,07
Cálice (diâm.)	0,30 ± 0,02	0,37 ± 0,06	0,22 ± 0,04
Ovário (diâm.)	0,23 ± 0,03	0,23 ± 0,03	0,21 ± 0,03
Pistilo (comp.)	1,21 ± 0,08	1,35 ± 0,13	0,97 ± 0,12
Número Estames	116,40 ± 34,23	170,00 ± 12,05	96,43 ± 16,27
Estames (comp.)	0,79 ± 0,31	0,87 ± 0,33	0,66 ± 0,26

1.4. DISCUSSÕES

A descrição morfológica dos grupos populacionais de *M. dubia* oriundos dos rios Uatumã, Candeias e Cauamé, presentes na EEO do INPA-AM, permitiu caracterizar e diferenciar através de chave de identificação botânica as três populações, sendo principalmente definidas pelo aspecto da copa, caule e estruturas florais. Quatro morfotipos também puderam ser caracterizados entre os grupos estudados. As análises comparativas revelaram poucas diferenças entre as populações, sendo estas mais significativas entre as plantas de Candeias e os demais grupos. Candeias mostrou sempre o mesmo padrão característico, enquadrando-se no morfotipo M3 descrito neste trabalho. Suas flores em geral, são menores que as dos outros grupos estudados, pediceladas e com tubo da corola que constitui o hipanto (cálice e sépalas) mais longo.

A grande variabilidade morfológica das plantas dificulta a diferenciação entre os grupos do Uatumã e Caumé. Embora estes grupos se assemelhem, as plantas do grupo de Cauamé têm características marcantes para alguns indivíduos em relação à arquitetura, que em sua maioria é de maior porte, com copa intermediária e ramos desenvolvidos principalmente no sentido vertical, além de suas flores pediceladas ou subsésseis serem geralmente maiores que as do Uatumã, de tubo da corola (hipanto) mais curto e mais frequentemente amarelado, de fauce mais larga e brácteas florais bilobadas mais proeminentes. Esses dois grupos apresentam os morfotipos M1, M2 e M4, sendo M2 do tipo cônica invertida, típico do grupo Cauamé.

As características de *M. dubia* para o grupo de Candeias na área de estudo podem refletir diretamente o fenótipo dos seus ancestrais do local de origem, tendo em vista que também foram observadas plantas em outra área experimental com a

mesma descrição, de fácil percepção. Isso leva a acreditar que existe grande variabilidade para a espécie, mas que, dependendo do ambiente, podemos encontrar plantas que se assemelham morfológicamente à população de origem, o que possibilita a distinção morfológica de grupos como os aqui descritos.

Sob o contexto de competitividade entre plantas, não seria fácil explicar os diferentes tipos de arquitetura das plantas de camu-camu no plantio, seriam necessários estudos dos fatores abióticos e bióticos que podem influenciar no crescimento da espécie determinando sua altura e produção de ramos e folhas. De acordo com revisão realizada por Zanine & Santos (2004), as plantas competem em dois ambientes, abaixo e acima do solo. O desenvolvimento das mesmas pode depender da disponibilidade de recursos no solo e/ou do sombreamento exercido por outras plantas produtoras de biomassa. Em se tratando de luminosidade, a espécie com maior habilidade competitiva é aquela que desenvolve mais rapidamente uma arquitetura para interceptar a luz, principalmente com expansão e crescimento de estruturas que aumentem a área da copa. Em comunidades, essa competição inicia-se muito cedo e se dá pelo crescimento vertical, com inibição do crescimento dos órgãos laterais, que pode ser regulada pelo genótipo, ambiente e idade da planta.

A variação do tipo de inserção das folhas no caule do camu-camu demonstra que existe grande plasticidade fenotípica para a espécie, principalmente para o grupo do Uatumã. Uma mesma planta pode apresentar ramos com filotaxia diferente em alguns ramos apicais. Algumas plântulas foram observadas tendo uma, duas ou três folhas sendo inseridas na mesma altura no caule, mas com o desenvolver das mesmas modificaram-se até atingirem posição oposta ou suboposta como para a maioria das plantas descritas na literatura*.

*Comunicação pessoal de Kaoru Yuyama, em janeiro de 2006

Os diferentes morfotipos podem ser justificados pela grande variabilidade genética encontrada para a espécie, principalmente em relação à população de Uatumã, conforme trabalhos de Teixeira *et al.* (2004) e Gonzalez (2007).

A literatura apresenta mais de uma classificação para o camu-camu quanto à arquitetura da planta no Peru. Correa (2000) classificou a espécie em Iquitos (Peru) em três tipos de arquitetura: colunar - pouca ou nenhuma ramificação, intermediária – ramificação a partir de 50 a 70 cm e tipo copa ou cônica – forma copa, com ramificação desde o solo. Pinedo *et al.* (2004) também encontraram para a referida espécie, em uma plantação de restinga no Peru, dois tipos de arquitetura: colunar – maior porte ou ereta, com ramificação escassa, formando ângulo de 15 a 30 graus entre o caule principal e coposa – menor porte, aspecto globoso, abundante ramificação, formando um ângulo de 45 a 60 graus entre os ramos e o caule principal, além de apresentarem numerosas inflorescências.

Essas classificações anteriores comparadas com a realizada neste trabalho diferem em algumas características. A “copa não definida” pode se comparar à “colunar”, por apresentar pouca ramificação, sendo que no plantio da EEO do INPA nenhuma planta foi encontrada com caule ereto e único. A “copa intermediária” e a “copa arredondada densa” diferem das demais classificadas por Correa (2000) por terem caule ramificado a partir do solo ou acima de 40 centímetros, nas duas categorias. A arquitetura intermediária abrange plantas com copa cônica invertida (M4), típica do grupo do Cauamé. A copa arredondada densa (M1) assemelha-se, somente em relação à forma, à coposa, classificada por Pinedo *et al.* (2004), pois esta, no plantio, apresenta porte maior e se aproxima das características do morfotipo M3, de plantas com copa intermediária do tipo irregular, encontrada para Candeias.

As características gerais aqui descritas para o camu-camu são semelhantes às descrições feitas por Ferreyra (1959) e Ribeiro *et al.* (2002), mas até o momento não haviam sido realizadas comparações de plantas de diferentes regiões da Amazônia, nem tampouco dando ênfase às estruturas florais. As plantas na EEO apresentam porte menor que o encontrado por Ribeiro *et al.* (2002), com 1,5 metro de altura, além de terem a periderme se desprendendo em placas com tamanhos variados. As flores não somente se encontram na posição ramifloral, mas também podem se encontrar no caule e ainda como flor isolada, características não observadas por Ferreyra (1959), Villachica (1996) e Chaves *et al.* (2001).

Os frutos de Candeias apresentam tamanho médio menor que 2 cm, diferindo dos grupos do Uatumã e Cauamé, nos quais os frutos são maiores, cujas médias e desvios são apresentados no anexo D. As flores de Candeias também são menores que as dos demais grupos; essas diferenças podem ser observadas nas médias comparativas apresentadas no anexo A.

Os trabalhos com morfologia de plantas não somente são realizados para descrição da espécie, mas também com a finalidade de uso em programas de melhoramento genético como o desenvolvido por Jesus *et al.* (2004) com a Jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) em Jaboticabal - São Paulo. Foram levadas em consideração características em comum dos frutos, arquitetura, tronco e folhas para agrupar as plantas em quatro grupos, sendo um deles, JAB-04, considerado mais promissor devido à precocidade e maior rendimento de polpa dos frutos. Também foi encontrada grande variabilidade morfológica entre os grupos de *M. cauliflora*, assim como para *M. dubia* na EEO.

Estudos de morfologia floral são muito utilizados em pesquisas de biologia floral e polinização para ajudar na compreensão da relação entre polinizadores e as

estruturas reprodutivas que podem apresentar mecanismos atrativos ou que facilitam a dispersão de pólen sobre o estigma. Num banco de germoplasma da Goiabeira Serrana *Feijoa sellowiana* Berg., Degenhardt *et al.* (2001), após caracterizarem a arquitetura floral em três classes de acordo com a distância média entre estigma e estames, observaram que existe uma associação entre classes morfológicas e a porcentagem de frutificação. As flores com distâncias maiores parecem depender mais de pássaros para a transferência de pólen. As de distâncias menores podem ser favorecidas pela visita de insetos e ação dos ventos. No camu-camu não podemos fazer a mesma correlação com as flores, pois não variam muito em tamanho de suas estruturas e estão acessíveis a diferentes visitantes florais, sendo entomófilas generalistas.

Sendo assim, considerando as características descritas e visualizando os morfotipos de *M. dubia* sob o ponto de vista agrônomo para permitir um manejo mais eficiente, o grupo de Candeias parece apresentar os melhores atributos, por ter arquitetura da planta de menor porte, copa intermediária e folhagem pouco densa. Essas características combinadas com a maior produção de frutos dos outros grupos estudados, através de polinização cruzada, podem resultar em plantas ainda mais promissoras para extração de maior quantidade de polpa e ainda com alto teor de vitamina C em plantios adensados.

1.5 CONCLUSÕES

O Banco Ativo de Germoplasma da EEO do INPA/AM apresenta plantas com características que permitem identificar o grupo populacional de Candeias.

As plantas dos grupos do Uatumã e Cauamé são muito semelhantes, sendo que o primeiro grupo apresenta maior diversidade morfológica.

São encontrados entre os grupos do Uatumã, Cauamé e Candeias quatro morfotipos (M1, M2, M3 e M4) caracterizados pela arquitetura da planta e aspectos do ritidoma, ramificação e tipo de copa.

As plantas dos acessos procedentes do Rio Candeias são consideradas as mais indicadas para trabalhos com melhoramento genético, pois possuem copa pequena, de pouca ramificação, podendo ser usadas em polinizações controladas com outros indivíduos com maior capacidade produtiva, para utilização em plantios adensados.

2.CAPÍTULO II – BIOLOGIA FLORAL E POLINIZAÇÃO DE *Myrciaria dubia* (H.B.K.)

Mc Vaugh

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a biologia floral e polinização do camu-camu na Estação Experimental de Olericultura do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (EEO-INPA/AM) para contribuir com mais informações sobre o funcionamento de suas flores e da relação com os insetos visitantes, permitindo a identificação de espécies que possam ser utilizadas racionalmente como potencializadoras da produção dessa cultura em terra firme. Foram acompanhadas 12 plantas de Camu-camu durante o período de floração entre abril-setembro/2006/2007/2008, sendo quatro plantas de cada acesso (rios Uatumã, Cauamé e Candeias). Dez flores de cada planta foram observadas diariamente para o registro dos seguintes eventos florais: início da antese, duração e sequência de abertura das flores, funcionamento das fases pistiladas (receptividade do estigma) e estaminadas (liberação e viabilidade do pólen) e emissão de odor. A frequência e o comportamento dos visitantes e dos possíveis polinizadores foram acompanhadas, principalmente no período entre 6:00 h e 9:00 h da manhã e para o registro utilizou-se um contador manual em flores de seis plantas diferentes durante 18 horas de observações em cinco dias. Do botão floral até a antese transcorrem cerca de 29 dias e para a formação do fruto são aproximadamente 35 dias. As fases pistilada e estaminada apresentam sobreposição de seis horas, não permitindo que a protoginia interfira diretamente na autopolinização. O período indicado para realização das polinizações controladas está entre 07 h e 08 h da manhã. Os visitantes mais importantes das flores do camu-camu foram: As abelhas Meliponinae, Trigoninae e Halictidae. Os coleópteros representantes da família Chrisomelidae e dípteros principalmente da família Syrphidae desempenham função secundária na polinização, como polinizadores eventuais. As abelhas *Melipona seminigra merrillae* e *Apis mellifera* foram consideradas polinizadores efetivos, sendo a primeira espécie a mais indicada para utilização como otimizadora da polinização do camu-camu.

2.1.INTRODUÇÃO

O conhecimento da biologia floral e dos mecanismos de polinização são a base para o melhoramento de espécies pouco conhecidas como o camu-camu. O aumento da taxa de polinização por processo natural e/ou métodos artificiais pode favorecer significativamente a produção de frutos.

Na Amazônia, trabalhos como os de Peters & Vasquez (1989), Villachica (1996), Villachica *et al.* (1996) no Peru e Maués & Couturier (2002) no Pará (Brasil) constaram informações sobre a biologia floral do camu-camu, sendo que os primeiros autores descreveram a biologia da flor e o sistema reprodutivo da espécie em seu habitat natural, mas não detalharam sobre o momento preciso ou mais favorável à polinização em relação às fases pistilada e estaminada, já que a receptividade do estigma tem curto período de duração. Segundo Peters & Vasquez (1988), *M. dubia* é uma espécie com alogamia facultativa, aceitando a geitonogamia e podendo ainda ser polinizada pelo vento. Essa espécie está passando por uma fase de domesticação, embora apresente autogamia, sendo entomófila generalista, a adaptação a um novo ambiente pode estar prejudicando a fecundação cruzada pelo déficit de polinizadores naturais, sendo necessário o conhecimento das espécies envolvidas nas visitas às flores e o estudo da relação inseto-planta.

No presente trabalho foi avaliada a biologia floral e polinização do Camu-camu, em terra firme da Amazônia Central, no sentido de contribuir com mais informações sobre o funcionamento da flor dessa espécie, bem como sobre o comportamento dos insetos visitantes, com a finalidade de aplicação de técnicas que possam potencializar a produção dessa cultura.

2.2.MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1.Biologia reprodutiva

2.2.1.2.Biologia Floral

Para o estudo da biologia floral foi feito acompanhamento em doze plantas de Camu-camu durante o período de floração plena na EEO-INPA-AM, sendo quatro plantas de cada acesso dos rios Uatumã, Cauamé e Candeias. Os dados foram obtidos de 10 flores de cada planta a partir de observações diárias, de meia em meia hora, durante 24 horas. Foram realizados registros dos seguintes eventos florais: início da antese, duração e sequência de abertura das flores, funcionamento das fases pistilada (receptividade do estigma) e estaminada (liberação e viabilidade do pólen) e emissão de odor.

Paralelamente aos registros, foi realizado acompanhamento diário do desenvolvimento dos botões florais, desde os primórdios florais com a formação de gemas até a formação da flor e desenvolvimento inicial do ovário. Para essa avaliação, foram marcados 10 botões iniciais em cada indivíduo, totalizando 30 flores por planta.

Receptividade do estigma

A receptividade do estigma e a abertura das anteras foram verificadas com auxílio de uma lupa de bolso. A receptividade do estigma foi avaliada também pelo teste da peroxidase (Dafni, 1992). Neste teste, cinco flores pistiladas foram coletadas para imersão dos estigmas em solução de peróxido de hidrogênio (3%), em períodos de 30 minutos a contar do momento da antese. A receptividade foi

avaliada a partir da intensidade de liberação de bolhas de ar (O_2) dos estigmas imersos na solução.

Todas as observações foram realizadas próximas a cada planta em estudo e quando necessário foram utilizados andaimes para o acesso as flores mais altas. Os parâmetros desta metodologia foram baseados em Maués & Couturier (2002) e Souza (1996).

Viabilidade dos grãos de pólen

O método utilizado para testar a viabilidade do pólen foi à técnica do tetrazólio (Dafni, 1992). A cada 30 minutos foram coletadas amostras de pólen diretamente das anteras de flores de três plantas de cada localidade, desde a fase de pré-antese para preparação de lâminas com cloreto de tetrazólio em solução de sacarose a 5%. As lâminas foram levadas à estufa com temperatura de 50 °C e permaneceram por três horas para verificação da coloração. Lâminas que apresentaram 80% de grãos de pólen corados de vermelho foram consideradas com pólen viáveis no horário de coleta.

Localização dos osmóforos

Os osmóforos (células emissoras de odor) foram detectados com a utilização do vermelho-neutro desde o início da antese das flores (Dafni, 1992). A solução para o teste consiste de 99 ml de água destilada para 0,1g de vermelho-neutro em pó. As peças florais foram imersas na solução por cerca de 10 minutos e depois lavadas em água corrente. Os osmóforos foram localizados nas regiões que adquiram tonalidade vermelho-escuro.

2.2.2. Visitantes florais e possíveis polinizadores do camu-camu na EEO-INPA/AM

As observações do comportamento dos visitantes e dos possíveis polinizadores foram realizadas no período compreendido entre 06 h e 09 h da manhã. A frequência dos mesmos foi registrada com auxílio de um contador manual em flores de seis plantas diferentes, totalizando 18 horas de observações em 5 dias durante o período de funcionamento e disponibilidade de pólen. Cada pouso do inseto, independente do tempo gasto no forrageamento da flor, foi quantificado como uma visita. No caso em que um mesmo inseto pousasse mais de uma vez numa flor, essa segunda visita era computada como uma nova visita.

As observações e as coletas de insetos em geral foram conduzidas no período abril/2006 a abril/2007. Após coleta com rede entomológica, todos os exemplares passaram por triagem, fixação e foram seguidamente enviados para os especialistas do INPA e/ou de outras instituições a fim de serem identificados taxonomicamente.

2.3.RESULTADOS

2.3.1.Biologia floral

Desenvolvimento do botão floral até a formação do fruto de *Myrciaria dubia*

Os botões florais de *M. dubia* quando diferenciados no caule geralmente encontram-se aos pares. Inicialmente as gemas reprodutivas com os primórdios florais são identificadas pela formação de uma protuberância, com a porção superior arredondada e de coloração verde na superfície do caule. Em volta do 11º dia, o botão está visivelmente formado, evidenciando seu curto pedicelo e tendo em sua parte superior o desenho de um “X”, devido à separação de cada sépala na medida em que se desenvolvem (Figura 8:A). Com o passar dos dias, o botão aumenta de tamanho, promovendo primeiramente a separação das sépalas que por cerca do 26º dia, expõe em sua porção superior central as pétalas de cor branca formando um desenho retangular (Figura 8:B).

Entre o 29º e o 31º dia ocorre a pré-antese, quando o botão encontra-se muito intumescido e expando todas as pétalas ainda fechadas chamando a atenção devido à reflexão da cor branca sobre o verde da planta. Nas primeiras horas do dia seguinte ocorre a antese com a abertura da flor. A antese se completa entre 18 e 20 dias, contando-se a partir do 11º dia, quando é possível identificar o botão recém-formado no caule da planta (Figura 8:C-D).

Um dia após a antese, a flor completa sua senescência, quando suas peças florais envelhecidas entram em abscisão. Com mais ou menos uma semana após a antese, completando-se 35 dias desde o início da formação do botão (gemas reprodutivas), é possível observar o ovário inicialmente desenvolvido no caule devido à ausência das peças florais que caíram após o envelhecimento (Figura 8:A-

F). As flores de *M. dubia* são hermafroditas e todas as informações sobre a morfologia floral podem ser vistas no capítulo I.

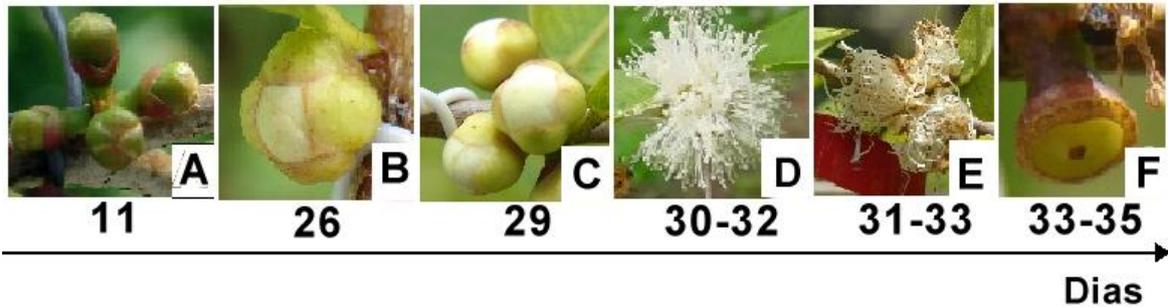


Figura 8: Formação dos botões Florais de *M.dubia* em dias até o desenvolvimento inicial do ovário. Botões jovens mostrando a junção das sépalas em “x” (A); Fase intermediária do botão com detalhe das pétalas formando um desenho retangular (B); Botões próximos à pré-antese (C); Flor após antese em D e murchas em E; Ovário com desenvolvimento inicial (F).

Antese

Os botões de *M. dubia* em pré-antese apresentam-se intumescidos, evidenciando, principalmente, mais as pétalas que as sépalas, que antes eram mais visíveis. A pré-antese neste trabalho foi classificada em três fases:

Fase 1- Início da abertura das peças florais, com ruptura e separação das pétalas, formando uma pequena fenda (Figura 9: A-B);

Fase 2- Distinção das quatro pétalas na flor devido ao maior ângulo de abertura das mesmas, formando na maioria das vezes na porção superior o desenho de um retângulo ou losângulo (Figura 9-C);

Fase 3 – Início da antese devido ao afrouxamento e desprendimento das pétalas num processo de abertura que promove a exposição dos estames e estigma ainda flexionados (Figura 2:C-E);

Antese - se completa quando todas as pétalas se abrem, possibilitando a exposição e liberação dos estames e estigma que inicialmente encontravam-se recurvados e fechados constituindo o botão floral (Figura 9:F).

Para os representantes do Rio Uatumã e Cauamé, a pré-antese ocorreu a partir das 17:30 h com início da abertura das flores principalmente no período noturno entre 20 e 00 hora. A antese se completou para a maioria das plantas cerca de 2:00 h da manhã, mas houve registros isolados para as 23, 00, 01, 02 e 03:00 horas. A Fase 1 ocorreu entre 17:00 e 19:00 h; A fase 2 entre 19:00 e 20:00 h; A fase 3 entre 20:00 e 00:00 h. A abertura do botão floral se completou entre 01:00 e 03:30 h com duração de oito à dez horas a partir da pré-antese. Até que todas as estruturas reprodutivas estejam expostas e juntas constituindo a flor tipo pincel ainda transcorrem duas ou três horas (Tabela 2).

Foi observado que a cada 20 flores, principalmente para Candeias, uma fugia do padrão de horário de abertura, tendo seu processo de antese incompleto, iniciando-se entre 06 h e 7:30 h da manhã, estendendo-se até às 10 horas. As pétalas e sépalas não se abrem completamente e as estruturas pistiladas e estaminadas permanecem semi flexionadas. Também houve registro de cinco flores de um acesso do Cauamé em processo de antese às 10:40 da manhã.

A antese para os acessos de Candeias parece ser mais retardada que nos outros dois acessos, pois inicia-se somente a partir das 19 horas, ao contrário de Uatumã e Cauamé que tem a pré-antese a partir das 17 horas. Nas flores de Candeias não é tão perceptível o reconhecimento das três fases de pré-antese anteriormente descritas devido ao tamanho dos botões, que são bem menores que as dos outros acessos.

As informações anteriores sobre antese referem-se aos anos de 2006 e 2007. Vale ressaltar que no segundo semestre de 2008 foi verificado que plantas dos acessos do Cauamé e Uatumã apresentaram pré-antese no período vespertino entre 13:30 h e 15 h, divergindo dos dados até então coletados. A antese se completou para algumas flores do Cauamé por cerca de 01 h da manhã.



Figura 9: Pré-antese da flor em *Myrciaria dubia*: Botões na fase 1, intumescidos e apresentando fissura (A-B); Botão na fase 2 com separação das pétalas (C); Botão na fase 3 com exposição das estruturas reprodutivas flexionadas (E); Flor com antese completa (F).

Tabela 2: Período e duração em horas das três fases da pré-antese à antese das flores de *M. dubia* na EEO-INPA/AM.

Eventos Florais	Período	Duração
Fase 1- pré-antese	17:30 - 20:00	1 h ½ - 3 h ½
Fase 2 - pré-antese	19:00 - 20:00	6 – 8 h
Fase 3 - pré-antese	01:00 - 03:00	1 - 3 h
Antese	02:00 - 04:00	8 – 10 h totais

Receptividade do estigma

Nos três acessos, o estigma mostrou-se receptivo desde a sua exposição na fase 3 (cerca de 23 h), quando se torna intumescido, aumentando sua superfície para recepção do pólen. Essa receptividade tende a aumentar na maioria das flores a partir das 07 horas da manhã. Até as 10 horas ainda há receptividade, mas neste período a flor começa a se desidratar, adquirindo um aspecto murcho e amarelado. Um dos representantes de Candeias, durante o período de 03 as 05 h, apresentou o estigma sem nenhuma receptividade.

Liberação de pólen

As anteras rimosas de *M. dubia*, iniciam sua abertura a partir das 04 horas da manhã. A abertura completa para a liberação do pólen pode ocorrer até as 08 horas quando os grãos encontram-se desagregados, secos e de forma pulverulenta, sendo dispersados facilmente pelo vento. Neste momento, as anteras se abrem, virando completamente suas extremidades para exposição completa dos grãos. Devido ao calor, as mesmas começam a adquirir tonalidade amarelada por começarem a se desidratar.

A partir das 06 horas os grãos já estão viáveis, mas ainda encontram-se agregados. O período de maior viabilidade foi registrado entre 08 h e 09:30 horas. No final da manhã, entre 10 h e 10:30 h, ocorre a diminuição de disponibilidade de pólen nas anteras e até ausência de grãos devido à dispersão pelo vento, por

insetos visitantes ou por queda natural pela gravidade. A fase estaminada coincide com a fase pistilada por cerca de seis horas, período de maiores visitas por Abelhas.

A flor hermafrodita de *M. dubia* apresenta protógia, processo que ocorre com a separação das fases pistilada e estaminada por cerca de 03 horas durante o período da madrugada. Tais fases coincidem por cerca de 06 horas (Tabela 3).

Liberação de odor

Os osmóforos são encontrados em todas as estruturas das flores de *M. dubia*. O odor adocicado é perceptível principalmente a partir das 5:30 h, mas houve registro para às 03:45 h da manhã. A liberação de odor não segue um padrão de horário, pois foi verificada em diferentes momentos, inclusive até as 11:30 h da manhã (acesso de Uatumã), período em que a flor não apresentava mais disponibilidade de pólen e tinha suas estruturas florais desidratadas. Vale ressaltar que quanto maior o número de flores, mais forte será o odor e a distância a ser percebida. O calor também é um fator que favorece a intensificação do odor.

Produção de néctar

Todos os acessos estudados não apresentaram produção de néctar nas flores. Somente foi observado, acúmulo de água formada pelo orvalho sobre todas as peças florais e demais estruturas das plantas no início da manhã.

2.3.2. Visitantes Florais e Possíveis Polinizadores do Camu-camu na EEO-INPA/AM

Com base nas observações de campo e coletas de exemplares de insetos associados ao camu-camu foi possível associar o perfil de visitantes desta planta em áreas de plantio na EEO-INPA/AM. Os visitantes mais importantes foram os Hymenoptera, abelhas da subfamília Meliponinae e Trigoninae e ainda da família Halictidae. Grupos de importância secundária foram as dos Coleoptera, da família Chrisomelidae e dos Diptera, principalmente da família Syrphidae (ver listagem de espécies na tabela 4). O comportamento dos mesmos durante o período de funcionamento das estruturas reprodutivas será descrito a seguir:

Hymenoptera

As abelhas, em especial a espécie *Melipona seminigra merrillae* (Figura 10: B) foram observadas forrageando as flores do camu-camu durante as primeiras horas do dia, em atividade de coleta de pólen até cerca de 09 horas da manhã. O maior número de visitas coincidiu com a disponibilidade desse recurso nas flores e receptividade do estigma. Acredita-se que essa espécie possa desempenhar importante papel na polinização de *M. dubia* devido ao seu comportamento, pois toca o estigma quando realiza a “buzz pollination”.

Melipona compressipes manaosensis Schwarz, 1932; *Melipona interrupta* Latreille, 1811 e *Melipona rufiventris* Lepeletier, 1836 também foram observadas visitando as flores de camu-camu durante os mesmos horários, mas com baixa frequência e com predominância em algumas plantas somente de uma espécie.

A abelha com ferrão, *Apis mellifera* (Figura 10: A), possui comportamento e tamanho semelhante a *M. seminigra merrillae* e demais espécies do grupo Meliponinae envolvido. Embora a mesma tenha sido observada menos

frequentemente nas flores, quando esta se encontrava na coleta de pólen, pousava por várias vezes na flor e tocava o estigma com seu corpo coberto por grãos de pólen.

Também foi observado que representantes da família Halictidae: *Augochlorodes turrifaciens* Moure, 1958, *Augochloropsis* spp. e *Dialictus* spp. (Figura 3: D) realizavam visitas, mas bem menos freqüentes às flores em comparação aos outros grupos de abelhas mencionados. Sua menor frequência e tamanho sugere que esse grupo desempenhe papel secundário, como polinizadores ocasionais.

Em mais de uma planta foi observado que, durante a floração, espécies de *Trigona*, abelhas ainda não classificadas, visitavam predominantemente as flores por volta das 09 horas da manhã, quando as *Melipona* não mais estavam presentes. Sua atividade de coleta de pólen entre os estames e anteras era muito rápida, mas é provável que ocasionalmente possam polinizar.

De um modo geral, as visitas às flores ocorreram principalmente no período entre 07 e 8:30 h (Figura 11), sendo que a maior frequência de visitas foi das abelhas *M. seminigra merrillae* (47%); seguida de outras abelhas sem-ferrão (13%) e *Apis mellifera*, com 8% (Figura 12).

Diptera

Seis espécies de moscas, principalmente da família Syrphidae (Figura 10:F), foram registradas sobre as flores. As moscas, de um modo geral, não apresentaram visitas frequentes, quando comparadas às abelhas, mas durante o contato com as flores coletavam pólen com o aparelho bucal e, por vezes, tocavam o estigma, transferindo os grãos presos em seu corpo.

Ornidia obesa Fabricius 1775 (Figura 10:E), foi a espécie mais comumente encontrada durante o período de liberação de odores florais. Suas visitas iniciavam-se entre 6:30 e 07 h da manhã. Acredita-se que *O. obesa* possa desempenhar papel secundário na polinização, sendo um polinizador ocasional. Outro diptera, de espécie não classificada, forrageia a flor em busca de pólen, mas não foi observado nenhum indício de que o mesmo realiza a polinização do camu-camu.

Coleoptera

Três espécies não determinadas de coleópteros foram encontradas sobre as flores de *M. dubia* em horários entre 02 h e 09 h da manhã. Os coleópteros com visitas mais freqüentes pertencem à família Chrysomelidae e subfamília Alticinae (Figura 10:A) e se assemelham à moscas e abelhas, por serem comuns durante o período de floração. Com visitas pouco freqüentes entre uma flor e outra, é possível notar que esses insetos utilizam as flores de *M. dubia* tanto para alimentação quanto para cópula. Apesar do grande número de indivíduos, o tamanho diminuto dos indivíduos faz com que não possam ser considerados como polinizadores efetivos e sim casuais.

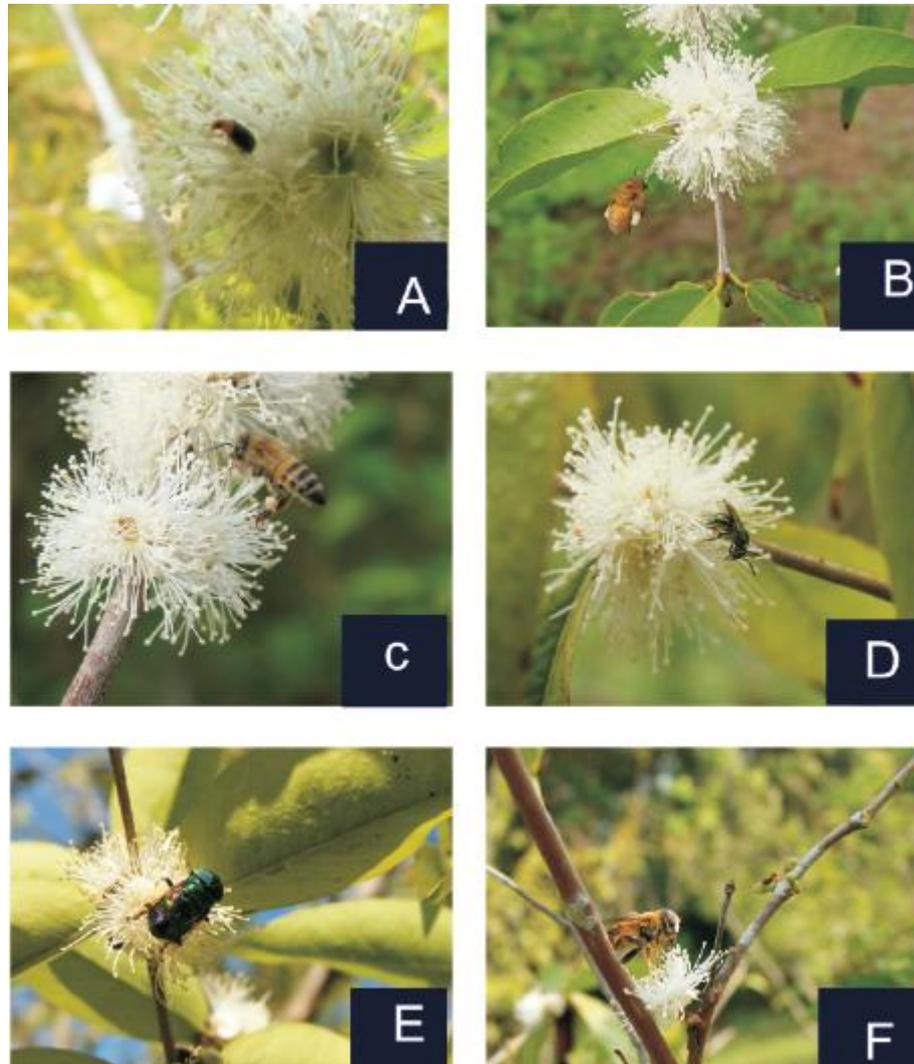


Figura 10: Visitantes florais em busca de pólen de *Myrciaria dubia* durante a manhã na EEO-INPA/AM: Coleoptera (A), Hymenoptera: *Melipona seminigra merrilae* (B), *Apis mellifera* (C) e Halictidae (D); Diptera: *Ornidia obesa* (E) e Shyrphidae (F).

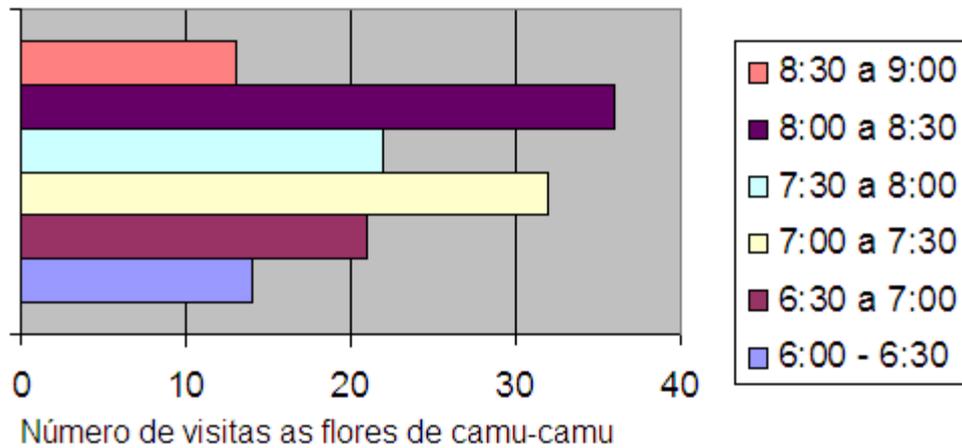


Figura 11: Número de visitas à flores de camu-camu nos intervalos de tempo entre 6 e 9 horas da manhã na EEO-INPA/AM.

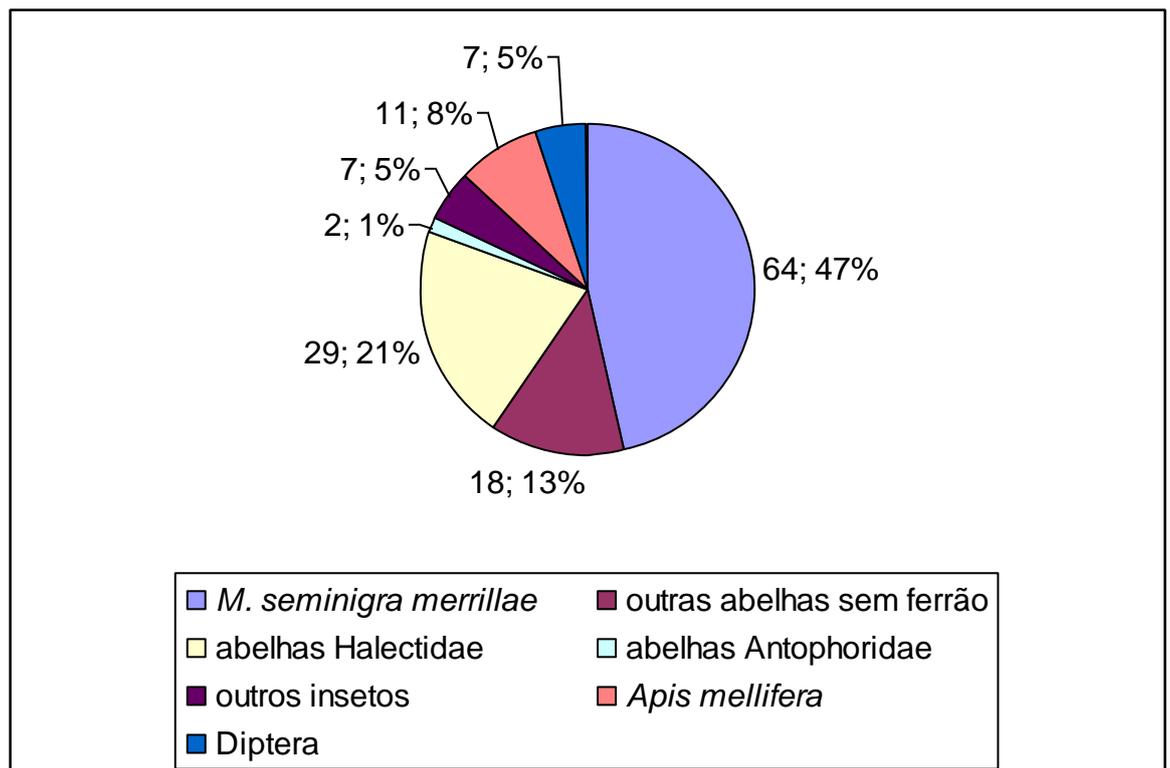


Figura 12: Frequencia de visitas florais dos diferentes grupos de insetos envolvidos na polinização do camu-camu na EEO-INPA/AM.

Tabela 4: Espécies visitantes da flor de *M. dubia* na EEO/INPA-AM. Polinizador efetivo (PE) e Polinizador casual (PO).

ESPÉCIE	CATEGORIA DO VISITANTE
HYMENOPTERA – ABELHAS	
Apidae:	
<i>Apis Mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	PE
<i>Augochlorodes turrifaciens</i> Moure, 1958	PO
<i>Augochloropsis</i> sp.	PO
<i>Celetrigona longicornis</i> (Friese, 1903)	PO
<i>Dialictus</i> sp.	PO
<i>Exomalopsis</i> sp	PO
<i>Frieseomelitta</i> sp. grupo <i>trichocerata</i> Moure, 1988	PO
<i>Melipona interrupta</i> Latreille, 1811	PE
<i>Melipona paraensis</i> Ducke, 1916	PE
<i>Melipona rufiventris</i> Lepeletier, 1836	PE
<i>Melipona seminigra merrillae</i> Cockerell, 1919	PE
<i>Partamona ferreirai</i> Pedro & Camargo, 2003	PE
<i>Scaptotrigona polysticta</i> Moure, 1950	PE
<i>Scaptotrigona</i> sp. (espécie 1 sob revisão)	PE
<i>Scaptotrigona</i> sp. (espécie 2 sob revisão)	PE
<i>Trigona dallatorreana</i> Friese, 1900	PE
DIPTERA – MOSCAS	
Shyrphidae:	
<i>Allograpta aff. Annulipes</i>	PO
<i>Copestylum aff. Vagum</i>	PO
<i>Ocyptamus prenes</i> (Curran, 1930)	PO
<i>Ornidia obesa</i> Fabricius 1775	PO
<i>Palpada urotaenia</i> (Curran, 1930)	PO
<i>Palpada vinetorum</i> (Fabricius, 1798)	PO
COLEPTERA – BESOUROS	
Chrisomelidae:	
Espécie não identificada 1	PO
Espécie não identificada 2	PO
Espécie não identificada 3	PO

2.4. DISCUSSÕES

2.4.1. Biologia floral

Receptividade do estigma

A flor de *M. dubia* é hermafrodita do tipo pincel “brush-flower”, protógina e não apresenta plataforma de pouso (Maués & Couturier, 2002). Baseado em Endress (1994), Judd *et al.* (2009) e Faegri & Pijl (1979), pode-se considerar que não existe uma síndrome de polinização definida para a espécie, sendo, portanto, considerada entomófila generalista, com flores oligofiléticas, por apresentarem vários grupos de insetos envolvidos na polinização, em busca de pólen, sua principal recompensa floral.

A protoginia para *M. dubia* não é tão pronunciada como afirmada por Peters & Vasquez (1988). Neste trabalho verificou-se que esse processo só garante que a planta não seja autofecundada durante as primeiras 05 horas de exposição do estigma, pois nas próximas 06 horas ocorre sobreposição das fases sexuais, possibilitando a autogamia. Maués & Couturier (2002) também verificaram que as flores coincidiam suas fases pistilada e estaminada, mas durante um período mais curto, entre 60 a 90 minutos.

É evidente que existe uma variação quanto a alguns eventos florais para o camu-camu. Enquanto que para Maués & Couturier (2002) o estigma permaneceu receptivo por 05 horas, neste trabalho foi constatado até 10 horas de receptividade, em diferentes intensidades durante esse período. Já Peters & Vasquez (1988) registraram de 04 a 05 horas sem haver coincidência com a liberação de pólen.

O estigma da flor de *M. dubia* quando receptivo apresenta características comuns às espécies *Eugenia uniflora*, *E. puniceifolia*, *E. neonitida* e *E. rotundifolia*

como mostrado por Silva & Pinheiro (2007), podendo estar ativo desde o início da abertura da flor, quando suas papilas encontram-se túrgidas e brilhantes. Seis gêneros foram observados por Proença & Gibbs (1994) com o estigma seco (*Blepharocalix*, *Campomanesia*, *Eugenia*, *Myrcia*, *Psidium* e *Syzygium*). Tal característica também foi observada para o gênero *Gomidesia* e considerada comum entre as Myrtoideae (Van Wyk & Lowrey, 1988; Lughada & Proença, 1996; Torenzan-Silingardi & Oliveira, 2004).

A antese para os acessos estudados se completa entre 02 h e 04 h da manhã, sendo, portanto, diferentes em relação às plantas estudadas no Pará, que têm a antese entre 05 h e 07 h (Maués & Couturier, 2002).

Liberação de pólen

A liberação de pólen ocorre cerca de 04 horas após a exposição do estigma, resultado que contrasta com o encontrado por Maués & Couturier (2002), cujo pólen está disponível após 30 minutos do início da fase pistilada. Por outro lado, os horários de maior viabilidade dos grãos de pólen ocorrem entre 07 h e 08 h, sendo coincidentes entre os trabalhos. Para a espécie, os períodos anteriormente citados são os mais indicados para trabalhos com polinização controlada, pois os grãos encontram-se mais secos, facilmente dispersáveis e de fácil manuseio.

Se em plantas temperadas a liberação de pólen pode ser programada de forma a evitar condições de alta umidade e de chuva, fatores que reduzem sua fluabilidade e deslocamento na corrente de ar (Judd *et al.* 2009), com plantas tropicais o comportamento não seria tão diferente, o que pode explicar o porquê das diferenças encontradas quanto ao período de liberação de pólen para uma mesma espécie em regiões diferentes da Amazônia.

De 11 espécies estudadas por Souza (1996) na Reserva Ducke, em especial *Myrciaria floribunda*, todas apresentam pólen como recurso floral.

Liberação de odor

A liberação de odor, de uma forma geral, está sempre associada à atração aos visitantes florais. Para *M. dubia*, os períodos de emissão de odor mais expressivos indicam que os prováveis polinizadores apresentam atividade durante a madrugada e durante toda a manhã. Após as 09 h, embora não haja quase nenhuma disponibilidade de pólen como registrado para uma planta do acesso Uatumã, ainda assim há investimento na produção de odor devido ao calor, provavelmente como um recurso secundário para atrair o inseto visitante até o estigma. Esta talvez seja a explicação mais plausível para esse comportamento floral, principalmente por ocorrer num horário de pouca ou nenhuma visita.

Maués & Couturier, (2002) trabalhando com *M. dubia* de terra-firme no Pará, já haviam registrado a presença de osmóforos em diferentes partes florais como visto neste trabalho. Outras espécies do gênero *Eugenia* assemelham-se à *M. dubia*, mas seus osmóforos somente foram encontrados nas anteras (Silva & Pinheiro, 2007).

Produção de néctar

Até o presente momento, todos os trabalhos referentes à biologia floral de Myrtaceae citam *M. dubia* como espécie produtora de néctar. Neste trabalho constatou-se que esta espécie na EEO-INPA/AM não secretou tal substância açucarada. Esse resultado é surpreendente, demonstrando que de uma região para

outra pode haver diferenças fisiológicas e morfológicas entre os indivíduos devido ao ambiente em que as mesmas se encontram. A pressão ambiental que essa espécie pode estar sofrendo, devido às mudanças climáticas e alteração do seu habitat natural, ao longo do tempo pode acarretar tais diferenças que só agora podem estar sendo constatadas. Isso pode ocorrer pela falta de polinizadores naturais e até adaptação a novos agentes ou ainda pode ser uma resposta ao processo de domesticação de *M. dubia*.

Desta forma, serão necessários estudos com a espécie analisando exemplares de diferentes regiões de ocorrência natural e de terra-firme. Além de testes de biologia floral, outras análises histológicas deverão ser realizadas para verificar a presença de tecidos glandulares ou vestigiais.

2.4.2. Visitantes florais e possíveis polinizadores do camu-camu

A flor de *M. dubia*, por ter duração de um dia, apresenta curto período de disponibilidade de pólen, mas que é compensado pela quantidade produzida. Como visto, esses grãos podem estar acessíveis aos visitantes desde as 04 h até cerca das 10:00 horas da manhã, mas somente entre as 07 h e 08 h, quando aumenta a temperatura e diminui a umidade, que os mesmos encontram-se facilmente dispersáveis, por estarem secos e desagregados. Coincidentemente é quando ocorre o maior número de visitas florais, podendo estas se estenderem até as 09 horas, principalmente por abelhas e moscas,

É pouco provável que a protoginia em *M. dubia* favoreça a alogamia, pois, mesmo que o estigma esteja receptivo durante a madrugada, somente os pequenos coleópteros realizam visitas no período em que não há dispersão alguma de pólen.

O hermafroditismo para a espécie acaba por facilitar o processo de endogamia, quando não há fluxo gênico entre plantas.

A flor de *M. dubia*, entomófila generalista, é acessível a vários grupos de insetos, justificando os diferentes grupos encontrados no forrageamento em busca de pólen. As flores de Myrtaceae são visitadas principalmente por abelhas das subfamílias Meliponinae e Bombinae - Apidae (Hopper, 1980; Guibu *et al.*, 1988; Roubik, 1983; 1989; Beardsell *et al.* 1993; Fidalgo, 2002; Gressler *et al.*, 2006).

Grupos do gênero *Trigona* também foram registrados visitando *Blepharocalix salicifolius* (Myrtaceae) no Brasil central (Cortopassi-Laurino & Ramalho, 1982; Ramalho *et al.*, 1990; Oliveira & Gibbs, 2000)

A baixa frequência de visitas às flores de *M. dubia* por *Apis mellifera*, em comparação com *M. seminigra merrillae*, está relacionada à ausência dessas abelhas em criação racional, ou seja, são ninhos que se encontram em baixo número na área do plantio da EEO-INPA. As duas espécies podem ser utilizadas em plantios para auxiliar na polinização, pois possuem o mesmo comportamento de forrageamento e tamanho corporal, o que aumenta ou potencializa a área de contato do corpo da abelha com as anteras e o estigma. Sabe-se que as abelhas com ferrão contribuem com mais de 80% da polinização de culturas realizadas por insetos, embora sejam mais conhecidas pela produção de mel (Imperatriz-Fonseca *et al.* 2006). Embora os resultados deste trabalho apresentem semelhanças com os dados encontrados por Maués & Couturier (2002), a presença de abelhas Halictidae não foi registrada para o camu-camu no Pará. Por outro lado, as abelhas Syrphidae e os coleópteros foram igualmente considerados como polinizadores eventuais, tendo papel secundário nesse processo.

Segundo Costa (2000), no Brasil a família Chrysomelidae possui 4.362 espécies distribuídas em 356 gêneros, constituindo assim, a família com o maior número de representantes no País. Isso torna a identificação das espécies associadas ao camu camu mais difícil, mas não impossível. Maiores estudos taxonômicos devem ser conduzidos para se determinar os insetos que interagem com *M. dubia*, principalmente os visitantes ocasionais e polinizadores efetivos.

2.5.CONCLUSÕES

A antese da flor de *M. dubia* ocorre em cerca de 29 dias e tem desenvolvimento do fruto em aproximadamente 35 dias, a contar da formação inicial do botão floral.

A dicogamia e a protoginia provavelmente não interferem diretamente na autopolinização de *M. dubia* devido ao longo tempo de sobreposição (6 horas) das fases pistiladas e estaminadas.

O período indicado para realização das polinizações controladas está entre as 07 h e 08 h da manhã.

As plantas dos acessos de Uatumã, Candeias e Cauamé não apresentam produção de néctar nas flores nas condições de terra-firme.

Somente as plantas dos acessos de Candeias apresentaram eventos florais fugindo do padrão da maioria, tendo antese retardada e durante o dia.

As abelhas *Melipona seminigra merrillae* e *Apis mellifera* foram consideradas polinizadores efetivos.

A espécie de abelha sem ferrão, *Melipona seminigra merrillae*, pode servir como otimizadora da polinização do camu-camu.

Abelhas Halictidae, moscas Syrphidae e as espécies não determinadas de coleópteros da família Chrysomelidae podem desempenhar função secundária na polinização, como polinizadores eventuais, devido ao seu comportamento e tamanho reduzido.

3.CAPÍTULO III - POLINIZAÇÃO *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh POR ABELHAS *Melipona seminigra merrillae*

RESUMO

As abelhas sem-ferrão (Hymenoptera) são visitantes comuns das flores de plantas nos trópicos, mas ainda existe pouca evidência da importância e efetividade das mesmas como polinizadores de plantas cultivadas. O presente estudo foi desenvolvido para investigar a eficiência da polinização por com a introdução de colméias racionais em um plantio de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) em Rio Preto da Eva-Amazonas/AM. Dezesesseis plantas foram selecionadas próximas às 12 colméias distribuídas, de forma a cobrir a área amostral. De cada planta avaliou-se 200 botões, totalizando 3.200. Os experimentos consistiram dos tratamentos a seguir, para comparação com os resultados dos frutos formados por polinização natural: 1 - polinização a partir da introdução de colméias no plantio; 2 - polinização sem abelhas, onde as flores foram isoladas com saco de tule, permitindo somente a entrada de insetos menores. Apenas 634 frutos foram formados por polinização aberta, 577 frutos de polinização após a introdução de colméias. No experimento 2 obteve-se 783 (24,5%) frutos de polinização natural e 601 (18,8%) frutos correspondentes ao menor percentual no tratamento com flores isoladas. Não houve aumento significativo na taxa de frutos devido à presença de colméias no plantio, em comparação a polinização natural, mas a importância das abelhas do gênero *Melipona* como visitantes e polinizadores do camu-camu não deve ser desconsiderada, uma vez que, junto aos demais insetos visitantes naturais, contribuem para a dispersão de pólen e podem estar sendo utilizadas na “apicultura” migratória.

3.1.INTRODUÇÃO

As abelhas sem-ferrão, também chamadas de meliponíneos, são visitantes comuns das flores de plantas nos trópicos (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 1987; Ramalho *et al.*, 1989; Heard, 1999; Alves, 2000), mas ainda existe pouca evidência da importância e efetividade das mesmas como polinizadores de plantas cultivadas. Sabe-se que esses Hymenoptera polinizam efetivamente cerca de 9 espécies de culturas das 90 conhecidas. Elas contribuem, também, na polinização de cerca de 60 outras culturas (Heard, 1999).

Segundo Mc Gregor (1976), as abelhas constituem os principais polinizadores dos vegetais superiores de interesse econômico. De acordo com Kerr *et al.* (2001), de 30% a 90% das espécies floríferas, em diferentes biomas brasileiros, necessitam de meliponíneos para polinização e frutificação.

As abelhas-sem ferrão são dominantes no dossel das florestas tropicais úmidas e, portanto, contribuem para a produção de sementes e regeneração natural dessas áreas (Roubik, 1993; Ramalho, 2004). Características como colônias populosas e perenes levam as mesmas a explorarem um grande espectro de fontes florais (Michener, 1979). Embora essas abelhas sejam consideradas generalistas, existem trabalhos que refutam tal hipótese, mostrando que espécies como *M. scutellaris* são mais seletivas quanto ao forrageamento, tendo por preferência algumas famílias vegetais como Myrtaceae, Mimosaceae, Anarcadiaceae, Sapindaceae e Fabaceae (Ramalho *et al.*, 2007).

De modo geral, existem muitos trabalhos que mostram a importância das abelhas como polinizadores de plantas domesticadas e ou silvestres (Heard, 1999; Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2004). Esse conhecimento ainda é pouco utilizado na aplicação de técnicas de manejo desses polinizadores naturais integrados à

agricultura, objetivando o aumento da produção de frutos e a conservação ambiental.

No Brasil, plantas muito exploradas economicamente como a maçã (*Malus domestica* Borkh.) e o melão (*Cucumis melo* L.) estão entre as poucas culturas onde colméias de abelhas são utilizadas com a finalidade de polinização (Moreti, 2005). Sabe-se que culturas como café (*Coffea arabica* L.), laranja (*Citrus* L. spp.), caju (*Anacardium occidentale* L.), goiaba *Psidium guajava* L.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims.), acerola (*Malpighia glabra* L.), guaraná (*Paullinia cupana* Kunt.), castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) , camu-camu, além de plantas hortaliças conhecidas, são beneficiadas pela polinização por abelhas de diferentes grupos (Heard, 1999; Martins *et al.*, 1999; Alves, 2000; Neto, 2000; Maués, 2002; Westerkamp & Gottsberger, 2002; Moreti, 2005; Lleras, 2006).

Particularmente, para as Myrtoideae, o sistema de polinização dominante é realizado por abelhas Meliponina (Lughada & Proença, 1996). Existem espécies de Myrtaceae, como a jaboticabeira, planta conhecida e aproveitada pelos seus frutos, onde não foi comprovada a participação efetiva de abelhas como polinizadores, embora sejam os principais visitantes. Diante do exposto, há necessidade de investimentos em estudos mais aprimorados a respeito das relações inseto-planta, principalmente no que tange às espécies botânicas de interesse econômico e/ou agrícola.

Na Amazônia, projetos do INPA e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA estão sendo desenvolvidos com estudos sobre a polinização de culturas como castanheira, guaraná, cupuaçu e outras plantas silvestres. Algumas dessas pesquisas estão sendo realizadas com a introdução de

abelhas nativas nas áreas de cultivo, para aumentar a produção de frutos ou ainda com a preservação das abelhas na sua área de ocorrência natural e em sistemas agroflorestais (Carvalho-Zilse, *et al.*, 2005; Carvalho-Zilse, *et al.*, 2007).

Em outros países, como Japão, já se tem domínio das técnicas de manejo e da introdução de polinizadores nas áreas de interesse agrícola (Amano, 2005; Freitas & Imperatriz-Fonseca, 2005). Também é muito comum a prática do uso de abelhas para polinização, mantidas em estufas ou áreas especiais.

3.2.MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1.Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em um plantio de camu-camu com área de 64 x 254 metros em terra-firme na Fazenda Yurican, km 100, município de Rio Preto da Eva-Amazonas (02° 39'53.5" S e 59° 33'57.4" W (Figura 13). Ao total são cerca de 2000 plantas, com idade de 02 e 10 anos, que recebem adubação orgânica de galinha e farinha de peixe.



Figura 13: Plantio de camu-camu na Fazenda Yurican, Rio Preto da Eva- Amazonas.

Polinização por abelhas sem-ferrão

O efeito da introdução de colméias racionais de abelhas sem-ferrão (*Melipona seminigra merrillae* (Figura 14A e 14B) no processo de polinização de *M. dubia* foi avaliado inicialmente por dois tratamentos numa área representativa de 64 m x 64 m de plantio, cuja área total é de 64 m x 253 m. As plantas selecionadas foram aquelas que se encontravam próximas as colméias, cuja disposição foi dada em cruz a partir do centro da área do experimento, em direções opostas, nas distâncias de 10 m, 20 m e 30 m, cobrindo a área amostral. Ao total, 16 plantas foram avaliadas e 12 colméias foram utilizadas. O alcance de vôo da espécie de abelha por cerca de três quilômetros foi considerado como fator positivo ao desenvolvimento do trabalho. O tamanho do plantio foi considerado ideal para esse experimento e se baseou em informações do alcance de voo de outras espécies do mesmo gênero como *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836, que voa 750 metros, *Melipona scutellaris*,

que voa 1.500 metros e *Melipona subnitida* Ducke, 1910, que pode alcançar até 3.000 metros (Nogueira-Neto, 1997; Carvalho-Zilse & Kerr, 2004).



Figura 14: Caixas racionais de abelhas sem ferrão no plantio de camu-camu na Fazenda Yurican, Rio Preto da Eva-Amazonas (A); Abelhas *M. seminigra merrillae* na entrada da colméia (B).

A implantação do experimento foi iniciada em julho de 2007, com a delimitação da área amostral e instalação dos suportes para receber as colméias provenientes de um meliponário experimental situado em Manaus.

Para identificação e marcação das plantas, botões e/ou flores abertas foram utilizadas fitas e etiquetas plásticas. Devido à flor de *M. dubia* apresentar pedicelo subséssil, foram marcadas cuidadosamente inflorescências e, quando necessário, marcavam-se as flores individuais, sendo que o arame era amarrado junto ao caule sem haver contato direto com as estruturas florais, para não danificá-las (Figura 15). Três mil e duzentos botões foram selecionados ao acaso para avaliação do processo de polinização, em cada tratamento a seguir:

Tratamento 1 = Polinização Natural ou Aberta – Refere-se ao processo em que não há manipulação controlada ou intervenção humana. Esse tratamento foi feito antes da introdução de abelhas no plantio (período de floração). Para tal, foram marcados 200 botões e/ou flores por planta com etiquetas amarelas, totalizando 16 indivíduos.

Tratamento 2 = Polinização Natural (PN) + Colméias de Abelhas sem-ferrão (PA) – Trata-se de experimento que utilizou colméias de abelhas racionais de *Melipona seminigra merrillae* Cockerell, 1919, para aumentar o número de polinizadores no plantio de camu-camu, além dos polinizadores naturais. Para essa avaliação, também foram marcados 200 botões em pré-antese por planta, após a introdução das colméias no plantio, cuja disposição foi mencionada anteriormente.

Para avaliar a efetividade do papel das abelhas na polinização de *M. dubia* efetuou-se a comparação do número de frutos formados pela polinização natural e do resultado do tratamento 2 por meio do teste do qui-quadrado. A quantificação dos frutos foi feita após cerca de 60 dias a partir da antese das flores.

A escolha da espécie de abelha se justificou devido observações da freqüência de visitas dessas abelhas nas flores de camu-camu em Manaus nos anos de 2000 e 2001*.

Após análise do primeiro experimento com resultados preliminares, foi realizada uma segunda avaliação, comparando resultados de frutos formados após o isolamento das abelhas em geral e de frutos formados por polinização natural. Tal avaliação confirmaria ou não a eficiência das abelhas no processo de polinização. Também foram marcadas aleatoriamente 16 plantas com botões florais próximas às colméias de abelhas. Nessas plantas, de três a quatro ramos foram isolados com sacos de tule medindo 40 cm x 20 cm, com malhas que não permitiam a entrada de

*Comunicação pessoal de Alexandre Coletto-Silva, em janeiro de 2005

abelhas. Os sacos continham ao total 200 flores, que foram marcadas para acompanhamento quanto à formação de frutos.



Figura 15: Planta de *M. dubia* florida (a); Flores (b) e frutos imaturos (c), com etiquetas de identificação. Plantio da Fazenda Yurican em Rio Preto da Eva-AM.

3.3.RESULTADOS

Polinização por Abelhas sem-ferrão

A floração de *M.dubia* teve início em outubro de 2007 e estendeu-se até julho de 2008. Não houve produção de flores em massa, algumas plantas produziram flores enquanto a maioria estava trocando de folhagem e ainda apresentava frutos em início de maturação.

As 16 plantas avaliadas formaram ao total 634 frutos, dos 3200 botões marcados, oriundos de polinização aberta, tendo amplitudes de 14-77 frutos. Foram contados 577 frutos formados por polinização após a introdução das abelhas sem-ferrão, tendo amplitudes de 16-65 frutos (Tabela 5). Essa diferença quanto à formação de frutos entre os dois tratamentos nas plantas avaliadas não foi significativa ($X^2 = 247,987$, $gl = 15$, $p < 0,005$).

Ainda assim, nove plantas tiveram ao total 47,2 % de frutos formados de polinização por abelhas, correspondendo aos maiores percentuais por planta, quando comparados à polinização natural. A planta VI obteve a maior produção de frutos com 11,3% para PA e 12,1% para PN. A menor produção foi apresentada pelas plantas VIII e XVIII, com percentuais entre 2% e 4% de frutos para os dois tratamentos (Figura 16). A média de polinização natural foi de 39,6, e de 36,6 para os frutos formados após a introdução de abelhas.

Os resultados mostraram que, na área de estudo, a presença das 12 colméias de abelhas *Melipona seminigra merrillae* (Figura 17:A-B) não influenciou expressivamente o aumento da produção de frutos, como era esperado. O experimento foi planejando para um plantio cuja presença de abelhas seria relativamente pequena, tendo um amplo espectro de visitantes, abrangendo

diferentes grupos como descrito na literatura, já que *M. dubia* é considerada uma espécie entomófila generalista.

Uma segunda espécie de abelha, *Melipona lateralis* Erichson, 1948 (Figura 17:C-D), foi observada naturalmente na área, sendo muito frequente nas flores de *M. dubia* em comparação aos demais visitantes florais e com a espécie introduzida para o estudo. Acredita-se que tal espécie possa ter interferido nos resultados devido ao seu comportamento de forrageamento e número de indivíduos, sendo potencialmente competidoras de pólen, inibindo as visitas de *M. seminigra merrillae*.

Os resultados do segundo experimento mostraram que a maior produção foi resultante de polinização natural com 783 (24,5%) frutos formados. Para o tratamento com flores isoladas, 601 frutos corresponderam ao menor percentual com 18,8%, entretanto, estatisticamente essa diferença não foi significativa ($X^2 = 376,435$, $gl = 15$, $p < 0,005$). Das 16 plantas, quatro tiveram valores superiores para a produção de frutos no tratamento para as flores isoladas de abelhas (Tabela 6).

Tabela 5. Número de flores e frutos de camu-camu (*Myrciaria dubia*) formados por Polinização Natural (PN) e Polinização com abelhas (PA). Plantio da Fazenda Yurican em Rio Preto da Eva-AM.

Planta	Número de Flores/Tratamento	Número de Frutos	
		PN	PA
I	200	31	56
II	200	56	40
VI	200	77	65
VII	200	46	38
VIII	200	26	13
IX	200	23	36
X	200	60	17
XI	200	50	25
XII	200	25	45
XV	200	27	36
XVI	200	44	16
XVII	200	42	49
XVIII	200	14	25
XIX	200	40	54
XX	200	45	45
XXI	200	28	17
Total	3200	634	577
%		19,8	18,0

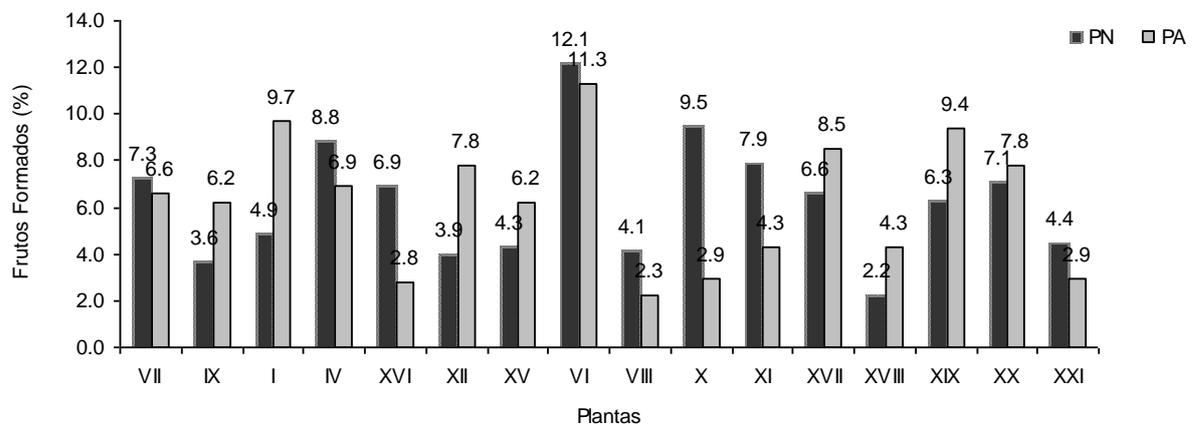


Figura 16: Produção de Frutos para os tratamentos de Polinização Natural (PN) e Polinização com abelhas (PA). Plantio da Fazenda Yurican em Rio Preto da Eva-AM.

Tabela 6. Número de flores e frutos de camu-camu (*M. dubia*) formados por PN (Polinização Natural) e PSA (Polinização sem abelhas). Plantio da Fazenda Yurican em Rio Preto da Eva-AM.

Planta	Número de Flores	Número de Frutos	
		PN	PSA
I	200	29	36
II	200	49	73
III	200	51	41
IV	200	50	27
V	200	56	19
VI	200	55	30
VII	200	81	22
VIII	200	36	10
IX	200	26	23
X	200	49	31
XI	200	52	32
XII	200	20	27
XIII	200	97	95
XIV	200	40	47
XV	200	58	56
XVI	200	34	32
Total	3200	601	783
%		18,8	24,5

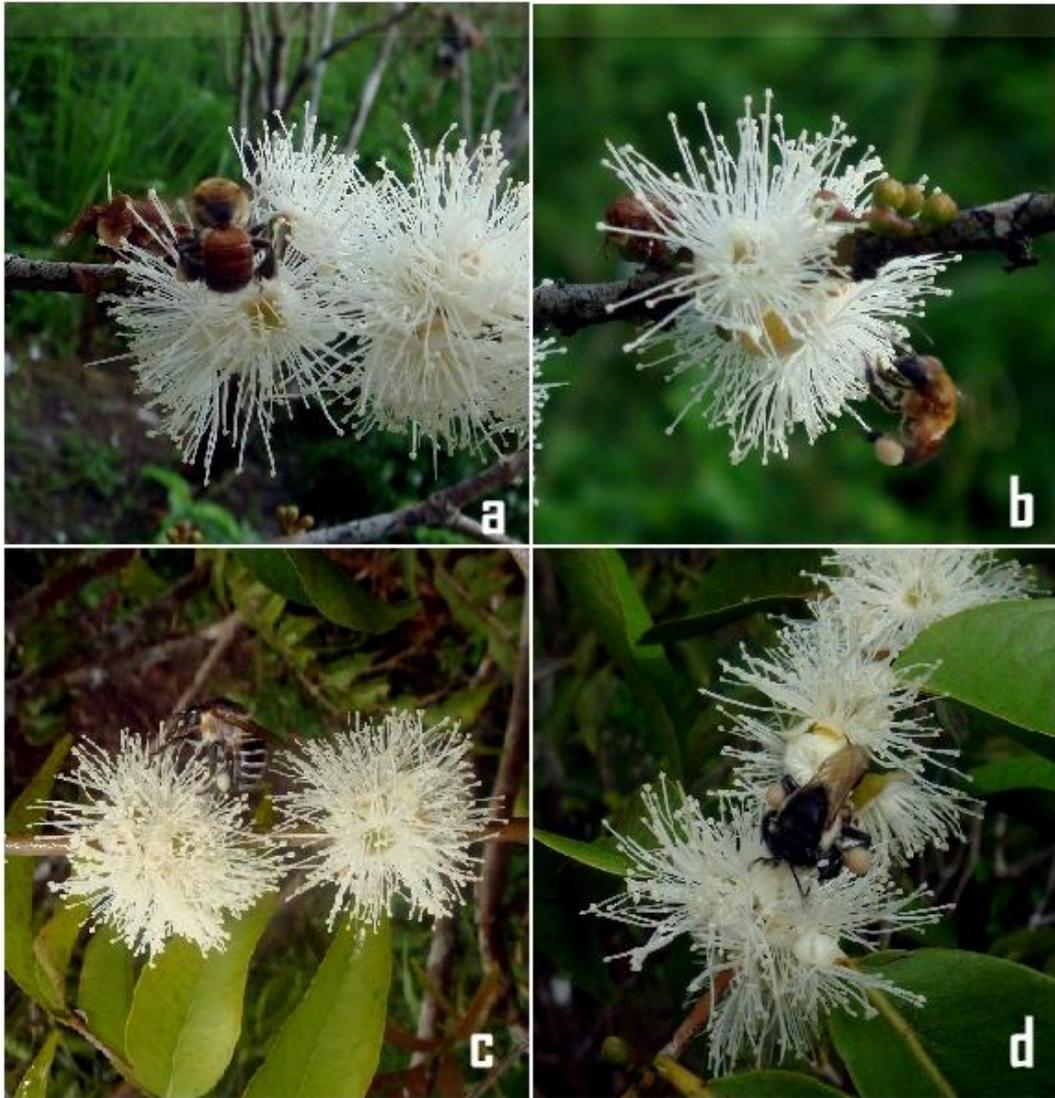


Figura 17: Abelhas visitando as flores de *M. dubia*: *M. seminigra merrillae* visitando as flores (a) e tocando o estigma (b); *M. lateralis* coletando pólen nas corbículas (c e d). Plantio da Fazenda Yurican em Rio Preto da Eva-AM.

3.4.DISSCUSSÕES

Representantes do gênero *Melipona*, como *M. lateralis* e espécies do grupo das Trigonas de ocorrência natural, também foram registradas e consideradas como visitantes florais e principais polinizadores do camu-camu e de outras Myrtaceae na região amazônica (Falcão *et. al.*, 1992; 1993 a-b; Souza, 1996). Em plantios de Manaus como os da Chácara Vale Verde e da EEO-INPA, também foram observadas *Melipona seminigra merrillae* e *M. compressipes manaosensis* visitando ativamente as flores de camu-camu para coleta de pólen*.

A porcentagem considerada compatível entre os resultados comparativos da polinização natural e de flores isoladas sugere que experimentos futuros sejam realizados para avaliar eficientemente a importância da presença de meliponíneos na polinização em plantios de camu-camu, devido, principalmente, às possíveis influências das mudanças climáticas ocorridas durante 2007 e 2008.

Para explicar o baixo índice de polinização com a utilização de abelhas, várias considerações devem ser feitas sob os aspectos climatológicos. Considerando que 2007 foi um ano atípico, apresentando muitas chuvas no Amazonas, acredita-se que esse fenômeno pode ter interferido no processo de polinização, tendo em vista que dificulta a atividade das abelhas e de outros insetos. Outra consequência relaciona-se ao fato das plantas terem prolongado seu período de floração, não havendo sincronia floral entre os indivíduos. Enquanto determinadas plantas estavam trocando a folhagem, algumas já estavam com botões florais e/ou outras se encontravam com frutos em diferentes estádios de desenvolvimento. Notou-se que foi um período em que houve alteração na fisiologia da planta, o que pode ter influenciando os resultados do processo de polinização e produção de frutos.

*Comunicação pessoal de Alexandre Coletto-Silva, em janeiro de 2005

A eficiência do papel das abelhas no incremento da produção de frutos do camu-camu não foi constatada neste trabalho, mas sua importância como visitante e polinizador da espécie não deve ser desconsiderada, uma vez que junto aos demais insetos visitantes naturais, contribuem para a dispersão de pólen.

Sendo *M. dubia* entomófila generalista (Maués & Couturier, 2002), apresentando anemofilia (ver capítulo IV deste trabalho), é provável que na ausência de abelhas e outros insetos, desde que a mesma esteja em ambiente aberto, ventilado e com baixa umidade, seus grãos de pólen sejam dispersados facilmente e alcancem o estigma de outras flores.

Até o presente não havia sido realizado nenhum experimento utilizando colméias racionais de abelhas sem-ferrão em plantios de camu-camu para potencializar a polinização. Para criar um pré-modelo utilizando um número mínimo e adequado de colméias de abelhas sem-ferrão em plantios de camu-camu com a finalidade de aumentar a produção de frutos, será necessário repetir o mesmo experimento em um período em que não haja interferência de fenômenos ambientais. Embora, neste trabalho, os resultados não tenham mostrado aumento significativo na taxa de frutos formados de camu-camu, devido à presença de colméias racionais no plantio, em comparação com a polinização natural, sabe-se que os Hymenoptera constituem um dos grupos mais importantes no processo de polinização de plantas silvestres e de culturas agrícolas (Heard, 1999).

Muitas pesquisas têm demonstrado a eficiência das mesmas na produção de frutos, mesmo aquelas de ocorrência natural, por meio da técnica de apicultura migratória, com colméias utilizadas em ambientes protegidos (casas de vegetação) e ainda pela introdução de colméias em plantios (Heard, 1999; Martins *et al.*, 1999; Alves, 2000; Neto, 2000; Maués, 2002; Westerkamp & Gottsberguer, 2002;

Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2004; Amano, 2005; Freitas & Imperatriz-Fonseca, 2005; Moreti, 2005; Lleras, 2006).

Dentre os diferentes trabalhos de Michener (1979); Teixeira & Campos (2005); Ramalho *et al.* (2007) realizados com comportamento de Meliponíneos, Bustamante (2006), verificou que operárias de *M. lateralis*, nos períodos seco e chuvoso têm atividades de forrageamento de 12,3% e 2,4% respectivamente. Já *M. seminigra merrillae* apresentou 0,9% de atividade durante os dois períodos. Os maiores percentuais de atividade demonstram que *M. lateralis* parece investir mais energia em busca de alimento do que *M. seminigra merrillae*. Sendo assim, *M. lateralis* pode ser considerada mais adequada para se realizar trabalhos com polinização em plantios de espécies como *M. dubia*, em comparação com a espécie de abelha avaliada nesse estudo.

Ainda quanto à atividade de voo, *M. quadrifasciata* Lepeletier, 1836, e *M. bicolor* Lepeletier, 1836, dentre outras espécies sem-ferrão, mostraram iniciarem voo a temperaturas mais baixas e mais cedo (06:02 e 07:04 horas, respectivamente). Esse comportamento foi correlacionado com o tamanho da abelha, tendo as espécies maiores melhor capacidade de regular sua temperatura corporal (Roubik & Aluja, 1983).

Foi constatado por Gamito & Malerbo-Souza (2006), Malerbo-Souza *et al.* (2003) e por Trindade *et al.* (2004) que a presença de *Apis mellifera* nas culturas de laranja *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, var. Pera-Rio e de meloeiro são indispensáveis a produção de frutos. Freitas & Oliveira Filho (2003) ao desenvolverem caixas racionais para mamangavas e introduzirem no plantio de maracujá (*Passiflora edulis*), conseguiram aumentar o índice de polinização desta cultura. A maioria dos

trabalhos de pesquisa com culturas de plantas demonstra que o maior percentual de frutos é atribuído à presença de insetos (Souza *et al.*, 2007).

Almeida *et al.* (2000), verificaram a influência de abelhas (*Apis mellifera*) na polinização de Gariroba (*Compomanesia* spp.) em Goiânia e Senador Canedo - Goiás. Atribuiu-se a maior produção possivelmente à presença de duas colméias de abelhas no experimento de Senador Canedo, cuja contagem de frutos foi de 66,6% na parte descoberta e de 1,5% na parte coberta. Na área sem abelhas, a produção também foi maior na área descoberta, com 4,7% de frutos e 0,18% de frutificação na parte que estava isolada dos polinizadores.

A polinização por abelhas, mesmo em plantas consideradas autógamas, pode beneficiar a produção de frutos, como demonstrado por Cruz *et al.* (2005) que, ao utilizarem a espécie *Melipona subnitida* em cultivos protegidos de pimentão (*Capsicum annuum* L.), constataram que houve aumento na qualidade dos frutos.

3.5.CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa entre a polinização natural comparada com a realizada por abelhas *Melipona seminigra merrilae* do experimento 1 e com o experimento 2 de flores isoladas de abelhas.

Novos estudos devem ser conduzidos no sentido de aumentar o número de colônias, número de plantas avaliadas ou talvez o número de flores por planta para se ter uma amostragem maior e comparativa, a fim de se entender a real distribuição dessas abelhas na polinização do camu-camu.

Outras espécies de polinizadores podem estar interferindo no desempenho do forrageamento de *M. seminigra merrilae* e talvez sejam necessários maiores investimentos etodológicos para isolamento dessas interferências.

A anemofilia pode ser um processo que auxilia a produção de frutos na presença ou na ausência de abelhas.

O tamanho de *M. seminigra merrilae*, a presença de vários pêlos torácicos e seu comportamento de forrageamento na inflorescência do camu-camu, são características muito importantes para se considerar essa abelha como polinizador efetivo.

4.CAPÍTULO IV - SISTEMA REPRODUTIVO DE TRÊS ACESSOS DE *Myrciaria dubia* NA EEO-INPA-AM

RESUMO

O presente trabalho se propôs a realizar uma avaliação do sistema reprodutivo de *Myrciaria dubia* da terra-firme, por meio de polinizações controladas entre acessos oriundos dos rios Uatumã (Amazonas), Candeias (Rondônia) e Cauamé (Roraima), visando à futuros trabalhos de melhoramento genético da espécie. O experimento foi conduzido durante o período de maior floração, entre os anos de 2005 e 2008 e consistiu nos seguintes tratamentos: xenogamia, autopolinização, apomixia e polinização natural (controle). Para cada teste, de 10 a 20 flores foram previamente emasculadas antes da antese e isoladas com papel manteiga e/ou tunil, para evitar a contaminação com pólen, totalizando 1262 flores. O resultado das polinizações intra e entre acessos mostrou que *M. dubia* da terra-firme tem sistema reprodutivo misto, apresenta endogamia, alogamia facultativa e apomixia. Na ausência de polinizadores, a espécie pode ser autopolinizada e até mesmo formar frutos sem pólen, garantindo a perpetuação da espécie. Naturalmente, *M. dubia* tem baixo sucesso reprodutivo, provavelmente devido a fatores ambientais e/ou fisiológicos. Dentre os cruzamentos realizados, aqueles compreendendo acessos do Uatumã x Uatumã foram considerados os mais favoráveis às polinizações por formarem maior número de frutos sem aborto (23,6%), seguidos por Uatumã x Cauamé, com 15,3% de frutificação. Os cruzamentos entre Cauamé x Cauamé e Candeias x Cauamé tiveram os menores percentuais de frutificação, com 5% e 0% de frutos, respetivamente, demonstrando apresentarem incompatibilidade, cuja origem não foi determinada.

4.1.INTRODUÇÃO

A maioria dos trabalhos sobre a biologia reprodutiva de Myrtaceae foi desenvolvida na Austrália com espécies muito conhecidas e exploradas comercialmente. Lughada & Proença (1996), reconhecendo a escassez de informações sobre a biologia reprodutiva desta família botânica nos neotrópicos, compilaram informações, muitas vezes dispersas, sobre Myrtoideae, da revisão anteriormente realizada por Beardsell *et al.* (1993), que envolvia principalmente as Lepstorpemoideae (Ormond *et al.*, 1991).

No Brasil, a maior parte dos estudos com biologia reprodutiva de Myrtaceae foi desenvolvida com plantas do cerrado e com plantas cultivadas de interesse econômico, como por exemplo, eucalipto, jabuticaba, goiaba e a pitanga (Alves & Freitas, 2007; Borges *et al.*, 1973; Proença & Gibbs, 1994; Malerbo-Souza *et al.*, 2003; Alves & Freitas, 2006). Pesquisas com *Eucalyptus* spp., na década de 1970, visavam ao entendimento da grande demanda de sementes, estabelecendo programas de melhoramento genético para as espécies economicamente mais importantes por meio de pesquisas da conservação do pólen para utilização em polinizações controladas (Borges *et al.*, 1973). Alves & Freitas (2007) investigaram os requerimentos de polinização da goiabeira e concluíram que a espécie é alógama, dependente de agente polinizador, tendo baixo potencial de frutificação por autogamia devido provavelmente, à autoincompatibilidade.

A atração de visitantes em troca da polinização para formação de frutos depende grandemente das características das flores e de suas recompensas florais. De forma geral, nas Myrtaceae, a dicogamia, fenômeno cuja função das fases masculina e feminina ocorre em períodos distintos, é mais facilmente detectada em espécies com flores de vida longa, ocorrendo o contrário com as Myrtoideae, cujas

flores têm curto período de vida. A fase feminina pode estar relacionada à secreção de néctar. Sem generalizações quanto as sub-famílias, a sobreposição das fases sexuais pode favorecer a autopolinização. A andromonoiccia não tem sido documentada, sendo a dioiccia mais frequente para as Myrtoideae (Lughada & Proença, 1996).

O potencial para a geitonogamia (polinização entre flores da mesma planta) parece ser alto em Myrtaceae de floração curta, devido às flores abrirem-se em um único dia. No entanto, as barreiras de autoincompatibilidade parecem ser comuns, o que sugere a predominância da alogamia para as espécies, conforme Proença & Gibbs (1994). Esses autores verificaram que de oito espécies estudadas do cerrado, três eram estritamente auto-incompatíveis (*Blepharocalyx salicifolius*, *Campomanesia velutina* e *Siphoneugena densiflora*), enquanto que duas espécies (*Myrcia linearifolia* Cambess. e *Campomanesia pubescens*) exibiram auto-incompatibilidade parcial. Torezan-Silingardi & Del-Claro (1998), complementando as informações para esta última espécie citada, constaram que a mesma, embora forme frutos por autopolinização, tem maior percentual de frutificação por xenogamia.

A alogamia é mais comumente encontrada entre as espécies do cerrado, não diferindo das espécies de outras florestas tropicais, como mostram Oliveira & Gibbs (2000), após estudarem a biologia reprodutiva de 39 espécies lenhosas do cerrado.

A apomixia ocorre entre as Myrtoideae geralmente por embrionia adventícia (Lughada & Proença (1996), sendo apresentada principalmente por plantas cultivadas (Dafni, 1992). Esse processo apresenta taxas variáveis entre as espécies, sendo encontrado para as espécies na fase madura da floresta e pouco investigado para as espécies pioneiras e intermediárias (Kaur, 1978; Bawa, 1990). A apomixia

ainda pode ser confundida com a pseudogamia, onde há necessidade de polinização para formação do fruto, mas com desenvolvimento de saco embrionário por via assexuada (Bawa, 1990; Richards, 1997).

Na Amazônia, trabalhos como os de Peters & Vasquez (1988); Villachica, 1996; Villachica *et al.* (1996) no Peru e Maués & Couturier (2002) no Pará (Brasil) contêm informações sobre a biologia floral do camu-camu. Os primeiros autores embora tenham descrito a biologia da flor e o sistema reprodutivo do camu-camu em seu habitat natural, não detalharam o momento preciso ou mais favorável à polinização, já que a receptividade das flores tem curto período de duração.

Segundo Peters & Vasquez (1988), *M. dubia* é uma espécie que apresenta protoginia, alogamia facultativa, não obrigatória, aceitando a geitonogamia e podendo ainda ser polinizada pelo vento. Entretanto, nesse último trabalho não foi definido o período exato da fase feminina. Experimentos com autopolinização da espécie mostram que é possível selecionar e clonar melhores indivíduos para aumentar a produção de frutos (Cruz & Resende, 2008). No entanto, até o presente momento, pouco se sabe sobre os requerimentos para a polinização cruzada com fins de melhoramento genético da planta.

A tese de Souza (1996) está entre os trabalhos de grande relevância para as Myrtaceae na Amazônia. Nesta pesquisa estudou-se a biologia reprodutiva de 11 espécies de Myrtaceae em floresta tropical úmida na Amazônia Central com os nomes a seguir: *Calycolpus goetheanus* (DC.) O. Berg., *Calyptrantes cf. multiflora* O. Berg., *Eugenia cf. calva* Mc Vaugh, *Eugenia citrifolia* Poiret, *Eugenia cuspidifolia* DC., *Eugenia prosoneura* O. Berg., *Eugenia pseudopsidium* Jacq., *Eugenia ramiflora* Desv., *Myrcia magnoliifolia* DC., *Myrcia paivae* O. Berg. e *Myrciaria cf. floribunda*.

Dentre as espécies, *Eugenia cuspidifolia*, *E. ramiflora* e *Myrciaria cf. floribunda* mostraram-se auto-compatíveis.

Tendo em vista a importância do camu-camu em seus aspectos econômico e nutricional, verificou-se que a espécie necessitava de estudos mais detalhados quanto a biologia reprodutiva, buscando informações que auxiliassem a compreensão do comportamento reprodutivo e que favorecessem as técnicas de melhoramento genético da espécie em plantios de terra-firme na Amazônia.

4.2.MATERIAL E MÉTODOS

Esse experimento foi realizado durante o período de floração da espécie, entre abril/2005 e setembro/2008, em plantio na EEO do INPA-AM, situada na BR-174, km 14, sentido Manaus-Presidente Figueiredo. De 10 a 20 flores de representantes de cada acesso foram avaliadas quanto ao sistema reprodutivo, totalizando 1.262 flores.

As flores foram isoladas com sacos de papel manteiga e/ou sacos de tunil antes da antese, para evitar contaminação com pólen dispersado pelo vento ou visitantes florais. Todas as polinizações controladas foram realizadas no período diurno, após a abertura das flores, quando as mesmas apresentaram o máximo de receptividade, por volta das 08 h da manhã. A transferência de pólen também só foi realizada quando baixava a umidade ambiente, deixando os grãos secos e facilmente dispersos nas anteras. Os seguintes testes foram realizados intra e entre os acessos oriundos do Rio Uatumã (Amazonas), Candeias (Rondônia) e Cauamé (Roraima):

Controle de agamospermia – Foram emasculadas 237 flores antes da liberação de pólen e posteriormente ensacadas sem polinização.

Teste de xenogamia - As flores doadoras de grãos de polens foram colocadas em uma placa de Petri e seguidamente suas anteras foram passadas suavemente sobre a superfície do estigma das flores receptoras de plantas dentro e entre acesso, inicialmente emasculadas e ensacadas. Os cruzamentos entre Uatumã x Uatumã, Uatumã x Candeias, Uatumã x Cauamé, Candeias x Candeias, Candeias x Cauamé e Cauamé x Cauamé foram realizados para avaliar entre quais acessos estaria a maior taxa de frutos, totalizando 539 polinizações.

Teste de geitonogamia – Foram isoladas 486 flores após emasculação para transferência dos grãos de pólen de flores da mesma planta até a superfície estigmática das flores isoladas inicialmente.

Polinização aberta ou natural – Foram marcados ao total 470 flores para se verificar a taxa natural de frutificação.

Os frutos resultantes dos tratamentos foram quantificados para comparação da taxa de frutos formados por polinização cruzada e geitonogamia por meio do teste do qui-quadrado.

4.3.RESULTADOS

Sistema Reprodutivo

A espécie *M. dubia* apresenta sistema reprodutivo misto. A proporção de frutos formados por Xenogamia (12,4%) foi significativamente maior que a proporção formada no teste de geitonogamia com 9,9% ($X^2 = 808,87$; $gl = 1$; $P < 0,1$)(Tabela 1).

Portanto, a espécie tem autogamia e alogamia facultativa. Os resultados para a geitonogamia e polinização cruzada podem ser observados nas tabelas 2 e 3.

Todos os cruzamentos realizados entre os acessos resultaram em baixo percentual de frutos, sendo os maiores valores em ordem decrescente, respectivamente, para os cruzamentos entre (Uatumã x Uatumã), (Uatumã x Cauamé), (Candeias x Candeias), (Uatumã x Candeias), (Cauamé x Cauamé) e (Candeias x Cauamé) conforme a tabela 4. Frutos cuja planta receptora era Candeias foram abortados com cerca de 10 dias da polinização, demonstrando esse acesso não ser favorável às polinizações controladas, possivelmente por apresentarem incompatibilidade gametofítica ou esporofítica. Presumi-se que existam níveis diferentes de incompatibilidade entre plantas, sendo os menores níveis encontrados para os acessos do Uatumã, os quais tiveram contribuição de 93% dos frutos polinizados entre os outros acessos (tabela 4).

O ISI (Índice de auto-incompatibilidade) calculado foi de 0,716, mostrando a espécie ser parcialmente auto-incompatível.

A taxa de frutificação para o tratamento de agamospermia foi superior aos demais tratamentos com 14,3% de frutos (Tabela 5). As chances de ter ocorrido contato do pólen com o estigma são poucas, já que a emasculação ocorria no período em que as anteras estavam fechadas e com isolamento das flores antes ou durante a antese.

Myrciaria dubia demonstrou ter baixo sucesso reprodutivo, formando somente 16% de frutos por polinização natural das 470 flores marcadas, o que justificou a baixa porcentagem de frutos formados em todos os tratamentos realizados. Assim, o sistema reprodutivo misto de *M. dubia*, de forma compensatória, pode contribuir para a maior eficiência na taxa reprodutiva da espécie. Na ausência de polinizadores,

pode ocorrer autopolinização e até mesmo formar frutos na ausência de pólen. A sobreposição das fases sexuais das flores (discutida no capítulo II) contribui para a endogamia, além dos fatores abióticos.

TABELA 7: Frequência observada e esperada dos tratamentos de geitonogamia e xenogamia de *Myrciaria dubia* para cálculo do qui-quadrado.

Frequência dos Frutos					
Tratamento	Flores	Observada	Esperada	(O-E)	(O-E) ² /E
Geitonogamia	486	48	5,38	42,62	337,63
Xenogamia	539	67	7,51	59,49	471,246
Total	1025	115		808,87	

TABELA 8: Resultados dos tratamentos de geitonogamia quanto a produção de frutos de *Myrciaria dubia* na Estação Experimental de Olericultura do INPA-AM.

Planta	Flores polinizadas	Frequencia dos Frutos	
		Absoluta	Relativa (%)
UAT 09.96-4B	13	1	0,2
UAT 09.96-6B	53	0	0,0
CAU 01.97-2A	26	0	0,0
UAT 03.96-5A	12	0	0,0
UAT 11.96-6B	20	1	0,2
CAN 01.97-3A	20	0	0,0
UAT 02.97-3A	45	1	0,2
UAT 01.96-5A	20	3	0,6
UAT 01.96.5A	20	0	0,0
UAT 09.96-4A	20	2	0,4
CAU 02.97.6B	20	0	0,0
UAT 09.96-9B	20	2	0,4
CAN 01.97-10B	20	0	0,0
UAT 21.97-5A	34	1	0,2
CAN 01.97-3B	20	11	2,3
UAT 11.96.3	20	7	1,4
CAU 04.96-5A	20	1	0,2
UAT 21.97-1A	16	2	0,4
UAT 18.96-6B	4	0	0,0
UAT 09.96-4B	13	1	0,2
CAU 01.97-9B	50	15	3,1
Total	486	48	9,9

TABELA 9: Resultados dos tratamentos de xenogamia quanto a produção de frutos de *Myrciaria dubia* na Estação Experimental de Olericultura do INPA-AM.

Planta	Flores polinizadas	Frequencia dos Frutos	
		Absoluta	Relativa (%)
CAU 07.97-9B	5	2	0,4
CAU 01.9710B	10	0	0,0
CAN 01.97-3B	14	1	0,7
CAU 07.97-9B	19	0	0,0
UAT 11.96-5A	20	0	0,0
CAU 07.97-9B	17	0	0,0
CAU 07.97-9B	15	0	0,0
CAU 07.97-9B	26	0	0,0
UAT 13.96-6B	21	2	0,9
CAU 05.97-6B	18	2	0,4
UAT 09.96-4B	19	6	0,3
UAT 09.96-6B	29	0	0,0
UAT 09.96-4B	9	0	0,0
UAT 21.97-3	21	0	0,0
CAN 01.97-6B	20	4	0,2
UAT 11.96-5A	20	3	0,1
UAT 14.96.3A	20	3	0,1
UAT 02.97-3A	14	6	0,4
CAU 05.97-2A	10	7	0,7
CAU 05.97-2A	10	3	0,3
UAT 19.96-6B	19	10	0,5
CAU 04.96-5A	20	1	0,5
CAN 03.96-3A	20	2	0,4
CAN 01.97-7B	20	3	0,1
UAT 16.96-3A	25	5	0,2
CAN 01.97-3A	20	0	0,0
UAT 13.96-5A	7	0	0,0
CAN 01.97-8B	20	0	0,0
UAT 27.06-1A	25	1	0,4
UAT 20.96-9B	20	5	0,2
CAN 04.96-2A	6	1	0,1
Total	539	67	12,4

TABELA 10: Cruzamentos realizados intra e entre os acessos do Uatumã, Candeias e Cauamé do plantio em terra-firme na Estação EEO do INPA-Manaus/AM.

Cruzamentos	Flores	Frutos	Frutos (%)
Uatumã x Uatumã	110	26	23,6
Uatumã x Candeias	111	9	8,1
Uatumã x Cauamé	209	32	15,3
Candeias x Candeias	40	4	10
Candeias x Cauamé	40	0	0
Cauamé x Cauamé	20	1	5
Total	530	72	62

TABELA 11: Resultados dos tratamentos de Agamospermia quanto a produção de frutos de *Myrciaria dubia* na Estação Experimental de Olericultura do INPA-AM.

Planta	Flores polinizadas	Frequência dos Frutos	
		Absoluta	Relativa (%)
UAT 03.96-5 ^a	5	0	0,0
UAT 11.96-6B	20	0	0,0
CAN 01.97-3 ^a	20	0	0,0
CAN 01.97-3 ^a	20	1	0,4
UAT 01.96.5 ^a	3	1	0,4
UAT 09.96-4 ^a	20	3	1,3
CAU 02.97.6B	20	0	0,0
UAT 09.96-9B	20	5	2,1
CAN 01.97-10B	20	2	0,8
UAT 21.97-5 ^a	26	0	0,0
CAN 01.97-3B	20	7	3,0
UAT 11.96.3	20	15	6,3
CAU 04.96-5A	20	0	0,0
UAT 21.97-1A	3	0	0,0
Total	237	34	14,3

4.4.DISSCUSSÕES

Myrciaria dubia da terra-firme mostrou-se parcialmente autoincompatível, processo muito comum em Myrtaceae (Lughada & Proença, 1996) e que aumenta a variabilidade genética entre as espécies. Peters & Vasquez (1988) observaram que *M. dubia* em sua área natural produzia frutos por autogamia, mas tal produção era limitada pela dicogamia do tipo protoginia. Esses autores não desconsideraram a geitonogamia e em um segundo experimento verificaram que 91% de frutos foram resultantes de polinizações com pólen de outras flores da mesma planta.

Estudos mais recentes, como o de Cruz & Resende (2008) sobre melhoramento genético e autofecundação do camu-camu mostraram que é possível selecionar e clonar melhores indivíduos para aumentar a produção anual de frutos de 7,75 para 26,17 quilos por planta. As taxas de autofecundação são variáveis e dependem das plantas e do ambiente.

Os estudos com flores de camu-camu não são fáceis, por isso que são escassas as pesquisas com polinizações controladas, principalmente com fertilização cruzada. As flores são delicadas e apresentam antese durante a noite, tornando inviável a emasculação sem iluminação artificial. Desta forma, se o objetivo é aumentar a variabilidade genética ou obter características agrônômicas, é mais viável a seleção de sementes de diferentes acessos para estabelecimento em plantio, visando o intercruzamento das plantas, já que a espécie se propaga por mais de um sistema reprodutivo.

Semelhante ao camu-camu, a goiabeira (*Psidium guajava* L.) também justifica o baixo percentual de frutos formados por autopolinização devido provavelmente às taxas de auto-incompatibilidade (39,5%). A polinização cruzada é a maior beneficiadora da produção de frutos, sendo promovida principalmente por abelhas

(Alves & Freitas, 2007). A presença de insetos para uma produção mais efetiva de frutos também é requerida pela pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), embora a espécie seja autocompatível (Franzon, 2008).

Os baixos índices de frutificação entre os acessos populacionais do camu-camu podem ser explicados pela incompatibilidade entre plantas ou devido às variações nas características fisiológicas das mesmas em virtude da separação geográfica, que podem, em longo prazo, alterar a biologia de uma determinada população isolada.

Além dos fatores já mencionados, que podem contribuir para diminuir a taxa de cruzamento entre populações, o que também pode ter influenciado nos resultados foi o processo de adaptação das plantas em terra-firme na área experimental. As observações quanto à biologia floral, neste trabalho, mostram que a espécie não segue o mesmo padrão funcional para os eventos florais como os descritos na literatura (Maués & Couturier, 2002), portanto, é provável que isso seja uma mudança no comportamento da população envolvida em resposta ao meio adaptativo.

A população do Uatumã mostrou-se favorável às polinizações, enquanto que os cruzamentos entre Candeias e Cauamé tiveram resultados nulos. Essas duas últimas populações estão mais distantes geograficamente. A tese de Gonzalez (2007) corrobora como os resultados aqui encontrados, pois ao analisar diferentes acessos de camu-camu do INPA, utilizando marcadores microssatélites. Esse autor verificou que os acessos de Candeias e Uatumã pertencem ao mesmo subgrupo, enquanto que Cauamé pertence a um subgrupo distinto. Todos os acessos estão relacionados a grupos diferentes, baseando-se nas distâncias genéticas.

Os altos níveis detectados de variabilidade entre as populações mostram que existem diferenças entre as mesmas, possivelmente por intercruzamentos, isolamento geográfico, o que pode causar deriva genética ou pouco fluxo gênico (Gonzalez, 2007).

O sistema de reprodução por apomixia não é frequente entre as plantas na natureza, mas tem relação com muitas plantas cultivadas, como, por exemplo, nas famílias Poaceae, Rosaceae e Asteraceae (Dafni, 1992). Para *M. dubia*, a apomixia ainda é um sistema reprodutivo não estudado, requerendo mais investigações em relação aos aspectos fisiológicos, genéticos, quanto à origem e viabilidade das sementes.

Proença & Gibbs (1994) verificaram que, de oito espécies estudadas do cerrado, três eram estritamente autoincompatíveis (*Blepharocalyx salicifolius*, *Campomanesia velutina* e *Siphoneugena densiflora*), enquanto que duas espécies de *Myrcia* spp. exibiram autoincompatibilidade parcial. Torezan-Silingardi & Del-Claro (1998) constam informações de que esta última espécie citada, embora forme frutos por autopolinização, tem maior percentual de frutificação por xenogamia. *C. pubescens* com estrutura floral semelhante ao camu-camu, apresentou autoincompatibilidade, tendo como sítio o óvulo (Oliveira & Gibbs, 2000). A autofecundação e a fecundação cruzada, como sistema reprodutivo misto, pode, em conjunto levar a níveis de alogamia que aumentam a variabilidade genética entre as progênes como é o caso de *Eugenia dysenterica* DC., espécie frutífera do cerrado conhecida como cagaiteira (Proença & Gibbs, 1994; Zucchi *et al.*, 2005).

Trabalhos como os de Souza (1996), revelaram que de 11 espécies estudadas na Reserva Ducke, três mostraram-se autocompatíveis: *Eugenia cuspidifolia*, *E. ramiflora* e *M. cf. floribunda*.

O presente trabalho ainda não responde à todos os anseios da biologia reprodutiva de *M. dubia*, mas acrescenta informações que vão auxiliar nos estudos de melhoramento e adaptação da espécie em terra-firme a partir do aprimoramento de técnicas futuras de polinização cruzada.

4.5.CONCLUSÕES

M. dubia em terra-firme apresenta sistema reprodutivo misto, com endogamia, alogamia facultativa e apomixia. Tem, naturalmente, baixo sucesso reprodutivo, provavelmente devido a fatores ambientais e/ou fisiológicos.

Dentre as três populações estudadas no Banco de Germoplasma, os acessos do Rio Uatumã foram considerados os mais favoráveis às polinizações controladas, por formarem maior número de frutos efetivos.

Os estudos com polinizações controladas com flores de camu-camu são difíceis devido à fragilidade das estruturas florais e a ocorrência da antese noturna, a qual exige iluminação artificial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J.O.F.; Naves, R.V.; Ximenes, P.A. 2000. Influência das abelhas (*Apis Mellifera*) na polinização da Gariroba (*Campomanesia* spp.). *Pesquisa Agropecuária Tropical* 30(2):25-28.
- Alves, J.E. 2000. *Eficiência de Cinco Espécies de Abelhas na Polinização da Goiabeira (Psidium guajava L.)*. Resumo da Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. (<http://www.zootecnia.ufc.br/dissertação2000.html>). Acesso: /01/2006.
- Alves, J.E.; Freitas, B.M. 2006. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira. (*Psidium guajava* L.). *Ciência Agrônômica*, (37)2:216-220.
- Alves, J.E.; Freitas, B.M. 2007. Requerimentos de polinização da goiabeira *Ciência Rural*, (37)5:1281-1286.
- Amano, K. 2005. *Attempts to Introduce Stingless Bees for the Pollination of Crops Under Greenhouse Conditions in Japan*. 1-9. (<http://www.agnet.org/library/article/tb167.html>). Acesso: 12/02/2006.
- Barroso, G.M. 1990. Myrtaceae - novidades taxonômicas. *Bradea* 5(35): 357-360.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 21, 399-422.
- Beardsell, D.V.; O'Brien, S.P. S.P.; Willians, E.G.; Knox, R.B.; Calder, D.M. 1993. Reproductive biology of Australian Myrtaceae. *Austr. J. Bot.* 41:511-526.
- Borges, C.P.; Silva, A.A.; Ferreira, M. 1973. Estudos preliminares sobre a conservação do pólen de *Eucalyptus* spp. IPEF, 6:3-32.
- Bustamante, N.C.R. 2006. Divisão de trabalho em três espécies do gênero *Melípona* (Hymenoptera, Apidae) na Amazônia Brasileira. Tese de Doutorado. Instituto

- Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 142p.
- Caliri, G.J.A. 2002. *Estudos fenológicos e seleção de matrizes em quatro procedências de Camu-Camu silvestre (Myrciaria dubia (H.B.K.) Mc Vaugh) da região Amazônica, para uso em sistema agroflorestais*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 60p.
- Carvalho-Zilse, G.A.; KERR, W.E. 2004. Substituição natural de rainhas fisogástricas e distância de vôo dos machos em Tiuba (*Melipona compressipes fasciculata* Smith, 1854) e Uruçu (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811) (Apidae, Meliponini). *Acta Amazonica*. v. 34(4) 2004: 649 – 652.
- Carvalho-Zilse, G.A.; Silva, C.G.N.; Zilse, N.; Vilas Boas, H.C.; Coletto-Silva, A.; Laray, J.P.; Freire, D.C.B.; Kerr, W.E. 2005. *Criação de Abelhas sem Ferrão*. Iniciativas Promissoras 2. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. ProVárzea/IBAMA. Brasília, 27p.
- Carvalho-Zilse, G; Porto, E.L.; Silva, C.G.N.; Pinto, M.F.C. 2007. Atividades de vôo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestal da Amazônia. *Biosci. J.* v. 23, Supplement 1, p. 94-99.
- Chaves, L.S.; Miranda, I.P.A.; Yuyama, K. 2001. Caracterização Morfológica do pólen de Camu-camu (*Myrciaria dubia*) H.B.K. Mc Vaugh Myrtaceae. *In: Resumo*. 52º Congresso Nacional de Botânica. João Pessoa - Paraíba, p.138.
- Correa, S.I. 2000. *Cultivo de camu-camu Myrciaria dubia HBK em La Region Loreto*. Instituto Nacional de Investigacion Agraria, INIA. 32p.
- Cortopassi-Laurino, M.; Ramalho, M. 1982. Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: Botanical and ecological views. *Apidologie*. 19:1-24.
- Costa, C. 2000. Estado de conocimiento de los Coleoptera neotropicales, p. 99-114. *In: F. Martin-Pierra, J. J. Morrone & A. Melic (eds). Hacia un Proyecto CYTED*

para Inventario y Estimación de Diversidad entomológica em Iberoamérica:PRIBES. Zaragoza, Sociedad Entomologica Aragonesa. 326p.

- Couturier, Falcão, M.A.; Ferreira, S.A.N.; Flores, W.B.C.; Clement, C.R. 1989. Aspectos Fenológicos e Ecológicos do Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) na Terra-firme de Amazônia Central. *X Congresso Brasileiro de Fruticultura*. 59-64p.
- Cruz, C.O.; Resende, M.DV. 2008. Mejoramiento genético y tasa de autofecundación del camu-camu arbustivo en la amazonía peruana. *Rev. Bras. Frutic.*, (30):2, p. 450-454.
- Cruz, D.O.; Freitas, B.M.; Silva, I.A.; Silva, E.M.S.; Bomfim, I. A. 2005. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1197-1201.
- Dafni, A. 1992. *Pollination Ecology. A Pratical Approach*. Oxford University Press. New York. 250p.
- Degenhardt, J.; Orth, A.I.; Guerra, M.P.; Ducroquet, J.P.; Nodari, R.O. 2001. Morfologia Floral da Goiabeira Serrana (*Feijoa sellowiana*) e suas implicações na Polinização. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23:3, p. 718-721.
- Endress, P.K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*; Cambridge University. First published.511p.
- Faegri, K.; van der Pijl, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Third edition. Pergamon. Oxford. 244p.
- Falcão, M.A.; Ferreira, S.A.N.; Clement,C.R.; Santos, T.C.T.; Souza, R.M. 1992. *Acta Amazonica*, 22(3): 285-293.
- Falcão, M.A.; Ferreira, S.A.N.; Flores, W.B.; 1993-a. Clement, C.R. Aspectos fenológicos e ecológicos do “Camu-camu” (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) na terra-firme da Amazônia Central. *In: Falcão, M.A. (Ed.). Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade de algumas fruteiras cultivadas na Amazônia*. Universidade Federal do Amazonas. Manaus.2:57-65

- Falcão, M.A.; Ferreira, S.A.N.; Flores, W.B.C.; Clement, C.R. 1989. Aspectos Fenológicos e Ecológicos do Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) na Terra-firme de Amazônia Central. *X Congresso Brasileiro de Fruticultura*. 59-64p.
- Falcão, M.A.; Flores, W.B.; Ferreira, S.A.N.; Clement, C.R.; Barros, M.J.B.; Brito, J.M.C.; Santos, T.C.T. 1993-b. Aspectos fenológicos e ecológicos do “Araçá-boi” (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) na Amazônia Central. I. Plantas Juvenis. In: Falcão, M.A. (Ed.). *Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade de algumas fruteiras cultivadas na Amazônia*. Universidade Federal do Amazonas. Manaus.2:57-65
- Ferreira, R. 1959. El Camu-camu, nueva fuente natural de vitamina C. *Bol. Exp. Agropecuaria*, 7(4):28.
- Fidalgo, A.O. 2002. Interação entre abelhas e plantas da família Myrtaceae numa floresta de planície litorânea em Ubatuba . SP, Brasil. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Franzon, R.C. 2008. Propagação Vegetativa e Modo de Reprodução da Pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas. 100p.
- Freitas, B.M.; Filho, J.H.O. 2003. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, Santa Maria. 33(6):1135-1139.
- Freitas, B.M.; Imperatriz-Fonseca, V.I. 2005. A importância econômica da polinização. *Mensagem Doce*, n. 80. (<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/80/polinizacao3.html>). Acesso: 12/02/2006.
- Gamito, L. M.; Malerbo-Souza, D.T. 2006. Visitantes florais e produção de frutos em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) *Acta Sci. Anim. Sci.* v. 28, n. 4, p. 483-488.
- Gomes, J.C.B.; Costa, S.S.; Palheta-Soares, C.; Yuyama, K. 2004. Caracterização fenológica do banco de germoplasma do Camu-camu abordada por meio de

- análises estatísticas multivariadas. In: (cd). Congresso Brasileiro de Fruticultura, 18 - SBF. Florianópolis, 750-755.
- Gonzalez, S.R. 2007. *Análise da variabilidade genética de acessos do banco de germoplasma de camu-camu (Myrciaria dubia H.B.K. McVaugh) do INPA, utilizando marcadores microsatélites EST (EST-SSRs)*. Manaus, UFAM (Tese de Doutorado), 106p.
- Gressler, E.; Pizo, M.A.; Morellato, L.P.C. 2006. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 4:509-530.
- Guibu, L.S.; Ramalho, M.; Kleinert-Giovannini, A.; Imperatriz-Fonseca, V.L. 1988. Exploração de recursos florais por colônias de *Melipona quadrisfasciata* (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia* 48:299-305.
- Heard, T.A. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. *Annu. Rev. Entomol.* 44:183-206.
- Heywood, V.H. 1993. *Flowering plants of the world*. London, B.T. Barsford Ltd.
- Hickel, E.R.; Ducroquet, J.P.J. 2000. Polinização entomófila da goiabeira serrana, *Feijoa sellowiana* (Berg), em Santa Catarina. *Revista Brasileira de Fruticultura* 22: 96-101.
- Hopper, S.D. 1980. Pollination of the rain-forest tree *Syzygium tierneyanum* (Myrtaceae) at Kuranda, Northern Queensland. *Australian Journal of Botany* 28: 223-237.
- Imperatriz-Fonseca, V.L.; Contrera, F.A.L.; Kleinert, A.M.P. 2004. *A Meliponicultura e a Iniciativa Brasileira de Polinizadores*. In: XV congresso Brasileiro de Apicultura e 1º Congresso Brasileiro de Meliponicultura. Natal-RN, Brasil.
- Imperatriz-Fonseca, V.L.; Kleinert-Giovannini, Cortopassi-Laurino, M.; Ramalho, M. 1987. *Stingless bees and Africanized honey bees resource sharing*. In: Eder, J.; Rembold, H. (Eds.). *Chemistry and biology of social insects*. Munique, Springer Verlag. 820p.

- Imperatriz-Fonseca, V.L.; Saraiva, A.M. De Jong, D. 2006. Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices. Holos Editora. 112pp.
- Inga, H.; Pinedo, M.; Delgado, C.; Linares, C.; Mejía, K. 2001. Fenologia Reprodutiva de *Myrciaria dubia* McVAUGH (H.B.K.) Camu-Camu. *Folia Amazónica*, 12 (1-2). 99p.
- Jesus, N.; Martins, A.B.G.; Almeida, E.J.S.J.; Leite, J.B.V; Ganga, R.M.D.; Junior, E.J.S.; Andrade, R.A.; Moreira, R.F.C. 2004. Caracterização de Quatro Grupos de Jaboticabeira, nas condições de Jaboticabal-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26:3, p. 482-485.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F.; Donoghue, M.J. 2009. *Sistemática vegetal: Um enfoque filogenético*. 3 ed.: Artmed. 632p.
- Kaur, A.; Ha, C. D.; Jong, K.; Sands, V. E.; Chan, H. T.; Solpadmo, E. and Ashton, P. S. (1978), Apomixis may be widespread among trees of the climax rain forest. *Nature*, 271, 440-442.
- Kerr, W.E.; Carvalho, G.A.; Coletto-Silva, A.; Assis, M.G.P. 2001. Biodiversidade, pesquisa e desenvolvimento na Amazônia. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. *Parcerias estratégicas*, (12):20-41.
- Landrum, L.R. 1986. Campomanesia, Pimenta, Blepharocalix, Legrandia, Acca, Myrrhinium e Luma Myrtaceae. *Flora Neotropica*. V.45, p. 1-178.
- Lleras, E. 2006. *La Agricultura Amazônica y Caribeña – Especies de Paullinia con potencial económico*. 1-6 (http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap4_4.html). Acesso: 12/02/2006.
- Lughadha, E.N.; Proença, C.E.B. 1996. Reproductive biology of the Myrtoideae. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 83:480-503.
- Maeda, R.N.; Andrade, J.S. 2003. Aproveitamento do Camu-camu (*Myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. *Acta Amazonica*, 33(3):489-498.

- Malerbo-Souza, D.T.; Nogueira-Couto, R.H.; Couto, L.A. 2003. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-Rio). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 40, p. 237-242.
- Martins, C.G.M.; Lorenzon, M.C.A.; Baptista, J.L. 1999. Eficiência de tipos de polinização em acerola. *Caatinga*, 12(1/2):55-59.
- Maués, M.M. 2002. Reproductive Phenology and Pollination of the Brazil Nut Tree (*Bertholletia excelsa* Humb. Bonpl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia. In: Kevan, P.; Imperatriz-Fonseca, V.L. (eds). *Pollinating Bees – The Conservation Link Between Agriculture and Culture – Ministry and Environment/Brasília*, p. 245-254.
- Maués, M.M.; Couturier, G. 2002. Biologia floral e fenologia reprodutiva do Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mac Vaugh) no Estado do Pará, Brasil. *Revista Brasi. Bot.*, 25(4):441-448.
- McGregor, S.E. 1976. Insect Pollination of cultivated crop plants. *Agric. Res. United States Dept. of Agric.*, 411p.
- Mendonça, M.S.; Barbosa, T.C.T.S.; Araújo, M.G.P.; Vieira, M.G.G. 2001. *Morfologia floral de algumas frutíferas ocorrentes em Manaus*. Editora da Universidade do Amazonas. 56p.
- Michener, C.D. 1979. Biogeography of the bees. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 66:277-347.
- Moreti, A.C.C.C. 2005. *Polinização: o principal produto das abelhas*. In: Anais do III Congresso Baiano de Apicultura e Meliponicultura (palestra). Vitória da Conquista-Bahia, p. 28-63.
- Neto, P.H. 2000. *O Papel do Comportamento de Pastejo da Abelha Melífera (Apis mellifera L.) e o tipo de Polinização na Produtividade do Cajueiro (Anacardium occidentale L.)*. Resumo da Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. (<http://www.zootecnia.ufc.br/dissertação2000.html>). Acesso: /01/2006.

- Nogueira-Neto, P. 1997. *Criação Racional de Abelhas Indígenas sem ferrão*. São Paulo, Nogueirapis. 445 pp.
- Oliveira, P. E. & Gibbs, P. E., 2000, Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora*, 195: 311-329.
- Ormond, W.T.; Pinheiro, M.C.B.; Lima, H.A.; Correia, M.C.R.; Castro, A.C. 1991. Sexualidade das plantas da restinga de Marica, RJ. *Bol. Mus. Nac. Rio de Janeiro. Botânica*. 8:24p.
- Peters, C.M.; Vasquez, A. 1988. Estudios ecológicos de Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Produccion de frutos em poblaciones naturales. *Folia Amazônica*, 1(1):83-99.
- Pinedo, P. M.; Linares, C.; Mendoza, H.; Anguiz, R. *Plan de mejoramiento genético de camu camu*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos. 2004. 52 p.
- Proença, C. & Gibbs, P.E. 1994. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytologisty* 126: 343-354.
- Ramalho, M. 2004. Stingless bees and mass flowering trees ind the canopy of Atlantic Forest: A tight relationship. *Acta Botanica Brasilica*. 18:37-47.
- Ramalho, M.; Kleinert-Giovannini, A.; Imperatriz-Fonseca, V.L. 1989. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponina): floral preferences. *Apidologie* 20:185-195.
- Ramalho, M.; Kleinert-Giovannini, A.; Imperatriz-Fonseca, V.L. 1990. Important bee plants for stingess bees (*Melipona* and Trigonini) and Africanized honeybess (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: A review. *Apidologie* 21: 469-488.
- Ramalho, M.; Silva, M.D.; Carvalho, C.A.L. 2007. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latraille (Hymenoptera: Apidae): Uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymeptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. *Neotropical Entomology*, 36(1): 38-45.

- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentine, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R.; Procópio, L.C. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra Firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus, Amazonas. 816p.
- Ribeiro, M.N.G. 1976. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazonica*, 6 (2): 229-233.
- Richards, A.J. 1997. *Plant breeding systems*. London: George Allen & Unwin, 529p.
- Rodrigues, R.B. 2002. *Aplicação dos processos de separação por membranas para produção de suco clarificado e concentrado de Camu-camu (Myrciaria dubia)*. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 146p.
- Roubik, D.W. 1993. Direct costs of forest reproduction, beecycling and the efficiency of pollination modes. *J. Biosci.* 18:537-552.
- Roubik, D.W.; Aluja, M. 1983. Flight ranges of *Melipona* and *Trigona* in tropical forest. *J. Kans. Entomol. Soc.* 56: 217-222.
- Roubik, D. W. 1989 - *Ecology and Natural History of Tropical Bees*, Cambridge Tropical Biology Series, Cambridge University Press, Cambridge, New York, 514p.
- Santana, S.C. 1998. *Propagação vegetativa por meio de estaquia e enxertia com diferentes porta-enxertos de Myrtaceae, para cau-camu (Myrciaria dubia (H.B.K.) McVaught)*. Dissertação de Mestrado. Manaus-AM, INPA/UFAM. 89p.
- Silberbauer-Gottsberger, I. 1990. Pollination and evolution in palms. *Phyton*, 30(2):213-233.
- Silva, A.L.G.; Pinheiro, M.C.B. 2007. Biologia Floral e da Polinização de Quatro Espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta bot. Brás.* 21(1):235-247.
- Souza, C.M. 2002. Caracterização fenológica, agronômica e nutricional de 12 acessos de Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) provenientes do

- Rio Uatumã para fins agroflorestais*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 60p.
- Souza, D. L.; Evangelista-Rodrigues, A.; Pinto, M. S. C. 2007. As Abelhas Como agentes Polinizadores. *Revista Eletrônica de Veterinária* VIII(3):1695-7504.
- Souza, M.A.D. 1996. *Biologia Reprodutiva de onze espécies de Myrtaceae em Floresta de Terra-firme na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 76p.
- Suguino, E.; Appezzato-da-Glória, B. Araújo, P.S.R.; Simão, S. 2003. Propagação vegetativa do Camu-camu por meio de enxertia intergenérica na família Myrtaceae. *Pesq. agropec. bras. Brasília*, 38(12). 1477-1482.
- Teixeira, A.S.; Chaves, L.S.; Yuyama, K. 2004. Esterases no exame da estrutura populacional de Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh). *Acta Amazonica*, 34(1): 89-96.
- Teixeira, L. V. & Campos, F.N.M. 2005. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. *Ev. Bras. Zootecências*, Juiz de Fora. Vol 07, nº 02, p. 195-202.
- Torezan-Silingardi, H.M.; Del-Claro, K. 1998. Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubecens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. *Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*. 50(4):281-284.
- Torezan-Silingardi, H.M.; Oliveira, P.E.A.M. 2004. Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in Central Brazil. *Phyton* (Horn) 44:23-443.

- Trindade, M.S.A. et al. 2004. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN, *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.4, n.1.
- Van Wyk, A.E.; Lowrey, T.K. 1988. Studies on the reproductive biology of *Eugenia* L. (Myrtaceae) in Southern Africa. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 25:279-293.
- Villachica, H. 1996. *El cultivo del Camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K.) Mc Vaugh) en la Amazônia Peruana*. Tratado de Cooperacion Amazônica. Lima-Peru. 95p.
- Villachica, H.; Carvalho, J.E.V.; Muller, C.H. Diaz, C.; Almanza, M. 1996. *Frutales y hortalizas promissórios de la Amazonia*. Lima:FAO. 27-83.
- Westerkamp, C.; Gottsberger, G. 2002. The Costly Crop Pollination Crisis. In: Kevan P & Imperatriz Fonseca VL (eds). *Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature*. Ministry of Environment / Brasília. p.51-56.
- Yuyama, K. A.; Aguiar, J.P.L.; Yuyama, L.K.O. 2002-a. *Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C*. *Acta Amazonica*, 32(1): 169-174.
- Yuyama, K. Siqueira, J.A.S. 1999. Efeitos do tamanho da semente e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Acta Amazonica*. 29: 647-650.
- Yuyama, L.K.O.; Barros, S.E.; Aguiar, J.PL.; Yuyama, K.; Filho, D.F.S. 2002-b. Quantificação de fibra alimentar em algumas populações de Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal); Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mac Vaugh) e Açaí (*Euterpe oleracea* Mart). *Acta Amazonica*, 32(3):491-497.
- Zanine, A.M.; Santos, E.M. 2004. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, Uruguaiana: PUC-RS, (11):1. p. 103-122.

Zucchi, M.I.; Pinheiro, J.B.; Chaves, L.J.; Coelho, A.S.G.; Couto, M.A.; Morais, L.K.; Vencovsky, R. 2005. Genetic structure and gene flow in *Eugenia dysenterica* natural populations. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p.975-980.

ANEXOS

ANEXO A: Dados morfométricos (cm) da flor de *M. dubia* para grupo populacional do Uatumã da E.E.O-INPA/AM.

Pedicelo	Bráctea floral (comp.)	Cálice (comp.)	Cálice (largura)	Número Estames	Estames (Comp.)	Pistilo	Ovário (Diâm.)
0,13	0,17	0,24	0,30 x 0,30	159	0,57-1,14	1,10	0,21
0,11	0,17	0,30	0,27 x 0,30	172	0,33-0,88	1,25	0,17
0,05	0,11	0,28	0,30 x 0,31	217	0,33-0,41	1,20	0,21
0,13	0,13	0,27	0,22 x 0,27	143	0,43-0,83	1,03	0,19
0,08	0,15	0,28	0,30 x 0,30	166	0,43-0,92	1,26	0,24
0,10	0,14	0,34	0,27 x 0,33	153	0,44-0,80	1,10	0,20
0,08	0,10	0,32	0,30 x 0,32	148	0,54-1,06	1,10	0,20
0,10	0,17	0,24	0,27 x 0,31	132	0,54-1,11	1,30	0,23
0,11	0,16	0,24	0,30 x 0,31	135	0,54-1,09	1,30	0,23
0,10	0,15	0,27	0,27 x 0,31	140	0,43-0,80	1,25	0,21
0,13	0,11	0,21	0,31 x 0,31	105	0,64-0,99	1,17	0,21
0,14	0,11	0,23	0,31 x 0,31	80	0,51-1,20	1,20	0,23
0,14	0,10	0,22	0,30 x 0,30	89	0,49-1,20	1,20	0,21
0,19	0,16	0,20	0,31 x 0,31	96	0,59-1,12	1,22	0,19
0,11	0,15	0,23	0,26 x 0,32	81	0,60-1,11	1,31	0,22
0,10	0,10	0,19	0,26 x 0,26	115	0,61-1,12	1,10	0,26
0,11	0,14	0,16	0,34 x 0,34	75	0,44-1,33	1,32	0,30
0,13	0,15	0,12	0,31 x 0,31	127	0,53-1,16	1,26	0,27
0,13	0,13	0,14	0,31 x 0,31	110	0,70-1,10	1,31	0,29
0,11	0,14	0,14	0,32 x 0,32	70	0,65-1,21	1,22	0,26
0,08	0,11	0,15	0,27 x 0,27	78	0,80-1,05	1,24	0,24
0,11	0,16	0,17	0,31 x 0,32	114	0,54-1,22	1,22	0,23
0,10	0,11	0,17	0,31 x 0,32	114	0,62-1,22	1,31	0,24
0,09	0,14	0,17	0,31 x 0,31	106	0,54-1,22	1,10	0,25
0,10	0,14	0,10	0,34 x 0,34	99	0,52-1,11	1,34	0,27
0,12	0,16	0,07	0,25 x 0,25	87	0,44-1,14	1,21	0,23
0,09	0,15	0,13	0,30 x 0,30	75	0,47-0,94	1,11	0,26
0,12	0,10	0,15	0,32 x 0,32	86	0,40-1,15	1,25	0,24
0,12	0,12	0,16	0,33 x 0,33	117	0,46-1,22	1,21	0,24
0,10	0,10	0,15	0,31 x 0,31	103	0,42-1,09	1,24	0,21

ANEXO B: Dados morfométricos da flor de *M. dubia* para o grupo populacional de Cauamé da E.E.O-INPA/AM

Pedicelo	Bráctea floral (comp.)	Cálice (Comp.)	Cálice (largura)	Número Estames	Compriment o Estames	Pistilo	Ovário (Diâm.)
0,20	0,30	0,30	0,40 x 0,40	150	0,50-1,20	1,20	0,30
0,22	0,25	0,35	0,30 x 0,40	155	0,45-1,10	1,30	0,20
0,30	0,20	0,35	0,30 x 0,30	160	0,50-1,20	1,30	0,25
0,23	0,20	0,38	0,35 X 0,32	168	0,62-1,13	1,40	0,22
0,20	0,17	0,30	0,34 X 0,34	169	0,71-1,24	1,50	0,27
0,21	0,21	0,34	0,46 x 0,44	175	0,43-1,07	1,10	0,21
0,16	0,13	0,42	0,42 x 0,51	175	0,70-1,20	1,36	0,22
0,12	0,12	0,33	0,35 x 0,40	179	0,53-1,30	1,50	0,20
0,22	0,20	0,30	0,37 X 0,32	181	0,55-1,26	1,49	0,22
0,17	0,16	0,33	0,36 x 0,39	188	0,56 -1,20	1,37	0,23

ANEXO C: Dados morfométricos da flor de *M. dubia* para o grupo populacional de Candeias da E.E.O-INPA/AM.

Pedicelo	Bráctea floral (Comp.)	Cálice (Comp.)	Cálice (Largura)	Número Estames	Estames (Comp.)	Pistilo	Ovário (Diâm.)
0,16	0,19	0,30	0,23 x 0,25	80	0,50-0,85	0,91	0,15
0,30	0,20	0,25	0,20 x 0,35	96	0,50-0,90	0,90	0,16
0,20	0,15	0,29	0,20 x 0,22	100	0,33-0,71	0,93	0,16
0,19	0,16	0,31	0,20 x 0,21	102	0,48-0,72	0,96	0,16
0,25	0,16	0,33	0,21 x 0,26	102	0,35-0,40	0,87	0,17
0,16	0,16	0,30	0,20 x 0,20	107	0,43-0,81	0,96	0,17
0,21	0,18	0,28	0,20 x 0,23	117	0,42-0,81	1,14	0,18
0,21	0,22	0,32	0,21 x 0,26	86	0,40-0,80	0,90	0,20
0,20	0,16	0,23	0,17 x 0,25	88	0,48-0,85	1,06	0,20
0,20	0,22	0,31	0,23 x 0,25	94	0,40-0,70	0,82	0,22
0,31	0,22	0,23	0,15 x 0,22	89	0,48-1,04	1,04	0,20
0,32	0,16	0,23	0,21 x 0,21	97	0,30-0,76	0,97	0,21
0,39	0,17	0,26	0,22 x 0,24	105	0,38-0,86	0,98	0,21
0,22	0,14	0,24	0,26 x 0,26	91	0,39-0,81	0,72	0,22
0,33	0,14	0,31	0,24 x 0,27	93	0,44-0,90	1,0	0,22
0,16	0,21	0,26	0,20 x 0,23	99	0,44-0,93	1,13	0,22
0,12	0,16	0,28	0,23 x 0,27	89	0,37-0,79	0,97	0,23
0,30	0,20	0,21	0,23 x 0,23	107	0,46-0,76	0,99	0,24
0,21	0,21	0,29	0,20 x 0,25	82	0,33-0,67	0,94	0,25
0,24	0,11	0,27	0,20 x 0,21	90	0,37-0,74	0,95	0,27
0,20	0,17	0,30	0,11 x 0,15	46	0,52-1,01	0,93	0,14
0,30	0,14	0,23	0,21 x 0,25	132	0,54-0,96	1,17	0,19
0,20	0,38	0,54	0,22 x 0,27	115	0,71-1,50	1,10	0,20
0,18	0,22	0,32	0,20 x 0,24	117	0,50-0,91	1,13	0,20
0,15	0,14	0,23	0,21 x 0,22	81	0,59-1,03	0,91	0,21
0,17	0,16	0,27	0,15 x 0,16	71	0,40-1,00	0,97	0,22
0,19	0,19	0,30	0,22 x 0,22	87	0,40-0,83	0,93	0,22
0,13	0,21	0,23	0,20 x 0,25	111	0,49-0,92	1,15	0,22
0,27	0,42	0,54	0,21 x 0,24	119	0,73-1,05	1,13	0,24
0,13	0,33	0,32	0,22 x 0,30	100	0,54-1,19	0,66	0,28

ANEXO D: Dados morfométricos dos frutos de *M. dubia* para o grupos populacionais de Candeias, Cauamé e Uatumã na EEO-INPA/AM. Abaixo médias e desvios (cm).

CANDEIAS		CAUAMÉ		UATUMÃ	
Comp.	Largura	Comp.	Largura	Comp.	Largura
1,40	1,42	2,00	2,10	2,51	2,70
1,50	1,60	2,20	2,45	2,22	2,37
1,50	1,55	2,25	2,40	2,50	2,66
1,54	1,61	2,10	2,30	2,31	2,42
1,58	1,70	2,10	2,38	2,45	2,52
1,60	1,65	2,35	2,60	2,09	2,31
1,60	1,60	2,36	2,60	2,10	2,30
1,60	1,60	2,00	2,20	2,20	2,30
1,61	1,60	2,10	2,25	2,10	2,35
1,61	1,80	2,20	2,40	1,95	2,35
1,62	1,82	2,50	2,70	2,50	2,50
1,62	1,65	2,10	2,28	2,10	2,22
1,63	1,69	2,00	2,10	1,90	2,00
1,65	1,80	2,05	2,22	2,55	2,75
1,65	1,80	2,00	2,30	2,20	2,10
1,66	1,61	1,48	1,60	2,32	2,47
1,70	1,70	1,60	1,85	2,42	2,52
1,72	1,71	1,78	2,00	2,53	2,82
1,74	1,72	1,82	2,10	2,50	2,58
1,80	1,80	2,00	2,10	2,52	2,61
1,80	1,75			2,21	2,21
1,80	1,85			2,82	3,09
				2,41	2,50
				2,41	2,54
				2,42	2,61
				2,46	2,63
				2,14	2,35
				2,21	2,40
				2,20	2,40
				2,29	2,11
				2,24	2,32
				2,26	2,43
				1,90	2,00
				2,40	2,70
1,63 ± 0,10	1,68 ± 0,11	2,05 ± 0,25	2,25 ± 0,26	2,30 ± 0,21	2,44 ± 0,23