

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E ANÁLISE DA
VARIABILIDADE GENÉTICA PARA CARACTERES DE
FRUTOS, SEMENTES E PROCESSO GERMINATIVO
ASSOCIADO À PRODUTIVIDADE DE ÓLEO
EM MATRIZES DE *Carapa guianensis* AUBLET.,
UMA MELIACEAE DA AMAZÔNIA**

Tammya de Figueiredo Pantoja

Bióloga

JABOTICABAL, SP – BRASIL

2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E ANÁLISE DA
VARIABILIDADE GENÉTICA PARA CARACTERES DE
FRUTOS, SEMENTES E PROCESSO GERMINATIVO
ASSOCIADO À PRODUTIVIDADE DE ÓLEO
EM MATRIZES DE *Carapa guianensis* AUBLET.,
UMA MELIACEAE DA AMAZÔNIA**

Tammya de Figueiredo Pantoja

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo César de Paula

Co-Orientadores: Profa. Dra. Fabíola Vitti Môro

Pesquisador Dr. Fabiano Cesarino

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia [Genética e Melhoramento de Plantas].

JABOTICABAL, SP – BRASIL

NOVEMBRO – 2007

- P198d Pantoja, Tammya de Figueiredo
Descrição morfológica e análise da variabilidade genética para caracteres de frutos, sementes e processo germinativo associado à produtividade de óleo em matrizes de *Carapa guianensis* Aublet., uma meliaceae da Amazônia / Tammya de Figueiredo Pantoja. – – Jaboticabal, 2007
xvii, 82f. : il. ; 28 cm
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientador: Rinaldo César de Paula
Banca examinadora: Mário Luiz Teixeira de Moraes, Miguel Luiz Menezes Freitas
Bibliografia
1. Andiroba, 2. Divergência Genética, 3. Caracterização Morfológica, 4. Análise de Agrupamento. I. Título. II. Jaboticabal- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- CDU 634.0.2:631.52

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

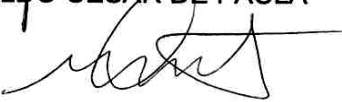
TÍTULO: DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E ANÁLISE DA VARIABILIDADE GENÉTICA PARA CARACTERES DE FRUTOS, SEMENTES E PROCESSO GERMINATIVO ASSOCIADO À PRODUTIVIDADE DE ÓLEO EM MATRIZES DE *Carapa guianensis* AUBLET, UMA MELIACEAE DA AMAZÔNIA

AUTORA: **TAMMYA DE FIGUEIREDO PANTOJA**

ORIENTADOR: **Dr. RINALDO CESAR DE PAULA**
Dra. FABIOLA VITTI MÔRO
Dr. FABIANO CESARINO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS) pela Comissão Examinadora:


Dr. RINALDO CESAR DE PAULA


Dr. MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS


Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

Data da realização: 23 de novembro de 2007.



Presidente da Comissão Examinadora
Dr. RINALDO CESAR DE PAULA

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Tammya de Figueiredo Pantoja, filha de Soely Maria de Figueiredo Pantoja do Amaral, nasceu em 14 de julho de 1982, em Belém, PA – Brasil. Em Março de 2000, iniciou o curso de Bacharel em Ciências Biológicas na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), em Macapá, AP, concluindo-o em fevereiro de 2005. No período de agosto de 2003 a agosto de 2004, foi bolsista de iniciação científica do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo programa PIBIC – CNPq – IEPA (Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá). Em Agosto de 2005, iniciou o curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* Mestrado em Agronomia [Genética e Melhoramento de Plantas] na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Câmpus de Jaboticabal, São Paulo. Durante o período de realização do mesmo, foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

“A neve e as tempestades matam as flores, mas nada podem
contra as sementes”

Khalil Gibran

“Assim como a semente traça a forma e o destino da árvore, os
teus próprios desejos é que te configuram a vida”

Emmanuel (psicografado por Chico Xavier)

Ao Meu Esposo,

Devido à compreensão de minhas ausências, ao apoio incondicional e ao amor, carinho, companheirismo, dedicação e respeito que são indispensáveis em minha vida.

OFEREÇO

A minha amada mãe Soely Maria de Figueiredo Pantoja do Amaral, por sempre ensinar-me a importância de estudar; aos anjos, tia Tânia e meus avôs, Eulita e Antônio (*in memoriam*), por suas constantes orações.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, em especial à:

Universidade Estadual Paulista (UNESP) Câmpus de Jaboticabal, SP por possibilitarem a minha formação no Curso Pós-Graduação, Mestrado em Agronomia [Genética e Melhoramento de Plantas].

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro concedido através de bolsa de estudo.

Minha mãe, Soely Maria de Figueiredo Pantoja do Amaral, pelo amor incondicional, incentivo, preocupação, carinho e ajuda. *Je t'aime ma mère*. A todos os meus familiares que sempre torceram por mim, em especial minhas tias Teca e Ângela. Ao meu esposo pelo amor, admiração e incentivo. Por desejar todo dia a mesma mulher. Sei que não foi fácil ficar sozinho em nosso lar, mas espero que ainda juntos e idosos fiquemos lá por algum tempo.

Ao Prof. Dr. Rinaldo César de Paula pela amizade, paciência, dedicação, confiança e ensinamentos necessários para evidenciar esta conquista. Sempre terei por sua digníssima pessoa, consideração e apreço. Desta forma, presto meus mais sinceros agradecimentos. Espero que sempre possamos manter os laços profissionais e de amizade.

À minha co-orientadora Prof. Dra. Fabíola Vitti Môro, pela amizade, ensinamentos, oportunidade, ajuda incondicional e observações sempre prestimosas. Por me acolher tão bem.

Ao meu co-orientador Pesquisador Dr. Fabiano Cesarino pela ajuda profissional fundamental na logística de campo e coleta dos dados. Sem seus esforços para organizar as viagens de campo e dinamizar a coleta dos dados esses trabalho não seria possível.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes e Pesquisador Dr. Miguel Luiz Menezes Freitas, por prestigiarem a defesa desta dissertação e pelas considerações prestimosas dadas para engrandecimento deste trabalho.

Aos meus ajudantes de campo Seu Gerônimo, Itamar, Biel e Sandro, pela ajuda indispensável, sem vocês o desenvolvimento deste trabalho não teria acontecido. Sei o quanto foi extensivo nossa coleta de material. Ao Seu Tomé e Dona Deusa por sempre permitirem que eu ficasse em sua casa e por terem dividido comigo um pouco de sua sabedoria.

Aos Técnicos Lázaro, Rubens e Roseli, por sempre estarem prontos a ajudar. A secretária do Departamento de Produção Vegetal (Horticultura) Nádya Oliveira pelas informações sempre precisas. Às funcionárias da Pós-Graduação, que nos encaminham e facilitam todos os processos burocráticos desta universidade.

As irmãs de coração Camila e Silvia, as amigas Adriana, Jose, Carla, Renata, Lina, Sônia, Juliana e Lais, pelos momentos especiais vividos com cada uma. Aos amigos Aldo, Francisco e Agmar pelo carinho. Ao Sr. Tião e Dona Lourdes que me adotaram como filha. A todos os novos amigos conquistados na UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Ao MSc. Breno Marques da Silva e Silva por há muitos anos sermos amigos, confidentes e cúmplices da vida um do outro.

A Geógrafa Claudia Funi pela ajuda com os dados do georeferenciamento e pela elaboração dos mapas esquemáticos. A Pesquisadora Vitória Lucien e a Bolsista do CNPq – Projeto Biodiesel Maria Luciane pela ajuda com a extração de óleo das sementes. A Bióloga Luciene Zagalo de Oliveira, que além de grande amiga, contribuiu muito para este trabalho com seu dom divino. A Dona Luciana, por ter tido uma filha tão especial. A todos os amigos, seja do âmbito acadêmico ou não, mas que moram em minhas memórias e coração.

Aos meus mestres, Dr. Carlos Damião-Filho, Dr. Sérgio Ferraudo, Dr. Alberto Cargnelutti Filho, Dr. Dilermando Perecin, Dr. Adhemar Sanches, Dr. Euclides Malheiros, Dr. João Oliveira e Dr. Danísio Munari, por repassaram um pouco de seus conhecimentos através das disciplinas cursadas.

E, se tive por ventura, a indelicadeza e infelicidade de não mencionar algum nome peço perdão.

Os meus mais sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Floresta Amazônica	4
3.2. <i>Carapa guianensis</i> Aublet. uma Meliaceae da Amazônia	5
3.3. Caracterização morfológica de espécies arbóreas	13
3.4. Divergência genética	15
3.4.1. Métodos de agrupamento	19
3.4.2. Método dos Componentes Principais	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1. Caracterização da Área de Estudo e Coleta de Frutos e Sementes	25
4.2. Experimento I: Caracterização morfológica de frutos, sementes, germinação e plântulas de <i>Carapa guianensis</i> Aublet.	29
4.3. Experimento II: Divergência genética entre árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. por meio de caracteres biométricos de frutos e sementes, processo germinativo, desenvolvimento inicial de plântulas e teor de óleo dos cotilédones	31
4.4. Análises estatísticas e parâmetros genéticos	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1. Experimento I: Caracterização morfológica de frutos, sementes, germinação e plântulas de <i>Carapa guianensis</i> Aublet.	35
5.1. Frutos	35
5.2. Sementes	36
5.3. Germinação	38

5.4. Plântula	39
5.2. Experimento II: Divergência genética entre árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. por meio de caracteres biométricos de frutos e sementes, processo germinativo, desenvolvimento inicial de plântulas e teor de óleo nos cotilédones	41
6. CONCLUSÕES	66
7. REFERÊNCIAS	67

LISTA DE TABELAS

Tabela	Título	Páginas
Tabela 1.	Localização geográfica, Circunferência à Altura do Peito (CAP, em m), altura (m) e Distância Mínima entre Matrizes (DMM) de 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. selecionadas nos municípios de Mazagão e Macapá, Amapá, Brasil.	27
Tabela 2.	Análise de variância de 16 caracteres avaliados em 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. com as respectivas médias gerais, coeficiente de variação (CV), estimativas do coeficiente de variação genética (CVg) e estimativas de herdabilidade ($\hat{h}_2$). Mazagão, AP, Brasil, 2006.	43
Tabela 3.	Análise de variância de 16 caracteres avaliados em 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. com as respectivas médias gerais, coeficiente de variação (CV), estimativas do coeficiente de variação genética (CVg) e estimativas de herdabilidade ($\hat{h}_2$). Macapá, AP, Brasil, 2007.	44
Tabela 4.	Médias, intervalo de variação máxima (Máx) e mínima (Mín) e desvio padrão (DP) dos caracteres avaliados em frutos, sementes e plântulas de <i>Carapa guianensis</i> Aublet., provenientes de 25 árvores matrizes de uma população natural do município de Mazagão, Amapá, Brasil, 2006.	46
Tabela 5.	Médias, intervalo de variação máxima (Máx) e mínima (Mín) e desvio padrão (DP) dos caracteres avaliados em frutos, sementes e plântulas de <i>Carapa guianensis</i> Aublet., provenientes de 25 árvores matrizes de uma população natural do município de Macapá, Amapá, Brasil, 2007.	47
Tabela 6.	Distância Euclidiana ($d_{ii'}$) entre 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. de uma população natural, calculada a partir de 16 caracteres avaliados em frutos, sementes e plântulas. Mazagão, Amapá, Brasil, 2006.	49

Tabela 7.	Distância Euclidiana ($d_{ii'}$) entre 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. de uma população natural, calculada a partir de 16 caracteres avaliados em frutos, sementes e plântulas. Macapá, Amapá, Brasil, 2007.	50
Tabela 8.	Grupos de árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. estabelecidos pelo método de Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela Distância Euclidiana padronizada a partir de 16 caracteres de frutos, sementes, teor de óleo e desenvolvimento inicial de mudas, para as localidades de Mazagão (2006) e Macapá (2007), Amapá, Brasil.	53
Tabela 9.	Grupos de árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. estabelecidos pelo método de Tocher, com base nas distâncias geográficas para as localidades de Mazagão (2006) e Macapá (2007), Amapá, Brasil.	56
Tabela 10.	Autovalores (Variância – V) associados aos componentes principais (CP) e respectivos autovetores para os 16 caracteres avaliados para as 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet., Mazagão, AP, Brasil, 2006.	59
Tabela 11.	Autovalores (Variância – V) associados aos componentes principais (CP) e respectivos autovetores para os 16 caracteres avaliados para as 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet., Macapá, AP, Brasil, 2007.	60
Tabela 12.	Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os 16 caracteres usados na análise de agrupamento entre as 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet., Mazagão, AP, Brasil, 2006.	64
Tabela 13.	Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os 16 caracteres usados na análise de agrupamento entre as 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet., Macapá, AP, Brasil, 2007.	65

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Páginas
Figura 1.	Indivíduo jovem de <i>Carapa guianensis</i> Aublet.	6
Figura 2.	Ramo com folhas e flores de <i>Carapa guianensis</i> Aublet.	7
Figura 3.	Frutos e sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet., atacados por <i>Hypsipyla ferrealis</i> (Lepidoptera, Pyralidae).	10
Figura 4.	Estado do Amapá, Brasil. A. Área de várzea no Município de Mazagão. B. Área de várzea no Município de Macapá.	26
Figura 5.	A. Frutos e sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet.; B. Fruto aberto mostrando a disposição interna das sementes.	35
Figura 6.	Fruto e semente de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. A. Fruto em vista geral. B. Base do fruto. C. Vista longitudinal do fruto. D. Semente (lado oposto ao hilo). E. Hilo e micrópila em sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet..	37
Figura 7.	Seqüência do desenvolvimento da plântula de <i>Carapa guianensis</i> Aublet.	40
Figura 8.	Dendrograma baseado na Distância Euclidiana entre 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. obtido pelo método UPGMA (<i>Unweighted Pair Group Using an Arithmetic Average</i>) a partir dos caracteres avaliados nos frutos, sementes, teor de óleo e desenvolvimento inicial de plântulas. Mazagão, Amapá, Brasil, 2006.	51
Figura 9.	Dendrograma baseado na Distância Euclidiana entre 25 árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i> Aublet. obtido pelo método UPGMA (<i>Unweighted Pair Group Using an Arithmetic Average</i>) a partir dos caracteres avaliados nos frutos, sementes, teor de óleo e desenvolvimento inicial de plântulas. Macapá, Amapá, Brasil, 2007.	51

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E ANÁLISE DA VARIABILIDADE GENÉTICA
PARA CARACTERES DE FRUTOS, SEMENTES E PROCESSO GERMINATIVO
ASSOCIADO À PRODUTIVIDADE DE ÓLEO EM MATRIZES DE *Carapa*
guianensis AUBLET, UMA MELIACEAE DA AMAZÔNIA**

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento pós-seminal e estudar a divergência genética entre árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet., em duas populações naturais no Amapá, uma em Mazagão e outra em Macapá, por meio de caracteres biométricos de frutos e sementes, processo germinativo, desenvolvimento inicial de plântulas e teor de óleo. Na descrição morfológica utilizou-se estereomicroscópio para observação das características externas dos frutos, sementes e plântulas nas diversas fases de desenvolvimento pós-seminal. A divergência genética foi avaliada pela análise de agrupamento, através do algoritmo de Tocher e do método UPGMA (*Unweighted Pair Group Using an Arithmetic Average*), obtido a partir da matriz de dissimilaridade pela Distância Euclidiana. Para verificação da importância relativa de cada variável para a divergência genética utilizou-se a análise de Componentes Principais. Os frutos de *C. guianensis* são cápsulas septífragas, secas, deiscentes, pluriloculares, polispérmicas e subglobosas. As sementes são grandes, angulosas e convexas na região dorsal. A germinação é do tipo hipógea-criptocotiledonar e as plântulas apresentam metáfilos paripinados, hipocótilo pequeno, epicótilo glabro, sublenhoso, com duas a seis gemas axilares protegidas por catáfilos. Nos dois métodos de agrupamento as 25 árvores matrizes foram distribuídas em cinco e seis grupos, respectivamente, em Mazagão e Macapá. Oito (50%) e 12 (75%) dos 16 caracteres avaliados, respectivamente, em Mazagão e Macapá, foram considerados de pequena importância para a divergência. Dos caracteres mais importantes para a divergência, a massa de sementes, a largura de frutos e o teor de óleo foram comuns nas duas localidades. Há grande variabilidade entre as árvores matrizes de *C. guianensis* quanto aos caracteres avaliados e o estudo da

divergência possibilita a identificação de árvores matrizes para a colheita de sementes, que subsidiem programas de conservação e melhoramento genético.

Palavras-chave: Andiroba, divergência genética, caracterização morfológica e análise de agrupamento.

MORFOLOGY DESCRIPTION AND VARIABILITY GENETIC ANALYSIS TO FRUITS, SEEDS AND SEEDLING ASSOCIATE WITH PRODUCTION OF OIL IN TREES OF *Carapa guianensis* AUBLET, A MELIACEAE FROM AMAZON

ABSTRACT - The objective of the work was the morphological characterization of the fruits, the seeds, the post-seminal development and to evaluate the genetic divergence among mothers trees of *Carapa guianensis* of two natural populations located in Amapá, one in Mazagão and another in Macapá, through biometric traits of fruits and seeds, oil production, germination process and formation of the seedlings. To morphological description, the external characteristics of the fruits, the seeds and the seedlings in various stages of post-seminal development were observed in a stereomicroscopy. The genetic divergence was evaluated using clusters analysis, by the algorithm of Tocher and method of UPGMA (*Unweighted Pair Group Using an Arithmetic Average*), obtained by the Euclidian Distance. To verify the relative importance of each variable for divergence was applied the analysis of Principal Components. The fruit of *C. guianensis* is a septicidal capsule, drought, dehiscent, plurilocular, polyspermic and subglobose. The seeds are large, angulate and convex in the back. The germination is hypogeal cryptocotilar and the seedlings have pinnate metaphylls, small hypocotyl, glabrous epicotyl, subwoody, with two or six axillary buds protected by cataphylls. In clusters analysis the 25 mother trees were distributed in five and six groups, respectively, in Mazagão and Macapá. Eight (50%) in Mazagão and 12 (50%) in Macapá of 16 characters evaluated were considered of presented lower importance for genetic divergence. The more important characters to the study of genetic divergence were the fresh mass of the seeds, fruit width and oil content, common in both locations. The great variability among mother trees of *C. guianensis* and the genetic divergence studies can

possibility the identification of mother trees to seed collection for use in conservation and improvement programs.

Key-words: Andiroba, genetic divergence, morphologic characterization and clusters analysis.

1. INTRODUÇÃO

O processo de degradação da cobertura vegetal da Amazônia é hoje um tema de domínio mundial. Em 2000, o desmatamento atingiu um total de 587.727 km², incluindo-se as taxas de desmatamento anual de 2001 até 2003, esse valor eleva-se para 652.908 km² (CASTRO, 2005). O esgotamento dos solos, a necessidade de maior produção, ocasionando a expansão da agropecuária (SILVA et al., 2003) ou, ainda como salienta FERREIRA (2000), a exploração desordenada dos recursos naturais, têm promovido a abertura de novas áreas em quase todo o território nacional.

A devastação florestal visando a extração de produtos madeiros ou não-madeireiros, têm comprometido o potencial genético de muitas espécies, sem que possibilidades de uso sustentável tenham sido implementadas (FEARNSIDE, 1992; SCHNEIDER et al., 2000; CAPOBIANCO et al., 2001). Ações antrópicas, principalmente as não-sustentáveis, afetam a biodiversidade nas florestas tropicais, e dependendo do grau de exploração, pode até levar algumas espécies à extinção, causando perda de diversidade biológica e a erosão genética (CANÇADO & BORÉM, 2001; MENDONÇA-HAGLER, 2001).

Autores como SILVA FILHO et al. (1999) e CRUZ & CARVALHO (2003a) salientam que muito pouco se conhece sobre os caracteres morfológicos, fisiológicos e genéticos das espécies florestais. Desse modo, muitos estudos sobre a dinâmica florestal nos trópicos têm sido realizados nos últimos anos (OLIVEIRAA, 1997), visando garantir a utilização dessas espécies a partir de tecnologias que possibilitem seu manejo adequado.

As espécies com potencial de uso não-madeireiro distribuem-se em diferentes categorias (SCARCELLO et al., 1999; VERÍSSIMO et al., 1999). Dentre as oleaginosas, a Meliaceae conhecida vernacularmente como andiroba, andiroba-saruba, iandirova, iandiroba, carapá, carapa e nandiroba (*Carapa guianensis* Aublet.) têm tido cada vez mais destaque (LORENZI, 1992).

Conforme RODRIGUES (1989), *C. guianensis* é uma das árvores com o maior número de sementes coletadas na Amazônia para a extração de óleo,

devido sua eficácia contra edemas, picadas de animais, combate de protozoários, reumatismo, infecções, dores musculares, sarnas e micoses, e além de ser utilizada na fabricação de velas com ação repelente, remédios fitoterápicos e produtos de cosmética (LORENZI, 1992; PAULA & ALVES, 1997).

O conhecimento da divergência genética entre os diferentes indivíduos de uma mesma população pode ser avaliada com base em características como a morfologia, a porcentagem e o tempo de germinação, e a composição química de frutos e sementes, sendo a seleção dessas características fundamentais. Desse modo, a descrição sistemática de uma espécie facilita ou possibilita o uso potencial do material genético. Portanto, é inegável que o delineamento de estratégias para a conservação de uma espécie passa pelo entendimento desde a sua ecologia até a distribuição da diversidade genética, tendo esta última grande importância também em programas de melhoramento para os mais diversos fins (KAGEYAMA et al., 2003).

Um dos métodos freqüentemente usado no estudo da divergência genética de espécies arbóreas é a análise multivariada, para medir a diversidade entre materiais genéticos, assim como, conhecer os caracteres que mais influenciam nesta divergência (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

2. OBJETIVOS

Devido ao fato de esta espécie apresentar potencial para contribuir com a renda das populações amazônicas, faz-se necessário estudos que visam subsidiar trabalhos de melhoramento e conservação genética da mesma. Assim, para duas populações nativas de *C. guianensis* Aublet. em dois municípios do Amapá, Brasil, o presente trabalho teve por objetivos:

1) Caracterizar morfológicamente esta Meliaceae da Amazônia, a partir de aspectos externos de frutos, sementes e fases do desenvolvimento pós-seminal, como subsídio para identificação da mesma;

2) Estudar a divergência genética por meio dos caracteres biométricos de frutos e sementes, processo germinativo de sementes, desenvolvimento inicial de plântulas e análise do teor de óleo, visando dar suporte a trabalhos de seleção, melhoramento e conservação desta espécie.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Floresta Amazônica

A Floresta Amazônica localiza-se ao norte da América do Sul, possuindo cerca de 6,5 milhões de km², sendo que 85% encontra-se em território brasileiro e os demais 15% entre a Bolívia, Equador, Colômbia, Peru, Guiana, Guiana Francesa, Suriname e Venezuela (INPE, 2001; SIVAM, 2007).

A biodiversidade existente na Amazônia ocorre devido as diferentes associações vegetais que crescem sob a influência de fatores ambientais intrínsecos a cada ecossistema que forma esse bioma (ANDERSON et al., 1985; RIBEIRO et al., 1999; GAMA et al., 2003), e essa diversidade de vegetais é a principal ou a complementar fonte de renda das comunidades amazônicas (BRASIL, 1998).

Na Amazônia existem três principais tipos de formações florestais: Florestas de Igapó – são áreas permanentemente inundadas, com espécies adaptadas a essa condição de alagamento; Florestas de Baixo – são regiões inundadas periodicamente, somente quando os rios estão com grande volume de água e conforme o ciclo das marés ocorre o depósito de sedimentos; e Florestas de Terra Firme – são florestas altas em que não ocorre nenhum tipo de alagamento, possuem solos pobres e bem drenados (RIBEIRO et al., 1999).

A Floresta Amazônica influencia a manutenção do clima na América do Sul e no globo, pois sua interação com a atmosfera é de suma importância para a regulação do regime hídrico (ARTAXO, 2006). Contudo, a taxa de desmatamento e a conseqüente diminuição da cobertura florestal na Amazônia são motivos de preocupação mundial em virtude de sua grande biodiversidade. A expansão da fronteira agropecuária, as queimadas e a erosão são apontadas como responsáveis pela degradação de áreas na Amazônia (FERREIRA, 2000; INPE, 2001; TONINI et al., 2005).

Na Amazônia brasileira, a taxa de desmatamento entre 1978 e 1988 foi estimada entre $15 \text{ e } 20 \times 10^3 \text{ km}^2 \text{ ano}^{-1}$ (SKOLE et al., 1994). Em 1991, 10-11% da área florestal original da Amazônia Legal haviam sido desmatadas (FEARNSIDE & FERRAZ, 1995). Segundo SKOLE & TUCKER (1993), a área da Amazônia Legal cobre aproximadamente $5.000.000 \text{ km}^2$ do território brasileiro em nove estados, dos quais 80% são florestas.

Como agravante, as espécies vegetais nativas da Floresta Amazônica são ainda pouco conhecidas; poucas espécies são mundialmente reconhecidas e utilizadas no setor madeireiro, poucas conhecidas como frutíferas e medicinais, um uso ínfimo, já que MITTERMEIR et al. (1992) afirmaram que a Amazônia brasileira possui cerca de 40 mil espécies de plantas vasculares.

3.2. *Carapa guianensis* Aublet, uma Meliaceae da Amazônia

A família Meliaceae possui distribuição pantropical, incluindo cerca de 600 espécies em 50 gêneros, com grande variabilidade morfológica e diversificado interesse econômico (RIBEIRO et al., 1999; SOUZA & LORENZI, 2005).

A Meliaceae *Carapa guianensis* Aublet, conhecida popularmente como andiroba (das palavras indígenas, “landi”, óleo e “rob”, amargo) é uma arbórea, secundária tardia ou clímax, perenifólia e de dossel ou sub-dossel (KAGEYAMA et al., 2004). Segundo LOUREIRO et al. (1979), LEITE (1997) e FERRAZ et al. (2002) a espécie se distribui na América Central, Antilhas, África Tropical e por todo o norte da América do Sul, incluindo a Bacia Amazônica.

No Brasil, *C. guianensis* (Figura 1) é encontrada com abundância em toda a Bacia Amazônica e seus afluentes, principalmente em regiões de Florestas de Baixo, Igapó e Várzeas, ao longo da beira de rios e igarapés, podendo também ocorrer em Florestas de Terra Firme (LORENZI, 1992; BOUFLEUER, 2004), sendo uma espécie com bastante plasticidade, pois se adapta a diferentes ambientes (BOUFLEUER, 2004; RAPOSO, 2007).



Figura 1. Indivíduo jovem de *Carapa guianensis* Aublet.

Segundo BOUFLEUER (2004), a dinâmica do ciclo das marés é extremamente importante para os indivíduos de *C. guianensis* que compõe as populações das áreas inundáveis. KLIMAS (2006) afirma que a densidade populacional desta arbórea da Amazônia é maior em ambiente de Baixo do que em Florestas de Terra Firme.

O número de árvores por hectare varia muito, porém, freqüentemente, estão associadas com virola (*Virola surinamensis*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*) (CAVALCANTE et al., 1986). A maior ocorrência dessa espécie registra-se no Pará, Amapá, Amazonas e Maranhão (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA, 1998; RAPOSO, 2007). No Estado do Amapá, a espécie ocorre em maior concentração ao longo do rio Amazonas e, na região costeira do Amapá, se estendendo do rio Jarí até o arquipélago do Bailique (RABELO et al., 2002).

A árvore de *C. guianensis* possui raízes tabulares, copa ramosa de tamanho médio, com ramos tendendo para a posição vertical e folhas compostas (Figura 2), paripinadas, com folíolos subopostos e coriáceas (FOUNIER, 2003).



Figura 2. Ramo com folhas e flores de *Carapa guianensis* Aublet.

O tronco é reto e cilíndrico podendo alcançar de 50 a 170 cm de diâmetro e de 30 a 50 m de altura; a madeira tem densidade de $0,73 \text{ g cm}^{-3}$ e é inatacável por insetos, sendo utilizada na construção de mastros, falcames, banco de navios, construção civil, carpintaria, marcenaria, mobiliário, confecção de portas e caixotaria (LORENZI, 1992; PAULA & ALVES, 1997; FERRAZ, 2003; FOUNIER, 2003). O ritidoma é lenticelado, cinzento, amargo, com desprendimento em placas lenhosas proeminentes e irregulares (SAMPAIO, 2000; FOUNIER, 2003).

A madeira de *C. guianensis* possui as mesmas propriedades mecânicas que *Cedrella odorata* (cedro), *Torresea acreana* (cerejeira) e *Switenia macrophylla* (mogno), por isso *C. guianensis* Aublet. é intensamente explorada nas serrarias e sua madeira pode alcançar bons preços no mercado estrangeiro (VERÍSSIMO & LIMA, 1999; ARAÚJO-NETO, 2002; BOUFLEUER, 2004; NEVES et al., 2004).

A indústria madeireira está entre as principais atividades econômicas do Estado do Amapá, sendo baseada em sua maioria no extrativismo rudimentar (CHAGAS, 1996; VERÍSSIMO et al., 1999). Entre as espécies mais utilizadas no

setor madeireiro nesse estado encontram-se: *C. guianensis* (andiroba), *Calycophyllum spruceanum* (pau-mulato), *Platymiscium ulei* (macacaúba) e *V. surinamensis* (virola), como pode ser constatado pela sensível redução no estoque natural destas espécies (VERÍSSIMO & LIMA, 1999). No entanto, *C. guianensis* Aublet. é igualmente uma espécie não-madeireira, em virtude da utilização do óleo das sementes para o mais variados fins (FERRAZ et al., 2003; BOUFLEUER, 2004).

Há utilidade econômica também para as cascas e flores das quais extraí-se um chá que é bastante usado contra febre, bactérias, como antidiarréico, analgésico, antianêmico e para infecções das vias respiratórias, sendo o cerne também utilizado como fungicida (RODRIGUES, 1989; SILVA et al., 2003).

As flores são brancas, pequenas, solitárias, axilares, subsésseis, glabras, levemente perfumadas, contendo 8 anteras, 1 ovário, 4 lóculos com até 6 óvulos, e estão inseridas em uma inflorescência paniculada localizada principalmente na extremidade dos ramos (BARROSO et al, 1999; VIEIRA, 1996). A inflorescência é sustentada por brácteas pontudas, axilares ou sub-terminais (FERRAZ et al., 2002; FOUNIER, 2003), e a polinização é feita por insetos de pouca mobilidade, como microlepidópteros e meliponinas (MAUÉS, 2006; RAPOSO, 2007).

O florescimento ocorre de agosto a outubro e os frutos podem ser encontrados ao longo de todo o ano na Amazônia brasileira, sendo que o período de maior produtividade os meses de março a junho no Amapá, coincidindo com a época de maior precipitação no Estado (FREITAS, 1999). No entanto, os padrões de florescimento e frutificação podem ser variáveis conforme as demais regiões da Amazônia (FERRAZ, 2003; KAGEYAMA et al., 2004; RAPOSO, 2007).

C. guianensis é uma planta monóica de floração assincrônica, prolongada, autoincompátível e com elevada densidade populacional nas áreas de ocorrência (MAUÉS, 2006). Conforme RAPOSO (2007) não é observada taxa de endogamia para a espécie e a taxa de cruzamento aparente é alta. Uma taxa de cruzamento de 0,967 foi obtida por HALL et al. (1994), em estudo realizado na Costa Rica, indicando que esta espécie apresenta, preferencialmente, fecundação cruzada.

A frutificação começa após 10 anos de plantio e uma árvore é capaz de produzir de 50 a 200 kg ano⁻¹ de sementes (RIZZINI & MORS, 1976; SHANLEY et al., 1998; MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT, 2000). SCHIMIDT & VOLPATO (1972) observaram em Manaus (AM) a frutificação desta espécie após seis anos. Em plantios não muito densos (6 x 8 m) pode ocorrer uma produção anual de 25 a 50 kg de sementes por árvore, totalizando 5-10 t ha⁻¹ ano⁻¹ (SUDAM, 1975).

As sementes possuem viabilidade de germinação de 2 a 3 meses (FERRAZ et al., 2002; SCARANO et al., 2003). Conforme FERRAZ & SAMPAIO (1996) e SAMPAIO (2000), as sementes quando acondicionadas em sacos de polietileno permanecem viáveis por um período de até 7 meses, desde que armazenadas em câmara úmida (14°C e 80% de U.R.). O teor de água nas sementes recém-coletadas varia entre 42% e 55%; 1000 sementes pesam entre 20 e 33 kg e 1 kg pode conter de 30 a 50 sementes (FERRAZ, 2003).

A capacidade de germinação da espécie varia de 41% a 94% (CONNOR et al., 1998; SAMPAIO, 2000; GUARIGUATA et al., 2002; BOUFLEUER, 2004); o tempo de germinação varia de 6 a 10 dias após a semeadura e se completa dentro de 2 a 3 meses (BOUFLEUER, 2004).

Conforme GUARIGUATA et al. (2002), a germinação de *C. guianensis* em sementes enterradas, a 3 e 5 cm de profundidade, e sementes na superfície do solo, não difere, concluindo que a germinação independe deste fator. Esses autores obtiveram germinação de 71% a 88%, em 320 sementes. Ainda, conforme estes mesmos autores, houve diferença apenas na emergência, obtendo 41% e 54% de germinação para sementes enterradas e não-enterradas, respectivamente.

A taxa de predação nas sementes é alta, tanto no Brasil (FAO, 1971) como em outras regiões (McHARGUE & HARTSHORN, 1983). Insetos como a broca *Hypsipyla ferrealis* (Lepidoptera, Pyralidae) predam parte ou todas as sementes de um fruto (Figura 3), fazendo galerias no interior das mesmas (FERRAZ et al., 2002; FERRAZ, 2003; JORDÃO & SILVA, 2006). FERRAZ (2003) recomenda a extração das sementes imediatamente após a colheita, abrindo as valvas a partir

de um leve impacto e liberando as sementes manualmente, e caso necessário, colocar as sementes após a sua extração do fruto, imersas em água, por pelo menos 24 h, para eliminar as larvas por afogamento.

As mudas são muito susceptíveis ao ataque pela *H. ferrealis* e *Hypsipyla grandella*, esta última ataca além da *C. guianensis* praticamente todas as espécies da família Meliaceae, principalmente quando plantadas a pleno sol (SAMPAIO, 2000; JORDÃO & SILVA, 2006). O meristema apical dos ramos também é atacado por estas brocas e a planta cresce apenas pelas gemas laterais, comprometendo o valor comercial de sua madeira (CARRUYO, 1972; JORDÃO & SILVA, 2006).

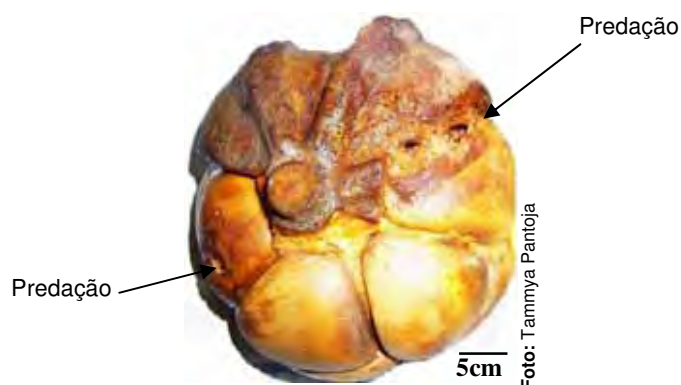


Figura 3. Fruto e sementes de *Carapa guianensis* Aublet, atacados por *Hypsipyla ferrealis* (Lepidoptera, Pyralidae).

As características físico-químicas do óleo de *C. guianensis* Aublet. apresentam semelhança com outros óleos tradicionalmente usados como aditivos de lubrificantes e óleos de corte de metais, tornando-o um potencial substituto de óleos minerais, vegetais e gorduras animais utilizadas para este fim, pois possui densidade a 15°C de 0,9147 g cm⁻³, viscosidade cinemática a 100°C de 10,5802 cSt e poder calorífico médio de 9.531,51 cal g⁻¹, valores semelhantes aos encontrados para soja, algodão, aves e mocotó (SILVA, 2005).

O óleo extraído das sementes de *C. guianensis* Aublet. solidifica em temperaturas inferiores a 25°C, possui cor amarelo-claro transparente, sabor amargo e rancifica rapidamente após a extração, sendo assim, considerado impróprio para a alimentação (SILVA, 2005). No entanto, pode ser utilizado como antifúngico, antiinflamatório, antiinfecioso, na fabricação de velas repelentes

contra insetos, produtos da indústria de cosméticos e fitoterápicos (RIBEIRO et al., 1999; BOUFLEUER, 2004; PENIDO et al., 2005).

Os óleos vegetais de sementes são utilizados pelo ser humano de maneira crescente e diversificada, seja na prática da medicina fitoterápica, na indústria cosmética ou na utilização direta das plantas que o produzem (AMORIM et al., 2005).

FREIRE et al. (2006) testaram a influência do óleo de *C. guianensis* Aublet. como repelente natural para os forídeos que infestam naturalmente colônias de abelhas *Melipona compressipes manaosensis* Schwarz, visando uma alternativa no controle dessa praga; houve menor ovoposição no substrato que continha o óleo de *C. guianensis*, confirmando assim, sua atividade como repelente.

O sub produto resultante da extração do óleo utilizado nas indústrias fitoterápicas e cosméticas, pode ser empregado como biocombustível, visto que, é ecologicamente correto, renovável e permite a redução da dependência de importação de petróleo (SILVA, 2005). Estima-se que o Brasil consome cerca de 30 mil litros de óleo por ano, sendo a exportação anual média de 450 mil litros (NEVES et al., 2004).

A extração do óleo das sementes pode ser realizada por dois métodos distintos, conforme FERRAZ (2003):

1-Método Artesanal: as sementes recém coletadas são cozidas durante duas ou três horas em água, em seguida são colocadas para descansar à sombra por algumas semanas; ao se iniciar o processo de desprendimento do óleo as sementes são descascadas e amassadas. A massa obtida das sementes é então colocada sob o sol numa calha inclinada para que o óleo escorra gradativamente. O rendimento do processo artesanal é estimado em 4%, sendo o preço encontrado no mercado de R\$ 8,00/litro de óleo.

2-Método Industrial: as sementes são quebradas em pedaços cada vez menores e colocadas para secar em estufa entre 60 a 70⁰C. Depois, o material é prensado a 90⁰C. O rendimento desse método de extração é estimado em 8%, sendo que 140 mL chega a ser vendido no mercado por até R\$ 70,00, sendo que esta diferença de preço entre os dois métodos de extração ocorre em virtude do grau de pureza e

refinamento do óleo obtido.

A exploração não sustentável desta espécie arbórea, de uso madeireiro e não-madeireiro, provoca a diminuição dos seus estoques naturais (BOUFLEUER, 2004). Dessa forma, a busca de informações científicas de modo a viabilizar o cultivo de espécies nativas da Amazônia promissoras para o desenvolvimento sustentável da região, por meio de seu manejo, representa uma maneira direta de minimizar a degradação dos ecossistemas (FARIAS NETO et al., 2003). Tais informações são de fundamental importância para o delineamento de estratégias para a conservação, melhoramento genético e o desenvolvimento e a expansão de técnicas para domesticação, seleção, cultivo e manejo florestal, visando a exploração de maneira sustentável das espécies arbóreas (SEBBENN et al., 2000; SEBBENN, 2002).

Alguns parâmetros ecológicos e genéticos para *C. guianensis* começaram a ser estudados na década de 90 com o uso de isoenzimas por HALL et al. (1994), que mensuraram a porcentagem de polimorfismo da espécie. DAYANANDAN et al. (1999) desenvolveram marcadores microssatélites (SSR) para avaliar a estrutura genética de duas populações, no Acre, divididas por classe de tamanho.

VINSON et al. (2005) desenvolveram mais marcadores microssatélites para *C. guianensis*, visto que alguns dos *primers* desenvolvidos por DAYANANDAN et al. (1999) eram monomórficos nas populações brasileiras. CLOUTIER et al. (2005) utilizaram microssatélites cloroplastidiais para o estudo do efeito da dispersão hidrocórica de sementes desta espécie na Amazônia brasileira.

BOUFLEUER (2004) avaliou aspectos ecológicos desta espécie como subsídio ao manejo e conservação em populações no Estado do Acre, verificando sua ocorrência, fenologia, etnoecologia, etnobotânica, estrutura populacional e amostragem aglomerativa adaptativa.

VIEIRA et al. (2005) mensuraram o acréscimo em incremento de diâmetro para esta espécie e analisaram a idade de indivíduos mais velhos por meio do método do carbono 14 (C^{14}), concluindo que as árvores mais velhas possuem um crescimento mais lento e que com base na idade das mesmas o tempo de reposição desses indivíduos pode ser estimado.

KLIMAS (2006) em uma revisão bibliográfica sobre a ecologia da espécie, realizou estudos demográficos para a mesma, comparando as plantas que ocorrem em Floresta de Baixo e Floresta de Terra Firme. CLOUTIER et al. (2007) verificaram que o manejo florestal em uma área da Floresta Nacional do Tapajós, no Estado do Pará, não promoveu alterações na diversidade genética na população de *C. guianensis* que foi avaliada antes e após corte seletivo.

RAPOSO (2007) verificou a estrutura genética e fluxo gênico de populações naturais de *C. guianensis* Aublet. no Acre, visando seu manejo e conservação, sendo juntamente com os estudos de BOUFLEUER (2004) um dos poucos trabalhos direcionados para a conservação desta Meliaceae.

3.3. Caracterização morfológica de espécies arbóreas

Nas espécies arbóreas tropicais existe grande variabilidade com relação ao tipo e tamanho de frutos e sementes (CRUZ et al. 2001; CRUZ & CARVALHO, 2003b). Entretanto, poucos são os trabalhos que objetivam a caracterização de frutos e sementes dessas espécies visando ampliar o conhecimento sobre as mesmas (EDWARDS, 2000).

As espécies pertencentes à família Meliaceae apresentam variação de no tipo e no tamanho dos frutos e sementes. FERRAZ et al., (2002), FERRAZ (2003), FERRAZ et al. (2003), PENNINGTON (2004) e PENNINGTON (2006) descreveram alguns parâmetros morfológicos para *C. guianensis* Aublet., entretanto, BOUFLEUER (2004) expressa que há ainda a necessidade de novas informações sobre os aspectos botânicos e ecológicos, para complementação dos estudos já desenvolvidos.

As características morfológicas dos frutos e das sementes são pouco modificadas pelo ambiente, constituindo assim um critério bastante seguro para a identificação de famílias, gêneros e, às vezes, espécies, de acordo com OLIVEIRA & PEREIRA (1984), GROTH & LIBERAL (1988) e BARROSO et al. (1999). No entanto, é ignorada na maioria dos trabalhos de morfologia, as descrições para as sementes, ou recebe tratamento secundário, sendo, portanto, inadequados, visto

que estes diásporos de dispersão das plantas são conservativos na sua morfologia e, freqüentemente, evidenciam caracteres familiares (GUNN, 1981, OLIVEIRA, 1993).

De acordo com GENTIL & FERREIRA (2005), a identificação botânica de sementes se faz necessária em manejo, em conservação da fauna silvestre (estudo de conteúdo estomacal em aves e outros herbívoros), em estudos ecológicos, em paleobotânica e em arqueologia.

Igualmente, a morfologia da semente, aliada às observações das plântulas, permite fazer a identificação das estruturas, oferecendo subsídios à interpretação correta de testes laboratoriais, identificação e reconhecimento da espécie em campo, e adequação dos métodos de produção de mudas para os mais diversos fins (ARAÚJO & MATOS, 1991; OLIVEIRA, 1993; VÁZQUEZ-YANES & ARÉCHIGA, 1996; AMORIM et al., 1997; GENTIL & FERREIRA, 2005).

A compreensão da ecologia tropical ligada à realização de estudos que possam permitir uma precisa identificação das espécies vegetais, a partir de suas fases juvenis, enfatizando seus frutos, sementes e plântulas, podem ser precursores de um bom manejo e conservação para algumas espécies arbóreas, contribuindo assim, na reconstituição de florestas tropicais (OLIVEIRA, 1997; MOREIRA-CONEGLIAN & OLIVEIRA, 2006).

Os estudos morfológicos auxiliam também a determinação dos diferentes parâmetros fenotípicos entre os indivíduos de uma população, visto que, nas espécies tropicais existe grande variabilidade com relação aos caracteres morfológicos (MELO et al., 2004).

O conhecimento da morfologia da germinação de sementes, do crescimento e estabelecimento da plântula tem sido ressaltado por diversos autores como imprescindível para compreender o ciclo biológico e os processos de estabelecimento da vegetação nativa (KAGEYAMA, 1987; OLIVEIRA, 1993). O crescente uso das espécies florestais torna indispensáveis esses estudos, visando sua propagação e preservação (MELO & VARELA, 2006). Em virtude disso, o estudo desses caracteres é importante e contribui para o entendimento da sucessão e regeneração dos ecossistemas naturais (DONADIO & DEMATÊ, 2000;

ARAÚJO-NETO et al., 2002; MELO & VARELA, 2006) e ainda pode contribuir na análise dos mecanismos de dispersão das espécies arbóreas florestais (MELO et al., 2004).

3.4. Divergência genética

A produtividade da floresta está intimamente ligada à qualidade do material genético existente (MORI & SANTOS, 1989). No entanto, informações de ecologia e genética em populações naturais de espécies arbóreas tropicais são incipientes, em função da alta diversidade e complexidade de espécies, trazendo dificuldades na amostragem e nas metodologias apropriadas para seu estudo (KAGEYAMA et al., 2003).

O conhecimento do grau de diversidade genética, por meio dos estudos de divergência, torna-se necessário no processo de identificação de novas fontes de genes de interesse (FALCONER & MACKAY, 1996). A avaliação da diversidade genética, com base em evidências científicas, também é de grande importância no contexto da evolução das espécies, uma vez que provê informações sobre recursos disponíveis e auxilia na localização e no intercâmbio desses (CRUZ et al., 2004).

A diversidade genética é a base para a adaptação, evolução e sobrevivência das espécies e indivíduos, especialmente sobre mudanças ambientais e condições de doenças, além de ser base para o melhoramento genético e/ou conservação. Como as espécies arbóreas são as de maior importância nos ecossistemas florestais, sua diversidade genética também o é. A redução desta pode predispor espécies a doenças, reduzir a produtividade e limitar o melhoramento e/ou conservação genética. Assim, a diversidade genética pode ser vista como fundamental para a sustentabilidade e estabilidade do ecossistema (RAJORA & PLUHAR, 2003), sendo mantida pela divergência entre as plantas de uma mesma espécie.

As diferenças nas constituições genéticas intra e inter grupos de genótipos são de grande importância, pois está relacionada com a necessidade de se

identificar plantas com superioridade na informação genética (FALCONER & MACKAY, 1996; MARTINS et al., 2002; CRUZ & CARNEIRO, 2003). Portanto, o sucesso de qualquer programa de melhoramento e/ou conservação depende de informações a respeito da natureza, da magnitude dos efeitos dos genes que controlam os caracteres quantitativos de interesse econômico, da variação genética disponível na população, e, sobretudo, do valor relativo desta perante a variação não-genética (PATEL et al., 1998).

O delineamento de estratégias para a conservação, recombinação, amostragem e uso do material genético de uma espécie passa pelo entendimento de sua forma de reprodução, distribuição da diversidade genética entre e dentro de populações, tamanho efetivo e distribuição espacial dos genótipos (KAGEYAMA, 1987; KAGEYAMA et al., 2003).

A diversidade genética e sua dinâmica natural são fundamentais quando consideradas formas de conservação e o uso dos recursos florestais. A redução do tamanho da população ou a perda de indivíduos leva muitas espécies a alcançar uma paralização evolucionária como resultado da perda de variabilidade genética, que impossibilita sua adaptação às mudanças ambientais (AGUIAR et al., 2003). Assim, há a necessidade de informações para a conservação de espécies florestais, gerando indicadores que possam contribuir satisfatoriamente para o estabelecimento e manejo de reservas genéticas *in situ* e *ex situ* (AGUIAR et al., 2003; KAGEYAMA et al., 2003).

Estrategicamente, a sustentabilidade das florestas combina a conservação da biodiversidade com interesses econômicos e fins sociais (FREITAS et al., 2005). Dessa forma, a conservação de espécies arbóreas tropicais e conseqüentemente de sua diversidade genética, só será efetiva quando essa conservação estiver acoplada a alternativas para obtenção de renda (REIS, 1996).

Em muitas espécies florestais, grande parte do material genético jamais foi avaliado ou utilizado, tendo em vista, que muitos programas de melhoramento iniciaram-se recentemente (ALVES, 2002) e que grande parte da exploração econômica concentra-se no extrativismo ou são baseadas em amostras restritas da diversidade genética existente. Este fato, associado à devastação ocorrida nas

florestas naturais com espécies de importância econômica, faz com que os programas de conservação de recursos genéticos de muitas espécies arbóreas sejam prioritários como forma de garantir a sua utilização futura (RESENDE, 2002).

A redução das populações naturais tem levado a perda de genes adaptados a ambientes específicos de ocorrência das espécies arbóreas (FREITAS et al., 2005), e essa redução no tamanho das populações as submete a perdas de variabilidade genética, por deriva genética (SEBBENN & ETTORI, 2001).

A grande maioria dos caracteres herdáveis resulta da ação conjunta de vários genes, sendo portanto a herança complexa e de difícil avaliação. Por isso é imprescindível que se busque meios para assegurar que as informações sobre esses caracteres possam ser utilizadas com maior eficiência (ARRIEL, 2004).

Os programas de melhoramento e/ou conservação de espécies arbóreas geralmente utilizam técnicas biométricas, baseadas na quantificação da heterose, ou métodos preditivos para a análise de divergência genética, avaliando caracteres morfológicos, fisiológicos, ecológicos, químicos, dentre outros, que são geralmente quantificados por uma medida de dissimilaridade. A seleção de indivíduos, normalmente é realizada com base em todas essas informações, por serem de fácil obtenção e não apresentarem custos elevados (CRUZ & CARNEIRO, 2003; ALVES, 2002; CRUZ et al., 2004).

A biometria dos frutos e sementes fornece informações para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico, permitindo um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz dos mesmos (REIS, 1996).

O conhecimento das características físicas e químicas de frutos e sementes, assim como a diversidade das mesmas dentro das populações de plantas e as relações desta com os fatores ambientais, são importantes para o melhoramento genético, além de fornecer subsídios para o estudo sobre diferenciação de espécies, classificação de grupos ecológicos, caracterização de germoplasma e manejo da fauna silvestre (OLIVEIRA, 2000).

O controle genético da grande maioria dos caracteres é de natureza quantitativa, sendo fortemente influenciado pelo ambiente. Geralmente, as

interpretações desses dados são feitas por análises univariadas, o que gera dificuldades na obtenção das estimativas de divergência e, conseqüentemente, na seleção de indivíduos (OLIVEIRA et al., 2007). É possível que a informação de cada um dos caracteres se complementem, e a análise do conjunto seja mais precisa do que as análises univariadas (ALVES, 2002). Assim, as técnicas multivariadas têm se mostrado úteis, por avaliar o indivíduo em vários aspectos e proporcionar uma visão ampla de cada material genético (CRUZ et al., 2004).

A estatística multivariada não é recente, o que denota relatos feitos por ANDERSON (1958) quanto a estudos realizados no século XIX e relatos do século XX citados por CRUZ et al. (2004). Os avanços da computação eletrônica e a disponibilidade de recursos computacionais têm contribuído de forma decisiva para a utilização desta, uma vez que apenas duas variáveis exigem cálculos excessivamente trabalhosos e demorados (CRUZ et al. 2004).

O estudo da divergência genética por meio de técnicas multivariadas tem sido comum em várias espécies vegetais como *Malpighia emarginata* (acerola), *Paullinia cupana* (guaranazeiro), *Theobroma grandiflorum* (cupuaçu), *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), *Eucalyptus* spp. (eucalipto), *Ricinus communis* (mamona) e *Euterpe oleracea* (açaí), conforme trabalhos coordenados, respectivamente, por CARPENTIERI-PÍPOLO et al. (2000), NASCIMENTO FILHO et al. (2001), ALVES et al. (2003), FREITAS et al. (2005), PAVAN et al. (2006), COSTA (2006) e OLIVEIRA et al. (2007). Dessa forma, em espécies florestais, que exigem um criterioso processo de seleção de cada indivíduo, a análise multivariada tem grande potencial para ser largamente utilizada (VAN LAAR, 1987).

As técnicas multivariadas permitem quantificar a diversidade genética existente nas espécies, identificar grupos similares ou dissimilares e ainda otimizar o uso dessa diversidade pela identificação dos caracteres mais informativos para a divergência genética (CRUZ et al., 2004).

A análise multivariada corresponde a técnicas ou métodos estatísticos de análises simultâneas de múltiplas variáveis ou informações contidas na unidade experimental ou parcela. Considerando a ausência de correlação entre variáveis,

haverá maior aproveitamento da informação conjunta contida nessas variáveis. Estas técnicas têm por finalidade básica a redução do número de variáveis que explicam a variação total disponível e, conseqüentemente, a simplificação na obtenção das distâncias entre os indivíduos que estão sendo comparados (CRUZ, 1990).

De acordo com HAIR et al. (2005), qualquer análise simultânea de duas ou mais variáveis, de certo modo, pode ser considerada uma análise multivariada, cuja estrutura básica é representada por uma nova variável constituída da combinação linear das variáveis originais, com pesos determinados pela técnica multivariada.

A abordagem da seleção combinada de vários caracteres, utilizando-se a análise multivariada, permite discriminar, com maior eficiência, os materiais mais promissores, resultando na economia de tempo e recursos financeiros (CRUZ, 1990).

Dentre as técnicas multivariadas mais comumente usadas para o estudo da divergência genética, destaca-se a análise de agrupamento e componentes principais (MARDIA et al., 1997; CRUZ et al., 2004).

3.4.1. Métodos de agrupamento

A análise de agrupamento (*clusters analysis*) é amplamente utilizada no setor florestal, podendo-se exemplificar com os trabalhos de MAÊDA et al. (2001), MARTINS et al. (2002) e ARRIEL et al. (2004; 2005).

O uso de técnicas de agrupamento é especialmente útil nas pesquisas exploratórias, nas quais é realizada a coleta de dados não pertencentes, *a priori*, a grupos distintos (ALVES, 2002), tendo por finalidade reunir, por algum critério de similaridade ou dissimilaridade, as unidades amostrais em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (ARRIEL, 2004). Desse modo, o princípio básico de todos os métodos de agrupamento é o de maximizar a similaridade dentro de grupos e a dissimilaridade entre grupos (HAIR et al., 2005).

A análise de agrupamento permite classificar n itens (populações, indivíduos, clones, variedades) avaliados por um conjunto de p caracteres, cujo objetivo é identificar e separar os indivíduos em grupos similares. Esta técnica desconhece *a priori* o número e a composição dos diferentes grupos ou *clusters* a serem formados (CRUZ et al., 2004; HAIR et al., 2005). Portanto, sua aplicação envolve a estimação de uma medida de similaridade ou de dissimilaridade, a partir de uma matriz de distância, e a escolha do método a ser adotado para a formação dos grupos (CRUZ, 1990; CRUZ & CARNEIRO, 2003; CRUZ et al., 2004). Vários são os tipos de técnicas de agrupamento encontradas na literatura (MARDIA et al., 1997), sendo que estas podem levar a diferentes resultados e impõem um certo grau de estrutura nos dados.

Medidas de dissimilaridade genética, como forma de caracterizar e identificar constituições genéticas distintas de diferentes espécies, têm despertado interesse (CRUZ et al., 2004). Entre as medidas de dissimilaridade mais utilizadas encontra-se a distância Euclidiana e a de Mahalanobis. A matriz de distância pode ser gerada a partir de amostras de n itens, totalizando $n(n-1)/2$ pares de distância, sendo aplicada a seguir sobre esta um algoritmo que identifica e forma os grupos homogêneos (CRUZ, 1990; CRUZ et al., 2004).

Dentre os métodos de agrupamento destacam-se os hierárquicos e os de partição ou de otimização. Os métodos hierárquicos baseiam-se no princípio de que n indivíduos indicam a formação de n grupos. Em seguida, os indivíduos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido um dendrograma ou diagrama em forma de árvore; tendo por base a proximidade dos indivíduos, vão sendo obtidos $n-1$, $n-2$, etc., até reunir todos em um único grupo em que os indivíduos são classificados em diferentes etapas (MARDIA et al., 1997; BARROSO & ARTES, 2003).

Quando o agrupamento utiliza a distância entre os pares de grupos com base na média aritmética dos indivíduos tem-se o método aglomerativo hierárquico denominado UPGMA (*Unweigheted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages*). Este não considera a estrutura de divisão dos grupos, dando pesos iguais a cada indivíduo do grupo e calcula a similaridade média de um

indivíduo que pretende se juntar ao grupo existente, evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (mínimo ou máximo), possuindo o dendrograma com coeficiente de correlação cofenético máximo, sendo um dos métodos mais empregados no estudo da divergência genética (CRUZ et al., 2004; HAIR et al., 2005).

Utilizando o método UPGMA com base na distância de Nei, para 30 matrizes de *M. urundeuva* (aroeira), analisadas por marcador AFLP, FREITAS et al. (2005) obtiveram a formação de três grandes grupos para esta espécie, sugerindo que há existência de estruturação genética espacial na população, visto que, progênies procedentes de árvores próximas tendem a apresentar menor distância entre si do que de árvores distantes.

PAVAN et al. (2006), utilizando o método UPGMA para avaliar a divergência genética em clones de *Eucalyptus* spp. (eucalipto) por meio de marcadores moleculares RAPD, concluíram que os agrupamentos formados pelo método hierárquico do UPGMA associado ao complemento aritmético de Jaccard foi o método mais consistente.

Nos métodos aglomerativos de partição ou de otimização é realizada a partição do conjunto de genitores em subgrupos mutuamente exclusivos por meio da maximização ou minimização de uma medida pré-estabelecida (EVERITT, 1974; CRUZ, 1990; CRUZ & REGAZZI, 1997; BARROSO & ARTES, 2003; CRUZ et al., 2004).

O método de otimização de Tocher adota o critério de que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor do que as distâncias médias entre quaisquer grupos, onde é realizada a partição do conjunto de indivíduos em sub-grupos não vazios e mutuamente exclusivos. Esta separação de um grupo original de indivíduos em vários grupos tem como critério a similaridade ou dissimilaridade, sob a qual será identificado o par de indivíduos mais similares. Estes indivíduos formarão o grupo inicial e a partir daí avalia-se a possibilidade de inclusão de novos indivíduos ao grupo (RAO, 1952; CRUZ et al., 2004).

A inclusão de um novo indivíduo sempre acarreta um acréscimo na distância média intragrupo. Assim, a decisão de incluí-lo depende desse acréscimo não superar um determinado limite estabelecido (α). Em geral esse limite é tomado como sendo o valor máximo de distância, no conjunto das menores distâncias de cada indivíduo (CRUZ et al., 2004).

DIAS (1994) avaliou a divergência genética entre cultivares de *Theobroma cacao* (cacau) com a aplicação do método de Tocher na determinação dos grupos, conseguindo resultados satisfatórios na discriminação dos diferentes genótipos.

Analisando caracteres biométricos para frutos e sementes em 39 árvores matrizes de *Cnidoscolus phyllacanthus* (faveleira), ARRIEL et al. (2005) obtiveram a formação de 10 grupos, utilizando o método de Tocher com base na Distância Euclidiana Média padronizada.

3.4.2. Método dos Componentes Principais

A técnica dos componentes principais transforma linearmente um conjunto de p variáveis em um conjunto com um número menor k de variáveis, não correlacionadas, chamadas de componentes principais. Estes explicam uma parcela substancial das informações do conjunto original de dados; assim o primeiro componente tem a maior variância, sendo definido como aquele de maior importância por reter a maior parte da variação encontrada; o segundo componente tem a segunda maior variância, e assim, sucessivamente (CRUZ, 1990; RENCHER, 1992; BARROSO & ARTES, 2003; CRUZ et al., 2004).

A análise dos componentes principais é realizada com o intuito de resumir o padrão de correlação entre as variáveis, levando assim, a um agrupamento delas e a um número menor de variáveis principais, que resumam a informação contida no grupo inicial, sendo cada componente principal uma combinação linear das variáveis originais (BARROSO & ARTES, 2003; CRUZ et al., 2004).

Os componentes principais permitem a mínima perda de informações, a obtenção das combinações interpretáveis das variáveis, a descrição do entendimento da estrutura de correlações das variáveis, além de sua aplicação

mediante exames visuais da dispersão gráfica em espaços bidimensional ou tridimensional, de fácil interpretação geométrica (CRUZ et al., 2004).

O emprego da técnica dos componentes principais para estudos sobre a divergência genética em plantas, é realizado com o propósito de manipular acessos em bancos de germoplasma, identificar indivíduos divergentes para a seleção, estabelecer relação entre diversidade genética e geográfica, estimar a variabilidade total disponível em grupos geneticamente relacionados, avaliar a uniformidade em cultivos, verificar a importância de cada caráter, e promover a eliminação daqueles que contribuem pouco, em termos de variação, no grupo de indivíduos avaliados (CRUZ 1990; DIAS, 1994).

Em *T. cacao* (cacau), BEKELE et al. (1994), partindo de um conjunto de 68 variáveis quantitativas e qualitativas, por meio de análise de componentes principais, selecionaram um subconjunto preliminar de 34 variáveis.

Em 34 matrizes de *C. phyllacanthus* (faveleira) provenientes de uma população natural de polinização aberta, conforme caracteres biométricos de frutos e sementes, teor de óleo (%), proteína bruta (%), matéria seca (%), matéria mineral (%), fibra em detergente neutro (%) e carboidratos totais (%), ARRIEL et al. (2004) analisaram a importância relativa desses caracteres para a divergência genética de acordo com a técnica de componentes principais, verificando que dos 15 caracteres avaliados sete eram passíveis de descarte.

A avaliação da importância dos caracteres pode, alternativamente, ser feita no conjunto de cargas totais associadas às variáveis, que medem a associação total de um caráter com o componente, incluindo seus efeitos indiretos sobre as demais variáveis consideradas no estudo, devendo esta análise ser apenas complementar a mencionada anteriormente, uma vez que apresenta grande distorção (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

CRUZ (1990) ressalta, ainda, que a técnica de componentes principais permite uma maior simplificação nos cálculos estatísticos e na interpretação dos resultados em relação aos demais métodos alternativos, à medida que poucos componentes sejam suficientes para explicar a variação existente. A técnica de

componentes principais permite o estudo com médias amostrais ou com dados de experimentos sem repetições (COSTA, 2006).

De acordo com CRUZ (1990), se 70% ou mais da variância total for atribuída aos primeiros componentes principais, no entanto, CRUZ & CARNEIRO (2003) e CRUZ et al. (2004) consideram que pelo menos 80% da variação total sejam retidos pelos dois primeiros componentes principais.

ARRIEL et al. (2004) estudando 34 matrizes de *C. phyllacanthus* (faveleira) obtiveram 81,70% da variabilidade contida nos dados apenas no sexto componente principal. Ainda para esta espécie, ARIEL et al. (2005) obtiveram 83,9% da variabilidade nos três primeiros componentes. Observa-se, assim, que a variância pode encontrar-se bastante diluída entre os componentes, situação na qual a eficiência do método fica comprometida.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área de estudo e colheita de frutos e sementes

Foram selecionadas 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet em duas localidades no Amapá, Brasil, em ecossistema de Florestas de Várzeas com nenhuma ou pouca ação antrópica, uma situada no município de Macapá e outra em Mazagão, a uma latitude e longitude de 0°1'56,55"S e 51°4'41,28"W e de 0°8'31'52"S e 51°17'0,82"W, respectivamente (Figura 4).

As Florestas de Várzeas são formadas em planícies de aluviões recentes, nas quais às vezes ocorrem erosões verticais em função de processos intensos de sedimentação por rios de água branca caracterizados por apresentarem um elevado teor de argila em suspensão, ocorrendo influência direta do regime hídrico, por meio do lençol freático, chuvas e ciclo de marés. Este tipo de ambiente é o segundo maior no Estado do Amapá, considerando estrutura, diversidade e representatividade espacial. Sua área de abrangência e maior concentração ocorre, principalmente, ao longo do rio Amazonas, em região costeira no Estado, do rio Jarí até o arquipélago do Bailique (RABELO et al., 2002).

O solo das Várzeas é rico em nutrientes, do tipo hidroromórfico formado por planícies fluviais e fluviomarinhas. O clima da área de coleta é do tipo quente e úmido, e apresenta algumas variações quanto às precipitações anuais e a duração de estações mais secas. A temperatura mínima, raramente fica abaixo dos 18°C e a temperatura máxima registrada varia de 35 a 40°C, sendo que na maior parte do ano a temperatura média é de 24 a 28°C (FISCH et al., 1998; RABELO et al., 2002).

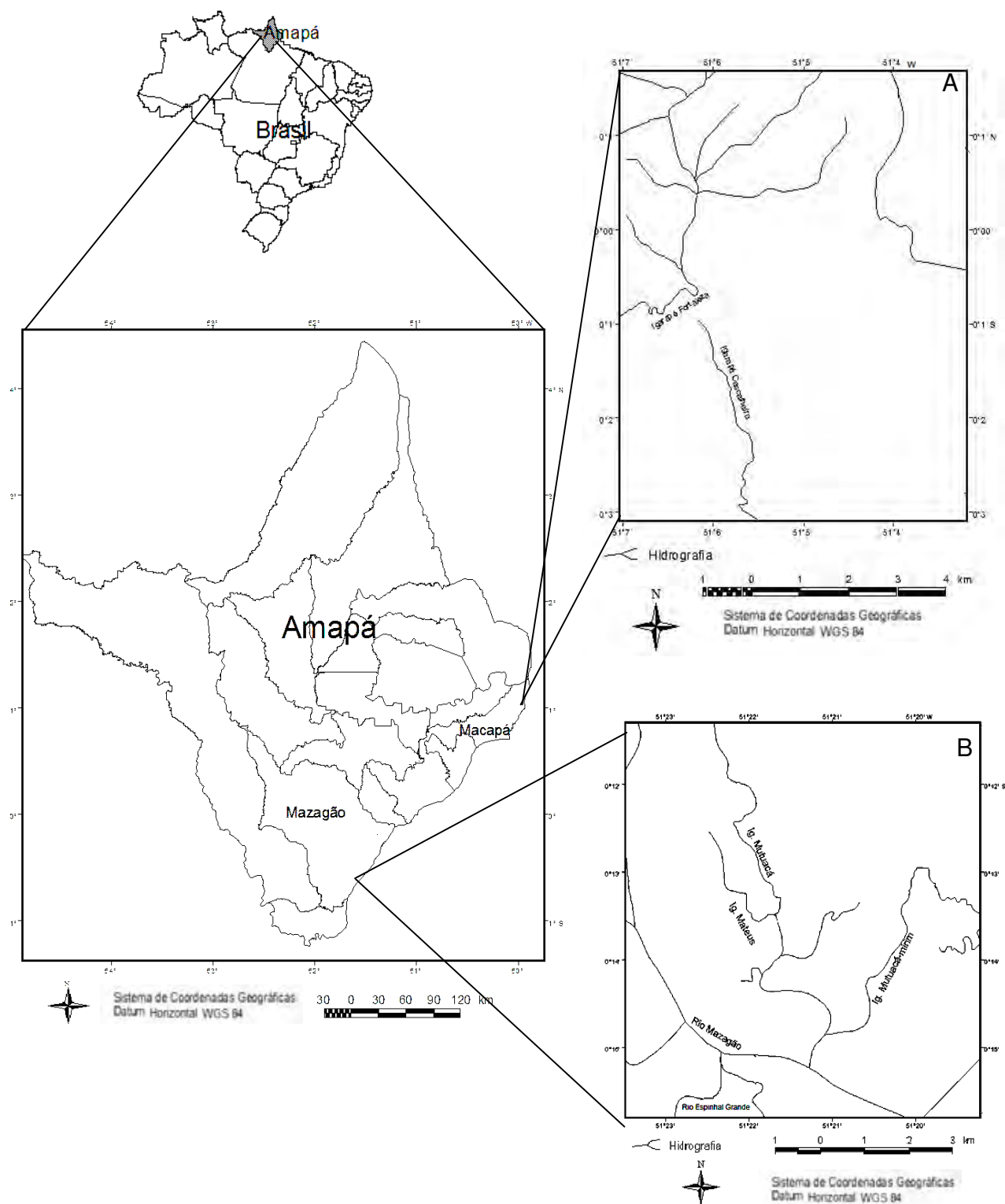


Figura 4. Estado do Amapá, Brasil. A. Área de várzea no Município de Mazagão. B. Área de várzea no Município de Macapá.

Fisiograficamente, as várzeas correspondem ao conjunto mais recente do Estado do Amapá, envolvendo a região conhecida como planície do quaternário, área homogênea compreendendo a porção mais exterior do território amapaense, que se situa como elo de ligação entre os meios aquáticos exteriores e a terra firme interior (RABELO et al., 2002).

As matrizes foram selecionadas com base nos aspectos fitossanitários, vigor e boa capacidade de produção de sementes, conforme as recomendações de MORI (2003). Adotou-se uma distância mínima entre as matrizes de 100 m, visando diminuir a possibilidade de seleção de indivíduos aparentados (CAPELANES & BIELLA, 1986), e as mesmas foram georeferenciadas (Tabela 1).

Tabela 1. Localização geográfica, Circunferência à Altura do Peito (CAP, em m), altura (m) e Distância Mínima entre Matrizes (DMM) de 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. selecionadas nos municípios de Mazagão e Macapá, Amapá, Brasil.

Matrizes	Localização Geográfica (UTM ¹)	CAP (m)	Altura (m)	DMM (m)
Local I: Mazagão				
1	458.256,839 m W; 9.978.504,800 m N	2,20	30	125 (6) ²
2	458.128,502 m W; 9.978.412,171 m N	1,76	25	129 (4)
3	458.975,689 m W; 9.997.830,695 m N	1,92	34	122 (20)
4	459.002,986 m W; 9.997.619,411 m N	1,44	25	128 (22)
5	459.327,281 m W; 9.997.409,904 m N	1,00	29	127 (21)
6	459.080,593 m W; 9.997.820,295 m N	1,80	26	137 (14)
7	459.594,184 m W; 9.997.190,413 m N	1,33	30	120 (14)
8	459.292,660 m W; 9.997.464,739 m N	1,00	27	125 (25)
9	459.191,181 m W; 9.997.080,395 m N	1,36	26	120 (23)
10	459.005,148 m W; 9.997.009,023 m N	1,20	30	125(20)
11	459.694,326 m W; 9.997.759,513 m N	1,24	29	146 (13)
12	459.508,224 m W; 9.997.976,015 m N	1,46	30	123(25)
13	460.177,575 m W; 9.998.041,544 m N	1,95	32	135 (17)
14	460.527,102 m W; 9.998.845,145 m N	1,50	34	120 (23)
15	460.959,474 m W; 9.998.420,344 m N	1,36	26	130 (16)
16	460.498,668 m W; 9.998.650,229 m N	1,16	27	144 (20)
17	460.307,326 m W; 9.998.776,017 m N	1,29	25	125 (22)

Continuação da Tabela 1.

18	460.004,055 m W; 9.998.554,951 m N	1,23	30	120 (24)
19	460.234,953 m W; 9.998.149,633 m N	1,40	32	133 (25)
20	460.899,837 m W; 9.998.283,294 m N	1,17	27	120 (23)
21	460.999,932m W; 9.998.393,028 m N	1,10	25	150 (22)
22	460.256,909 m W; 9.999.999,001 m N	1,07	33	134 (24)
23	461.991,986 m W; 9.999.830,636 m N	1,24	27	165 (24)
24	461.257,509 m W; 9.999.701,854 m N	1,11	32	200 (5)
25	461.126,766 m W; 9.999.600,454 m N	1,10	33	—
Local II: Macapá				
26	467.104,438 m W; 9.992.016,803 m N	1,80	38	120 (14)
27	467.219,065 m W; 9.992.133,325 m N	2,06	35	110 (16)
28	467.001,096 m W; 9.992.293,091 m N	1,20	28	125 (8)
29	467.359,111 m W; 9.992.399,267 m N	2,50	26	126 (9)
30	467.470,430 m W; 9.992.506,044 m N	2,00	30	125 (24)
31	467.584,605 m W; 9.992.699,766 m N	1,70	39	130 (17)
32	467.699,349 m W; 9.992.806,934 m N	1,72	36	130 (21)
33	467.799,944 m W; 9.992.944,004 m N	2,00	30	118 (13)
34	467.901,213 m W; 9.993.093,001 m N	2,20	29	130 (11)
35	468.025,147 m W; 9.993.199,618 m N	1,90	31	125(21)
36	468.137,526 m W; 9.993.301,660 m N	1,40	27	125 (24)
37	468.255,867 m W; 9.993.411,554 m N	1,64	26	122 (19)
38	468.381,255 m W; 9.993.521,112 m N	2,05	35	159 (21)
39	468.485,440 m W; 9.993.648,773 m N	1,95	32	110 (22)
40	468.594,703 m W; 9.993.791,644 m N	1,70	29	119 (23)
41	468.698,888 m W; 9.993.897,207 m N	2,06	33	136 (25)
42	468.805,624 m W; 9.994.001,690 m N	2,19	28	126 (25)
43	468.960,971 m W; 9.994.178,186 m N	1,53	29	138 (19)
44	469.087,577 m W; 9.994.289,022 m N	1,80	20	135 (22)
45	469.262,223 m W; 9.994.408,669 m N	1,79	37	140 (23)
46	469.380,798 m W; 9.994.524,971 m N	2,10	35	177 (25)
47	469.489,404 m W; 9.994.680,599 m N	1,70	30	149 (24)
48	469.597,661 m W; 9.994.793,905 m N	1,42	29	110 (25)
49	469.703,292 m W; 9.994.899,728 m N	1,20	36	190 (25)
50	469.894,499 m W; 9.995.099,512 m N	1,35	38	—

¹ Localização geográfica dos pontos anotadas na forma de Coordenadas Planas, Sistema de projeção Universal Transverso de Mercator (UTM) no Fuso 22, DATUM WGS-84.

² () matriz com menor distância geográfica.

A distância geográfica e os mapas esquemáticos foram obtidos a partir das coordenadas geográficas originais utilizando-se o programa Arcview GIS 3.2 (ESRI, 2000).

Cada matriz constituiu um lote de sementes e a identidade numérica das mesmas foi mantida durante todo o período experimental. Essa identificação foi realizada durante a colheita de sementes e foi atribuída em função do caminhar realizado durante o processo de amostragem, assim, números próximos correspondem a árvores próximas. FREITAS et al. (2005) adotaram o mesmo procedimento para a colheita de sementes de 30 árvores matrizes de uma população natural de *M. urundeuva*.

As árvores foram acompanhadas mensalmente, de fevereiro a maio por compreender o período de frutificação da espécie, nos anos de 2006 no município de Mazagão e de 2007 em Macapá.

Com auxílio de uma tesoura de poda alta (podão) e material de alpinismo, os frutos foram colhidos diretamente nas árvores, acondicionados em sacos de polietileno e levados ao Laboratório de Sementes do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA), em Macapá, onde foram realizados todos os procedimentos experimentais. Em seguida, os mesmos foram colocados para secar levemente à sombra por dois dias, para completarem a abertura, permitindo a extração das sementes de forma manual.

4.2. Experimento I: Caracterização morfológica de frutos, sementes, germinação e plântulas de *Carapa guianensis* Aublet.

Para os frutos e sementes de *C. guianensis* foi constituído uma amostra composta de todas as árvores matrizes selecionadas nas duas áreas. Externamente aos frutos e sementes observou-se tipo, forma, coloração, indumentas, textura e, para descrição interna das sementes, foram realizados cortes longitudinais, para caracterização da forma, coloração, textura, presença ou

ausência do endosperma, forma, tipo e posição do embrião (DAMIÃO-FILHO, 1993; BARROSO et al., 1999; DAMIÃO-FILHO & MÔRO, 2005).

A descrição biométrica foi realizada retirando-se, aleatoriamente, 100 frutos e 100 sementes para medições de comprimento, largura, espessura e massa de matéria fresca. O comprimento em mm foi considerado como a medida do ápice à base do fruto e da semente. Na região mediana dos frutos e sementes mediram-se duas posições, a largura (mm) considerada a medida de maior eixo e a espessura (mm) a de menor eixo, medidos com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. A massa de matéria fresca foi determinada em balança eletrônica com precisão de 0,01 g.

Em cada uma das variáveis estudadas os dados biométricos obtidos foram submetidos à análise descritiva com a obtenção da média aritmética, o desvio-padrão e o intervalo de variação, conforme GOMES (2000).

Para a descrição das fases do desenvolvimento pós-seminal foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes. As sementes foram imersas em solução de Hipoclorito de Sódio (NaClO) a 1%, durante 3 minutos, e posterior lavagem em água destilada, por 5 minutos. A seguir foram colocadas para germinar em casa de vegetação, com temperatura de $27\pm 3^{\circ}\text{C}$, em 5 bandejas de polietileno de 5 x 5 x 5 cm (comprimento, largura e profundidade) subdivididas em 24 células, contendo como substrato uma mistura de vermiculita de granulometria média, areia de granulometria fina e substrato comercial Plantmax®, todos esterilizados, na proporção volumétrica de 1:1:1. O substrato foi umedecido re-umedecido quando necessário.

As sementes germinadas foram transplantadas para saco de polietileno, contendo dois litros do mesmo substrato usado nos testes de germinação, para a observação do desenvolvimento das plântulas, período que durou até abril de 2007.

Diariamente, foram realizadas descrições das plântulas em fases sequenciais de desenvolvimento. A germinação foi caracterizada quanto ao tipo e, as plântulas, quanto à forma, coloração, textura, indumentos, superfície e venação

dos protófilos, filotaxia e presença ou ausência de apêndices (DAMIÃO-FILHO, 1993; BARROSO et al., 1999; DAMIÃO-FILHO & MÔRO, 2005).

Mediu-se em 100 plântulas, o comprimento total da parte aérea e o diâmetro ao nível do colo, utilizando-se paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

As ilustrações foram elaboradas com auxílio de estereomicroscópio das características externas dos frutos, sementes e das plântulas nas diversas etapas do desenvolvimento pós-seminal. A terminologia empregada nas descrições baseou-se em FONT-QUER (1963), FERRI et al. (1981), OLIVEIRA (1993), BARROSO et al. (1999) e DAMIÃO-FILHO & MÔRO (2005).

4.3. Experimento II: Divergência genética entre árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. por meio de caracteres biométricos de frutos e sementes, processo germinativo, desenvolvimento inicial de plântulas e teor de óleo nos cotilédones

Aleatoriamente por matriz foram medidos o comprimento (mm), a largura (mm), a espessura (mm) e a massa fresca (g) de 10 frutos e 100 sementes para a caracterização biométrica utilizada no estudo da divergência genética. O comprimento foi considerado como sendo a medida do ápice à base do fruto/semente, e na região mediana dos frutos e sementes mediram-se duas posições, a largura (mm) considerada a medida de maior eixo e a espessura (mm) a de menor eixo.

Para o estudo do processo germinativo as sementes foram colocadas em bandejas de polietileno de 5 x 5 x 5 cm, contendo como substrato uma mistura de vermiculita de granulometria média, areia de granulometria fina e substrato comercial Plantmax®, todos esterilizados, na proporção volumétrica de 1:1:1. Essas bandejas foram mantidas sob condições de casa de vegetação, com temperatura de $27\pm 3^{\circ}\text{C}$. Acompanhou-se diariamente a formação de plântulas,

consideradas quando da abertura do gancho plumular, analisando-se a porcentagem de germinação (%) e o índice de velocidade de germinação (IVG), conforme MAGUIRE (1962).

As sementes germinadas foram transplantadas para saco de polietileno, contendo dois litros do mesmo substrato usado nos testes de germinação. Após um mês do transplântio, foram avaliados os seguintes caracteres: altura (cm), diâmetro do colo (mm), o número de folhas, número de gemas axilares protegidas por catáfilos e altura da inserção do primeiro par de folhas em cada planta (cm).

No Laboratório de Gorduras e Óleos do IEPA, em 30 sementes retiradas aleatoriamente de cada matriz, das quais removeu-se o tegumento para obtenção do embrião (eixo embrionário e cotilédones), determinou-se o teor de óleo. Em virtude do reduzido tamanho do eixo embrionário, considerou-se que o teor de óleo foi determinado para os cotilédones.

Os cotilédones foram secos em estufa com circulação de ar, por aproximadamente 24 h e triturada em moinho. O material resultante foi dividido em três repetições de 50 g, pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,0001 g. A extração foi realizada através do extrator de Soxhlet, utilizando-se 750 mL de n-hexano P.A. como solvente, que foi evaporado restando o óleo extraído. O período de extração foi variável conforme a árvore matriz, sendo que a extração era finalizada quando o material já não apresentava mais traços de lipídios. O rendimento de óleo foi determinado pela relação entre a quantidade de matéria-prima utilizada na extração e a quantidade de óleo obtida.

4.4. Análises estatísticas e parâmetros genéticos

O delineamento estatístico utilizado para todos os testes foi o inteiramente casualizado. Na avaliação biométrica de sementes e germinação foram adotadas cinco repetições de 20 sementes. Para avaliação biométrica dos frutos foram usadas 10 repetições, para o teor de óleo três repetições e para o desempenho de mudas cinco repetições de cinco plântulas. As médias de cada repetição para os 16 caracteres foram submetidas ao teste de normalidade de Lilliefors e devido

a não normalidade a porcentagem de germinação foi transformada para $\arcseno[\sqrt{\%100}]$ e os caracteres número de folhas, número de gemas axilares protegidas por catáfilos e teor de óleo foram transformados para $\sqrt{x}$ (GOMES, 2000).

O estudo da divergência genética foi realizado sobre a matriz de dissimilaridade obtida a partir da Distância Euclidiana (CRUZ et al., 2004), calculada com base na média padronizada de cada caráter avaliado por árvore matriz, usando a seguinte expressão:

$$d_{ii'} = \sqrt{\sum (Y_{ij} - Y_{i'j})^2} \quad \text{em que;}$$

$d_{ii'}$: distância euclidiana entre as árvores matrizes i e i' ;

Y_{ij} : valor obtido para a i -ésima árvore matriz em relação ao j -ésimo caráter;

A análise de agrupamento foi realizada pelo método hierárquico UPGMA (Unweighted Pair Group Using an Arithmetic Average) e pelo algoritmo de Tocher (MARDIA et al., 1997). Para o algoritmo de Tocher, adotou-se o critério de inclusão de novas árvores matrizes no grupo, que tem por base verificar se a distância desta árvore matriz em relação ao grupo, dividida pelo número de árvores matrizes que já o constituiu, é inferior ao máximo permitido, ou seja:

$$\text{Se } \left(\frac{d_{ii'(Grupo)i}}{n} \right) \leq \alpha \Rightarrow \text{há a inclusão da árvore matriz no grupo;}$$

$$\text{Se } \left(\frac{d_{ii'(Grupo)i}}{n} \right) > \alpha \Rightarrow \text{a árvore matriz } i \text{ não deve ser incluída no grupo.}$$

Assim, a média das medidas da divergência genética dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (RAO, 1952; CRUZ et al., 2004).

Adicionalmente foi avaliada a importância relativa de cada variável para o estudo da divergência genética pela técnica de Componentes Principais, sendo as seguintes propriedades verificadas:

$$\text{Se } Y_{ij} \text{ é um Componente Principal, então, } Y_{ij} = a_1 x_{i1} + a_2 x_{i2} + \dots + a_n x_{in}$$

Se $Y_{ij'}$ é outro Componente Principal, então, $Y_{ij'} = b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_n x_{in}$, então: $\sum_j a_j^2 = \sum_j b_j^2 = 1$ e $\sum_j a_j b_j = 0$, ou seja, os componentes são não-correlacionados.

Dentre todos os componentes, Y_{i1} apresenta a maior variância, Y_{i2} a segunda maior, e assim sucessivamente, sendo sua variância dada por:

$$V(Y_{i1}) = V(Y_1) = \sum_j a_{jj}^2 r_{jj} + \sum_{j \neq j'} \sum_j a_j a_{j'} r_{jj'} = \sum_j \sum_{j'} a_j a_{j'} r_{jj'}$$

em que $r_{jj'}$ é o elemento da j -ésima linha e da j' -ésima coluna da matriz R .

Os autovalores (variância associada a cada componente principal) foram estimados pelas raízes características da matriz R (matriz de correlação) e os autovetores (conjunto dos coeficientes de ponderação dos componentes principais) estimados pelos elementos dos vetores característicos correspondentes, conforme CRUZ et al. (2004).

Para identificação da importância relativa de cada variável foram consideradas de menor importância as variáveis de maior autovetor nos últimos componentes principais, cujo valor não exceda 0,7, pois segundo CRUZ et al (2004) abaixo desse valor a quantidade de informação retida no componente não é relevante. Os dados foram analisados, separadamente, por local de colheita dos frutos e sementes, e para a análise de agrupamento pelo método UPGMA utilizou-se o *Software* STATISTICA versão 6.0 e para demais análises utilizou-se o *Software* GENES (CRUZ, 2001).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Experimento I: Caracterização morfológica de frutos, sementes, germinação e plântulas de *Carapa guianensis* Aublet.

5.1.1. Frutos

O fruto de *C. guianensis* Aublet. É uma cápsula septífraga, seca, deiscente, plurilocular, polispérmica, subglobosa a globosa e castanha, com placentação axilar e com arilóide amarelo fibroso recobrindo as sementes (Figura 5 e 6). De forma semelhante, BARROSO et al. (1999) descreveram os frutos de andiroba como cápsulas septífraga e subglobosas. Enquanto que, para LORENZI (1992), RIBEIRO et al. (1999), BOUFLEUER (2004) e PENNIGTON (2006), os mesmos são globosos. De acordo com FERRAZ et al. (2002) e RAPOSO (2007), os frutos de andiroba apresentam de 4 a 16 sementes.



Figura 5. A. Frutos e sementes de *Carapa guianensis* Aublet; B. Fruto aberto mostrando a disposição interna das sementes.

O pericarpo dos frutos de *C. guianensis* é formado por quatro ou seis valvas cimbfórmes lenhosas, rugosas e glabras, de deiscência parcial ou total ocorrendo da base em direção ao ápice dos frutos (Figura 5 e 6). BARROSO et al. (1999) consideram o fruto do gênero *Carapa* deiscente, como são outros gêneros da família Meliaceae (PENNIGTON, 2006). FOUNIER (2003) descreve os frutos de *C.*

guianensis Aublet. como deiscentes, com as válvulas se abrindo totalmente ou parcialmente. Geralmente, os frutos se partem com o impacto da queda, enterrando-se ou permanecendo sobre o solo (FERRAZ et al., 2002; BOUFLEUER, 2004).

Os dados biométricos para os frutos de *C. guianensis* Aublet. possuem média aritmética, desvio-padrão e intervalo de variação de $78,45 \pm 9,28$ mm (60,00 – 96,00 mm) $86,82 \pm 11,83$ mm (61,00 – 103,00 mm), $84,84 \pm 5,96$ mm (68,00 – 95,00 mm) e $172,26 \pm 37,02$ g (120,64 – 239,76 g), respectivamente, para o comprimento, largura, espessura e massa de matéria fresca.

5.1.2. Sementes

As sementes são grandes, angulosas e convexas na região dorsal, podendo apresentar variação no tamanho devido à compressão em um mesmo fruto (BARROSO et al., 1999; FERRAZ et al., 2002) (Figura 6C). O comprimento, a largura, a espessura e a massa de matéria fresca das sementes são em média aritmética, desvio-padrão e intervalo de variação de $44,35 \pm 5,75$ mm (58,00 – 29,00 mm), $35,67 \pm 6,65$ mm (21,00 – 51,00 mm), $31,55 \pm 5,32$ mm (19,00 – 47,00 mm) e $20,04 \pm 5,18$ g (11,96 – 38,63 g), respectivamente.

O tegumento é liso e de coloração castanho clara, podendo apresentar leves rugosidades nas margens (Figura 6D; 6E). O hilo é longo, heterocromo, mais claro que o tegumento e localiza-se no lado carenado da semente (BARROSO et al., 1999), próximo à micrópila (Figura 6E). De acordo com FERRAZ et al. (2002) ocorrem vestígios do funículo.

As sementes são ex-albuminosas, com cotilédones crassos e eixo embrionário pouco diferenciado e localizado próximo da micrópila e hilo, semelhante ao descrito por FERRAZ et al. (2002). De acordo com o Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT (2000), os cotilédones das sementes de *C. guianensis*, apresentam cerca de 60% de óleo.

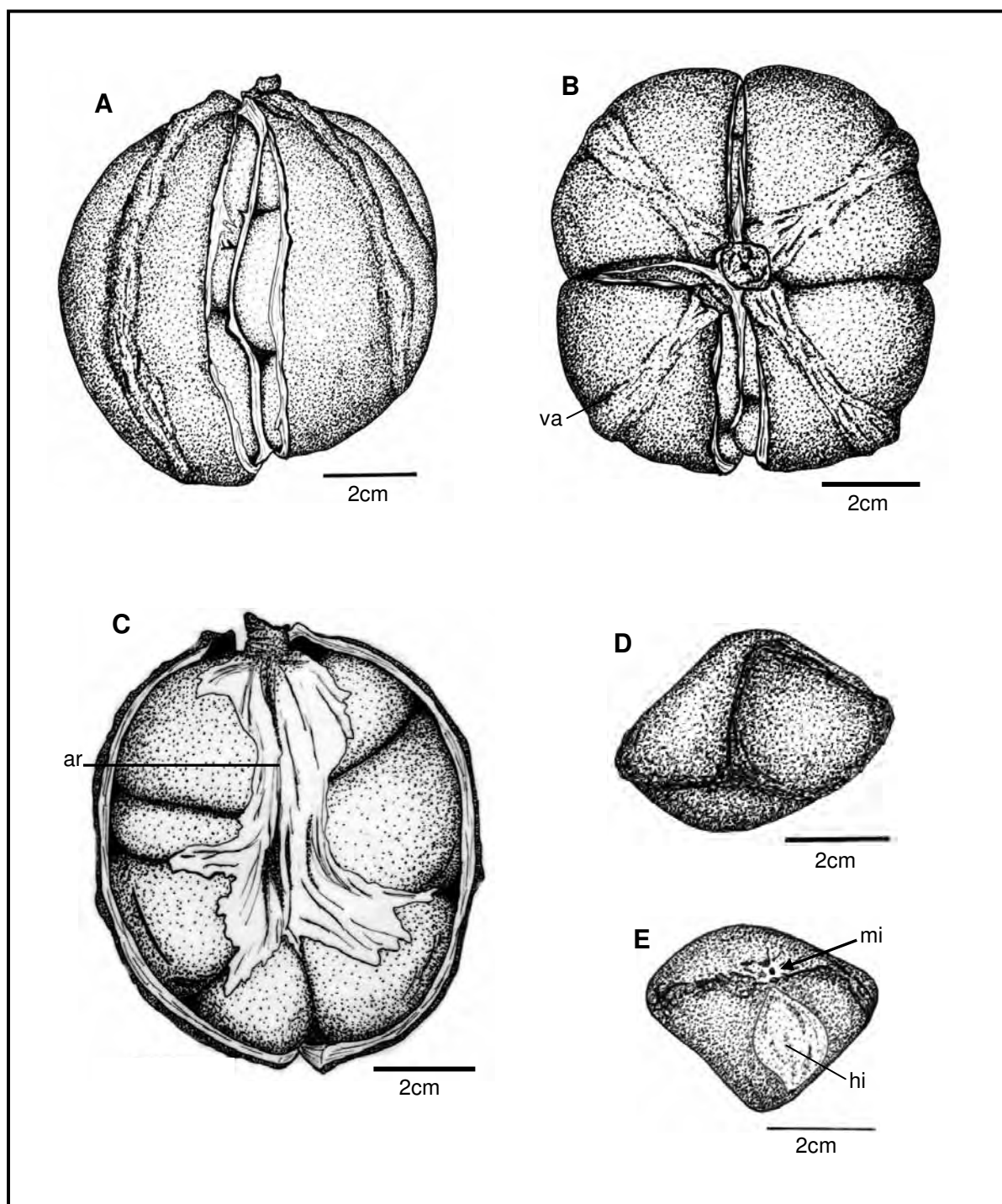


Figura 6. Fruto e semente de *Carapa guianensis* Aublet. A. Fruto em vista geral. B. Base do fruto. C. Vista longitudinal do fruto. D. Semente (lado oposto ao hilo). E. Hilo e micrópila em sementes de *Carapa guianensis* Aublet... Abreviaturas: ar- arilóide, hi- hilo, mi- micrópila e va- valva.

A média de óleo nos cotilédones de todas as árvores matrizes desta espécie avaliadas no Amapá foi cerca de 28,78%. De fato, os lipídios, geralmente ocorrem em maior quantidade no eixo embrionário, endosperma e cotilédones da semente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

É comum em sementes de frutos deiscentes de Meliaceae, a presença de arilo, arilóide ou sarcotesta com coloração atrativa vermelha ou alaranjada (BARROSO et al., 1999), como exemplo, *Guarea macrophylla* (pau d'arco) apresenta a sarcotesta vermelha e brilhante (PINTO et al., 2003). *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha*. (cedro-canjerana) (FUZETO & LOMÔNACO, 2000), *Trichilia catigua* (catuaba), *Trichilia elegans* (pau-de-ervilha), *Trichilia pallida* (amesca) e *Trichilia clausenii* (catiguá-vermelho) (GONDIM, 2001) são dispersas por pássaros devido à coloração atrativa de seus arilos e à acessibilidade ao fruto segundo estes autores.

Quanto à dispersão, além da ornitocoria, a família Meliaceae apresenta também sementes aladas, anemocóricas, como muitas dessas espécies incluídas no gênero *Cedrela* (BARROSO et al., 1999), entre estas *Cedrela fissilis* (cedro-rosa) foi estudada mais recentemente por SANTOS & TANAKI (2005). Por sua vez, a semente de *C. guianensis* Aublet. apresenta a dispersão barocórica, como primária, e a dispersão zoocórica e hidrocórica, como secundárias (BOUFLEUER, 2004). SCARANO et al. (2003) reportam variações fisiológicas nas sementes durante o período de dispersão hidrocórica. Os resultados obtidos evidenciam que as sementes respondem a esse período de flutuação de duas formas, germinando e iniciando seu desenvolvimento inicial, ou a germinação é inibida.

5.1.3. Germinação

O processo de germinação inicia-se com 14 dias após a semeadura por meio do rompimento do tegumento, próximo à micrópila, exibindo a radícula branca, cilíndrica, lisa e glabra (Figura 7A). Segundo FLOSS (2004), este processo é o mais comum, com a radícula sendo o primeiro órgão a emergir do tegumento durante o processo de germinação.

A presença de raízes secundárias pode ser observada com sete dias de germinação. São delgadas, cilíndricas e esbranquiçadas. Ao mesmo tempo, ocorre a emergência da parte aérea, curvada, apresentando epicótilo de coloração violácea, herbáceo, cilíndrico, glabro e liso, localizado entre o pecíolo cotiledonar que apresenta coloração amarelada (Figura 7B). O pecíolo cotiledonar também foi observado por FERRAZ et al. (2002) para *Carapa guianensis* Aublet. (andiroba) e *Carapa procera* (andiroba-branca). Para *Guarea guidonia* (carrapeta-verdadeira) (CARDOSO et al., 1994), essa estrutura também foi observada, porém, estes autores a definiram como nó cotiledonar, sendo uma estrutura em forma de anel localizado na base da raiz primária, semelhante ao que se descreve neste trabalho e no de FERRAZ et al. (2002) como pecíolo cotiledonar.

Com 12 dias o epicótilo torna-se ereto, alonga-se e apresenta-se mais espesso na base e afilado no ápice, sendo observado, nessa fase, o surgimento da primeira gema axilar protegida por catáfilos (Figura 7C). Com 16 dias inicia-se o desenvolvimento dos metáfilos, também com coloração violácea (Figura 7D). Os cotilédones permanecem no nível do solo, encobertos pelo tegumento e o hipocótilo é inconspícuo, assim como já descrito para esta mesma espécie e para *C. procera* por FERRAZ et al. (2002) e *G. guidonia* (CARDOSO et al., 1994). Essas características caracterizam a germinação como do tipo hipógea-criptocotiledonar. Este tipo de germinação, para OLIVEIRA (1993), ocorre quando o desenvolvimento do hipocótilo é pequeno, muito reduzido ou nulo, na plântula e no embrião, com os cotilédones apresentando-se mais ou menos no nível do solo, encobertos pelo tegumento e por isso, não fotossintetizantes. Na família Meliaceae também há a presença de germinação fanerocotiledonar, que ocorre em *Cedrela odorata* (cedro), como descrito por ANDRADE & PEREIRA (1994).

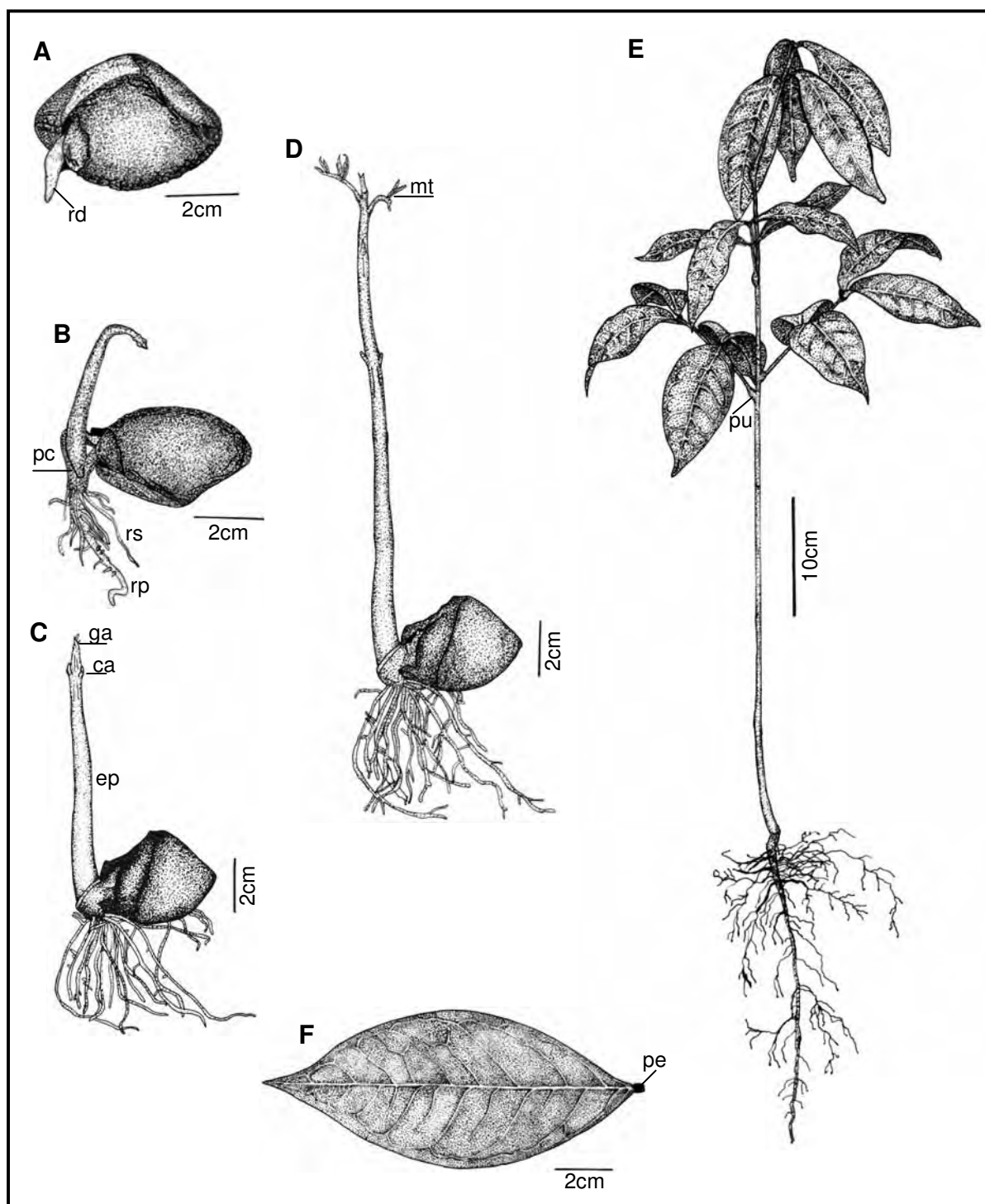


Figura 7. Seqüência do desenvolvimento da plântula de *Carapa guianensis* Aublet. A. Protrusão da radícula. B. Emergência. C. Desenvolvimento do epicótilo. D. Emissão dos metáfilos. E. Plântula. F. Detalhe de um folíolo. Abreviaturas: ca – gema axilar protegida por catáfilos; ep - epicótilo; ga - gema apical; mt - metáfílo; pc - pecíolo cotiledonar; pe - peciólulo; pu - pulvino; rd - radícula; rp - raiz primária; rs - raiz secundária.

5.1.4. Plântula

Aos 45 dias após semeadura, as plântulas de andiroba apresentam sistema radicular pivotante, com a raiz principal lenhosa e de coloração castanha (Figura 7E). As raízes secundárias são sublenhosas, ramificadas e irregularmente distribuídas (Figura 7E). As plântulas nessa fase possuem média aritmética, desvio-padrão e intervalo de variação de $36,47 \pm 7,90$ mm (21,80 – 58,00 mm) e $7,69 \pm 1,52$ mm (5,00 – 12,00 mm) de altura total e espessura média do colo, respectivamente.

O desenvolvimento do hipocótilo é pequeno (FERRAZ et al., 2002), enquanto, o epicótilo é glabro, cilíndrico, sublenhoso, apresentando de duas a seis gemas axilares protegidas por catáfilos.

Os metáfilos são paripinados, de filotaxia alterna e pré-foliação conduplicada (Figura 7E). Ao contrário, FERRAZ et al. (2002) descrevem os metáfilos de *C. guianensis* Aublet. como paripinados ou imparipinados.

Os metáfilos são peciolados, apresentando o pecíolo cilíndrico, canaliculado na face adaxial e com presença de pulvino na sua base. Os folíolos são opostos, com raque canaliculada na face adaxial, peciolulados, com os peciólulos curtos e canaliculados na face adaxial. Os folíolos são glabros, com margens inteiras e lisas e ápice e base acuminados (Figura 7F).

A face adaxial dos folíolos é mais escura que a abaxial. FERRAZ et al. (2002) descreveram a coloração verde-oliva para a face adaxial e verde esbranquiçada para a face abaxial. A venação é reticulada broquidódroma, de coloração mais clara que o limbo, sendo as nervuras principal e secundárias mais evidentes, enquanto que as terciárias são pouco evidentes (Figura 7F). Na face abaxial, as nervuras apresentam-se impressas, e, na adaxial, apresentam-se levemente imersas.

5.2. Experimento II: Divergência genética entre árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. por meio de caracteres biométricos de frutos e sementes, processo germinativo, desenvolvimento inicial de plântulas e teor de óleo nos cotilédones

Os resultados das análises de variância dos caracteres estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente, para Mazagão e Macapá. Houve ocorrência de variações significativas ($P \leq 0,01$) entre as matrizes de *C. guianensis* Aublet. nas duas localidades, para os diferentes caracteres.

Os resultados expressos nessas tabelas evidenciam grande variabilidade genética entre as árvores matrizes e que as possibilidades de melhoramento e seleção são promissoras. Resultados semelhantes foram obtidos nas análises de variâncias expressas por MAÊDA et al. (2001) e MARTINS et al. (2002), respectivamente, para *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto) e *V. surinamensis* (virola).

Os coeficientes de variação apresentam-se entre 3,18% e 11,58% em Mazagão e entre 2,37% e 21,26% em Macapá. Os maiores coeficientes de variação foram obtidos para os caracteres número de gemas axilares protegidas por catáfilos – NC (21,26%) e número de folhas – NF (17,81%) em Macapá. Os valores dos coeficientes de variação obtidos, segundo os padrões apresentados por GARCIA (1989) e GOMES (2000), podem ser considerados como baixos a medianos para todos os caracteres avaliados. Considerando-se a origem do material experimental, esses valores indicam boa precisão experimental, que se traduz em confiabilidade nos resultados apresentados.

A herdabilidade é um parâmetro de grande utilidade para os melhoristas, pois permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção (RAMALHO et al., 2000). As estimativas de herdabilidade no sentido amplo ($\hat{h}_2$) foram elevadas, variando entre 0,88 a 0,99, em Mazagão (Tabela 2), e de 0,81 a 0,99 em Macapá (Tabela 3), que aliada a variabilidade genética entre as árvores matrizes, evidenciam que a seleção com base nesses caracteres é promissora.

Tabela 2. Análise de variância de 16 caracteres avaliados em 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. com as respectivas médias gerais, coeficiente de variação (CV), estimativas do coeficiente de variação genética (CVg) e estimativas de herdabilidade ($\hat{h}_2$). Mazagão, AP, Brasil, 2006.

Fontes	Quadrado Médio (QM)															
de																
Variação	GER ¹	IVG	CS	LS	ES	MS	ALT	DNC	NF	NC	AIPF	CF	LF	EF	MF	TO
Matrizes	431,90**	0,21**	50,86**	34,11**	21,20**	38,68**	323,74**	4,02**	0,27**	0,07**	88,44**	744,22**	948,44**	745,78**	30326,41**	1,82**
Resíduos	17,00	0,0056	4,36	2,40	1,99	3,05	5,14	0,28	0,011	0,0090	3,22	11,50	7,97	7,90	164,31	0,057
Médias	55,23	0,65	43,10	35,83	30,15	19,03	38,78	7,96	2,07	1,85	31,39	79,81	88,52	80,63	185,44	4,52
CV(%)	7,46	11,58	4,84	4,32	4,68	9,17	5,84	6,75	5,27	5,11	5,72	4,24	3,18	3,49	6,91	5,26
CVg(%)	16,49	31,05	7,07	7,02	6,49	14,01	20,58	10,85	10,96	6,34	13,14	10,72	10,95	10,65	30,69	16,99
$\hat{h}_2$	0,96	0,97	0,91	0,92	0,90	0,92	0,98	0,92	0,95	0,88	0,96	0,98	0,99	0,98	0,99	0,96

¹Germinação (GER, $\arcseno[\sqrt{\%100}]$); índice de velocidade de germinação (IVG); comprimento (CS, mm), espessura (ES, mm), largura (LS, mm) e massa fresca (MS, g) de sementes; altura (ALT, cm), diâmetro ao nível do colo (DNC, mm), número de folhas (NF, $\sqrt{x}$), número de gemas axilares protegidas por catáfilos (NC, $\sqrt{x}$) e altura da inserção da primeira folha (AIPF, cm) em plântulas; comprimento (CF, mm), largura (LF, mm), espessura (EF, mm) e massa fresca (MF, g) de frutos e teor de óleo (TO $\sqrt{x}$, %) dos cotilédones.

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Análise de variância de 16 caracteres avaliados em 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. com as respectivas médias gerais, coeficiente de variação (CV), estimativas do coeficiente de variação genética (CVg) e estimativas de herdabilidade ($\hat{h}_2$). Macapá, AP, Brasil, 2007.

Fontes		Quadrado Médio (QM)															
de		GER ¹	IVG	CS	LS	ES	MS	ALT	DNC	NF	NC	AIPF	CF	LF	EF	MF	TO
Varição																	
Matrizes		395,83**	0,066**	53,45**	64,33**	16,85**	14,55**	14,95**	4,56**	5,45**	3,24**	16,93**	810,82**	852,56**	544,95**	14.112,16**	1,81**
Resíduos		15,50	0,0026	3,92	5,66	3,11	1,30	1,06	0,74	0,64	0,59	1,96	2,03	1,94	1,65	199,90	0,053
Médias		76,00	0,79	53,21	35,81	32,52	23,42	43,54	7,41	4,50	3,62	33,53	84,5	85,27	81,46	174,74	5,98
CV(%)		5,18	6,48	3,72	6,64	5,42	4,86	2,37	11,61	17,81	21,26	4,17	1,68	1,63	1,57	8,09	3,87
CVg(%)		11,47	14,28	5,91	9,56	5,09	6,95	3,82	11,79	21,77	20,04	5,16	10,64	10,81	9,04	21,34	12,79
$\hat{h}_2$		0,96	0,96	0,92	0,91	0,81	0,91	0,92	0,83	0,88	0,81	0,88	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97

¹Germinação (GER, $\arcseno[\sqrt{\%100}]$); índice de velocidade de germinação (IVG); comprimento (CS, mm), espessura (ES, mm), largura (LS, mm) e massa fresca (MS, g) de sementes; altura (ALT, cm), diâmetro ao nível do colo (DNC, mm), número de folhas (NF, $\sqrt{x}$), número de gemas axilares protegidas por catáfilos (NC, $\sqrt{x}$) e altura da inserção da primeira folha (AIPF, cm) em plântulas; comprimento (CF, mm), largura (LF, mm), espessura (EF, mm) e massa fresca (MF, g) de frutos e teor de óleo (TO $\sqrt{x}$, %) dos cotilédones.

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Contribuíram para as elevadas estimativas de herdabilidade obtidas o fato de se tratar de uma espécie florestal ainda não submetida a programas de melhoramento, associado a origem de populações naturais das árvores matrizes e à boa precisão experimental obtida na análise de variância.

As estimativas de herdabilidade para os caracteres de altura (ALT) e diâmetro ao nível do colo (DNC) em plântulas durante o desenvolvimento inicial para as duas localidades avaliadas foi, em média, superior às obtidas por ARRIEL (2004), FARIAS NETO & BIANCHETTI (2001) e PAIVA et al (2001) para outras espécies florestais nesse estágio de desenvolvimento.

Segundo KAGEYAMA (1980), as estimativas do coeficiente de variação genética é de suma importância para a estrutura genética de populações, por expressar a quantidade de variação existente entre os materiais genéticos. De uma maneira geral, verifica-se elevadas estimativas do coeficiente de variação genética dentre os caracteres avaliados. As maiores estimativas do coeficiente de variação genética foram obtidas para o índice de velocidade de germinação – IVG (31,05%), em Mazagão (Tabela 2), e para o número de folhas – NF (21,77%), em Macapá (Tabela 3).

Com vistas à produtividade de óleo que é uma das características de grande interesse desta espécie, a variabilidade genética é fundamental para o melhoramento, o que permite a seleção de matrizes com alta produção deste componente. Pelo intervalo de variação observa-se a extensão da variabilidade entre as árvores matrizes para os diferentes caracteres avaliados. Observa-se nas Tabelas 4 e 5, respectivamente para as localidades de Mazagão e Macapá que as maiores amplitudes (razão Máx/Mín) foram obtidas para o índice de velocidade de germinação (IVG) e massa de frutos (MF).

A árvore matriz 6 apresentou as maiores médias de comprimento, largura, espessura e massa fresca de sementes, ao passo que para frutos, os maiores valores foram obtidos na árvore matriz 19 para a localidade de Mazagão (Tabela 4). Já em Macapá as maiores médias para os caracteres biométricos de frutos foram obtidas para a árvore matriz 17, sendo que, para as sementes as maiores médias foram obtidas na árvore matriz 23 (Tabela 5).

Tabela 4. Médias, intervalo de variação máxima (Máx) e mínima (Mín) e desvio padrão (DP) dos caracteres avaliados em frutos, sementes e plântulas de *Carapa guianensis* Aublet., provenientes de 25 árvores matrizes de uma população natural do município de Mazagão, Amapá, Brasil, 2006.

Matriz	GER ¹	IVG	CS	LS	ES	MS	ALT	DNC	NF	NC	AIPF	CF	LF	EF	MF	TO
1	49,6	0,594	45,20	36,41	30,57	20,10	38,75	7,92	1,82	1,82	31,77	75,60	96,90	87,60	196,86	4,07
2	53,8	0,728	45,56	35,92	27,80	20,182	43,99	8,48	2,13	1,73	30,41	77,70	98,40	84,00	199,20	4,42
3	49,1	0,876	38,04	30,57	25,63	20,604	31,74	7,28	1,89	1,94	27,16	63,70	70,60	65,00	160,26	5,69
4	59,5	0,966	43,99	36,94	30,43	17,664	41,16	8,92	2,01	1,89	29,35	92,70	99,60	84,00	226,24	4,34
5	53,4	0,798	44,98	36,62	31,35	20,396	43,20	6,72	1,83	1,75	35,03	91,90	100,50	84,80	219,69	4,79
6	70,4	0,550	50,42	43,17	36,07	26,954	42,00	9,44	2,07	1,80	37,16	83,30	93,80	91,90	303,89	4,10
7	46,7	0,378	41,60	37,10	31,38	18,716	38,30	8,88	2,03	1,78	28,84	83,20	93,00	91,40	187,99	4,47
8	41,0	0,526	42,23	34,20	28,51	15,378	30,58	6,32	2,15	1,83	25,41	71,20	87,20	80,90	128,16	4,35
9	47,3	0,536	46,43	38,34	31,87	20,594	24,50	6,76	1,90	1,85	25,54	72,00	88,60	81,10	123,06	3,38
10	45,0	0,540	43,25	35,89	29,80	17,752	30,03	8,36	2,08	2,03	25,74	73,90	87,10	80,50	139,64	4,57
11	50,8	0,622	43,64	36,37	30,32	16,842	41,46	8,52	2,13	1,88	31,03	78,30	88,90	79,80	146,33	4,78
12	47,4	0,476	46,90	37,90	31,38	22,092	41,16	8,96	2,18	1,90	34,61	80,30	90,10	79,80	137,84	4,50
13	45,0	0,514	44,75	36,89	29,89	18,474	37,74	7,68	2,03	1,89	32,37	79,80	89,60	79,00	129,51	4,31
14	52,6	0,642	44,91	36,46	28,97	18,630	38,14	7,96	2,00	1,84	31,38	80,50	89,00	78,80	132,97	4,44
15	70,4	0,614	43,74	36,94	31,44	19,144	41,26	8,60	2,10	1,56	28,60	84,20	81,20	78,10	178,02	4,07
16	50,8	0,430	44,56	37,12	30,90	21,278	44,46	8,76	1,87	1,73	35,84	84,00	83,40	79,40	261,27	6,04
17	59,4	0,590	41,45	34,91	29,65	17,844	43,52	7,40	1,98	1,90	35,52	83,30	93,80	91,90	303,89	3,32
18	56,2	0,578	37,85	32,67	28,06	14,714	46,08	6,90	1,98	1,77	35,33	74,10	73,10	69,10	182,54	4,41
19	45,0	0,394	41,99	35,34	30,80	20,928	47,95	7,16	1,97	1,76	34,48	95,40	102,70	99,90	338,49	2,88
20	70,1	0,730	39,59	33,49	28,55	14,628	61,87	9,48	2,74	1,82	41,82	77,60	81,30	77,30	179,67	4,27
21	59,4	0,574	40,65	34,44	30,68	14,450	30,98	7,88	2,78	1,91	25,90	89,90	99,50	83,40	224,84	4,59
22	54,4	0,604	44,01	38,88	33,22	21,550	27,80	7,88	2,13	2,11	34,45	84,70	81,40	78,60	183,45	4,15
23	64,3	0,726	41,90	35,65	29,95	17,154	42,80	8,60	2,19	1,79	28,48	88,70	99,90	81,20	213,16	5,37
24	70,2	1,232	36,84	31,18	27,19	20,802	30,28	7,04	2,00	2,06	29,47	63,80	71,80	63,60	156,35	5,86
25	69,3	1,062	41,06	32,51	29,47	19,016	29,96	7,12	1,91	2,11	29,23	65,50	71,60	64,70	146,07	5,91
Máx	70,4	1,2	50,4	43,2	36,1	27,0	61,9	9,5	2,8	2,1	41,8	95,4	102,7	99,9	338,5	6,0
Mín	41,0	0,4	36,8	30,6	25,6	14,5	24,5	6,3	1,8	1,6	25,4	63,7	70,6	63,6	123,1	2,9
Máx/Mín	1,7	3,3	1,4	1,4	1,4	1,9	2,5	1,5	1,5	1,4	1,6	1,5	1,5	1,6	2,8	2,1
DP	9,29	0,21	3,07	2,61	2,06	2,78	8,05	0,90	0,23	0,12	4,21	8,63	9,74	8,64	59,07	0,78

¹Germinação (GER, arcseno[$\sqrt{\%100}$]); índice de velocidade de germinação (IVG); comprimento (CS, mm), espessura (ES, mm), largura (LS, mm) e massa fresca (MS, g) de sementes; altura (ALT, cm), diâmetro ao nível do colo (DNC, mm), número de folhas (NF, $\sqrt{x}$), número de gemas axilares protegidas por catáfilos (NC, $\sqrt{x}$) e altura da inserção da primeira folha (AIPF, cm) em plântulas; comprimento (CF, mm), largura (LF, mm), espessura (EF, mm) e massa fresca (MF, g) de frutos e teor de óleo (TO $\sqrt{x}$, %) dos cotilédones.

Tabela 5. Médias, intervalo de variação máxima (Máx) e mínima (Min) e desvio padrão (DP) dos caracteres avaliados em frutos, sementes e plântulas de *Carapa guianensis* Aublet., provenientes de 25 árvores matrizes de uma população natural do município de Macapá, Amapá, Brasil, 2007.

Matriz	GER ¹	IVG	CS	LS	ES	MS	ALT	DNC	NF	NC	AIPF	CF	LF	EF	MF	TO
1	60,00	0,72	53,59	38,53	32,12	22,95	43,19	7,64	2,17	1,90	32,40	80,56	90,33	85,00	200,13	5,53
2	59,34	0,74	54,21	36,50	33,09	23,42	43,48	7,60	2,20	1,89	32,59	89,90	81,30	80,00	190,84	6,58
3	60,00	0,78	55,81	38,04	33,12	21,61	43,67	7,66	2,11	1,94	33,10	71,70	74,10	73,20	180,69	5,99
4	69,73	0,93	58,05	43,28	34,27	26,04	45,85	8,92	2,37	2,14	35,97	93,80	100,39	84,40	249,96	7,38
5	62,03	0,79	54,70	37,21	31,78	23,50	44,05	7,95	2,22	1,97	33,52	97,60	96,90	87,20	190,42	6,28
6	69,73	0,93	53,82	44,43	35,31	26,17	45,85	9,14	2,38	2,20	36,68	77,80	76,50	73,90	145,33	6,84
7	62,03	0,80	53,50	35,33	33,13	24,00	44,07	7,96	2,22	1,94	34,36	81,60	81,30	78,80	160,41	5,58
8	52,54	0,65	49,33	33,54	30,44	20,95	40,87	6,32	1,75	1,54	30,93	92,20	82,50	80,60	130,45	6,37
9	58,05	0,70	52,65	31,89	30,41	22,56	42,87	7,11	2,10	1,85	32,97	74,70	79,50	77,70	125,26	4,79
10	51,94	0,67	49,14	32,04	29,62	21,22	41,23	6,51	1,82	1,52	31,04	86,70	80,90	80,30	140,27	5,39
11	58,05	0,74	52,86	34,28	33,14	22,91	43,07	7,42	2,14	1,88	33,07	78,60	85,40	81,80	160,94	5,10
12	58,05	0,83	50,34	34,09	32,13	22,67	43,19	7,36	2,09	1,90	34,09	85,40	86,60	83,80	140,14	6,07
13	51,94	0,61	48,07	30,46	29,68	20,74	40,73	6,44	1,88	1,60	31,75	76,00	78,60	76,80	130,41	7,61
14	64,90	0,83	54,40	35,34	33,88	23,97	44,93	8,54	2,32	2,10	33,90	93,50	94,10	91,50	139,12	5,40
15	69,73	0,82	56,51	39,09	33,76	25,54	45,63	8,92	2,41	2,19	35,98	98,90	91,80	85,70	180,77	7,03
16	53,13	0,67	48,14	31,38	29,09	21,04	40,77	6,32	1,82	1,56	30,57	81,10	81,00	78,50	159,38	5,93
17	64,90	0,93	55,66	35,80	33,67	24,37	44,36	8,20	2,26	2,09	34,61	94,00	101,40	94,70	264,57	5,37
18	58,69	0,74	52,46	32,58	32,12	23,29	42,78	7,50	2,03	2,03	33,01	72,00	74,20	72,30	195,59	6,08
19	53,13	0,57	45,81	31,60	29,69	21,38	40,78	6,56	1,87	1,59	30,88	86,10	87,90	84,50	161,49	7,12
20	69,73	0,94	57,00	38,44	34,20	25,63	45,39	8,88	2,48	2,17	35,28	80,60	81,00	78,60	190,24	5,25
21	58,69	0,85	52,15	34,25	32,73	23,26	43,02	7,42	2,09	1,91	32,83	98,80	98,60	95,60	240,32	5,43
22	61,34	0,88	53,81	36,40	33,49	23,85	44,38	8,08	2,27	2,01	34,26	84,60	82,10	80,60	174,54	5,08
23	74,66	1,03	58,71	40,70	35,96	26,59	46,77	9,82	2,57	2,32	37,66	91,60	100,50	92,60	210,89	5,63
24	60,67	0,73	53,22	34,24	32,32	23,47	43,91	7,86	2,19	1,91	33,34	67,70	69,60	64,40	155,17	5,32
25	64,90	0,89	56,44	36,00	34,00	24,54	44,78	8,54	2,15	2,06	32,75	76,90	75,10	74,00	151,21	6,57
Máx	74,66	1,03	58,71	44,43	35,96	26,59	46,77	9,82	2,57	2,32	37,66	98,90	101,40	95,60	264,57	7,61
Min	51,94	0,57	45,81	30,46	29,09	20,74	40,73	6,32	1,75	1,52	30,57	67,70	69,60	64,40	125,26	4,79
Máx/Min	1,44	1,81	1,28	1,46	1,24	1,28	1,15	1,55	1,46	1,53	1,23	1,46	1,46	1,48	2,11	1,59
DP	6,26	0,12	3,27	3,59	1,84	1,71	1,73	0,95	0,21	0,22	1,84	9,01	9,23	7,38	37,57	0,78

¹Germinação (GER; $\arcseno[\sqrt{\%100}]$); índice de velocidade de germinação (IVG); comprimento (CS, mm), espessura (ES, mm), largura (LS, mm) e massa fresca (MS, g) de sementes; altura (ALT, cm), diâmetro ao nível do colo (DNC, mm), número de folhas (NF, $\sqrt{x}$), número de gemas axilares protegidas por catáfilos (NC, $\sqrt{x}$) e altura da inserção da primeira folha (AIPF, cm) em plântulas; comprimento (CF, mm), largura (LF, mm), espessura (EF, mm) e massa fresca (MF, g) de frutos e teor de óleo (TO $\sqrt{x}$, %) dos cotilédones.

As distâncias entre as árvores matrizes de *C. guianensis* Aublet. quanto aos 16 caracteres avaliados estão expressas nas Tabelas 6 e 7, para Mazagão e Macapá, respectivamente. As árvores matrizes 13 e 14 são as mais similares por possuírem menor Distância Euclidiana ($d_{ii'}$) dentre aquelas avaliadas em Mazagão, sendo as árvores matrizes 6 e 24 mais dissimilares (Tabela 6). Para Macapá, as árvores matrizes mais similares foram as 7 e 22 e as mais dissimilares as 13 e 23. Sendo assim, inicialmente, em ambos os locais, os materiais genéticos mais indicados para se iniciar um programa de melhoramento são as árvores matrizes mais dissimilares, contudo, sua recomendação só deverá ser feita após uma análise criteriosa de seus desempenhos em relação as caracteres de interesse (CRUZ et al., 2004).

As técnicas multivariadas são usadas amplamente com sucesso para medir a diversidade genética entre materiais genéticos, assim como, para conhecer os caracteres que mais influenciam nesta divergência (ALVES et al., 2003). Para maior eficiência em programas de melhoramento é interessante selecionar indivíduos que apresentem bom desempenho, mas que não sejam relacionados, isto é, geneticamente distantes entre si, pois, devido aos seus não-relacionamentos, contribuem com um arranjo genético diferente e mais proveitoso (CRUZ & CARNEIRO, 2003). Desse modo, a análise de agrupamento tem por finalidade reunir, por um critério qualquer de classificação, os genitores em vários grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

O agrupamento pelo método do UPGMA (*Unweighted Pair Group Using an Arithmetic Average*), baseado na Distância Euclidiana, para Mazagão e Macapá, a partir dos 16 caracteres avaliados, produziu os dendrogramas apresentados nas Figuras 8 e 9, respectivamente. A análise deste tipo de diagrama geralmente é subjetiva, podendo gerar algumas dificuldades na determinação do número de grupos formados, por não haver um critério estatístico definido para determiná-los, um ponto de corte pode ser utilizado, no entanto muitas vezes é difícil de ser estipulado. Por outro lado, a fácil interpretação e simplicidade são importantes nas análises dos dados (MARDIA et al., 1997).

Tabela 6. Distância Euclidiana ($d_{ii'}$) entre 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. de uma população natural, calculada a partir de 16 caracteres avaliados em frutos, sementes e plântulas. Mazagão, Amapá, Brasil, 2006.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	2,48	6,50	3,55	3,02	6,18	2,65	4,29	3,50	3,49	2,73	3,05	2,31	2,26	4,18	3,90	3,39	5,28	4,62	7,19	5,68	4,17	3,90	7,57	6,59
2		6,27	3,19	3,62	6,72	3,37	4,66	4,90	4,09	2,73	3,41	3,10	2,36	3,73	4,07	4,01	5,23	5,32	6,05	5,14	5,28	2,97	7,27	6,67
3			7,23	7,38	11,12	7,09	5,16	6,86	5,25	5,75	7,14	5,91	5,52	7,18	6,90	7,35	4,79	9,44	8,34	7,64	7,07	6,61	3,25	3,63
4				3,53	6,54	3,85	5,82	5,62	4,50	3,29	4,34	4,05	3,40	4,22	4,82	3,97	6,07	5,50	6,51	4,69	4,69	2,45	7,43	6,62
5					6,38	4,26	5,58	5,19	5,45	4,05	4,39	3,75	3,52	4,65	4,02	3,86	5,69	4,50	7,45	6,02	4,90	3,83	7,91	7,07
6						6,59	9,74	7,51	8,17	7,16	5,64	7,23	7,13	6,40	6,00	6,89	9,77	7,07	9,22	8,72	6,05	7,15	11,15	10,07
7							4,53	4,48	3,40	2,69	3,29	2,95	3,09	3,98	3,82	4,13	5,59	4,78	6,95	4,78	4,52	3,51	8,35	7,46
8								3,82	3,14	3,77	5,42	3,32	3,57	5,69	6,31	5,53	4,54	6,97	7,92	5,05	5,70	5,24	6,85	6,07
9									3,58	4,37	4,49	3,36	3,68	5,21	6,22	5,76	6,46	6,78	9,21	6,37	4,26	5,95	7,93	6,74
10										2,50	3,73	2,54	2,76	5,27	5,29	5,22	5,35	6,93	7,49	4,76	3,87	4,42	6,54	5,39
11											2,68	1,76	1,54	3,81	3,88	4,28	4,31	6,10	5,63	4,45	3,94	2,90	6,70	5,62
12												2,44	2,73	4,51	3,72	5,08	6,05	6,07	6,54	5,83	3,42	4,45	8,08	6,96
13													1,29	4,38	4,16	4,30	4,53	5,71	6,68	5,14	3,56	4,02	7,16	6,06
14														3,63	4,00	4,19	4,31	5,91	6,29	5,04	3,90	3,31	6,55	5,54
15															4,51	5,04	5,18	6,36	6,20	5,55	5,43	3,62	7,69	6,91
16																5,04	5,54	5,89	6,91	6,64	5,10	4,19	8,01	7,07
17																	4,94	3,30	6,24	5,30	4,97	4,32	7,90	7,28
18																		7,14	5,52	6,32	6,30	5,23	5,87	5,51
19																			8,23	6,67	6,54	5,92	10,47	9,92
20																				6,54	7,62	5,75	8,28	8,08
21																					5,66	3,74	7,98	7,34
22																						5,27	7,26	5,99
23																							6,97	6,27
24																								2,21

$d_{ii'}$ maior: 11,15 (6 e 24) e $d_{ii'}$ menor: 1,29 (13 e 14).

Tabela 7. Distância Euclidiana ($d_{ii'}$) entre 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. de uma população natural, calculada a partir de 16 caracteres avaliados em frutos, sementes e plântulas. Macapá, Amapá, Brasil, 2007.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	2,27	3,04	5,90	2,63	6,14	2,54	5,09	3,58	4,82	2,01	2,85	5,92	3,64	5,09	5,03	4,23	3,37	5,34	4,72	3,39	2,74	7,30	4,29	4,11
2		2,86	5,54	2,50	5,56	2,27	4,85	4,05	5,00	2,65	2,66	5,49	3,73	4,35	5,18	4,70	3,02	5,24	4,63	3,88	2,78	7,35	4,09	3,19
3			6,71	4,55	5,45	2,65	5,63	3,61	5,42	2,83	3,59	5,76	5,02	5,86	5,48	6,04	2,36	6,28	4,65	5,69	3,13	8,09	2,57	2,87
4				4,58	4,74	5,77	9,81	8,60	10,03	6,98	6,72	10,33	5,23	2,75	10,18	4,18	7,34	9,88	4,44	6,04	5,49	3,73	7,98	5,63
5					5,95	3,17	5,78	4,98	5,89	3,56	3,11	6,80	2,65	3,40	6,22	3,27	4,76	6,02	4,64	2,77	3,16	6,18	5,76	4,42
6						4,70	9,48	7,42	9,56	6,30	6,10	9,59	5,40	4,08	9,75	6,65	6,29	9,85	3,39	7,76	4,69	5,30	5,89	3,93
7							5,69	3,15	5,38	1,85	2,27	6,19	2,99	4,33	5,71	4,66	2,80	6,20	3,37	4,43	1,26	6,60	3,02	2,55
8								4,38	1,64	4,68	4,19	2,84	6,95	8,54	1,94	8,21	5,12	2,30	8,89	5,93	6,35	11,56	6,15	6,85
9									3,47	2,23	3,02	4,80	5,03	7,10	3,84	6,78	3,06	5,07	6,06	5,61	3,82	9,37	3,07	4,74
10										4,17	4,09	3,32	6,82	8,76	1,29	8,02	4,75	2,87	8,57	5,80	5,96	11,46	5,56	6,81
11											2,10	5,42	3,60	5,71	4,56	5,05	2,73	5,23	4,83	4,05	2,34	7,83	3,33	3,82
12												4,83	3,50	5,26	4,41	5,16	3,29	4,62	5,27	3,91	2,82	7,82	4,25	3,96
13													7,91	9,09	2,60	9,18	4,86	2,36	9,34	7,30	7,11	12,22	5,95	6,98
14														3,40	7,34	3,66	5,36	7,35	3,78	3,89	2,68	5,18	5,76	4,18
15															9,05	4,20	6,31	8,71	3,63	5,44	4,24	3,98	6,78	4,49
16																8,29	4,57	2,33	8,86	6,13	6,37	11,82	5,63	6,94
17																	6,17	8,30	4,47	2,80	4,02	4,73	7,23	5,73
18																		5,33	5,30	5,44	3,54	8,75	2,37	3,42
19																			9,32	6,04	6,95	11,78	6,70	7,41
20																				5,96	2,82	4,14	5,02	3,38
21																					4,11	7,16	6,85	5,98
22																						5,97	3,72	2,95
23																							8,92	6,70
24																								3,45

$d_{ii'}$ maior: 12,22 (13 e 23) e $d_{ii'}$ menor: 1,26 (7 e 22).

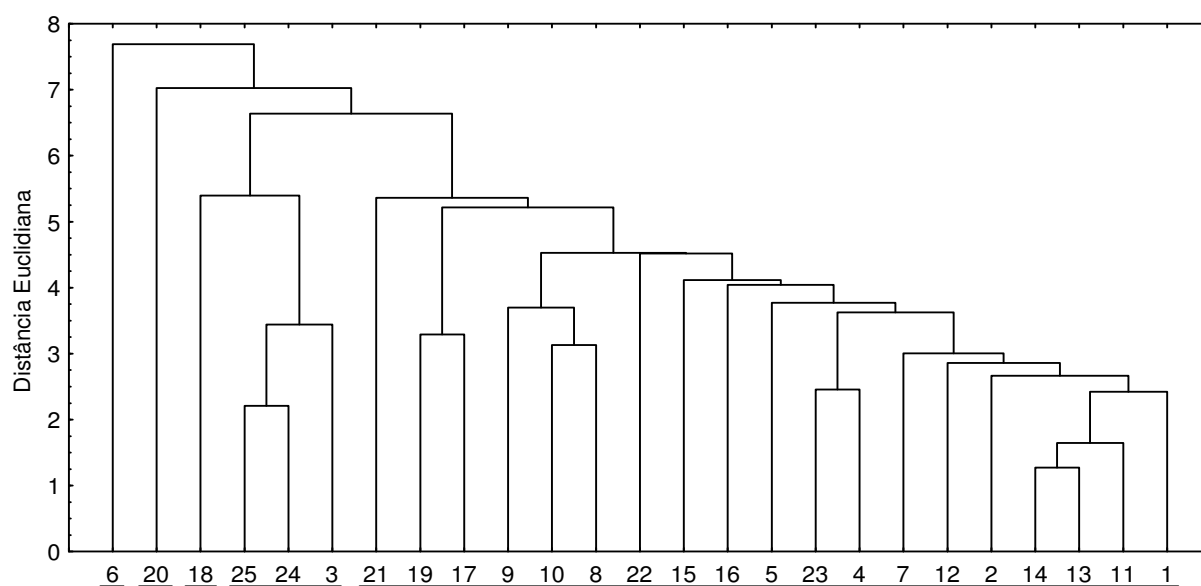


Figura 8. Dendrograma baseado na Distância Euclidiana entre 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. obtido pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Using an Arithmetic Average*) a partir dos caracteres avaliados nos frutos, sementes, teor de óleo e desenvolvimento inicial de plântulas. Mazagão, Amapá, Brasil, 2006.

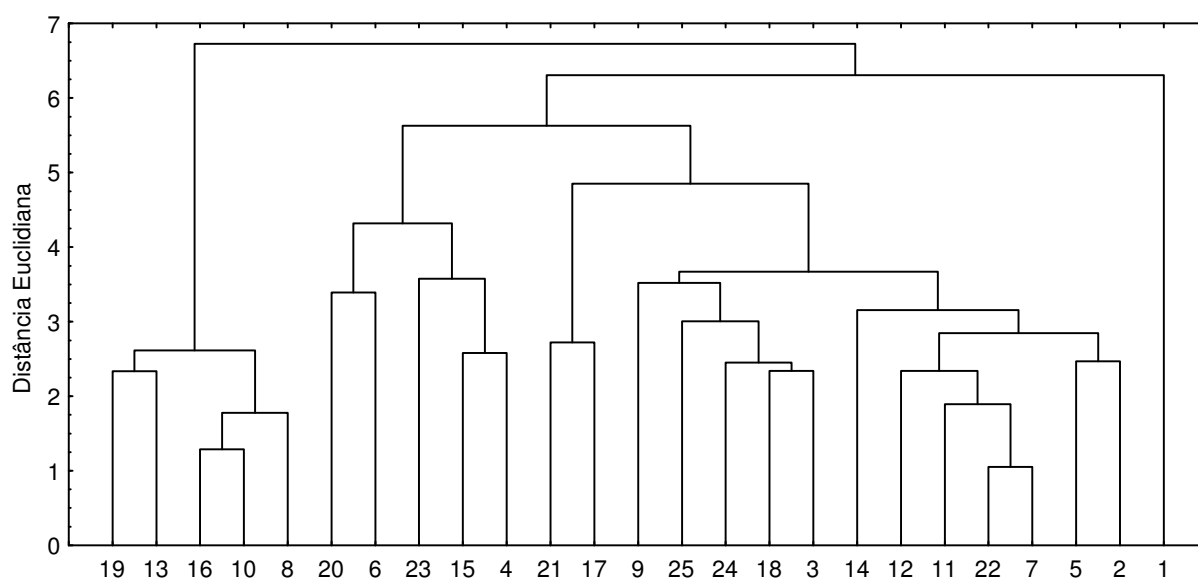


Figura 9. Dendrograma baseado na Distância Euclidiana entre 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. obtido pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Using an Arithmetic Average*) a partir dos caracteres avaliados nos frutos, sementes, teor de óleo e desenvolvimento inicial de plântulas. Macapá, Amapá, Brasil, 2007.

Assim, CRUZ et al. (2004) sugerem o estabelecimento de um exame visual de pontos onde ocorrem grandes mudanças de níveis possibilitando a delimitação dos grupos, sendo este parâmetro bastante utilizado. Contudo, ARRIEL et al. (2004), afirmam que não é possível determinar qual método é mais preciso sem informações sobre a relação genética das árvores matrizes.

No dendrograma para a localidade de Mazagão (Figura 8) observa-se a formação de cinco grupos, com base nas mudanças de níveis observadas no diagrama, dos quais três são unitários formados pelas árvores matrizes 6, 20 e 18; um grupo é formado pelas árvores matrizes 3, 24 e 25; e um grande grupo formado pelas 19 árvores matrizes restantes.

Em Macapá, há a formação de seis grupos, dos quais apenas um é unitário (árvore matriz 1); um grupo é formado por cinco árvores matrizes (19, 13, 16, 10 e 8); dois grupos constituídos por duas árvores matrizes (21 e 17; 20 e 6), um grupo formado pelas matrizes 4, 15 e 23, e um último grupo formado pelas 12 árvores matrizes restantes (Figura 9).

PAVAN et al. (2006), avaliando 17 clones *Eucalyptus* spp. a partir de marcadores RAPD, obtiveram a formação de 13 grupos por esse método, sendo 10 unitários. Para 270 plantas de *M. urundeuva* analisadas a partir de marcadores AFLP, FREITAS et al. (2005) observaram a formação de três grandes grupos com base neste método hierárquico de agrupamento.

Os resultados obtidos por FREITAS et al. (2005) sugerem a existência de estruturação genética espacial nas populações estudadas, visto que árvores matrizes próximas tenderam a apresentar menor distância entre si do que as árvores matrizes distantes. Em termos de melhoramento e conservação, isto implica que, a seleção deveria procurar manter materiais genéticos originadas de grupos distantes, dado que estes serão teoricamente mais divergentes, em contrapartida, a seleção deve priorizar materiais genéticos mais divergentes a fim de procurar explorar a heterose (FREITAS et al., 2005).

No agrupamento com base no método de otimização de Tocher (Tabela 8) para Mazagão há a formação de cinco grupos, sendo o grupo I constituído por 19

árvores matrizes, enquanto que para Macapá neste mesmo método há a formação de seis grupos, sendo que destes um é unitário.

Em 19 indivíduos de *C. fissilis*, analisados por RAPD, ASSUNÇÃO (2004) obteve a formação de cinco grupos pelo algoritmo de Tocher, sendo que mais de 65% dos genótipos foram agrupados no grupo I. Segundo este autor isso permite inferir que embora divergentes, os indivíduos apresentam um certo parentesco, provavelmente devido a fragmentação de florestas, o que pode ocasionar cruzamentos de indivíduos aparentados.

Tabela 8. Grupos de árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. estabelecidos pelo método de Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela Distância Euclidiana padronizada a partir de 16 caracteres de frutos, sementes, teor de óleo e desenvolvimento inicial de mudas, para as localidades de Mazagão (2006) e Macapá (2007), Amapá, Brasil.

Localidade	Grupo	Árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i>															
Local I: Mazagão	I	13	14	11	1	2	12	7	10	23	4	5	16	15			
						17	22	9	8	21	18						
	II							24	25	3							
	III									20							
	IV									19							
	V									6							
Local II: Macapá	I		7	22	11	12	1	2	3	18	9	24	25				
	II					10	16	8	19	13							
	III					5	14	21	17								
	IV							4	15								
	V							6	20								
	VI								23								

OLIVEIRA et al. (2007), avaliando 11 caracteres morfológicos e 11 agrônômicos em 87 acessos de *E. oleraceae*, obtiveram a formação de 24 grupos no método de Tocher, sendo que destes apenas um foi unitário. ARRIEL et al. (2004) obtiveram a formação de 10 grupos no método de Tocher, dos quais cinco

foram unitários, para 34 matrizes de *C. phyllacanthus* avaliadas para 8 caracteres biométricos e 5 caracteres de análise química de frutos e sementes; ainda para esta mesma espécie, em 39 matrizes analisadas por 9 caracteres, ARRIEL et al. (2005) obtiveram também a formação de 10 grupos dos quais quatro foram unitários.

NASCIMENTO FILHO et al. (2001) obtiveram a formação de sete grupos entre 148 clones de *P. cupana* avaliados por quatro caracteres nesta metodologia, destes, três grupos foram unitários. Ainda com a utilização deste método, COSTA (2006), para 21 acessos de *R. communis* avaliados por seis caracteres, dentre estes o teor de óleo das sementes, observou a formação de oito grupos, dos quais três também foram unitários.

Ao se comparar os agrupamentos obtidos pelos dois métodos, percebe-se certa concordância entre os grupos formados, para as duas localidades. Para a localidade de Mazagão, nota-se uma inversão das árvores matrizes 18 e 19, e que pelo método UPGMA a árvore matriz 18 constitui um grupo unitário e pelo método de Tocher o mesmo é a última árvore matriz a constituir o grupo I. Por outro lado, a árvore matriz 19 que pelo método de Tocher forma isoladamente o grupo IV, pelo método UPGMA constitui, juntamente com as outras 18 matrizes o maior grupo identificado neste método. Além dessa inversão de grupos entre as árvores matrizes 18 e 19, nota-se ainda, pequenas alterações na ordem das matrizes dentro dos grupos.

Ainda, para a localidade de Mazagão observa-se que as árvores matrizes 24, 25 e 3 em ambos os métodos formam um grupo; essas possuem maiores médias para os caracteres de teor de óleo, número de gemas axilares protegidas por catáfilos e índice de velocidade de germinação. Já a árvore matriz 6 que formou grupo unitário também em ambas metodologias, apresenta maiores médias para os caracteres biométricos de sementes. A árvore matriz 19 que forma grupo unitário no método de otimização de Tocher se caracteriza por possuir maiores médias para os dados biométricos de frutos.

Para Macapá, as alterações entre os grupos identificados pelos dois métodos (UPGMA e Tocher) foram maiores. Assim, a árvore matriz 1, que forma

o único grupo unitário pelo método UPGMA, no método de Tocher forma o grupo I juntamente com outras 10 árvores matrizes. O grupo formado pelas árvores matrizes 4, 15 e 23, no UPGMA é desmembrado no método de Tocher, no qual a árvore matriz 23 passa a constituir um grupo unitário e as outras duas formam um único grupo nesse método, juntamente com as árvores matrizes 21 e 17, que pelo UPGMA, compartilham um grupo. Nos dois métodos houve concordância nos grupos formados pelas matrizes 19, 13, 16, 10 e 8; 20 e 6 e na maioria das árvores matrizes pertencentes ao maior grupo.

Outros trabalhos com espécies arbóreas relatam a coincidência na formação de alguns grupos (NASCIMENTO FILHO et al., 2001; ALVES et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2007) ao se adotar processos diferentes de agrupamento.

Para trabalhos de conservação e melhoramento genético da espécie deve-se coletar sementes de árvores matrizes pertencentes a grupos distintos para maximização da variabilidade e base genética. Especificamente quando o objetivo for o melhoramento genético, as árvores matrizes a ser selecionadas deverão, preferencialmente, apresentar altos valores para os caracteres de interesse e pertencer a grupos distintos.

No caso da conservação genética, as maiores médias nos caracteres de interesse econômico não é a prioridade. Neste caso, pode-se optar pela coleta de sementes de apenas uma matriz naquele grupo formado por mais de uma árvore, ou ainda, coletar sementes de várias delas de forma eqüitativa, misturando-as para compor um lote composto de sementes.

Objetivando a produtividade de óleo, por exemplo, na localidade de Mazagão, no grupo I formado pelo método de Tocher, pode-se priorizar coleta de sementes da árvore matriz 16 que apresenta maior média deste componente (Tabela 6); já para Macapá, neste mesmo método pode-se priorizar a árvore matriz 13 do grupo II, também por possuir maior teor deste componente (Tabela 7).

Intuitivamente, em espécies arbóreas podem-se associar distribuição espacial, parentesco e probabilidade de cruzamento, sobretudo em espécies polinizadas por animais, em que existe a tendência de indivíduos próximos se

intercruzarem mais do que indivíduos amplamente espaçados. Se estes forem aparentados, devido à dispersão de sementes próximas às árvores matrizes, a endogamia na população pode aumentar (MORAES et al., 2005).

Segundo estes autores, espécies como *M. urundeuva*, que possuem fecundação cruzada, ocupam grandes extensões geográficas e diferentes “habitats”, esperando que estas apresentem altos níveis de variabilidade genética.

O padrão de agrupamento observado entre as árvores matrizes a partir dos caracteres avaliados não apresentam relação com as distâncias geográficas entre as mesmas para as duas localidades (Tabela 9). RAPOSO (2007) observou em uma população em Rio Branco, Acre, que as árvores de *C. guianensis* localizadas a uma distância de aproximadamente 370 m tendem a ser geneticamente similares, indicando distâncias superiores a esta para a colheita de sementes. Contudo, no presente trabalho para esta espécie, árvores matrizes com distâncias menores apresentam-se divergentes (Tabela 9). Conforme RAPOSO (2007) o reconhecimento da existência de um baixo nível de estruturação genotípica pode auxiliar no estabelecimento de medidas de conservação genética para esta espécie.

Para duas populações de *M. urundeuva* sob diferentes condições antrópicas Moraes et al. (2005) obtiveram árvores com forte evidência de estruturação genética na população formada a partir de regeneração após exploração, indicando que árvores distanciadas até aproximadamente 5.224 m possam ser aparentadas em algum grau, devendo-se a colheita de sementes para esta espécie ser feita em árvores matrizes espaçadas por mais de 5.000 m.

A conservação de uma espécie e a sua utilização no melhoramento depende da máxima conservação da quantidade de germoplasma, tornando-se essencial a avaliação dos recursos genéticos disponíveis (OLIVEIRA et al., 2006).

Tabela 9. Grupos de árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet. estabelecidos pelo método de Tocher, com base nas distâncias geográficas para as localidades de Mazagão (2006) e Macapá (2007), Amapá, Brasil.

Localidade	Grupo	Árvores matrizes de <i>Carapa guianensis</i>
Local I: Mazagão	I	7 14
	II	9 23
	III	18 24 1
	IV	3 20
	V	12 25
	VI	17 22 4
	VII	5 21
	VIII	15 16
	IX	6
	X	19
	XI	2
	XII	11
	XIII	13
	XIV	10
	XV	8
Local II: Macapá	I	2 16
	II	14 22
	III	23 25 15
	IV	8 13
	V	1 17
	VI	12 19 3
	VII	5 24
	VIII	10 21
	IX	4 9 11
	X	7 18
	XI	6
	XII	20

A importância ou a contribuição de cada caráter no estudo da divergência genética, pode ser avaliada, entre outras, pela técnica dos Componentes Principais. Essa técnica tem como princípio o fato de que a importância ou variância dos componentes principais decresce do primeiro para o último componente estimado. Estes últimos componentes são responsáveis por uma fração muito pequena da variância total, de forma que, os caracteres que dominam o componente de menor autovalor deve ser o menos importante para explicar a variabilidade dos acessos envolvidos. Assim, é comum descartar o caráter de maior coeficiente de ponderação (elementos de autovetor) a partir do último componente, até aquele cujo autovalor não exceda 0,7 (CRUZ et al., 2004).

CRUZ et al. (2004) consideram que pelo menos 80% da variação total deve ser retida pelos dois primeiros componentes principais, sendo este valor no presente estudo obtido apenas no quinto componente, na localidade de Mazagão. Nessa localidade os dois primeiros componentes principais, resultantes da combinação linear dos 16 caracteres avaliados, explicam 53,40% da variância total (Tabela 10). Já em Macapá, os dois primeiros componentes explicam 82,79% da variabilidade total contida nos dados (Tabela 11).

ARRIEL et al. (2004), para 34 matrizes de *C. phyllacanthus*, obtiveram 81,70% da variabilidade apenas no sexto componente principal. Observa-se, assim, que a variância total contida nos dados pode encontrar-se bastante diluída entre os componentes; ainda para esta mesma espécie em 39 matrizes avaliadas através de 9 caracteres, ARRIEL et al. (2005) obtiveram 72,10% de variabilidade nos dois primeiros componentes principais.

Em 31 acessos *T. grandiflorum*, para os quatro conjuntos de descritores de folha, flor, fruto e agrônômicos, ALVES et al. (2003) obtiveram nos dois primeiros componentes principais cerca de 67%, 54%, 58% e 74%, respectivamente, de toda a variação disponível contida nos dados. Esses autores constataram que mais de 80% da variação apenas a partir do quarto componente principal para cada descritor. COSTA (2006) em 21 acessos de *R. communis*, encontrou que os dois primeiros componentes principais explicaram 78% da variância total das variáveis originais.

Tabela 10. Autovalores (Variância – V) associados aos componentes principais (CP) e respectivos autovetores para os 16 caracteres avaliados para as 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet., Mazagão, AP, Brasil, 2006.

CP	V (Autovalor)	Autovetor Associado																
		VA ¹	GER ²	IVG	CS	LS	ES	MS	ALT	DNC	NF	NC	AIPF	CF	LF	EF	MF	TO
CP1	5,95	37,22	-0,05	-0,27	0,30	0,34	0,31	0,15	0,17	0,19	0,02	-0,21	0,16	0,32	0,31	0,37	0,25	-0,25
CP2	2,59	53,40	0,34	0,11	-0,28	-0,22	-0,17	-0,28	0,50	0,23	0,35	-0,18	0,33	0,15	-0,01	-0,02	0,21	0,05
CP3	2,10	66,50	-0,43	-0,29	-0,20	-0,22	-0,26	-0,46	-0,01	-0,28	0,11	-0,15	-0,25	0,11	0,3	0,20	-0,05	-0,29
CP4	1,37	75,05	-0,08	0,09	-0,14	-0,19	-0,17	0,27	0,18	-0,40	-0,60	-0,18	0,26	-0,02	-0,6	0,07	0,39	-0,05
CP5	1,11	82,02	0,31	0,39	-0,16	-0,08	0,12	-0,01	-0,30	-0,21	0,11	0,33	-0,28	0,30	0,32	0,17	0,38	-0,04
CP6	0,85	87,31	0,04	0,20	0,14	-0,01	-0,18	0,00	0,05	0,21	-0,23	-0,54	-0,45	0,14	0,28	-0,03	-0,06	0,46
CP7	0,61	91,11	-0,50	-0,07	-0,06	-0,09	-0,16	0,09	0,07	0,30	-0,02	0,49	0,17	0,15	0,19	0,09	0,14	0,49
CP8	0,48	94,12	-0,05	0,51	0,35	0,03	-0,28	-0,04	0,25	-0,01	-0,08	0,20	0,19	-0,10	0,37	0,05	-0,37	-0,32
CP9	0,38	96,51	0,03	-0,04	-0,09	-0,14	-0,30	0,36	-0,02	0,41	0,13	0,00	-0,30	-0,50	0,00	0,28	0,25	-0,29
CP10	0,24	98,01	-0,08	-0,03	0,26	-0,10	-0,11	0,37	-0,04	-0,46	<u>0,59</u>	-0,20	0,15	-0,16	0,20	-0,07	0,07	0,25
CP11	0,15	98,95	-0,21	0,15	-0,23	-0,05	-0,16	0,48	-0,07	0,13	0,15	-0,11	-0,04	<u>0,58</u>	-0,18	-0,26	-0,20	-0,31
CP12	0,08	99,44	-0,02	0,09	<u>-0,52</u>	-0,09	0,43	0,23	0,14	-0,06	0,00	-0,09	0,06	-0,16	0,20	0,38	-0,46	0,14
CP13	0,03	99,65	-0,52	<u>0,55</u>	0,01	0,19	0,29	-0,17	0,10	0,01	0,19	-0,17	-0,08	-0,15	-0,32	0,06	0,27	-0,01
CP14	0,03	99,82	0,03	0,08	-0,35	<u>0,62</u>	-0,39	-0,09	-0,41	0,01	0,02	-0,16	0,32	-0,08	0,10	0,11	0,01	0,07
CP15	0,02	99,93	0,11	0,08	0,27	-0,16	-0,21	-0,03	-0,15	-0,05	0,05	-0,02	0,07	0,24	-0,48	<u>0,68</u>	-0,18	0,16
CP16	0,01	100,00	-0,09	0,11	0,10	-0,49	0,20	-0,12	-0,56	0,30	-0,06	-0,26	0,40	-0,06	0,16	-0,08	0,03	-0,10

¹ Variância Acumulada (VA, em %).

² Germinação (GER, $\arcseno[\sqrt{\%100}]$; índice de velocidade de germinação (IVG); comprimento (CS, mm), espessura (ES, mm), largura (LS, mm) e massa fresca (MS, g) de sementes; altura (ALT, cm), diâmetro ao nível do colo (DNC, mm), número de folhas (NF, $\sqrt{x}$), número de gemas axilares protegidas por catáfilos (NC, $\sqrt{x}$) e altura da inserção da primeira folha (AIPF, cm) em plântulas; comprimento (CF, mm), largura (LF, mm), espessura (EF, mm) e massa fresca (MF, g) de frutos e teor de óleo (TO $\sqrt{x}$, %) nas sementes.

Tabela 11. Autovalores (Variância – V) associados aos componentes principais (CP) e respectivos autovetores para os 16 caracteres avaliados para as 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet., Macapá, AP, Brasil, 2007.

CP	V (Autovalor)	VA ¹	GER ²	IVG	CS	LS	ES	MS	ALT	DNC	NF	NC	AIPF	CF	LF	EF	MF	TO	Autovetor Associado																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
CP1	10,56	65,99	0,30	0,29	0,28	0,26	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,10	0,14	0,10	0,17	-0,01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			</

¹ Variância Acumulada (VA, em %).

² Germinação (GER, $\arcseno[\sqrt{\%100}]$); índice de velocidade de germinação (IVG); comprimento (CS, mm), espessura (ES, mm), largura (LS, mm) e massa fresca (MS, g) de sementes; altura (ALT, cm), diâmetro ao nível do colo (DNC, mm), número de folhas (NF, $\sqrt{x}$), número de gemas axilares protegidas por catáfilos (NC, $\sqrt{x}$) e altura da inserção da primeira folha (AIPF, cm) em plântulas; comprimento (CF, mm), largura (LF, mm), espessura (EF, mm) e massa fresca (MF, g) de frutos e teor de óleo (TO $\sqrt{x}$, %) nas sementes.

A avaliação da importância dos caracteres pode, alternativamente, ser feita no conjunto de cargas totais associadas às variáveis, que medem a associação total de um caráter com o componente, incluindo seus efeitos indiretos sobre as demais variáveis consideradas no estudo, devendo esta análise ser apenas complementar a mencionada anteriormente, uma vez que pode apresentar grande distorção (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Ao se adotar o critério citado por CRUZ et al. (2004) para a identificação dos caracteres de menor importância, percebe-se que para a localidade de Mazagão 12,69% da variabilidade contida nos dados está concentrada entre o último (CP16) e componente principal 7 (CP7), situação em que oito, ou seja, 50% dos 16 caracteres avaliados são considerados passíveis de descarte. Assim, verifica-se que a altura de plântula – ALT (CP16 = -0,56), a espessura de frutos – EF (CP15 = 0,68), a largura de sementes – LS (CP14 = 0,62), o índice de velocidade de germinação – IVG (CP13 = 0,55), o comprimento de sementes (CP12 = -0,52), o comprimento de frutos – CF (CP11 = 0,58), o número de folhas – NF (CP10 = 0,59) e a germinação de sementes – GER (CP7 = -0,50), são passíveis de serem eliminados (Tabela 10).

Na localidade de Macapá os caracteres passíveis de descarte são: altura de plântula – ALT (CP16 = -0,64), germinação de sementes – GER (CP15 = -0,47), diâmetro ao nível do colo – DNC (CP14 = -0,53), número de folhas – NF CP12 = 0,72), número de catafilos – NC (CP11 = 0,72), altura da inserção da primeira folha em plântulas – AIPF (CP10 = 0,64), espessura de sementes – ES (CP9 = 0,52), comprimento de frutos – CF (CP8 = 0,47), índice de velocidade de germinação – IVG (CP7 = 0,65), comprimento de sementes – CS (CP6 = 0,58), largura de sementes – LS (CP5 = 0,66) e massa fresca de frutos – MF (CP4 = 0,87) (Tabela 11).

Em 34 matrizes de *C. phyllacanthus*, conforme estudos feitos por ARRIEL et al. (2004), dos 15 caracteres avaliados, sete foram considerados passíveis de eliminação, entre os quais encontram-se o comprimento, a largura e a espessura de sementes; ainda para esta mesma espécie em 39 matrizes avaliadas para 9

caracteres ARRIEL et al. (2005) verificaram que destes, cinco caracteres são passíveis de descarte.

ALVES et al. (2003), para 31 acessos de *T. grandiflorum* analisados por 53 caracteres em quatro descritores (folha, flor, frutos e agronômicos), seguindo a técnica dos componentes principais e com o procedimento de descarte citado por CRUZ et al. (2004), identificaram sete caracteres de folha (50%), oito de flor (44%), sete de fruto (44%) e dois agronômicos (40%), como sendo passíveis de descarte.

CRUZ et al. (2004) enfatizam que caracteres dispensáveis são aqueles invariantes ou redundantes por serem correlacionadas a outras. Na Tabela 12, para a localidade de Mazagão, são apresentadas as estimativas dos coeficientes de correlação entre os 16 caracteres avaliados. Notam-se boas estimativas de correlação ($r > 10,701$) entre a altura e altura de inserção da primeira folha ($r = 0,75$), a espessura e largura de frutos ($r = 0,86$), a largura e a espessura de sementes ($r = 0,90$), o comprimento e espessura de sementes ($r = 0,73$) e o comprimento e a largura de frutos ($r = 0,77$); correlação moderada ($10,501 < r < 10,701$) foi verificada entre índice de velocidade de germinação e o teor de óleo nos cotilédones ($r = 0,54$).

A germinação e o número de folhas apresentaram correlação fraca ($r < 10,501$) com os caracteres de maior importância para o estudo da divergência genética, que para esta localidade foram espessura e massa de sementes, diâmetro ao nível do colo, número de gemas axilares protegidas por catáfilos e altura de inserção da primeira folha em plântulas, largura e massa fresca de frutos e teor de óleo nos cotilédones.

Para Macapá (Tabela 13), a massa fresca de sementes apresentou altas correlações ($r > 10,701$) com todos os caracteres de sementes, frutos e plântulas passíveis de descarte; altas estimativas de correlação também foram obtidas entre comprimento e largura de frutos ($r = 0,85$), comprimento e espessura de frutos ($r = 0,85$), e massa fresca e largura de frutos ($r = 0,64$). Verifica-se assim que, para as duas localidades os pares envolvem sempre um caráter importante para a divergência de acordo com a técnica dos Componentes Principais.

Ainda, para a localidade de Macapá, percebe-se que apenas quatro dos 16 caracteres avaliados, ou seja, apenas 25% dos caracteres são responsáveis por cerca de 90% da variação dos dados, sendo estes a massa de sementes, a largura e espessura de frutos e o teor de óleo nos cotilédones. Percebe-se, também, que desses quatro caracteres, três também estão entre os mais importantes para a localidade de Mazagão.

A redução do número de caracteres, por eliminação daqueles que pouco contribuem para a descrição dos acessos no melhoramento genético, torna o processo de avaliação menos oneroso (ARRIEL et al., 2004), propiciando economia de tempo e recursos materiais, ao mesmo passo que disponibiliza informações para a conservação da espécie em estudo (ALVES et al., 2003).

Tabela 12. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os 16 caracteres usados na análise de agrupamento entre as 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet., Mazagão, AP, Brasil, 2006.

Caracteres	IVG	CS	LS	ES	MS	ALT	DNC	NF	NC	AIPF	CF	LF	EF	MF	TO
GER ¹	0,57	-0,18	-0,08	0,09	0,05	0,25	0,30	0,29	0,02	0,26	-0,02	-0,25	-0,28	0,21	0,25
IVG		-0,42	-0,52	-0,45	-0,03	-0,17	-0,19	-0,08	0,44	-0,15	-0,40	-0,39	-0,63	-0,21	<u>0,54</u>
CS			0,91	<u>0,73</u>	0,58	-0,01	0,37	-0,19	-0,26	0,14	0,36	0,51	0,52	0,12	-0,34
LS				<u>0,90</u>	0,56	0,04	0,48	-0,08	-0,26	0,22	0,51	0,50	0,61	0,25	-0,41
ES					0,52	-0,02	0,37	-0,01	-0,14	0,24	0,54	0,41	0,57	0,37	-0,38
MS						-0,15	0,16	-0,49	0,01	0,21	0,03	0,05	0,19	0,29	-0,01
ALT							0,48	0,25	-0,57	<u>0,75</u>	0,42	0,24	0,31	0,45	-0,18
DNC								0,38	-0,23	0,33	0,33	0,22	0,25	0,18	0,04
NF									0,02	0,09	0,19	0,11	0,03	-0,03	-0,08
NC										-0,18	-0,43	-0,38	-0,43	-0,32	0,29
AIPF											0,29	0,01	0,20	0,45	-0,17
CF												<u>0,77</u>	0,73	0,63	-0,41
LF													<u>0,86</u>	0,48	-0,50
EF														0,65	<u>-0,71</u>
MF															-0,31

¹ Germinação (GER, $\arcseno[\sqrt{\%100}]$); índice de velocidade de germinação (IVG); comprimento (CS, mm), espessura (ES, mm), largura (LS, mm) e massa fresca (MS, g) de sementes; altura (ALT, cm), diâmetro ao nível do colo (DNC, mm), número de folhas (NF, $\sqrt{x}$), número de gemas axilares protegidas por catáfilos (NC, $\sqrt{x}$) e altura da inserção da primeira folha (AIPF, cm) em plântulas; comprimento (CF, mm), largura (LF, mm), espessura (EF, mm) e massa fresca (MF, g) de frutos e teor de óleo (TO $\sqrt{x}$, %) dos cotilédones.

Tabela 13. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os 16 caracteres usados na análise de agrupamento entre as 25 árvores matrizes de *Carapa guianensis* Aublet., Macapá, AP, Brasil, 2007.

Caracteres	IVG	CS	LS	ES	MS	ALT	DNC	NF	NC	AIPF	CF	LF	EF	MF	TO
GER ¹	0,89	0,89	0,85	0,91	<u>0,97</u>	0,98	0,99	0,95	0,95	0,93	0,24	0,37	0,23	0,45	0,00
IVG		0,83	0,75	0,90	<u>0,88</u>	0,90	0,90	0,85	0,89	0,87	0,28	0,40	0,32	0,52	-0,16
CS			0,77	0,87	<u>0,84</u>	0,92	0,89	0,88	0,89	0,79	0,17	0,30	0,16	0,53	-0,14
LS				0,82	<u>0,81</u>	0,84	0,84	0,79	0,77	0,81	0,23	0,31	0,14	0,44	0,19
ES					<u>0,90</u>	0,94	0,94	0,90	0,93	0,87	0,17	0,28	0,20	0,44	-0,08
MS						0,95	0,96	0,93	0,93	0,92	0,25	0,35	0,21	0,47	0,00
ALT							0,99	0,97	0,97	0,93	0,20	0,31	0,18	0,41	-0,08
DNC								0,96	0,96	0,93	0,20	0,33	0,20	0,42	-0,02
NF									0,95	0,93	0,21	0,36	0,24	0,44	-0,13
NC										0,91	0,16	0,31	0,20	0,47	-0,09
AIPF											0,21	0,36	0,22	0,39	0,00
CF												<u>0,85</u>	<u>0,85</u>	0,44	0,15
LF													0,94	<u>0,64</u>	0,02
EF														0,52	-0,10
MF															-0,02

¹ Germinação (GER, $\arcseno[\sqrt{\%100}]$); índice de velocidade de germinação (IVG); comprimento (CS, mm), espessura (ES, mm), largura (LS, mm) e massa fresca (MS, g) de sementes; altura (ALT, cm), diâmetro ao nível do colo (DNC, mm), número de folhas (NF, $\sqrt{x}$), número de gemas axilares protegidas por catáfilos (NC, $\sqrt{x}$) e altura da inserção da primeira folha (AIPF, cm) em plântulas; comprimento (CF, mm), largura (LF, mm), espessura (EF, mm) e massa fresca (MF, g) de frutos e teor de óleo (TO $\sqrt{x}$, %) dos cotilédones.

6. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. Há grande variabilidade entre as árvores matrizes de *C. guianensis* quanto aos caracteres biométricos de frutos e sementes, processo germinativo, desenvolvimento inicial de plântulas e teor de óleo nos cotilédones;
2. Oito (50%) e 12 (75%) dos 16 caracteres avaliados, respectivamente, nas localidades de Mazagão e Macapá, apresentam pequena importância para a divergência; dos caracteres mais importantes para a divergência, a massa de sementes, a largura de frutos e o teor de óleo foram comuns nas duas localidades;
3. De modo geral, o agrupamento obtido pelo algoritmo de Tocher e pelo método UPGMA, para as 25 árvores matrizes de andiroba nas duas localidades analisadas, apresentaram-se concordantes;
4. A distância geográfica entre as árvores matrizes de *C. guianensis* não está relacionada com a divergência genética com base nos caracteres avaliados;
5. A divergência genética evidenciada entre as árvores matrizes nas duas localidades estudadas permite o direcionamento para a colheita de sementes de forma a subsidiar trabalhos de conservação e/ou melhoramento genético da espécie.

7. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. V.; BORTOLOZO, F. R.; MORAES, M. L. T.; ANDRADE, J. A. C. Genetic variation in *Astronium fraxinifolium* populations in consortium, **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 3, n. 2, p. 95-106, 2003.
- ALVES, R. M. **Caracterização genética de população de cupuazeiro, *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex. Spreng.) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânicos-agronômicos**, 2002, 146p., Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- ALVES, R. M.; GARCIA, A. A. G. F.; CRUZ, E. D.; FILGUEIRA, A. Seleção de descritores botânico-agronômicos para a caracterização de germoplasma de cupuazeiro, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 7, p. 807-818. 2003.
- AMORIM, A. C. L.; CARDOSO, M. G. C.; BRASIL, J. E. B. P. P.; SOUZA, P. E. S. SHAN, A. Y. K. V.; PEREIRA, A. A. Caracterização e avaliação do rendimento do óleo essencial das folhas frescas da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.). In: II Congresso brasileiro de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel. Lavras, MG. **Anais do II Congresso brasileiro de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel**, 2005.
- AMORIM, I. L.; DADIVE, A. C.; CHAVES, M. M. F. Morfologia do fruto e da semente, e germinação da semente de *Trema micrantha* (L.) Blum, **Cerne**, Lavras, MG, v. 3, n. 1, p. 138-152, 1997.
- ANDERSON, T. W. **An introduction to multivariate statistical analysis**, New York, John Wiley & Sons, 1958, 345p.
- ANDERSON, A. B.; GELY, A.; STRUDWICK, J.; SOBEL, C. L.; PINTO, M. G. C. Um sistema Agroflorestal na várzea do Estuário Amazônico (Ilha das Onças, Município de Barcarena - PA). **Acta Amazônica**, v.15, n. 1/2, p. 195-224 (Suplemento). 1985.
- ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de Cedro - *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), **Revista Brasileira de sementes**, v. 16, n. 1, p. 34-40, 1994.

- ARAÚJO-NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M.; PAULA, R. C. Caracterização morfológica de frutos, sementes e desenvolvimento pós seminal de Monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.), **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 203-211, 2002.
- ARAÚJO, M. M., LONGHI, S. J., BRENA, D. A., BARROS, P, L. C.; FRANCO, S. Análise de agrupamento da vegetação de um fragmento de floresta estacional decidual aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil, **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 133-147, 2004.
- ARAÚJO, S. S.; MATOS, V. P. Morfologia da semente e de plântulas de *Cassia fistula* L. **Revista Árvore**, Viçosa: v. 15, n. 3, p. 217-223. 1991.
- ARRIEL, E. F. **Divergência genética em *Cnidocolus phyllacanthus* (Mart.) Pax. Et K. Hoffm.** 2004, 89 p., Tese (Doutorado em Agronomia, Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.
- ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; BAKKE, O. A.; ARRIEL, N. H. C.. Divergência genética em *Cnidocolus phyllacanthus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm., **Revista de oleaginosas e fibrosas**, v. 8, n. 2/3, p. 813-822, 2004.
- ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; BAKKE, O. A.; SANTOS, D. R.; ARRIEL, N. H. C. Divergência genética entre matrizes de faveleira usando caracteres biométrico de frutos e sementes, **Caatinga**, v.18, n.4, p. 219 -225, 2005.
- ARTAXO, P. A Amazônia e as mudanças globais. **Ciência Hoje**, v.38, n.224, p. 20-25, 2006.
- ASSUNÇÃO, N. S. **Divergência genética em *Cedrela fissilis* vell. Obtida por marcadores rapd.** 2004, 27 p., Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F **Frutos e Sementes: Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**, Viçosa, MG, Editora UFV, 1999, 443 p.
- BARROSO, L. P; ARTES, R.. **Análise Multivariada**, 48º Reunião da RBRAS e 10º SEAGRO, UFV, Departamento de Ciências Exatas, Lavras, MG, 151p, 2003.

BRASIL. **Primeiro relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**, Ministério do meio ambiente dos recursos hídricos e da Amazônia Legal, Brasília, 1998, 273 p.

BEKELE, F. L.; KENNEDY, A. J.; McDAVID, C.; LAUCKNER, F. B.; BEKELE, I. Numeral taxonomic studies on cacao (*Theobroma cacao* L.) in Trinidad, **Euphytica**, v. 75, p. 231-240, 1994.

BOUFLEUER, N. T. **Aspectos ecológicos de Andiroba (*Carapa guianensis* Aublet., Meliaceae), como subsídios ao manejo e conservação**, 2004, 84 p., Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

CANÇADO, G. M. A.; BORÉM, A. Biodiversidade, agropecuária e sustentabilidade. **Informe Agropecuário**, v.22, n.213, p. 39-45, 2001.

CAPELANES, T. M. C.; BIELLA, L. C. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas desenvolvido pela Companhia Energética de São Paulo- CESP. *In*: I Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais. Belo Horizonte, **Anais I Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais**, 5-107 p., 1986.

CAPOBIANCO, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MORIRA, A.; SAWYER, D.; SANTOS, I.; PINTO, L.P. **Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios**, Instituto Socioambiental, São Paulo, 540 p., 2001.

CARDOSO, M. A.; CUNHA, R.; PEREIRA, T. S. Germinação de sementes de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae) e *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae), **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 1, p. 1-5, 1994.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; DESTRO, D.; PRETE, C. E. C.; GONZALES, M. G. N.; POPPER, I.; ZANATTA, S.; SILVA, F. A. M. Seleção de genótipos parentais de acerola com base na divergência genética multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, p. 1613-1619, 2000.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**, 4ª Ed, FUNEP, Jaboticabal, SP, 2000, 588p.

CARRUYO, L. J. *Carapa guianensis* Aublet.. *In*: Simpósio Internacional sobre Plantas de Interesse Econômico de la Flora Amazonica, 1972, Belém, Anais do

Simpósio Internacional sobre Plantas de Interesse Econômico de la Flora Amazônica, **Turrialba**, Costa Rica, Parte I, Informacion General, Unidade de Documentación, 1972, p. 249-254.

CASTRO, E R. Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia, **Novos Cadernos NAEA**, v. 8, n. 2, p. 5-39, 2005.

CAVALCANTE, F.J.B.; FERNANDES, N.P.; ALENCAR, J.C.; SILVA, M.F. **Pesquisa e identificação de espécies oleaginosas nativas da Amazônia**. Relatório Técnico, Convênio CODEAMA-INPA, Manaus, Amazonas, 1986.

CHAGAS, M. A. A. **Unidades de conservação no Amapá**. In: Anais do *Forest´96*, Manaus, p. 139-140. 1996.

CLOUTIER, D.; PÓVOA, J. S. R.; PROCÓPIO, L. C.; LEÃO, N. V. M.; WADT, L. H. O.; CIAMPI, A. Y.; SCHOEN, D. J. Chloroplast DNA variation of *Carapa guianensis* Aublet. In the Amazon basin, **Silvae Genética**, Frankfurt, v. 54, n. 6, p. 270-274, 2005.

CLOUTIER, D.; KANASHIRO, M.; CIANPI, A. Y.; SCHOEN, D. J. Impact of selective logging on inbreeding and gene dispersal in an Amazonian tree population of *Carapa guianensis* Aubl., **Molecular Ecology**, Oxford, v. 1, n. 4, p. 799-809, 2007.

CONNOR, K.F.; FERRAZ, I.D.K.; BONNER, F.T.; VOZZO, J.A. Effects of Desiccation on the Recalcitrant Seeds of *Carapa guianensis* Aubl. and *Carapa procera* DC., **Seed Technology**, v. 20, n. 1, p. 73-82. 1998.

COSTA, M. N. **Análise dialélica das capacidades geral e específica de combinação utilizando técnicas uni e multivariadas de divergência genética em mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 2006, 129p., Tese (Doutorado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Paraíba, Paraíba.

CRUZ, C. D. **Aplicações de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**, 1990, 188 p., Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, Viçosa, UFV Imprensa Universitária, 1997, 390p
- CRUZ, C. D. **Aplicativo computacional em genética e estatística**, Viçosa, MG, UFV, 2001, 648 p.
- CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae Caesalpinioideae), **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, p. 161-165, 2001.
- CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis cf. venulosa* MART.& EICHLER- Sapotaceae). **Acta Amazônica**, v. 33, n. 3, p. 389-398, 2003a.
- CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A. C. Smith (Lecythidaceae), **Acta Amazonica**, v. 33, n. 3 . p. 381-388. 2003b.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, Viçosa, MG, UFV, vol. 2, cap. 6, 357-434 p., 2003.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, Viçosa, MG, UFV, v. 1, 2004, 480 p.
- DAYANANDAN, S.; DOLE, J.; BAWA, K.; KESSELI, R. Population structure delineated with microsatellite markers in fragmented populations of a tropical tree, *Carapa guianensis* (Meliaceae), **Molecular Ecology**, v. 8, p. 1585-1592, 1999.
- DAMIÃO-FILHO, C.F. **Morfologia e anatomia de sementes**. FCAV/UNESP, (Morfologia e Anatomia de Sementes, Pós-graduação em Agronomia, UNESP-FCAV), Jaboticabal, 1993, 145p,
- DAMIÃO-FILHO, C.F.; MÔRO, F.V. **Morfologia Vegetal**, FUNEP, Jaboticabal, 2005, 172p.
- DIAS, L. A. S. **Divergência gnética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. 1994, 94 p., Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

DONADIO, N. M. M.; DEMATÊ, M. E. S. P. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de Sapuva (*Machaerium stipitatum* (DC.) Vog) – Fabaceae, **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 193-199, 2000.

EDWARDS, D.G.W. Forest tree seeds at the end of the 20th century: major accomplishments and needs. *In*: KRISHNAPILLAY, B.; SOEPADMO, E.; ARSHAD, N.L.; WONG, A.; APPANAH, S.; CHIK, S.W.; MANOKARAN, N.; TONG, H.L.; CHOON, K.K. (Eds.). **International Union of Forestry Research Organization**, IUFRO, Kuala Lumpur, Malaysia, IUFRO WORLD CONGRESS, v. 21, v. 1, p. 54. 2000.

ESRI - ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, **Introducing Arcview**, Redlands, 2000. 98p.

EVERITT, B. **Cluster Analysis**, London, Heinemann Educational, 1974, 122p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C **Introduction to quantitative genetics**, Longman, London, 1996, 464 p.

FAO - Food and Agricultural Organization of the United Nations. **Silvicultural Research in the Amazon National Forestry School**, Curitiba, Brasil, FO/SF/BRA 4, Relatório Técnico 3, Roma, Italy, 1971, 192 p.

FARIAS NETO, J. T.; BIANCHETTI, A. Estudo do potencial genético de duas populações de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae), **Revista Árvore**, v. 25, p. 413-417, 2001.

FARIAS NETO, J. T. ; CASTRO, A. W. V.; BIANCHETTI, A. Aplicação da seleção precoce em famílias de meios irmãos de taxi-branco, **Acta Amazônica**, v. 33, n. 1, p. 85-91, 2003.

FEARNSIDE, P. M. Avaliação e identificação das causas e dos agentes de desmatamento. *In*: SIMPÓSIO DA AMAZÔNIA, Belém, 1992, **Anais do Simpósio da Amazônia**, Pará, 177-184 p., 1992.

FEARNSIDE, P.M.; FERRAZ, J. A conservation gap analysis of Brazil Amazonian vegetation. **Conservation biology**, v. 9, n. 5, p. 1134-1147, 1995.

FREIRE, D. C. B.; BRITO-FILHA, C. R. C.; CARVALHO-ZILSE, G. A. Efeito dos óleos vegetais de andiroba (*Carapa* sp.) e Copaíba (*Copaifera* sp.) sobre forídeo,

pragas de colméias, (Diptera:Phoridae) na Amazônia Central, **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p. 365-368, 2006.

FREITAS, J. L.. Processos fenológicos de *Virola surinamensis* (Rol) Warb. e *Carapa guianensis* Aubl. em ecossistema florestal de várzea na Ilha do Pará, Afuá,Pará. In: **Anais do IV Congresso internacional de compensado e madeira tropical**, Belém, IV Congresso Internacional de Compensado e Madeira Tropical, 1999.

FREITAS, M.L.M.; AUKAR, A.P.A.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T.; LEMOS, E.G.M. Variabilidade genética intrapopulacional em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. por marcador AFLP, **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 21-28, 2005.

FERRAZ, I. D. K.; SAMPAIO, P. T. B. Métodos simples de armazenamento das sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet. e *Carapa procera* D.C. – Meliaceae), **Acta Amazonica**, v. 26, n. 3, p. 137-144, 1996.

FERRAZ I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D. C.): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. **Acta Amazônica**, v. 32, n. 4, p. 647-661, 2002.

FERRAZ, I. D. K. **Andiroba *Carapa guianensis* Aublet. Informativo técnico da rede de sementes da Amazônia**, nº 1, 2003.

FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C. SAMPAIO, P. T. B. Andiroba: *Carapa guianensis* Aubl. E *Carapa procera* D. C. Meliaceae, **Manual de Sementes da Amazônia**, fascículo I, 8 p., 2003.

FERREIRA, C.A.G. Recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**. v.21, n. 202, p.127-130, 2000.

FERRI, M. G.; MENESES, N. L.; MONTEIRO, W. R. **Glossário Ilustrado de Botânica**, Editora Nobel, São Paulo, SP, 197 p., 1981.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia, **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo, UFP. 528 p., 2004.

FONT-QUER, P. **Dicionário de Botânica**, Barcelona, Labor, 1244 p., 1963.

- FOUNIER, L.A. *Carapa guianenses* Aublet. **Tropical Tree Seed Manual**: part II species descriptions, Universidade de Costa Rica, Costa Rica, 2003, p. 360–362.
- FUZETO, A. P.; LOMÔNACO, C. Potencial plástico de *Cabralea canjerana* subsp. *Polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em áreas de cerrado e vereda, Uberlândia, MG, **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 2, p. 169-176, 2000.
- GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 71-82, 2003.
- GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Circular Técnica, 171, Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, Piracicaba, SP, 12 p., 1989.
- GENTIL, D.F.O.; FERREIRA, S.A.N. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae), **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 337-342, 2005.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**, 14^a Edição, Piracicaba, SP, ESALQ, 2000, 477 p.
- GONDIM, M. J. C. Dispersão de sementes de *Trichilia* spp. (Meliaceae) por aves em um fragmento de mata mesófila semidecídua, Rio Claro, SP, Brasil. **Ararajuba**, v. 9, n. 2, p. 101-112, 2001.
- GROTH, D.; LIBERAL, O. H. T. **Catálogo de identificação de sementes**, Campinas, SP, Fundação Cargill, 182 p. 1988.
- GUARIGUATA, M. R.; CLAIRE, H. A. ; JONES, G. Tree Seed Fate in a Logged and Fragmented Forest Landscape, Northeastern Costa Rica, **Biotropica**, v. 34, n.3, p. 405–415, 2002.
- GUNN, C. R. Seed topography in the Fabaceae, **Seed Science and Technology**, n. 9, p. 737-757. 1981.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHUAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**, Porto Alegre, Artmed Editora S. A. 2005, 593 p.

HALL, P.; ORRELL, L.C.; BAWA, K.S. Genetic diversity and mating system in a tropical tree, *Carapa guianensis* (Meliaceae), **American Journal of Botany**, v. 81, n. 9, p. 1104-1111, 1994.

INPE. **Relatório do monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite - 1992 – 2000**, São Paulo, Inpe, 2001.

JORDÃO, A. L.; SILVA, R. A. **Guia de pragas agrícolas para o manejo integrado no Estado do Amapá**, Ribeirão Preto, Editora Holos, 2006, 182 p.

KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. 1980, 125p, Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros” (ESALQ), Piracicaba, SP.

KAGEYAMA, P. Y. Conservação “*in situ*” de recursos genéticos de plantas. *In: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais* - IPEF, Piracicaba, SP, ESALQ/USP, n. 35, p. 7-37, 1987.

KAGEYAMA, P. Y.; CUNHA, G. C.; BARRETO, K. D.; GANDARA, F. B.; CAMARGO, F. R. A.; SEBBEN, A. M. Diversidade e autocorrelação genética espacial em populações de *Ocotea adorifera* (Lauraceae), **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 108-119, 2003.

KAGEYAMA, P.; CARON, D.; GANDARA, F.; MARTINS, K.; OLIVEIRA, L. H.; WADT, C. M. B. L.; BOUFLEUER, T.; RIBAS, L. A.; MORENO, A.M. FERRAZ, E. M. Genetic and ecological aspects of nonwood forest product exploitation in two western Amazonian settlements, p. 149-185, 2004. *In: VINCETI, B.; AMARAL, W.; MEILLEUR, B. Challenges in managing forest genetic resources for livelihoods: examples from Argentina and Brazil*, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 2004, 284 p.

KLIMAS, C. A. **Ecological review and demographic study of *Carapa guianensis***, 2006, 78 p., Dissertação (Mestrado) – Universidade da Flórida, Flórida, Flórida, USA.

LEITE, A. M. C. **Ecologia de *Carapa guianensis* Aublet (Meliaceae) “Andiroba”**, 1997, 180 p., Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, 1^a ed, São Paulo, Editora Platarum, 1992, 373 p.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. Essências madeireiras da Amazônia, Manus, INPA, SUFRAMA, v. 2; 1979, 245 p.
- McHARGUE, L.A.; HARTSHORN, G.S. Seed and seedling ecology of *Carapa guianensis*, **Turrialba**, n. 33, p. 399-404, 1983.
- MAÊDA, J. M.; PIRES, I. E.; BORGES, R. C. G.; CRUZ, C. D. Critérios de seleção uni e multivariados no melhoramento genético da *Virola surinamensis* Warb., **Floresta e Ambiente**, v. 8, p. 61-69, 2001.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evolution for seedling emergence vigor, **Crop Sci**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MARDIA, A. K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**, London, Academic Press, 1997, 518 p.
- MARTINS, I. S. M.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, M. C. Divergência genética em progênies de uma população de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH, **Floresta e Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 81-89, 2002.
- MAUÉS, M. M. **Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e sua importância para o manejo e conservação florestal**: Floresta Nacional de Tapajós (Belterra – PA), 2006, 206 p., Tese (Doutorado) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.
- MELO, M. G. G; MENDONÇA, M. S; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae), **Acta Amazônica**, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.
- MELO, M. F. F; VARELA, V. P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia. I *Dinizia excelsa* Ducke (angelim-pedra). II *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (cedrorana) – Leguminosae: Mimosoideae,. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 34-62, 2006.
- MENDONÇA-HAGLER, L. C. S. Biodiversidade e biossegurança. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v.18, p. 16-22, 2001.

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Produtos potenciais da Amazônia:** Andiroba, MMA/SUFRAMA/SEBRAE/GTA, Brasília, v. 19, 1998, 36 p.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Biodiversidade Amazônica:** exemplos e estratégias de utilização, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, Manaus, AM, 2000.
- MITTERMEIR, A.; WERNER, T.; AIRES, J. M.; FONSE, G. A. B. O. O país da megadiversidade. **Ciência Hoje**, v. 14, n. 81, p. 20-27, 1992.
- MORAES, M. L. T.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Diversidade e Estrutura genética espacial em duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Sob diferentes condições antrópicas, **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 281-289, 2005.
- MOREIRA-CONEGLIAN, I.R; OLIVEIRA, D.M.T. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Caesalpinioideae (Fabaceae), **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 2, p.193-207, 2006.
- MORI, E. S.; SANTOS, P. E. T. **Programa cooperativo interação genótipo x ambientes**, Série Técnica, IPEF, Piracicaba, SP, v. 6, n. 21, p. 1-33, 1989.
- MORI, E. S. Genética de populações arbóreas; orientações básicas para seleção e marcação de matrizes, **IF Ser. Reg**, n. 25, p. 35-44, 2003.
- NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; SOUSZ, N. R.; GARCIA, T. B.; CRAVO, M. S. C.; COUTINHO, E. F.. Divergência genética entre clones de guaranazeiro, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 501-506, 2001.
- NEVES, O. S. C.; BENEDITO, D. S.; MACHADO, R. V.; CARVALHO, J. G. C. Crescimento, produção de matéria seca e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) cultivadas em solo de várzea, em função de diferentes doses de fósforo, **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 343-349, 2004.
- OLIVEIRA, E. C.; PEREIRA, T. S. Morfologia dos frutos alados em Leguminosae - Caesalpinioideae - *Martiodendron* Gleason, *Peltophorum* (Vogel) Walpers, *Sclerolobium* Vogel, *Tachigalia aublet* e *Schizolobium* Vogel, **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 36, n. 60, p. 35-42, 1984.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas. *In*: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**, ABRATES, Brasília, p. 175-213, 1993.

OLIVEIRA, A. A. **Diversidade, estrutura e dinâmica do componente arbóreo de uma floresta de terra firme de Manaus, Amazonas**. 1997, 187 p., Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, D.M.T. **Análise morfológica comparativa de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de 30 espécies de Fabaceae ocorrentes no Estado de São Paulo**. 1997, 2127 p., Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

OLIVEIRA, A.F. **Estrutura genética de populações naturais de *Copaifera langsdorffii* Desf. a partir de isoenzimas**, 2000, 145 p., Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, C. A. M.; SILVA, E. F.; MOLICA, S. G.; FERREIRA, R. L. C.; LIRA, D. A. S.; BARROS JÚNIOR, J. A. B. Diversidade e estrutura genética em populações de *Caesalpinia echinata* (Lam.) na Estação Ecológica do Tapacurá, PE, **Scientia Forestalis**, n. 70, p. 77-83, 2006.

OLIVEIRA, M. S. P.; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. S. Divergência genética entre acessos de açaizeiro fundamentada em descritores morfoagronômicos, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 501-506, 2007.

PAIVA, J. R.; CAVALANTE, J. J. V.; SABRY NETO, H.; FREITAS, A. S. M.; DOUZA, F. H. L. Variabilidade genética em caracteres morfológicos de populações de plantas jovens de acerola (*Malpighia emarginata*), **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 350-352, 2001.

PAVAN, B. E.; PAULA, R. C.; SENA, J. A. D; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.. Genetic divergence among *Eucalyptus spp* clones using RAPD markers,. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6, n. 3, p. 194-202, 2006.

PATEL, J. A.; SHUKLA, M. R.; DOSHI, K.M.; PATEL, B. R.; PATEL, S. A.. Combining ability analysis for green fruit yield and components in Chilli (*Capsicum annuum* L.), **Capsicum and Eggplant Newsletter**, v. 17, p. 34-37p, 1998.

- PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras Nativas**: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso, 1^o ed, Brasília, Editora da Fundação Mokiti Okada – MOA, 1997, 543 p.
- PENIDO, C.; COSTA, K. A.; PENNAFORTE, R. J.; COSTA, M. F. S., PEREIRA, J. F. G.; SIANI, A. C.; HENRIQUES, M. G. M. O. Anti-allergic effects of natural tetranortriterpenoids isolated from *Carapa guianensis* Aublet on allergen-induced vascular permeability and hyperalgesia, **Inflammation Research**, n. 54, p. 295-303, 2005.
- PENNINGTON, T.D. Meliaceae (Mahogany Family). *In*: SMITH, N., MORI, S.A HENDERSON, A., STEVENSON, D.W., HEALD, S.V. **Flowering Plants of the Neotropics**, The New York Botanical Garden, UK, Princeton University Press, Princeton, NJ, 594 p, 2004.
- PENNINGTON, T. D. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil, Meliaceae. **Rodriguésia**, v. 57. n. 2, p. 207-246, 2006.
- PINTO, D. D.; MOURÃO, K. S. M.; SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S. Morfo-anatomia do fruto e da semente em desenvolvimento de *Guarea macrophylla* Vahl. (Meliaceae), **Acta Científica Venezolana**, v. 54, p. 238-246, 2003.
- RABELO, B. V. (Coord.) **Macrodiagnóstico do estado do Amapá primeira aproximação do ZEE**. 1^o ed, Amapá, Editora AMApaz Comunicação & Marketing, 2002, 140 p.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**, Lavras, MG, UFLA, 2000, 472 p.
- RAJORA, O. P.; PLUHAR, S. A. Genetic diversity impact of Forest fire, Forest harvesting and alternative reforestation practices in black spruce (*Picea mariana*), **Theoretical and Applied Genetics**, Berlim, v. 106, n. 7, p. 1203-1212, 2003.
- RAO, R. C. **Advanced statistical methods in biometric research**, New York, J. Wiley, 1952, 330 p.
- RAPOSO, A. **Estrutura genética e fluxo gênico de populações naturais de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. Meliaceae) visando o manejo e conservação da espécie**, 2007, 150 p., Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

- REIS, M.S. **Distribuição e dinâmica da variabilidade genética em populações naturais de palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius)**. 1996. 200 p., Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- RENCHE, A. C. Interpretation of canonical discriminant functions, canonical variates, and principal components, **The American Statistician**, v. 46, n. 3, p. 217-225, 1992.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**, Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 907 p.
- RIBEIRO, J. E. L.S.; HOPKIN S, M. J. G.; VICENTI, 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. **Flora da Reserva Ducke, guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. INPA, Manaus, 1999, 780p.
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica Econômica Brasileira**, EDUSP, São Paulo, SP, 1976.
- RODRIGUES, R. M. **A Flora da Amazônia**, Belém, CEJUPE, Utilidades industriais, Plantas Medicinais, 1989, 462 p.
- SAMPAIO, P. T. B. Andiroba (*Carapa guianensis* Aublet.). In: CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização**, Manaus, INPA, Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000, p. 243-251.
- SANTOS, D. L.; TANAKI, M. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil, **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 3, p. 625-632, 2005.
- SCARCELLO, M.; BORGES, K. H.; ROSA DOS SANTOS, M. L. **Manejo de Recursos Não-Madeireiros: perspectivas para Amazônia**. Relatório Parcial. Rio Branco, S.O.S. Amazônia, SEBRAE-AC, UFAC, CNPT-IBAMA, PPG7, EMBRAPA/AC, 1999, 48 p.

SCARANO, F. R.; PEREIRA, T. S.; RÔÇAS, G. Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the Amazon, **Plant Ecology**, n. 168, p. 291-296, 2003.

SCHMIDT, P. B.; VOLPATO, E. Aspectos silviculturais de algumas espécies nativas da Amazônia, *Acta Amazônica*, Manaus, v. 2, n. 2, p. 99-122, 1972.

SCHNEIDER, R.; ARIMA, E.; VERÍSSIMO, A.; SOUZA JÚNIOR, P. B. C. S. J. **Amazônia sustentável: limitantes e oportunidade para o desenvolvimento rural**. Série Parcerias, nº 1, World Bank, Instituto do Homem, Meio Ambiente da Amazônia, Brasília, 2000.

SEBBEN, A. M. SEOANE, C. E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; VENCOSY, R. Efeitos do manejo na estrutura genética de populações de caixeta (*Tabebuia cassinoides*), **Scientia forestalis**, n 58, p. 127–143, 2000.

SEBBEN, A.M.; ETTORI, L.C. Conservação genética *ex situ* de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progenies misto, **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 13, n. 22, p. 201-211, 2001.

SEBBEN, A. M. Amostragem para estimativa de frequências alélicas e índices de diversidade genética em espécies florestais, **Revista do Instituto Florestal**, v. 14, n. 1, p. 27-38, 2002.

SHANLEY, P.; CYMERYS, M.; GALVÃO, J. **Frutíferas da mata na vida amazônica**, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, CIFOR, IMAZON, Belém, 1998, 127 p.

SILVA, C. L. M. **Obtenção de estéres etílicos a partir da transesterificação do óleo de andiroba com etanol**, 2005, 64p, Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

SILVA COSTA, L. G.; NASCIMENTO, Z. P. D.; BORRALHO DA SILVA, I. C.; SOUSA, A. L.; ALMEIDA, S. S. Projeto viabilidade técnica do extrativismo vegetal na Amazônia: o caso da andiroba e copaíba, **Relatório Parcial**, Belém, 2003. 41 p.

SILVA FILHO, D. F.; ANDRADE, J. S.; CLEMENTE, R.; MACHADO, F. M.; NODA, H. Correlações fenotípicas, genéticas e ambientais entre descritores morfológicos

e químicos em frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia, **Acta Amazônica**, v. 24, n. 4, p. 503-511, 1999.

SIVAM – SISTEMA DE VIGILÂNCIA DA AMAZÔNIA. **Amazônia Legal**. Disponível em: <<http://www.sivam.gov.br/AMAZONIA/apres1.htm>>, acessado em: 10 out. 2007.

SKOLE, D.L.; CHOMENTOWSKI, W.H.; SALAS, W.A.; NOBRE, A.D. Physical and human dimensions of deforestation in Amazônia. **BioScience**, v. 44, n. 5, p. 314-322, 1994.

SKOLE, D.L.; TUCKER, C.J. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. **Science**, v. 260, p. 1905-1910, 1993.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrativo para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2005, 609 p.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA - SUDAM. **Levantamentos florestais realizados pela missão FAO na Amazônia (1956-1961)**, SUDAM/MINTER, Belém, v. 1, 1975, 397 p.

TONINI, H., ARCO-VERDE, M. F. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, p. 633-638, 2005.

VAN LAAR, A. Multivariate analysis: a way to better understanding of complexity, **South African Forestry Journal**, v. 141, 1987, p. 34-41.

VÁZQUEZ-YANES, C.; ARÉCHIGA, M.R. *Ex situ* conservation of tropical rain forest seed: problems and perspectives, **Interciencia**, v. 21, n. 5, p. 293-298. 1996.

VERÍSSIMO, A.; LIMA, E. **Caracterização dos pólos madeireiros da Amazônia legal**, Documento Inteiro, IMAZON, 1999.

VERÍSSIMO, A.; CAVALCANTE, A.; VIDAL, E.; LIMA, E.; PANTOJA, F.; BRITO, M. **O setor madeireiro no Amapá**: situação atual e perspectivas para o desenvolvimento sustentável, Governo do Estado do Amapá e IMAZON, 1999, 74 p.

- VIEIRA, I. C. G.; GALVÃO, N.; ROSA, N. de A. Caracterização morfológica frutos e germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Amazônia, **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, v. 12, p. 289-302, 1996.
- VIEIRA, S.; TRUMBORE, S.; CAMARGO, P.B.; SELHORST, D.; CHAMBERS, J.Q.; HIGUCHI, N.; MARTINELLI, L.A.. Slow growth rates of Amazonian trees: consequences for carbon cycling, **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 102, n. 51, p. 18502- 18507, 2005.
- VINSON, C.C.; AZEVEDO, V.C.R.; SAMAPAI, I.; CIAMPI, A.Y. Development of microsatellite markers for *Carapa guianensis* (Aubl.), a tree species from the Amazon forest, **Molecular Ecology Notes**, v. 5, p. 33-34, 2005.
- VOLPATO, E.; SCHMIDT, P.B.; ARAÚJO, V. C. *Carapa guianensis* Aubl. (Andiroba): estudos comparativos de tratamentos silviculturais, **Acta Amazônica**, v. 2, n. 3, p. 75 - 81, 1972.