

**HÉRIA DE FREITAS TELES**

**CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES COM  
OCORRÊNCIA NATURAL DE *Acrocomia aculeata* (Jacq.)  
Lodd. ex Mart. E SUAS POPULAÇÕES NAS REGIÕES  
CENTRO E SUL DO ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientadora:

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Larissa Leandro Pires**

Co-orientador:

**Prof. Dr. José Garcia de Jesus**

Goiânia,GO - Brasil

2009

**HÉRIA DE FREITAS TELES**

**CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES COM  
OCORRÊNCIA NATURAL DE *Acrocomia aculeata* (Jacq.)  
Lodd. ex Mart. E SUAS POPULAÇÕES NAS REGIÕES  
CENTRO E SUL DO ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 27 de fevereiro de 2009, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

---

Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro  
EA – UFG

---

Dr. Adelião Cargnin  
Embrapa

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Larissa Leandro Pires  
EA - UFG

À meu pai , Vilmar  
À minha mãe, Mariana  
À meu irmão, Winkler e  
em memória de minha avó  
Elvira e padrinho Volnei,

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Grande é a minha lista de agradecimentos, o que me torna uma pessoa de muita sorte.

Primeiramente, a Deus, por ser meu refúgio, minha rocha e, nos momentos mais íntimos, meu conselheiro e confidente.

À minha família, muito presente e amiga. Meu pai Vilmar, maior incentivador e apoiador de meus estudos; minha mãe, Mariana, carinhosa e dedicada; e meu irmão Winkler, exemplo de amizade e caráter.

À minha amiga e orientadora, Prof<sup>a</sup> Larissa, pelo apoio, dedicação, paciência, orientação e, principalmente, pela amizade. Exemplo de companheirismo e estímulo a ser seguido. Muito obrigada!

Aos alunos que muito me ajudaram nos trabalhos de campo e laboratório: Afonso Félix C. Ferreira Belo, Arthur da Cunha Pereira, Antonio Henrique C. Ribeiro, Dhiego Felix M. Lima, Divina Cléia Resende dos Santos, Felipe Costa de Freitas, Giovana Prado Silveira, Idália Arruda de Abreu, João Victor Silva Nogueira, Jordana Gabriel Sara, Juliano Queiroz Santana Rosa, Murillo Antunes Mourão, Nathália Caetano Fernandes, Paulo Victor A. Tavares, Renata Apolinário S. Gomes Santos, Ricardo Carneiro de Araújo e Vanessa Lobato Lima.

Aos amigos Renato Andrade Teixeira, Leonardo de Castro Santos, Saulo Araújo de Oliveira, Adriana Teramoto, Cláudia Fabiana Alves Rezende e Welinton Barbosa Mota pela indispensável ajuda, pela amizade e apoio constantes.

Aos professores da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Engler José V. Lobato, Huberto José Kliemann, João Gaspar Farias, Lázaro José Chaves, Magda Beatriz de A. Matteucci, Márcio Caliari, Nori Paulo Griebeler e Ronaldo Veloso Naves, que sempre dispuseram tempo para esclarecer minhas dúvidas e muito contribuíram para a finalização deste trabalho.

Ao Prof. Wilson Mozena Leandro, pelas dúvidas esclarecidas e o seu enorme apoio nas correções e sugestões do trabalho.

Ao grande mestre e amigo, José Garcia de Jesus, pela compreensão durante a condução deste trabalho e pelas lições que não podem ser encontradas em livros.

Aos colegas do Setor de Agricultura e, em especial, a Luis Mauro de Souza, grande amigo.

Aos meus colegas da pós-graduação, por compartilharem o caminho.

A Universidade Federal de Goiás, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, minha gratidão e reconhecimento.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	8
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	11
<b>RESUMO GERAL</b> .....	13
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	14
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.1 SAVANAS .....	17
2.2 ESTADO DE GOIÁS.....	18
2.3 CERRADO .....	20
<b>2.3.1 Clima</b> .....	21
<b>2.3.2 Solo</b> .....	21
<b>2.3.3 Vegetação</b> .....	23
2.4 PALMEIRAS .....	24
<b>2.4.1 Distribuição geográfica</b> .....	25
<b>2.4.2 Morfologia</b> .....	25
<b>2.4.3 Propagação</b> .....	32
<b>2.4.4 Utilidade das palmeiras</b> .....	33
2.5 PALMEIRAS NATIVAS DO CERRADO .....	35
2.6 MACAÚBA.....	35
<b>2.6.1 Distribuição geográfica</b> .....	36
<b>2.6.2 Morfologia</b> .....	37
<b>2.6.3 Utilidades</b> .....	39
2.7 REFERÊNCIAS .....	43
<b>3 AMBIENTES COM OCORRÊNCIA NATURAL DE <i>Acrocomia aculeata</i> NAS REGIÕES CENTRO E SUL DO ESTADO DE GOIÁS</b> .....	52
3.1 INTRODUÇÃO.....	53
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	57
<b>3.3.1 Aspectos gerais</b> .....	57
<b>3.3.2 Características físicas dos solos</b> .....	63

<b>3.3.3 Características químicas dos solos</b> .....	67
<b>3.4 CONCLUSÕES</b> .....	74
<b>3.5 REFERÊNCIAS</b> .....	74
<b>4 CARACTERIZAÇÃO DE POPULAÇÕES NATURAIS DE <i>Acrocomia aculeata</i> NAS REGIÕES CENTRO E SUL DO ESTADO DE GOIÁS</b> .....	79
4.1 INTRODUÇÃO.....	80
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	83
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	86
4.3.1 Aspectos gerais.....	86
4.3.2 Dados biométricos .....	88
4.3.3 Correlações entre as variáveis do solo e os dados biométricos das plantas .....	95
4.4 CONCLUSÕES .....	97
4.5 REFERÊNCIAS.....	97
<b>5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS DE <i>Acrocomia aculeata</i> DE DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DE GOIÁS</b> .....	99
5.1 INTRODUÇÃO.....	100
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	102
5.2.1 Coleta de dados da área e das plantas .....	102
5.2.2 Coleta de frutos.....	104
5.2.3 Caracterização física dos frutos .....	104
5.2.4 Procedimentos estatísticos .....	107
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	108
5.3.1 Caracterização das plantas e produção de frutos.....	108
5.3.2 Partes constituintes dos frutos.....	116
5.3.3 Caracterização física de frutos .....	117
5.3.4 Variabilidade fenotípica.....	127
5.3.5 Correlações.....	129
5.4 CONCLUSÕES .....	131
5.5 REFERÊNCIAS .....	131
<b>6 CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	134
<b>APÊNDICE</b> .....	136

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b>	Usos de distintas partes de <i>Acrocomia aculeata</i> .....	40
<b>Tabela 3.1</b>	Caracterização das áreas com populações de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	58
<b>Tabela 3.2</b>	Valores médios anuais de dados climáticos das áreas com populações de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, segundo Lobato et al. (2002) .....	62
<b>Tabela 3.3</b>	Resultados da análise física do solo, na camada de 0-20 cm, em áreas de ocorrência natural de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), nas regiões Centro e Sul de Goiás.....	64
<b>Tabela 3.4</b>	Classificação suscinta dos solos de ocorrência na topossequência das áreas com populações naturais de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), nas regiões Centro e Sul de Goiás.....	65
<b>Tabela 3.5</b>	Matiz, valor e intensidade da cor do solo na profundidade de 0-20 cm, em amostras de solo úmidas, de áreas com populações naturais de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), nas regiões Centro e Sul de Goiás.....	66
<b>Tabela 3.6</b>	Resultados da análise química do solo na camada de 0-20 cm, em áreas de ocorrência natural de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), nas regiões Centro e Sul de Goiás.....	67
<b>Tabela 3.7</b>	Matriz de correlações de Pearson entre médias de áreas com populações naturais de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), considerando as variáveis de solo, à profundidade de 0-20 cm.....	73
<b>Tabela 4.1</b>	Localização das áreas com populações de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	83
<b>Tabela 4.2</b>	Esquema de análise de variância de plantas para o modelo hierárquico.....	85
<b>Tabela 4.3</b>	Características gerais das plantas de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	87
<b>Tabela 4.4</b>	Intervalo de variação dos dados biométricos de 20% da população de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	90
<b>Tabela 4.5</b>	Dados biométricos de 20% da população de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas com ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	92
<b>Tabela 4.6</b>	Análise de variância dos dados biométricos de 20% da população de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural da espécie, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	94

<b>Tabela 4.7</b>	Estimativas de parâmetros estatísticos dos dados biométricos de 20% das plantas de áreas com populações naturais de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	95
<b>Tabela 4.8</b>	Matriz de correlações de Pearson entre médias de áreas, considerando as variáveis de solo, à profundidade de 0 cm a 20 cm, de áreas com populações naturais de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), e o valor de dados biométricos de indivíduos da espécie.....	96
<b>Tabela 5.1</b>	Localização das áreas com populações de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	103
<b>Tabela 5.2</b>	Esquema de análise de variância de frutos para o modelo hierárquico.....	107
<b>Tabela 5.3</b>	Dados biométricos de plantas e de produção de frutos por planta, em áreas de populações naturais de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás .....	109
<b>Tabela 5.4</b>	Intervalo de variação de dados biométricos de plantas e de cachos de frutos de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), de 70 plantas estudadas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	109
<b>Tabela 5.5</b>	Proporção dos constituintes do fruto de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), provenientes de duas áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	116
<b>Tabela 5.6</b>	Dados biométricos de frutos de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em sete áreas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	118
<b>Tabela 5.7</b>	Caracteres físicos de frutos de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	119
<b>Tabela 5.8</b>	Análise de variância dos caracteres físicos de amêndoas de frutos de macaúba entre as sete áreas de populações de macaúba das regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008 .....	125
<b>Tabela 5.9</b>	Perda de massa de frutos de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ) durante nove semanas, provenientes de sete áreas com populações naturais da espécie, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	127
<b>Tabela 5.10</b>	Análise de variância de caracteres físicos de frutos de macaúba, massa do fruto (P.F.), diâmetro transversal do fruto (D.T.F.), diâmetro longitudinal do fruto (D.L.F.), volume do fruto (V.F.), número de amêndoas por fruto (N.A.), massa total de amêndoas por fruto (P.T.A.), massa média de amêndoas (P.M.A.), comprimento da amêndoa (C.A.), largura da amêndoa (L.A.) e espessura da amêndoa (E.A.) oriundos de sete áreas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008 .....	128
<b>Tabela 5.11</b>	Quantificação da variabilidade dos caracteres físicos dos	

	frutos nos níveis área, planta e frutos, provenientes de sete áreas com populações naturais de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em regiões do Centro e Sul do Estado de Goiás.....	129
<b>Tabela 5.12</b>	Matriz de correlações de Pearson entre médias dos dados biométricos dos frutos e médias das variáveis de fertilidade do solo, de sete áreas com populações naturais de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	130

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	Estado de Goiás e suas mesorregiões.....	19
<b>Figura 2.2</b>	Distribuição geográfica da espécie <i>Acrocomia aculeata</i> pela América Tropical .....	37
<b>Figura 3.1</b>	Localização espacial das dez áreas com populações de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás .....	59
<b>Figura 4.1</b>	Distribuição de frequência para número de cachos por planta de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	89
<b>Figura 4.2</b>	Distribuição de frequência dos diâmetros do estipe, de 20% da população de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	91
<b>Figura 4.3</b>	Distribuição de frequência da variável altura da planta de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), de 20% dos indivíduos da população, em áreas com ocorrência natural nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	93
<b>Figura 5.1</b>	Determinação dos diâmetros longitudinal (A) e transversal (B) de frutos de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ).....	105
<b>Figura 5.2</b>	Determinação do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) da amêndoa de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ).....	105
<b>Figura 5.3</b>	Constituintes do fruto de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ): casca (A), polpa (B) e endocarpo (C).....	106
<b>Figura 5.4</b>	Distribuição de frequência da massa média do cacho e dos frutos do cacho, de 70 plantas de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em sete áreas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	111
<b>Figura 5.5</b>	Distribuição de frequência da variável massa do cacho de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	113
<b>Figura 5.6</b>	Distribuição de frequência da variável massa dos frutos do cacho de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	114
<b>Figura 5.7</b>	Distribuição de frequência da variável número de frutos por cacho de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	115
<b>Figura 5.8</b>	Distribuição de frequência da variável massa do fruto inteiro de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	118
<b>Figura 5.9</b>	Massa do fruto de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em população natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	120
<b>Figura 5.10</b>	Distribuição de frequência das variáveis diâmetros transversal e longitudinal de frutos de macaúba ( <i>Acrocomia</i>	

	<i>aculeata</i> ), em população natural nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	121
<b>Figura 5.11</b>	Distribuição de frequência da variável volume do fruto de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em sete áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	122
<b>Figura 5.12</b>	Distribuição de frequência da variável número de amêndoas por fruto de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	123
<b>Figura 5.13</b>	Frutos de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ) sem amêndoas.....	123
<b>Figura 5.14</b>	Distribuição de frequência da variável massa média individual da amêndoa por fruto de macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), em áreas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.....	124

## RESUMO GERAL

TELES, H. F. **Caracterização de ambientes com ocorrência natural *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart e suas populações nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.** 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 2009.<sup>1</sup>

No Cerrado, algumas espécies de palmeiras se destacam do ponto de vista natural, econômico e ecológico, seja pela predominância, seja pela exuberância da planta ou importância no equilíbrio da fauna e/ou flora, ou ainda pelo aproveitamento de seus produtos e subprodutos pela comunidade local. Dentre estas, a macaúba (*Acrocomia aculeata*) ocorre em abundância em alguns Estados, principalmente em Goiás. Cada vez mais esta palmeira tem despertado interesse, pela sua alta produção de frutos e por possuir diversas utilidades, como alimentícias, forrageira, ornamental e oleaginosa. E, ainda, seus frutos são muito apreciados pelo homem, fauna doméstica e silvestre. Porém, a exploração hoje existente é basicamente extrativista e com baixa produtividade. A instalação de lavouras comerciais convive com uma série de dificuldades, incluindo o desconhecimento de suas exigências ecológicas. Este trabalho objetivou caracterizar ambientes de ocorrência natural da macaúba e suas respectivas populações, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Trabalhou-se com dez áreas, localizadas em sete municípios: Santa Cruz de Goiás, São Miguel do Passa Quatro, São Francisco de Goiás, Paraúna, Jandaia, Indiara e Jaraguá. Foram realizadas caracterizações química e física do solo; além da descrição da topossequência e sua classificação sucinta. Obteve-se também os dados climáticos relativos à série histórica de 1961 a 1990, além de levantamento de dados biométricos das plantas e frutos. De acordo com os resultados, a espécie ocorre em maior densidade em solos de média a alta fertilidade. Áreas com predomínio de Cambissolos e Neossolos, e com textura média ou franco argilo-arenosa, apresentaram maior densidade de plantas. Ocorre, também, maior concentração de macaubeiras nas porções declive convexo, tálus e declive côncavo da topossequência. A macaúba se desenvolve em solos com saturação de bases acima de 50% e altos níveis de potássio, evidenciado até mesmo pela presença de muscovita nas áreas de ocorrência. Existe variabilidade fenotípica dos caracteres estudados entre plantas de macaúba das diferentes áreas e, especialmente, entre as plantas dentro da área. A população de macaúba da área no município de Jandaia é mais produtiva em termos de número de cachos por planta. A macaúba apresenta simultaneamente as fenofases de floração e frutificação, além de cachos de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, produzindo cerca de três a cinco cachos de frutos por planta nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Não há correlação entre os dados biométricos das plantas e as variáveis de fertilidade do solo. Os dados biométricos de frutos possuem variação entre áreas, entre plantas dentro da área e, principalmente, entre frutos no cacho. O micronutriente ferro no solo correlaciona-se positivamente com a massa média de amêndoas e, o cálcio, negativamente com o número de amêndoas. A massa média dos frutos correlaciona-se positivamente com os diâmetros transversal e longitudinal, e com a massa total de amêndoas destes. De forma geral, o fruto de macaúba constitui-se de 23,73% de casca, 33,10% de endocarpo, 34,28% de polpa e 8,89% de amêndoa.

*Palavras-chave:* Arecaceae, macaúba, solo, clima, produção de frutos, dado biométrico.

---

<sup>1</sup>Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Larissa Leandro Pires. EA-UFG.  
Co-orientador: Prof. Dr. José Garcia de Jesus. EA-UFG.

## GENERAL ABSTRACT

TELES, H. F. **Characterization of environments with natural occurrence of *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart and their populations in the center and south regions of the State of Goiás, Brazil.** 2009. 137 f. Dissertation (Master in Agronomy: Crop Science) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 2009.<sup>1</sup>

In the Cerrado, some species of palm trees stand out from the natural, economic, and ecological point of view, either by the predominance, either by exuberance of the plant or importance in the wild fauna and/or flora equilibrium, or even by use of their products and byproducts by the local community. Among these, the macauba (*Acrocomia aculeata*) occurs in abundance in some states, mainly in Goiás. Increasingly this palm has aroused interest, by its high production of fruits and several uses, such as food, forage, ornamental and oilseed production. And, furthermore, its fruits are highly prized for human consumption, domestic and wild fauna. However, the existing exploitation is basically extractivist and with low productivity. The installation of commercial fields lives together with a series of difficulties, including the lack of knowledge of its ecological requirements. This research aimed to characterize environments of naturally occurring macauba and their respective populations, in the regions Center and South of the State of Goiás. Ten areas were studied, located in seven municipalities: Santa Cruz de Goiás, São Miguel do Passa Quatro, São Francisco de Goiás, Parauna, Jandaia, Indiará and Jaraguá. Soil chemical and physical characterizations were carried out, in addition to the description of a brief topossequence description. Climatic data relating to historical series from 1961 to 1990 were obtained, as well as a biometric survey of plants and fruits. According to results, the species occurs in greater density in soils of medium to high fertility. Areas with a predominance of Cambisolos and Neossolos, and with medium texture or sandy clay loam, presented higher plant density. Greater concentration of macauba plants occurs in portions of convex slope, talus and concave slope of topossequences. The macauba develops in soils with base saturation above 50% and high levels of potassium, as evidenced by the presence of muscovite in the areas of occurrence. There is phenotypical variability of the characters studied between plants of macauba of different areas and, in particular, between plants within the area. The population of macauba in the municipality of Jamaica is more productive in terms of number of bunches per plant. Macauba presents both phenologic stages of flowering and fructification, besides bunches of fruit in different stages of development, producing around three to five bunches of fruits per plant in the regions Center and South of the State of Goiás. There is no correlation between biometric data of plants and soil fertility variables. Biometric data of fruits have variation between areas, between plants within the area and, mainly, between fruits in trees. The micronutrient iron in the soil is positively correlated with almond average mass and calcium is negatively correlated with number of almonds. The average mass of fruit is positively correlated with across and longitudinal diameters and with the total almond mass. In general, the fruit of macauba presents one to three almonds and is constituted of 23.73% of shell, 33.10% of endocarp, 34.28% of pulp and 8.89% of almond.

*Key words:* Arecaceae, macauba, soil, climate, fruit production, biometric data.

---

<sup>1</sup> Adviser: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Larissa Leandro Pires. EA-UFG.  
Co-adviser: Prof. Dr. José Garcia de Jesus. EA-UFG.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As savanas ocupam uma área significativa de mais de 30 países, abrangendo, no total, mais de 20 milhões de quilômetros quadrados, ou dois bilhões de hectares. Sua vegetação resulta de um padrão de distribuição das chuvas, com alternância de períodos chuvoso e seco durante o ano (Goedert et al., 2008).

Os Cerrados brasileiros representam apenas cerca de 10% das savanas tropicais (Goedert et al., 2008). Ocupa, assim, aproximadamente 204,7 milhões de hectares, correspondendo em torno de 24% do território do país (CRA, 2007).

É reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade, com a presença de diversos ecossistemas, riquíssima flora com mais de 10 mil espécies de plantas, sendo 4.400 endêmicas (Scolforo, 2008), associada a diferentes classes de solos e formações geológicas.

No Cerrado, algumas espécies de palmeiras se destacam do ponto de vista natural, econômico e ecológico, seja pela predominância, seja pela exuberância da planta ou importância no equilíbrio da fauna e/ou flora, ou ainda pelo aproveitamento de seus produtos e subprodutos pela comunidade local (Henderson, 1995; Martins, 2000). Entram rotineiramente na alimentação do homem, sob a forma de frutos, palmitos e até de produtos elaborados, como doces, bebidas e óleos; servem ainda na elaboração de artesanatos a partir de espécies dos gêneros *Orbygnia*, *Syagrus*, *Acrocomia* e *Mauritia*, os quais são frequentemente comercializados em feiras e mercados de muitas cidades do Brasil Central (Pereira, 1996). Os índios Xavantes utilizam as palhas em artesanatos e na construção de suas casas; a polpa dos frutos e suas sementes servem como alimentos para o homem e para várias espécies da fauna silvestre e como ingredientes para pinturas, e os estipes são usados em suas tradicionais corridas de tora (Lima et al., 2003).

As palmeiras, juntamente com as árvores, arbustos, gramados e plantas rasteiras, constituem ainda componentes de parques e jardins. São as plantas mais características da flora tropical, com capacidade de transmitir ao meio em que são cultivadas, um aspecto

luxuriante e do fascínio das regiões tropicais. São, por isso, elementos importantes na composição do paisagismo nacional (Lorenzi et al., 2004).

No Estado de Goiás, há ocorrência considerável da espécie *Acrocomia aculeata*, sendo considerada indicadora de solos férteis por Lorenzi (1992). Rocha (1946) afirma ser esta palmeira um indivíduo rústico, embora desenvolva preferivelmente em regiões férteis. Esta palmeira possui utilidades alimentícias, forrageira, ornamental e oleaginosa (Lorenzi, 2006). Seus frutos são muito apreciados tanto pelo homem, quanto pela fauna doméstica e silvestre (Salis & Juracy, 2005).

Contudo, segundo a Conservação Internacional, este bioma, ao lado da Mata Atlântica, é considerado um dos *hot spots* mundiais, ou seja, está entre um dos 25 pontos do planeta que aliam a alta biodiversidade ao alto grau de ameaça de degradação. Apesar de sua posição estratégica em relação aos demais biomas, sua diversidade biológica está cada vez mais ameaçada (CRA, 2007), já que nas últimas décadas, tem sofrido rápido processo de urbanização e ocupação agrícola desordenada. Em consequência, alto número de vegetais corre risco de extinção, com destaque para as espécies frutíferas e palmeiras, aspecto este reforçado pela exploração basicamente por meio do extrativismo predatório. Esses fatores, comprometem a sobrevivência de diversas de suas espécies (Schenkel et al., 2000), além de prejudicar a realização de estudos mais aprofundados para o reconhecimento do seu verdadeiro potencial (CRA, 2007).

É notório que para aproveitar o potencial econômico de palmeiras regionais e incorporá-las à lista de produtos comerciais, torna-se necessário a ampliação dos estudos básicos e aplicados, para melhor conhecimento de sua diversidade, ocupação no ecossistema, evolução, adaptação e desenvolvimento de métodos adequados para o manejo e a utilização de seu potencial (Miranda et al., 2001).

O presente trabalho teve por objetivos caracterizar ambientes com ocorrência natural da espécie *Acrocomia aculeata* e suas respectivas populações, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SAVANAS

O conceito de savana proporciona uma idéia geral de um tipo de vegetação cuja característica é uma cobertura herbácea, em que pode ou não haver vegetação lenhosa, sendo esta irregular quando existente (Laurie, 1975). As suas árvores e arbustos mostram enorme variedade de formas, com forte contraste entre os continentes (Cole, 1986), não existindo, assim, um tipo de vegetação de savanas definido (Menaut, 1983).

A maior parte das savanas no mundo ocorre em áreas entre 5° e 25° de latitude Sul (Laurie, 1975). As savanas abrangem quase um quarto da superfície do globo terrestre, sem considerar a área coberta pelos oceanos (Folch, 2000). Compreendem 28% dos trópicos americanos, 57% da África tropical, 34% da Ásia tropical e do Pacífico, principalmente da Austrália (Sanchez, 1981). Na América do Sul, além do Brasil, cobrem parte significativa de outros países, tais como Venezuela, Colômbia e Bolívia (Goedert, 1989).

Apresentam uma longa história de uso pelo ser humano e, atualmente, abrigam cerca de um quinto da população mundial (Goedert et al., 2008). Na América do Sul, além do Brasil, as savanas da Venezuela e da Bolívia contribuem quase que totalmente com o abastecimento destes países, com cereais, oleaginosas e fibras. Estas áreas, tão pouco utilizadas até cinquenta anos atrás, se converteram em espaços estratégicos para suas economias agrícolas (Billaz & Palma, 1996).

O principal fator determinante desse ecossistema é o padrão de distribuição anual de chuvas, com duas estações bem distintas: seca e chuvosa. A quantidade de precipitação pluviométrica e a duração dessas estações condicionam o tipo e o volume de cobertura vegetal, o tipo de fauna predominante e, como consequência, o nível de uso e de ocupação humana (Goedert et al., 2008).

Em áreas com maior precipitação pluviométrica e curtos períodos de seca, o extrato arbóreo é mais abundante, enquanto nas áreas com menor índice de precipitação e períodos mais longos de seca, predominam vegetações de desertos. Entre tais extremos, ocorre uma

mistura de vegetação rasteira e arbórea, denominada de savana típica (Goedert et al., 2008).

Esse ecossistema é observado desde o nível do mar até altitudes acima de 1.300 m, e a temperatura média anual é função da altitude e da latitude de cada local, sendo em torno de 24° C. A variação anual da temperatura é pequena, em torno de 4° C em média, embora possa ser superior a 10° C em regiões de maior latitude (Goedert et al., 2008).

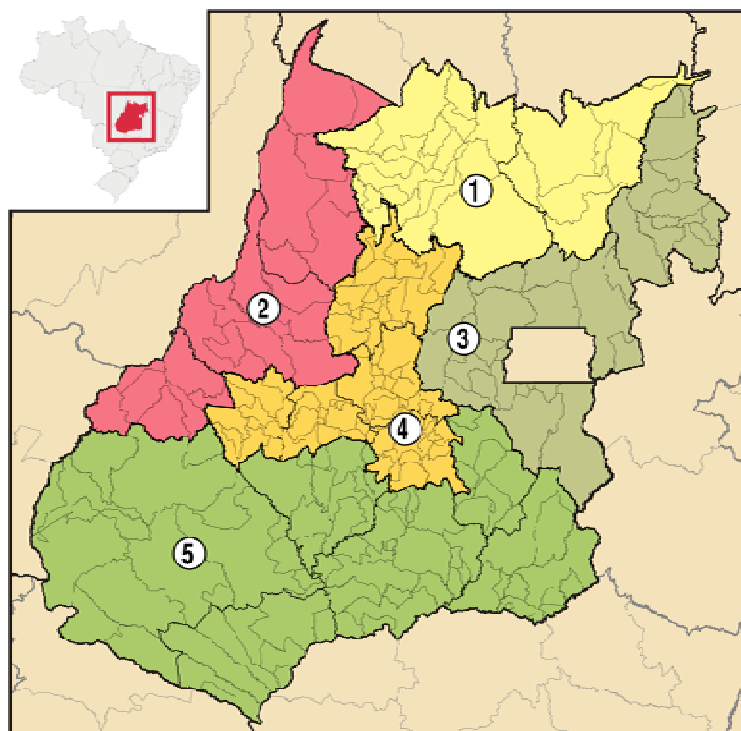
O recurso solo é reflexo da interação entre vários fatores, tais como: clima, geologia, geomorfologia, cobertura vegetal e atividade da fauna. Desse modo, observa-se grande heterogeneidade entre solos das áreas de savanas tropicais; contudo, a maioria ocorre em superfícies velhas e intemperizadas. Como consequência, predominam solos da ordem dos latossolos (oxisols) e argissolos (ultisols), que se caracterizam por alguns atributos genéticos, entre os quais destacam-se: grande profundidade, boa drenagem, estrutura estável, predominância de minerais secundários de baixa atividade, baixo teor de matéria orgânica, baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação de bases, elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes (Goedert et al., 2008).

Em regiões onde a rocha matriz predominante é de origem sedimentar (arenitos, sedimentos terciários ou depósitos aluviais), ocorrem os neossolos quartzarênicos (entisols) de textura arenosa. Estes solos podem ser encontrados em todas as áreas sob savanas, sendo sua frequência maior nos Lhanos, no Cerrado e nas savanas do oeste africano (Goedert et al., 2008).

Em síntese, os latossolos predominam nas áreas sob savanas tropicais, sendo que, em sua maioria, apresentam boa qualidade física (elevada permeabilidade, baixa erodibilidade, fácil mecanização e média capacidade de retenção de água), mas com fortes limitações como provedor de nutrientes para as plantas. Já, os solos arenosos são frágeis, seu uso intensivo é limitado e requer tecnologia de manejo diferenciado (Goedert et al., 2008).

## 2.2 ESTADO DE GOIÁS

O Estado de Goiás está localizado no Planalto Central brasileiro e é dividido em cinco mesorregiões geográficas: norte (1), noroeste (2), leste (3), centro (4) e sul (5) (Figura 2.1). Abrange uma área de 340.086,698 km<sup>2</sup>, distribuída em 246 municípios e com uma população total de 5.647.035 habitantes (estimativa de 2007) (IBGE, 2008).



**Figura 2.1.** Estado de Goiás e suas mesorregiões (Abreu, 2008).

Goiás apresenta boa infra-estrutura em estradas, eletrificação, telefonia, educação e saneamento, além de condições de solo e de clima favoráveis às atividades agropecuárias (Naves, 1999). Suas principais atividades são a agricultura, pecuária e indústria. O Estado é o quarto maior produtor de grãos, se destacando em primeiro lugar na região Centro-Oeste em produção de sorgo, e o segundo maior produtor de algodão herbáceo em caroço. Possui 10% do rebanho nacional de bovino de corte, ocupando o quarto lugar no ranking brasileiro, além de possuir a segunda maior bacia leiteira do país (Seplan/Sepin, 2007).

A presença de fontes de calcário bem distribuídas na região favorece o crescimento destas atividades, além de um bom mercado consumidor local e de outros relativamente próximos. No entanto, a cobertura vegetal tem sido devastada de modo inadequado, sem planejamento a longo prazo (Naves, 1999). O Estado tem enfrentado os prejuízos ambientais resultantes da destruição de matas e reservas permanentes, utilizadas para as lavouras e criação de bovinos.

### 2.3 CERRADO

O Cerrado está localizado na porção central do Brasil. A sua expressiva dimensão, cerca de 24% da superfície do país, explica as variações no seu domínio com relação ao relevo, solo e atributos climáticos. Sofre, também, influência de outros ecossistemas, como o Amazônico, Semi-árido, Mata atlântica e Pantanal (Mueller & Martha Júnior, 2008).

Este bioma é a segunda maior formação vegetal brasileira depois da Amazônia e também a savana tropical mais rica do mundo em biodiversidade. Concentra nada menos que um terço da biodiversidade nacional e 5% da flora e da fauna mundiais (Faleiro et al., 2008).

Além disso, nos últimos anos, o crescimento da produção agropecuária no Cerrado brasileiro proporcionou incrementos significativos no Produto Interno Bruto (PIB), contribuindo em 2006, com 33% do PIB do agronegócio, empregando aproximadamente 40% da população economicamente ativa. Essa importância macroeconômica é ainda maior quando se considera as demais savanas tropicais (Faleiro et al., 2008).

Os Cerrados distribuem-se, no Brasil, em duas áreas principais. A área “core” essencialmente de Cerrados, no Planalto Central, cobre o Distrito Federal e os Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Tocantins. Inclui também parte de Mato Grosso, oeste da Bahia, oeste e norte de Minas Gerais, sul do Maranhão, grande parte do Piauí e prolonga-se, em forma de corredor, até Rondônia. Os Cerrados ocorrem ainda em áreas periféricas, distribuídas ao Norte, Nordeste e para o Sul, até o Estado do Paraná (Ferri, 1977; Barbosa, 1996). Ao Norte, aparecem em áreas descontínuas, principalmente em Roraima e no Amapá (Brazão et al., 1993). Na área “core” dos Cerrados encontra-se o divisor de água das três grandes bacias hidrográficas mais importantes do país (Amazônica, Paraná e São Francisco) (Resk & Gomes, 1995).

O conceito florístico para o Cerrado é muito criticado, pois não existe uma flora permanente, mas uma flora característica para cada área (Castro, 1994). A sua vegetação, embora fisionomicamente homogênea, apresenta uma contínua variação na composição florística (Silva Júnior et al., 1987).

Ecologicamente, os dois principais fatores determinantes da presença dos Cerrados são os solos ácidos, com baixa disponibilidade de nutrientes e muitas vezes alta saturação de alumínio, e o clima tropical estacional (Adámoli et al., 1985; 1987).

### 2.3.1 Clima

O bioma Cerrado possui características climáticas próprias, predominantes em grande parte de seu território, mas que vão gradualmente se alterando em virtude das influências climáticas das regiões vizinhas. Porém, na maior parte da região, o clima é classificado como sendo do tipo AW de Köppen (tropical chuvoso), caracterizado por duas estações bem definidas, um inverno seco e um verão chuvoso (Adámoli et al., 1987).

A estacionalidade no regime de chuvas é característica marcante do Cerrado, com as maiores precipitações ocorrendo nos meses mais quentes, correspondendo de 80% a 90% da precipitação anual, a qual é, em média, de 1.500 mm, variando de 750 mm a 2.000 mm (Adámoli et al., 1987).

A temperatura não exerce, como ocorre com a precipitação, uma atuação marcante na região dos Cerrados. É de pouca significância a variação da temperatura média durante o ano; entretanto, as mínimas e máximas diárias apresentam profundas diferenças (Naves, 1999). A temperatura média anual é de 22° C no sul da região e de 27° C no norte, com uma radiação solar variando de 475 langleys a 900 langleys (Lopes & Daher, 2008).

O mapa de temperatura média mensal anual de Goiás mostra um gradiente crescente no sentido Leste-Oeste, com os menores valores na região de Brasília, em torno de 20° C a 21° C, e os maiores índices térmicos na região Nordeste do Estado (Lobato et al., 1997).

### 2.3.2 Solo

Os solos que dos Cerrados apresentam grande variação em suas características morfológicas e físicas (Jacomini, 1964). Todavia, como características comuns, estão a elevada acidez, toxidez de alumínio e, em certos casos, de manganês, alta deficiência de nutrientes, especialmente de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu e Zn, devido ao alto grau de intemperização, baixa CTC e necessidade generalizada de fósforo para as plantas, sendo este o nutriente mais deficiente (McCLung et al., 1958; Hardy, 1962; Almeida Neto, 1980; Lopes, 1985; Peres, 1987; Cochrane & Azevedo, 1988).

O alumínio, além de aumentar a acidez, diminui diretamente a disponibilidade de nutrientes, como o fósforo e o potássio, além de concorrer com o cálcio, que é o nutriente mais abundante, provocando uma adicional e crescente acidez. Sendo a influência do

alumínio sobre as plantas principalmente indireta, a concentração desses íons no solo não é o melhor índice de sua toxidez. As reações das plantas relacionam-se mais intimamente com a saturação de alumínio, ou seja, com o equilíbrio entre os cátions de alumínio e os cátions totais do solo (Goodland, 1971).

A textura pode variar desde solos extremamente argilosos até arenosos, e esta é um dos principais atributos que levam às alterações do manejo, quando se almeja obter produtividades máximas econômicas na região (Lopes & Daher, 2008).

O conteúdo de argila varia de menos de 5% a mais de 90%; porém, com o aumento do teor de argila, aumenta-se a capacidade de retenção de água, mas a fertilidade do solo praticamente não é acrescida. Isto porque a argila presente está nas formas de caulinita e illita, juntamente com sequióxidos de ferro e alumínio, que retêm poucos íons; raramente é encontrada argila expansível do tipo montmorilonita (Eiten, 1993).

Nos solos sob vegetação de Cerrados, o pH aumenta com a profundidade (Ranzani, 1971; Silva Júnior et al.; 1987). No intervalo de 0 cm a 20 cm, Lopes (1983) encontrou para o pH em água valores entre 4,3 e 6,2, estando 58% destes entre 4,8 e 5,2.

Já, a soma de bases trocáveis (S) e a CTC diminuem com a profundidade do solo (Naves, 1999). Adámoli et al. (1985), para a maioria dos Latossolos, encontraram valores de CTC variando de 0,2  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  a 3,8  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  nos horizontes superficiais, com exceção dos desenvolvidos a partir de rochas básicas, nos quais esta situava-se em torno de 6,1  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ . Ranzani (1971) verificou valores menores, de 0,3  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  a 0,6  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , nas camadas inferiores do perfil. Lopes (1983), em solos de Cerrado, obteve CTC entre 0,35  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e 8,1  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , ficando a mediana em 1,1  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ .

Na maioria dos Latossolos, a porcentagem de saturação de bases (V%), é inferior a 50%, o que caracteriza solos distróficos (Adámoli et al., 1985), sendo que esta propriedade, juntamente com o pH, apresenta tendência de aumento com a profundidade no perfil do solo (Ranzani, 1971).

A declividade dominante nessas áreas é de menos de 3%, mas a ocorrência de solos com relevo suave-ondulado é também bastante comum. Com boa estabilidade dos agregados, esses solos são profundos e bem drenados, o que favorece a mecanização (Lopes & Daher, 2008).

### 2.3.3 Vegetação

A grande heterogeneidade espacial do Cerrado, onde diversas fitofisionomias alternam-se na paisagem, está bastante ligada à variação dos solos e de suas características, tais como composição química, profundidade e tipo de drenagem (Lopes & Cox, 1977).

A vegetação desse bioma apresenta estratégias de adaptação à seca, como raízes alcançando profundidades superiores a 10 m, germinação das sementes na época das chuvas e crescimento radicular pronunciado nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta (Pinto, 1993; Sano & Almeida, 1998, citados por Santos et al., 2004).

Esta vegetação constitui-se, basicamente, por dois estratos, um arbóreo/arbustivo de caráter lenhoso e, o outro herbáceo/subarbustivo, formado por gramíneas, outras ervas e pequenos subarbustos (Coutinho, 1992). Encontra-se dividida em três grupos, segundo Ferri (1977): o das plantas permanentes, de raízes profundas; o das espécies efêmeras, de raízes superficiais; e o das gramíneas que podem ser permanentes ou efêmeras, embora todas vegetem no verão.

Os Cerrados, embora apresentando algumas espécies de ampla dispersão, são caracterizados muito mais pelo seu aspecto fisionômico do que por sua florística, pois esta varia muito dentro deste bioma (Naves, 1999). Assim, podem ser distinguidos vários tipos fisionômicos, sendo: as formações de cerrado, com agrupamentos de árvores baixas com ramificações irregulares, troncos retorcidos, casca grossa, folhas coriáceas e caducas, distribuídas sobre um estrato herbáceo e subarbustivo; o cerradão, que apresenta árvores maiores, pouco retorcidas, com boa cobertura vegetal dando um aspecto de mata, e uma vegetação herbácea e arbustiva ocupando diferentes estratos; o campo sujo, com vegetação essencialmente herbácea e arbustiva; o campo limpo, com vegetação herbácea, com raros arbustos e ausência de árvores; as veredas, que são formações vegetais ao longo de brejos ou locais encharcados, caracterizando um “caminho” de palmeiras buritis (*Mauritia flexuosa* L. f.), as quais só sobrevivem neste tipo de terreno e; as matas de galerias ou ciliares, que são matas fechadas que ocorrem em nascentes ou ao longo de cursos de água, em regiões mais férteis (Ribeiro et al., 1983; Silva et al., 1992).

Castro (1994) estima a flora total do Cerrado entre 5000 e 7000 espécies, sendo 38% destas desconhecidas. Já, a flora lenhosa, compõe-se de 537 espécies, pertencentes a 242 gêneros e a 70 famílias (Rizzini, 1971). Esta vegetação lenhosa apresenta características bem peculiares, que a distingue das outras formações vegetais brasileiras. É

comum a presença de indivíduos lenhosos, com brotos foliares bem protegidos, casca grossa e rugosa, esgalhamento profuso, grandes folhas coriáceas e perenes e órgãos de reserva subterrâneos (xilopódios), geralmente profundos (Weibel, 1948; Brazão et al., 1993; citados por Naves, 1999). Observa-se, ainda, segundo Weibell (1948), citado por Naves (1999), que a queda geral de folhas não começa no início da estação desfavorável, conforme ocorre nas zonas temperadas, mas no final desta. O Cerrado é quase sempre semidecíduo, raramente encontrando-se uma área em que seja perenifólio ou completamente decíduo (Eiten, 1983).

Nas últimas décadas, este bioma tem sofrido rápido processo de urbanização e uma ocupação agrícola desordenada. Esses fatores, aliados ao grande comprometimento ambiental em função dos desmatamentos, do assoreamento dos cursos d'água e da poluição provocada por fertilizantes, agrotóxicos, esgotos e lixos, comprometem a sobrevivência de diversas de suas espécies (Schenkel et al., 2000), além de prejudicar a realização de estudos mais aprofundados para o reconhecimento do seu verdadeiro potencial (CRA, 2007). Estima-se que mais da metade dessa região já perdeu sua cobertura original, sendo a sua fauna e flora substituídas por diferentes paisagens antrópicas, como pastagens plantadas e monoculturas extensivas (Schenkel et al., 2000).

Assim, alto número de vegetais corre risco de extinção, com destaque para as espécies frutíferas e palmeiras, cuja exploração ocorre basicamente por meio do extrativismo predatório. Este fato é preocupante considerando que estas plantas apresentam grande importância como alternativa de renda e de alimentação para as comunidades locais, sendo, ainda, fontes de lenha, óleo comestível e biodiesel, usadas para a exploração de látex, fabricação de sabão ou para a utilização na culinária na forma de sorvetes, bolos, doces, entre outros usos.

## 2.4 PALMEIRAS

As palmeiras estão entre as plantas mais antigas do globo e seus vestígios remontam a mais de 120 milhões de anos. São plantas monocotiledôneas, da família *Arecaceae* (*Palmae*), representadas por cerca de 2.600 espécies reunidas em mais de 240 gêneros (Lorenzi et al., 2004).

A flora brasileira de palmeiras é muito rica e tem sido amplamente caracterizada em termos geográficos (Fernandes, 1994), existindo acima de 300 espécies e híbridos

(Lorenzi et al., 2004). Desta forma, deve-se dar maior atenção para os estudos regionais, sendo que esses representam componentes fundamentais para uma catalogação detalhada da distribuição das espécies no país (Fernandes, 1994).

#### **2.4.1 Distribuição geográfica**

A maior ocorrência de seus gêneros e espécies verifica-se nas regiões tropicais da Ásia, Indonésia, Ilhas do Pacífico e Américas. Já, o continente africano é pobre nestas plantas, sendo notável o fato de Madagascar, ao lado desse continente, contar com um grande número dessas espécies (Lorenzi et al., 2004).

No Brasil ocorrem, predominantemente, as seguintes espécies por região: na Amazônia os buritis, tucumãs, inajás, marajás, jarinas e açais; no centro os jerivás, macaúbas, guarirobas e bacuris; do centro para o sul os jerivás, juçaras e butiás; no centro-leste os licuris e buris; em certos trechos da Serra do Mar os indaiás do litoral, pindobas, patis, guaricangas, icás e brejaúvas; e em Cerrados do centro os indaiás do campo (Lorenzi et al., 1996).

#### **2.4.2 Morfologia**

As palmeiras apresentam desenvolvimento perfeitamente individualizado, caracterizado quanto à forma e aspecto. As suas raízes fixam-na no solo e exercem a função de absorver água e nutrientes. São cilíndricas, distribuídas subterraneamente, do tipo “cabeleira” ou “fasciculada”, não se distinguindo uma raiz principal. Certas espécies podem mostrar raízes no caule, acima do solo, principalmente quando nativas de matas úmidas, sendo chamadas de “aéreas” ou “secundárias”, que podem ou não atingir o solo e complementar a função do sistema radicular (Lorenzi et al., 2004).

Os caules das palmeiras têm o nome especial de estipe ou estípite. São alongados, cilíndricos ou colunares, geralmente sem ramificações e ostentam um tufo de folhas no ápice. A medula central é esponjosa e cercada por um forte anel protetor, de fibras, que formam numerosos feixes verticais de tecido condutor, o xilema e o floema. Contudo, é destituído de tecido cambial: uma vez formado, não haverá aumento de diâmetro (Lorenzi et al., 2004).

A região principal de crescimento está situada no ápice do caule, onde se localiza a

gema terminal com seu tecido meristemático (ponto de crescimento). Por ela, o caule alonga-se e dilata-se na base das folhas, mediante deposição de novas células, de dentro para fora. Por essa razão, muitas palmeiras alcançam o máximo de diâmetro do caule quando ainda jovens, antes de começar a alongar-se, conforme verifica-se na palmeira imperial (*Roystonea oleracea*) (Lorenzi et al., 2004). Desta forma, a palmeira não apresenta anéis internos de crescimento, não sendo possível calcular sua idade como ocorre com as árvores. Por outro lado, as cicatrizes de seus estipes, provenientes do desprendimento das bainhas, podem indicar, aproximadamente, a idade de algumas espécies (Sodré, 2005).

O meristema apical é protegido tanto por folhas em desenvolvimento, como externamente pelas bainhas das folhas, parte conhecida popularmente por palmito (Sodré, 2005).

As palmeiras podem ter um único estipe, simples e solitário; ou vários estipes (múltiplo), sendo essas cespitosas ou entouceiradas, os quais são originados brotações subterrâneas. Porém, palmeiras com estipes ramificados são raras, ocorrendo unicamente em espécies do gênero *Hyphaene*, das quais a mais notável é a palmeira africana (*H. thebaica*). A maioria das espécies possui estipe simples, com altura variando de 0,5 m até mais de 50 m e de espessura variável (Lorenzi et al., 2004).

Normalmente, o estipe é aéreo. Contudo, certas palmeiras não possuem estipe acima do solo e as folhas surgem diretamente do chão, possuindo, portanto, caules subterrâneos, tornando-as aparentemente acaules. Após muitos anos, desde que não sejam perturbadas e as condições favoreçam, o caule pode emergir e alcançar dezenas de centímetros fora da terra. O exemplo mais característico é observado no indaiá do campo (*Attalea geraensis*) e na pindoba da serra (*Attalea humilis*). Existem também palmeiras que possuem caules com crescimento semelhante ao das trepadeiras e que, geralmente, são entouceiradas, como as jacitaras (*Desmoncus* spp.) e os “rattans” (*Calamus* spp.) (Lorenzi et al., 2004).

Os caules das palmeiras podem ainda ser lisos, isto é, desprovidos de qualquer revestimento. Outros são revestidos, durante muitos anos, por bases remanescentes do pecíolo das folhas já caídas. No licuri (*Syagrus coronata*), as bases remanescentes dispõem-se formando quinas atraentes, verticais ou espiraladas; na carnaúba (*Copernicia prunifera*), essas bases aderem-se ao caule apenas na fase da juventude (Lorenzi et al., 2004).

Os caules também podem ser revestidos de espinhos, como na macaúba (*Acrocomia aculeata*) e na brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*), ou ainda de raízes transformadas em espinhos, como na carandaí (*Thitrixax brasiliensis*). Eventualmente podem ser revestidos por uma massa de pêlos, constituindo um espetáculo notável, como ocorre em *Coccothrinax crinita*. Outros são revestidos de tecido fibroso na região do ápice, como em *Coccothrinax barbadensis*, sendo as fibras mais visíveis e em maior quantidade quando a planta é nova (Lorenzi et al., 2004).

O estipe de algumas espécies pode ser composto de determinados materiais, como fibras, proteínas e polissacarídeos (celulose), o que lhe confere a forma, e de material nutritivo, que preenche o interior das células, como açúcares e amido. No interior dos estipes de *Metroxylon laeve* Mart. e *Raphia ruffia* Mart. encontra-se amido em grande quantidade, cujo teor varia com a época do ano, com a floração e com a frutificação da planta. Em *M. laeve*, esse amido é perdido na época da floração, ocasião em que é translocado, visando a formação de frutos (Alves & Demattê, 1987).

As palmeiras apresentam grande diversidade quanto ao tamanho, forma e divisão das folhas. Em diversas espécies, estas são muito grandes e constituem as maiores do reino vegetal, como as da *Raphia ruffia*, que chegam a ter mais de 12 m de comprimento (Lorenzi et al., 2004).

As folhas são formadas essencialmente por um eixo, no qual são distinguidas três partes ou regiões: bainha, pecíolo e lâmina. A bainha é a base ou região mais inferior que envolve o estipe parcial ou totalmente (Lorenzi et al., 2004).

Algumas bainhas podem persistir ao longo do estipe durante muitos anos, desde que não sejam retiradas, produzindo na planta efeitos vistosos e decorativos, como na *Corypha umbraculifera* e no *Sabal palmeto*. Observa-se que em algumas espécies, as bainhas abraçam por completo o estipe, como no gênero *Archontophoenix*, enquanto que em *Cocos nucifera*, o coqueiro-da-baia, o estipe é parcialmente envolvido, intercalado por uma camada fibrosa. Na espécie *Zombia antillarum*, o estipe é recoberto por bainhas espinhentas e fibrosas que se superpõem umas às outras. É interessante notar que na *Acrocomia aculeata*, os espinhos presentes no estipe são, na verdade, reminiscências das bainhas que contêm espinhos (Sodré, 2005).

O pecíolo é a continuação da bainha e consiste na parte livre da folha (Lorenzi et al., 2004). Apresenta comprimento e forma variados e, dependendo do tipo de folha,

poderá ser complementado pela raque. Alguns pecíolos são curtos e outros bastante longos, como em *Mauritia flexuosa*, o buritizeiro (Sodré, 2005).

A lâmina ou limbo é a parte expandida da folha, normalmente verde, responsável pela fotossíntese. Pode apresentar desenhos característicos da família e ser inteira ou variavelmente dividida.

Em algumas palmeiras, a folha inteira pode persistir na planta mesmo depois de seca, por toda a sua existência, como ocorre na *Copernicia macroglossa*, conhecida como palmeira-de-saia. Por outro lado, espécies do gênero *Archontophoenix* desprendem-na facilmente, deixando o estipe limpo, somente marcado pelas cicatrizes destas folhas desprendidas (Sodré, 2005).

Na parte central da lâmina foliar existe a raque, uma porção mais rígida que é a continuação do pecíolo (Lorenzi et al., 2004; Sodré, 2005). Refere-se ao eixo foliar no qual se inserem os folíolos, que formam a folha composta das espécies pinadas. As folhas palmadas quase sempre não a apresentam, já que o pecíolo termina em um ponto do qual nascem e abrem os folíolos ou segmentos deste tipo de folha. Contudo, há exceções quando se trata de uma folha costapalmada (Sodré, 2005).

De modo geral, de acordo com a lâmina foliar, as folhas das palmeiras se dividem em dois grupos: pinadas e palmadas, embora existam variações em um número menor de espécies, que podem apresentar formas bipinadas, costapalmadas e inteiras (Sodré, 2005).

As folhas pinadas são do tipo composta e estão divididas em folíolos ou pinas, lembrando o desenho de uma pena. As pinas partem da raque ou nervura central, conferindo à planta aspecto característico, o que ajuda em sua identificação. Estas variam muito na forma, na inserção na raque e na sua consistência (Sodré, 2005).

A folha bipinada trata-se de uma derivação do grupo das pinadas; contudo, são muito mais raras e só aparecem no gênero *Caryota*. As pinas são duplamente divididas, com desenhos que lembram cauda de peixe, facilitando a identificação do gênero (Sodré, 2005).

Algumas pinas são finas e compridas como em *Phoenix rupicola*, ou largas e curtas como em *Pinanga kuhlii*. Existem folhas pinadas que apresentam as pinas com o formato de cunha ou cauda de peixe, como nas espécies *Cariota* sp., *Aiphanes aculeata* e *Arenga caudata*. Quanto à inserção na raque, as pinas se dispõem ordenadamente no mesmo plano como no gênero *Archontophoenix*, ou em planos diferentes, ou seja, em ângulos diversos, exemplo típico da *Acrocomia aculeata*. Quanto à consistência, as folhas pinadas podem ser

rígidas a exemplo da *Phoenix canariensis*, ou macias e pendentes como em *Syagrus weddelliana*. Em algumas espécies, as pinas basais podem se transformar em espinhos rígidos, como é comum na *Phoenix* spp. (Sodré, 2005).

As folhas palmadas possuem forma expandida, com desenho também característico, circular ou semi-circular, com recortes discretos nas bordas, ou bem mais profundos, com segmentos que partem da raque, representada, nesse caso, por um ponto. Algumas folhas palmadas apresentam consistência rígida, como as da *Bismarckia nobilis* e *Trachycarpus fortunei*; outras, de consistência menos rígida, apresentam segmentos pendentes nas extremidades, a exemplo da *Livistona chinensis* (Sodré, 2005).

As costapalmadas são folhas palmadas que apresentam pecíolo avançando para dentro do limbo até certa distância. Estas folhas exibem uma curvatura, proporcionando aspecto de repuxada, como se observa nas espécies *Sabal palmeto* e *Mauritia flexuosa* (Sodré, 2005).

Nem sempre as lâminas são divididas em pinas ou segmentos. Às vezes são contínuas de cada lado da raque e os segmentos são muito curtos, denteados. Essas folhas são consideradas inteiras, como na espécie *Licuala grandis* (Lorenzi et al., 2004).

O palmito refere-se à parte superior do estipe, constituído por um segmento volumoso, cilíndrico, liso e brilhante, resultante das bainhas foliares compactas. Em algumas espécies, a área do palmito vem protegida por espinhos, como nos gêneros *Phoenix* (tamareira) e *Aiphanes* (cariota de espinhos). Na maioria das vezes, esta estrutura, que lembra um capitel, apresenta-se na cor verde, embora, em número menor, outras espécies podem exibir tonalidades diferentes, acrescentando efeitos bastante atraentes à planta. Entre as espécies com palmitos ornamentais, citam-se a *Dypsis lastelliana* na cor vermelho-amarronzado, a *Euterpe spiritosantensis* no tom amarelo-alaranjado, a *Areca vestiaria* com uma bela cor alaranjada e, sobretudo, a espécie *Cyrtostachys renda*, famosa pelo palmito vermelho brilhante (Sodré, 2005).

Em relação à idade de início de florescimento, existe variação muito grande entre as espécies no tocante à maturidade de cada uma. Desta maneira, em um extremo encontram-se as palmeiras do gênero *Chamaedorea*, plantas de pequeno porte, que florescem desde os três anos de vida; enquanto que em um outro extremo, estão as portentosas espécies *Corypha umbraculifera* e *Lodoicea maldivica*, que levam de trinta a oitenta anos para florescer (Sodré, 2005).

As inflorescências das palmeiras, via de regra, não são chamativas, pois suas flores quase sempre são muito pequenas e discretamente coloridas. Porém, é bom lembrar que as espécies *Corypha umbraculifera* e *Brahea armata* exibem floradas inusitadas e espetaculares; a primeira com uma enorme panícula terminal contendo milhares de flores minúsculas na cor creme, que se transformam em frutos globosos (Sodré, 2005).

A inflorescência é constituída por minúsculas flores, que surgem de uma estrutura ramificada ou não, sendo formada por três elementos: as brácteas, a raque e as flores. As brácteas, também chamadas de espatas, são folhas modificadas com a função de proteger a inflorescência, podendo desprender ou persistir na planta enquanto durar a infrutescência. A raque é o eixo principal da inflorescência, ostentando ramificações de diversas ordens, como primárias, secundárias, terciárias ou mais, sendo estas denominadas de ráquulas; são as últimas ramificações que comportam as flores. As inflorescências ramificadas são denominadas de racemo ou panícula, enquanto que as não ramificadas são chamadas de espigas (Sodré, 2005).

Quando a inflorescência surge abaixo das folhas são denominadas de subfoliar e são encontradas nas espécies que apresentam a região do palmito bem saliente, como nos gêneros *Roystonea*, *Archontophoenix*, *Hyphorbe*, *Euterpe* e outros. A maioria das palmeiras apresenta inflorescência interfoliar, aquela que surge entre as folhas, como nos gêneros *Sabal*, *Phoenix*, *Cocos*, *Caryota* e outros. O tipo mais raro de sua disposição ocorre nas espécies *Corypha* spp. e *Metroxylon sagu* e é chamado de terminal ou supra foliar, surgindo no ápice da palmeira no final do seu ciclo vital. Menos comum, são as inflorescências denominadas radial ou basal, que ocorrem na base da planta, junto ao solo, como se verifica nas espécies *Chamaedorea radicalis* e *Geonoma procumbens* (Sodré, 2005).

Independente da posição da inflorescência, a palmeira pode produzir flores ininterruptamente ao longo do ano, como ocorre em *Cocos nucifera*, o coco-da-baia. Porém, nem todas as plantas florescem dessa forma, mas somente uma vez ao ano, nas épocas quentes, como ocorre com a espécie *Trachycarpus fortunei*. Casos específicos e menos comuns acontecem com plantas do gênero *Caryota*, *Raphia* e *Arenga*, que começam a florescer no final de seus ciclos. *Corypha umbraculifera* e *Metroxylon sagu* só florescem uma vez na vida, fenecendo após sua frutificação. É bom lembrar que a inflorescência da palmeira é um dos meios determinantes para sua taxonomia (Sodré, 2005).

No que diz respeito às cores, as flores se apresentam geralmente nas tonalidades branca, creme ou amarelada, embora uma variedade do gênero *Archontophoenix* mereça citação pela tonalidade lilás, muito decorativa. Podem ser aromáticas como na espécie *Hyophorbe verschaffeltii* e *Coccothrinax fragans*, ou apresentando odores desagradáveis como na *Arenga pinnata*. Quanto ao sexo, são classificadas em hermafroditas, ou seja, com órgãos masculino e feminino na mesma flor, ou unissexuadas, apresentando um único órgão, ou o masculino, ou o feminino. Nas palmeiras consideradas monóicas, as flores são, portanto, masculinas e femininas, surgindo separadamente na mesma planta, de modo solitário, ou em grupos geralmente de três (tríades), sendo uma central feminina, circundada por duas masculinas (Sodré, 2005). Se formarem flores de um sexo em uma planta e as do sexo oposto em outra, as palmeiras são dióicas, isto é, existe a planta masculina e a feminina (Lorenzi et al., 2004). Entretanto, raras são as palmeiras com ambos os tipos de flores, unissexuadas e hermafroditas, na mesma planta, e são designadas de polígamas (Sodré, 2005).

Os frutos, conhecidos popularmente como “coquinhos”, são também importantes na identificação de espécies muito parecidas. Estes apresentam variações nas formas, tamanhos e cores, sendo que alguns deles são muito decorativos; além do mais, podem se constituir em importante fonte alimentar (Sodré, 2005).

De forma geral, os frutos possuem forma globosa, ovalada, cônica ou alongada. Existem aqueles muito pequenos como no gênero *Geonoma*, que não passam de 5,0 mm. Por outro lado, a *Lodoicea maldivica*, coqueiro-do-mar, pode ostentar frutos de até 0,50 m de diâmetro e pesando mais de 20 kg (Lorenzi et al., 2004; Sodré, 2005).

Alguns frutos possuem cristais de sílica na superfície, os quais provocam irritação na pele quando manuseados, a exemplo dos gêneros *Caryota* e *Arenga*. Certos gêneros apresentam frutos de grande valor ornamental, como em *Archontophoenix*, *Weitckia*, *Ptychosperma*, *Carpentaria*, *Aiphanes*, e outros, com belos frutos vermelho-brilhantes. As espécies *Syagrus romanzoffiana* e *S. sancona*, plantas nativas do Brasil, possuem frutos na cor amarela. O popular buritizeiro ostenta frutos bastante decorativos, recobertos por escamas desenhadas regularmente na cor vermelho-acastanhada (Sodré, 2005).

Os frutos típicos são formados por três camadas mais ou menos definidas. A externa ou casca é o epicarpo ou exocarpo, o qual pode ser liso, epinescente ou escamoso. A camada do meio, popularmente denominada de “polpa”, é o mesocarpo, que pode ser de natureza fibrosa ou não, seca, carnosa ou fibrosa-suculenta. Já, a interna, que protege a

semente, é o endocarpo, que pode ser fino, membranoso, celulósico, espesso ou muito duro, de textura classificada como pétrea ou óssea (Lorenzi et al., 2004).

A maioria dos frutos é tida como do tipo drupa, isto é, de consistência carnosa ou não e com uma semente envolvida por endocarpo duro. Alguns são considerados bagas por serem carnosos, com uma a três sementes envolvidas por endocarpo mole (Lorenzi et al., 2004).

A cavidade dos frutos da palmeira é preenchida, geralmente, por uma única semente, dura e densa, de forma variada, desde arredondada, ovalada, cônica e às vezes alongada. Consiste principalmente no endosperma ou albúmen duro, que é uma massa de tecido nutritivo, no qual está embutido o embrião, pequeno e mole (Lorenzi et al., 2004).

Um grupo de palmeiras da tribo Cocoeae tem o endocarpo, que envolve a semente, marcado com três pontuações, dispostas em triângulo e bem visíveis. São os poros de germinação, sendo dois duros e um mole, o qual permite a passagem do embrião desenvolvido durante o processo germinativo. Pertencem a este grupo os seguintes gêneros: *Acrocomia*, *Allagoptera*, *Asrtrocaryum*, *Butia*, *Cocos* e *Syagrus* (Lorenzi et al., 1996).

### **2.4.3 Propagação**

As palmeiras são propagadas normalmente por sementes, ou ainda por divisão de touceiras. A divisão de touceiras é um processo utilizado somente em palmeiras cespitosas, estéreis ou quando são plantas masculinas, bem como se houver interesse na obtenção mais rápida de mudas. As mudas são obtidas por divisão dos caules subterrâneos, sendo acompanhadas de porções dos rizomas, contendo raízes e caules aéreos. Cada divisão constitui uma muda (Lorenzi et al., 2004).

Contudo, a maioria das espécies de Arecaceae só é propagada por sementes e muitas apresentam dificuldades para germinar, mesmo sob condições adequadas (Crepaldi et al., 2005).

As sementes devem ser retiradas de frutos amadurecidos, recentemente colhidos e que não foram armazenados por tempo muito prolongado. Os frutos maduros são reconhecidos pela cor característica que possuem e por se desprenderem naturalmente dos cachos. Se forem colhidos imaturos, a germinação torna-se muito falha ou não ocorre, porque o endosperma encontra-se ainda aquoso, não solidificado (Lorenzi et al., 2004).

Apesar de ser o principal método de propagação, o mecanismo de controle da germinação de sementes de palmeiras ainda é pouco conhecido. Uma de suas características é apresentar uma variação quanto ao número de dias requeridos para germinarem, o que depende das condições ambientais (temperatura e umidade), da idade das sementes e, principalmente, da espécie (Bovi & Cardoso, 1978).

Para quatro espécies de *Syagrus*, Koebernick (1971) observou que as sementes demoraram de 35 a 77 dias para germinarem. Matthes & Castro (1987) registraram de 42 a 334 dias para que esse processo ocorresse em sementes de licuri (*Syagrus coronata*), sob condições de viveiro. Em sementes de açai (*Euterpe oleracea* Mart.), em condições adequadas de umidade e temperatura, a germinação iniciou-se com 30 dias após a sementeira e se estendeu até trezentos dias do seu início (Bovi & Cardoso, 1978).

O estudo do potencial germinativo de palmeiras representa um avanço significativo para a domesticação e a exploração racional de seu potencial econômico, alimentar e energético (Cunha & Jardim, 1995). Pinheiro & Araújo-Neto (1987) defenderam o fato de que estudos descritivos da germinação são importantes para o melhor conhecimento do processo germinativo e básico para o desenvolvimento técnico eficiente da produção de mudas.

De acordo com Popinigis (1977), o tamanho da semente em muitas espécies é indicativo de sua qualidade fisiológica. Assim, dentro de um mesmo lote, as sementes grandes e médias podem apresentar maior germinação e vigor do que as de tamanho menor. Segundo Foster (1986), o tamanho da semente pode estar relacionado com a quantidade de reservas, sendo que em sementes maiores ocorre a síntese rápida de compostos secundários importantes para a germinação, maior produção de tecido fotossintético requerido no crescimento das plântulas e maior capacidade de sobrevivência em condições desfavoráveis. Lin (1988), trabalhando com sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.), concluiu que, quanto maior o peso dos frutos, maior porcentagem de germinação. Ledo et al. (2002) concluíram que as sementes grandes e médias de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) apresentaram maior porcentagem de germinação e velocidade de emergência.

#### **2.4.4 Utilidade das palmeiras**

As palmeiras apresentam alto valor econômico, fornecendo diversos produtos, tais

como palmito, óleos, amêndoas, fibras, além de material para construção de habitações rústicas, como folhas e estipes. Servem, ainda, para a ornamentação das zonas urbana e rural (Alves & Demattê, 1987; Diniz & Sá, 1995; Noblick, 1996), cujo interesse tem aumentado significativamente, devido ao seu indiscutível valor paisagístico, proporcionando beleza e serenidade à paisagem de campos abertos, ruas, jardins, parques e praças (Lorenzi et al., 2004; Stringheta et al., 2004).

As palmeiras de maior importância no mercado internacional, em conformidade com o que é produzido economicamente (Reinolds, 1982) e pelas pesquisas realizadas (Brackpool et al., 1986) são: o dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) como fonte de óleo comestível; o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na produção de óleo comestível e outros produtos, como coco ralado e água *in natura*, e a tamareira (*Phoenix dactylifera* L.) como fornecedora de alimento tipo “passa”. Mais recentemente, em plantios comerciais de palmito normal (doce) para o mercado internacional e nacional, tem sido utilizada a pupunheira (*Bactris gasipaes* H. B. K.) (Bovi, 1993).

O Brasil é o maior produtor e consumidor de palmito, e já foi o maior exportador desse produto, exportando menos de 10% de sua produção. A produção brasileira legal nos últimos anos tem sido relativamente estável, variando entre 35.637 toneladas em 1998 a 41.714 toneladas em 2001 (Resende & Saggin Júnior, 2004). Entretanto sabe-se que existe quantia considerável de palmito extraído ilegalmente de matas nativas que não entram nas estatísticas oficiais (Reis et al., 2000). Somente a produção legal brasileira representa mais de 50% de todo o palmito comercializado legalmente no mundo, que é estimado em torno de 80.000 toneladas por ano (Resende & Saggin Júnior, 2004).

Diversos tipos de palmeiras podem fornecer palmito de boa qualidade, que se diferenciam pela precocidade, cor e sabores diferentes. O palmito da guarirobeira (*Syagrus oleracea*) caracteriza-se pelo sabor amargo e diferente daquele nos gêneros *Euterpe* (açazeiro e juçara) e na pupunheira, os quais são de textura mais firme, sabor adocicado, o que é previsto na classificação de tipos de sabores no padrão para palmito do Codex pela inclusão dos sabores doce e amargo (FAO/Who (sd), citado por Ferreira & Paschoalino, 1988). Neste contexto, vem aumentando também, significativamente, os plantios comerciais da guarirobeira no Estado de Goiás, maior produtor nacional, com 4.500 ha ao ano de 1998 (Nascente & Peixoto, 2000), visando, principalmente, a produção do palmito amargo.

As principais espécies de palmeiras usadas na obtenção do palmito doce são: a

juçara (*Euterpe edulis*), comum na Mata Atlântica, sem perfilho e estipe ereto; o açazeiro (*Euterpe oleracea*), abundante na Amazônia, produz diversos perfilhos, estipe ereto, longo e fino (Furia, 1993); e a pupunheira, de perfilhamento abundante e estipe ereto (Barbosa, 1993; Nogueira et al., 1995).

## 2.5 PALMEIRAS NATIVAS DO CERRADO

No Cerrado, estima-se a existência de 14 gêneros e 28 espécies de palmeiras. Na realidade, nenhum levantamento sistematizado dessas plantas em todo o bioma foi realizado. Contudo, no Distrito Federal são reconhecidos oito gêneros e 15 espécies, dentre as quais 12 ocorrem em Área de Preservação Ambiental (APA) de Cafuringa (Martins, 2000), entre elas o buri ou licuri (*Allagoptera campestris* (Mart.) O. Kuntze); o coco-de-vassoura (*Allagoptera leucocalyx* (Mart.) O. Kuntze); o babaçu ou inajá (*Attalea brasiliensis* Glassman); o butiá (*Butia archeri* (Glassman) Glassman); o palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart.); o içaí (*Geonoma brevispatha* Barb. Rodr.); o coco-católé ou jerivá (*Syagrus comosa* (Mart.) Mart.); o aricuri (*Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc.) e o acumã (*Syagrus petraea* (Mart.) Becc.) (Martins, 2007). Seja pela sua predominância, seja pela exuberância da planta ou importância no equilíbrio da fauna e/ou flora, ou ainda pelo aproveitamento de seus produtos e subprodutos pela comunidade local, merecem destaque, além da guariroba (*S. oleracea* (Mart.) Becc.) e do buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.), a macaúba (*Acrocomia aculeata*).

## 2.6 MACAÚBA

O termo *Acrocomia* tem origem grega e descreve a forma como as folhas estão dispostas na planta, “*Akron*” (cima) e “*Kome*” (cabeleira), sugerindo sua disposição no formato de uma coroa (Novaes, 1952; Henderson et al., 1995). Em termos taxonômicos, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. está classificada em (Grin, 2006, citado por Nucci, 2007):

Reino: Plantae	Família: Arecaceae
Divisão: Magnoliophyta	Subfamília: Arecoideae
Classe: Liliopsida	Tribo: Cocoeae
Subclasse: Arecidae	Subtribo: Bactridinae
Ordem: Arecales	Gênero: <i>Acrocomia</i>

Esta espécie apresenta como sinonímia botânica os seguintes nomes, segundo Henderson et al. (1995): *A. antiguana* L.H. Bailey, *A. antioquiensis* Posada-Arango, *A. belizensis* L.H. Bailey, *A. christopherensis* L.H. Bailey, *A. chunta* Covas & Ragonese, *A. erisacantha* Barb. Rodr., *A. fusiformis* Sweet, *A. glaucophylla* Drude, *A. grenadana* L.H. Bailey, *A. hospes* L.H. Bailey, *A. ierensis* L.H. Bailey, *A. karukerana* L.H. Bailey, *A. lasiospatha* Mart., *A. media* O.F. Cook, *A. mexicana* Karw. ex Mart., *A. microcarpa* Barb. Rodr., *A. mokayayba* Barb. Rodr., *A. odorata* Barb. Rodr., *A. panamensis* L.H. Bailey, *A. pilosa* Leon, *A. quisqueyana* L.H. Bailey, *A. sclerocarpa* Mart., *A. sclerocarpa* var. *wallaceana* Drude, *A. spinosa* (Mill.) H.E. Moore, *A. subinermis* León ex L.H. Bailey, *A. ulei* Dammer, *A. viegasii* L.H. Bailey, *A. vinifera* Oerst., *A. wallaceana* (Drude) Becc., *Bactris globosa* Gaertn., *Cocos aculeatus* Jacq., *Cocos fusiformis* Sw., *Palma spinosa* Mill.

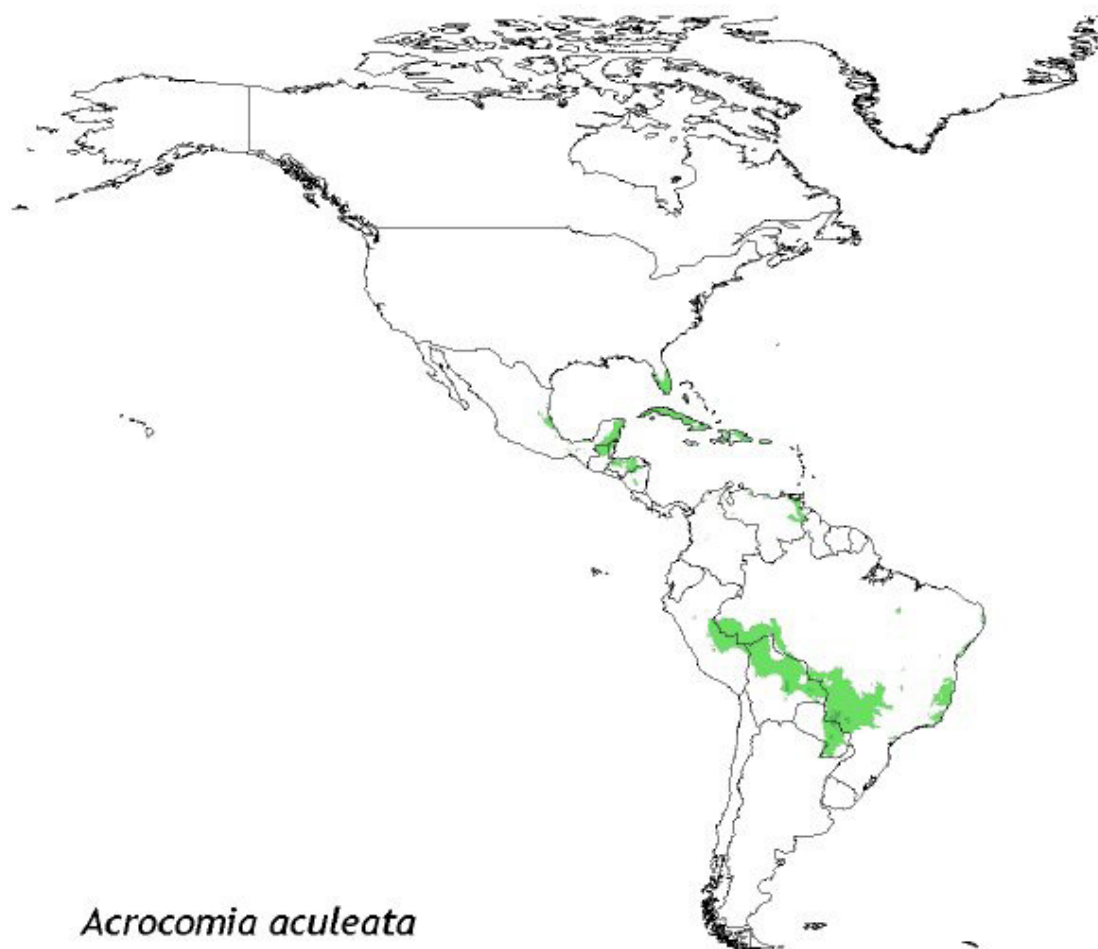
Henderson et al. (1995) também consideram *A. intumescens* Drude e *A. totai* Mart. como sinonímia de *A. aculeata*; porém, outros autores, como Lorenzi et al. (2004), as consideram como espécies diferentes com características próprias. Alguns pesquisadores afirmam haver no gênero *Acrocomia* aproximadamente 25 espécies e, outros, afirmam haver somente duas (*A. aculeata* e *A. intumescens*), sendo as outras espécies variantes de *A. aculeata*.

Apresenta, também, uma vasta sinonímia popular no Brasil (Lorenzi, 1992): macaúba, mucajá, mocujá, mocajá, macaíba, macaiúva, bacaiúva, bocaiúva, umbocaiúva, imbocaiá, coco xodó, coco-de-catarro ou coco-de-espinho. O nome pode ainda variar de acordo com sua região de distribuição (Fruits from America, 2005; New World Fruits, 2006, citados por Nucci, 2007): coco baboso, coco de catarro, coquito, macaúba, bocaiuva, mocayá (Argentina), corozo (Colômbia, Venezuela), coyol (América Central), catey, totaí (Bolívia), cayara, cayiete, ocori, tamaco (Colômbia); corosse (Haiti); groo groo, grugru palm, macaw palm, macaya oil (inglês); corosse (francês) e bocaiuva, cachinobí, catey, cayara, cayiete, coco baboso, coco de catarro, coquito, corozo, coyol, gru gru, macaúba, mocayá, ocori, palma de vino, tamaco, totaí (espanhol).

### 2.6.1 Distribuição geográfica

Esta palmeira é nativa do Brasil (Reyes, 2003), podendo ser encontrada do sudeste do país até a América Central (Figura 2.2) (Almeida et al., 1998). No país, apresenta vasta distribuição, ocorrendo do Pará até São Paulo, Rio de Janeiro, Goiás, Minas Gerais e Mato

Grosso do Sul. Na região Nordeste predomina a espécie *A. intumescens* Drude e, no Sudoeste do país, *A. totai* Mart. (Lorenzi et al., 2004). No Estado de Goiás, a espécie *A. aculeata* ocorre de forma abundante, sendo considerada indicadora de solos férteis.



**Figura 2.2.** Distribuição geográfica da espécie *Acrocomia aculeata* pela América Tropical (New World Fruits, 2006, citado por Nucci, 2007).

### 2.6.2 Morfologia

As macaúbas são palmeiras robustas, com estipes eretos, esguios e elegantes. Em seu estado de natureza, destacam-se pela exuberante beleza do conjunto, em agrupamentos, podendo ser encontradas juntamente com outras palmeiras, como a carnaúba (*Copernicia prunifera*) (Silva & Tassara, 1996).

Esta palmeira possui de 10 m a 15 m de altura e de 20 cm a 30 cm de diâmetro de estipe, o qual conserva, por muitos anos, os remanescentes da base das bainhas foliares (Reyes, 2003); porém, também há ocorrências de alturas superiores a 20 m. Uma de suas principais características é a presença de espinhos ao longo do estipe e folhas, cuja quantidade e tipo variam de acordo com a espécie considerada (Silva & Tassara, 1996).

Possui folhas pinadas, com 3 m a 5 m de comprimento, aculeadas e com folíolos lanceolados, de coloração verde-escura e desigualmente distanciados (Reyes, 2003). As folhas estão presentes, geralmente, em número de 20 a 30 por planta, distribuídas em diferentes planos, dando aspecto plumoso à copa. Existem aproximadamente 130 folíolos para cada lado da região central da folha (Nucci, 2007).

Suas inflorescências amareladas apresentam-se agrupadas em cachos pendentes de até 80 cm de comprimento e protegidas por uma espata que pode atingir até 2 m de comprimento. São pequenas, unissexuais e ambos os sexos estão presentes em uma mesma inflorescência. As flores masculinas nascem no topo da inflorescência, enquanto as femininas situam-se na base (Nucci, 2007). É, portanto, uma planta monóica, sendo sua inflorescência interfoliar muito ramificada e, a espata, lenhosa e aculeada. Floresce quase o ano inteiro, porém em maior intensidade de outubro a janeiro (Reyes, 2003).

As inflorescências são andróginas (possui os dois sexos) com marcada protoginia, fenômeno no qual os estigmas amadurecem antes que os estames. Mesmo a espécie sendo autocompatível e a geitonogamia (fenômeno em que a polinização ocorre entre flores vizinhas da mesma planta, em geral da mesma inflorescência) respondendo por uma significativa porcentagem da produção de frutos, a xenogamia, polinização cruzada entre indivíduos diferentes, é responsável por muito do sistema reprodutivo (Nucci, 2007). A polinização ocorre principalmente por besouros, com o vento desempenhando papel secundário. Os principais polinizadores são *Andranthobius* sp. (Curculionidae), *Mystraps cf. mexicana* (Nitidulidae) e *Cyclocephala forsteri* (Scarabaeidae). Espécies de coleópteros visitam a inflorescência como sítios de alimentação, de proteção, de acasalamento e de reprodução (Martins, 2007).

Em estudo realizado no Distrito Federal foi observado que cada inflorescência produz, em média, 60 frutos, mas esse número pode variar de zero a 271, conforme a região (Scariot et al., 1995).

Os frutos amadurecem principalmente na primavera e verão do ano seguinte (Reyes, 2003). Ainda que se observe fruto o ano todo, a sua safra (três ou quatro cachos

por planta por ano) ocorre entre os meses de setembro a março e, em algumas localidades, com 30 a 40 dias de antecipação e/ou retardamento (Aristone & Oliveira, 2004).

O fruto consiste da casca externa (epicarpo) e polpa fibrosa interna (mesocarpo), a qual circunda a semente. A semente é composta de casca dura (endocarpo), que envolve uma amêndoa oleosa branca (Hiane, 1988, citado por Aristone & Oliveira, 2004). O fruto possui formato globoso e coloração castanha, sendo que seu tamanho pode variar de 2,0 cm a 3,5 cm, conforme a região (Aristone & Oliveira, 2004). Apresenta mesocarpo branco ou amarelado, fibroso e mucilaginoso. Cada fruto contém de uma a três amêndoas oleaginosas, contendo de um a três embriões viáveis, envolvidas por um endocarpo rígido (Scariot et al., 1991; Lorenzi, 1992; Silva & Tassara, 1996).

Nos frutos ainda imaturos, a casca encontra-se muito aderida à polpa. A sua extração manual é difícil, uma vez que apresenta aspecto ceroso e muito aderente (Brasil, 2002). Porém, Martins (2007) relata que, quando maduro, o epicarpo se rompe facilmente. Estes são dispersos por animais silvestres (gambá, rato-de-banhado, macaco-prego, cotia e paca) e, principalmente, por animais domésticos (gado).

No campo, observa-se variação tanto na quantidade de amêndoas por fruto, como no tamanho do fruto. É de extrema importância o maior conhecimento e a caracterização dessa variabilidade, para que se possam identificar as plantas com maiores potenciais, segundo a destinação em questão, nas diferentes localidades do Cerrado.

### **2.6.3 Utilidades**

Esta palmeira possui utilidades alimentícias, oleaginosa e melífera (Tabela 2.1) (Almeida et al., 1998). Apresenta, ainda, potencial de uso em projetos paisagísticos locais e de recuperação de áreas degradadas, enfatizando o fato de ser uma espécie já adaptada à sazonalidade do clima típico do Cerrado. Isto propicia maior adaptação da planta no ambiente projetado, tanto em termos de solo, quanto em termos de manutenção, reduzindo determinadas práticas, especialmente em relação à irrigação e à adubação. Isto porque, segundo Veloso et al. (1991), de forma geral, as espécies nativas desse bioma possuem estratégias de sobrevivência que lhes conferem grande habilidade de estabelecimento e de desenvolvimento em ambientes extremamente pobres em nutrientes no solo e com elevado teor de alumínio tóxico.

**Tabela 2.1.** Usos de distintas partes de *Acrocomia aculeata*.

Partes da planta usadas	Categorias de usos	Finalidade de usos
Estipe	estipe	Parede, caibro, ripas, calhas para água, mourão, estacas
Estipe (medula)	alimento	Fécula nutritiva
Estipe (meristema apical)	alimento	Palmito
Estipe (seiva)	alimento	Vinho
Estipe (seiva)	medicinal	febrífuga
Folha	forragem	Gado bovino, equino, ração animal
Folha	fibra	Chapéu, balaio, linha de pesca, redes
Folha	outro	Cobertura de casas
Fruto (mesocarpo)	medicinal	Fortificante
Fruto (mesocarpo)	alimento	Fruta, goma de mascar, doces, paçocas, geléias e cocadas
Fruto (óleo do mesocarpo)	alimento	Licor, sorvete
Fruto (óleo do mesocarpo)	medicinal	Analgésico (dor de cabeça e nevralgias)
Fruto (óleo do mesocarpo)	cosmético	Hidratante capilar
Plântulas (parte aérea)	medicinal	Diurético, hipotensor
Raízes	medicinal	Diurético
Semente	outro	Substitui a brita no concreto
Semente	artesanato	Confecção de botões
Semente (amêndoa)	alimento	Coco, paçoca
Semente (óleo da amêndoa)	alimento	Óleo de cozinha
Semente (óleo da amêndoa)	combustível	Lamparina, produção de energia
Semente (óleo da amêndoa)	cosmético	Hidratante capilar
Semente (óleo da amêndoa)	medicinal	Laxante
Semente (óleo da amêndoa)	outro	Ingrediente de sabão

Fonte: Adaptado de Lorenzi (2006).

A macaúba pode apresentar, também, uso artesanal, sendo seu estipe utilizado em construções rústicas e, as folhas, além de forrageiras, fornecem fibras têxteis para a confecção de redes e linhas de pesca (Reyes, 2003). Os espinhos são usados pelas rendeiras como alfinetes e, suas inflorescências, depois de secas, são utilizadas em arranjos (Brasil, 2002).

Tanto a polpa quanto a amêndoa podem dar origem a diversos produtos e subprodutos; contudo, a sua utilização é limitada basicamente à alimentação, por não serem submetidas adequadamente ao processo de refinamento industrial, ainda que artesanal (Aristone & Oliveira, 2004). Ambas são muito apreciadas tanto pelo homem quanto pela fauna doméstica e silvestre. A polpa, mucilaginosa, oleosa e semi-fibrosa, tem sabor adocicado e aroma característico. Pode ser consumida ao natural (conhecida popularmente como “chiclete pantaneiro”) ou cozida; também pode ser utilizada na produção de farinhas destinadas à fabricação de bolos, mingaus, vitaminas e sorvetes. Dela é extraído um óleo com característica semelhante ao azeite de dendê (*Elaeis guineensis*) (Brasil, 2002). Esse óleo é conhecido como “óleo de mocajá”, sendo vendido em pequenos comércios com finalidades variadas: confecção de sabão e velas, como medicamento para aliviar dores de cabeça e musculares, como repelente de picadas de mosquitos, especialmente em crianças (Aristone & Oliveira, 2004), além do uso na culinária e em lampiões.

Da amêndoa pode-se extrair um óleo de excelente qualidade, transparente e fino que, ao ser purificado, pode ser utilizado na confecção de uma infinidade de produtos (margarinas, produtos de confeitarias, sabão, velas, cosméticos, etc.) (Aristone & Oliveira, 2004). Uma análise feita pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais apontou o índice de 50,1% da proteína vegetal na amêndoa da macaúba; a soja (*Glycine max* L.) não atinge metade dessa quantidade (Avelar, 2007). E, em pesquisas recentes, a casca dura (endocarpo) que envolve a amêndoa vem sendo testada com sucesso por pesquisadores da Universidad de Assunción, como carvão ativado (Aristone & Oliveira, 2004).

A Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, realizou estudos em macaubais nativos sobre solos de média fertilidade, com produção aproximada de 100 kg de frutos<sup>-1</sup>.planta<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, e concluiu que, em plantios racionais com espaçamento de 7 m x 7 m, pode-se esperar produtividade mínima de 20.000 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de frutos, considerando que esta produtividade pode aumentar muito através de manejo adequado, com a possível redução do espaçamento para 6 m x 6 m e programas de melhoramento da espécie. Outro

fato importante a ser considerado é que ambos os espaçamentos permitem o consórcio com culturas alimentares nos três primeiros anos de implantação do macaúbal, sendo o tempo necessário para a primeira colheita de quatro a cinco anos, dependendo das formas de manejo que forem utilizadas. Em levantamento realizado em maio de 2006, o valor estimado para produção de um hectare de macaúba foi de R\$ 7.000,00 por ano, e a produção por hectare inclui 4.000 L de óleo vegetal, 1.200 kg de carvão vegetal, e 5.300 kg de farelos para rações (Oliveira, 2006, citado por Nucci, 2007).

Essa palmeira também fornece ótimo palmito utilizado na culinária. O seu estipe produz uma fécula nutritiva e uma seiva doce que, ao ser fermentada, assemelha-se ao mel (Brasil, 2002).

A espécie é indicada como uma das principais matérias-primas para a indústria de óleo e biodiesel, por sua alta combustão e por ser pouco poluente, com grandes perspectivas de produção. Dentre as oleaginosas, é a que possui o maior rendimento agrícola e industrial: 20% de óleo, com produção esperada de 28.000 kg.ha<sup>-1</sup> e produção total de óleo de 5.700 kg.ha<sup>-1</sup> (Rolim, 1981), superiores ao dendê (4-6 t.ha<sup>-1</sup>) e ao pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) (1,5-3,0 t.ha<sup>-1</sup>).

Lleras & Coradin (1985), citados por Clement et al. (2005), estimaram uma produtividade de 5 t.ha<sup>-1</sup> de óleo do tipo oléico-palmítico e 1,4 t.ha<sup>-1</sup> de óleo do tipo láurico, em plantios com densidade de 200 plantas.ha<sup>-1</sup>, o que se compara, favoravelmente, à produtividade do dendê, especialmente considerando-se que a macaúba se desenvolve melhor em ambientes mais secos do que o dendê. No entanto, a macaúba apresenta duas características desfavoráveis: sazonalidade e maturação irregular dos frutos no cacho; assim, uma colheita única incluiria frutos maduros, semi-maduros e imaturos, o que poderia resultar em menor quantidade de óleo (Clement et al., 2005).

Existem algumas necessidades ainda pouco consideradas na cadeia dos biocombustíveis. A primeira delas é que diante da expectativa de uma demanda cada vez maior, provocada pelas crescentes dificuldades de exploração dos combustíveis fósseis e também por sua utilização como arma política, um programa para os biocombustíveis terá cada vez mais que considerar a utilização de plantas de alta produtividade como matéria-prima. Outra consideração é que, assim como as fontes energéticas, a questão da água também adquire importância cada vez maior, lembrando vários indicadores preocupantes de problemas climáticos e escassez de água, sendo que, a macaúba, por ser uma palmeira rústica, necessita de pouca água, ao contrário de outras culturas. A terceira premissa é a

necessidade de frear as correntes migratórias internas, garantindo emprego às populações em suas regiões de origem (Salles, 2007).

A macaúba atende a essas três condições, com vantagens sobre outras plantas que ocupam hoje posição de destaque no Brasil na produção de biodiesel, como a soja e o dendê. Embora com potencial menor do que o da soja para produzir óleo, essa palmeira ganha pelo volume, que pode passar de 30 toneladas de biomassa por hectare, enquanto no caso da soja é de apenas 4%, o que resultaria em cerca de 5.000 L e 1.000 L de biodiesel por hectare, respectivamente (Salles, 2007).

E, apesar de sua abundante frutificação e tantas outras qualidades, as palmeiras brasileiras do gênero *Acrocomia* têm sido exploradas de forma rudimentar e doméstica, bem aquém de seus potenciais econômicos (Silva & Tassara, 1996). Devido ao grande potencial alimentício e energético dos frutos da macaúba, é de grande importância o estudo de suas características físicas e químicas, possibilitando o seu melhor aproveitamento.

## 2.7 REFERÊNCIAS

ABREU, R. L. **Maps of Goiás**. Disponível em:

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Goiias\\_Mesorregions.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Goiias_Mesorregions.svg)>. Acesso em: 20 nov. 2008.

ADÁMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; MADEIRA NETO, J. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p. 33-98.

ADÁMOLI, J.; MADEIRA NETO, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G. Recursos naturais dos cerrados: análise, ampliação e adequação de informações. In: **Relatório técnico anual do centro de pesquisa agropecuária dos cerrados**, Brasília, 1982/1985, Embrapa-CPAC, 1987. p. 41-45.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998, v. 1. 464 p.

ALMEIDA NETO, J. X. **Caracterização das formas de fósforo e emprego de diferentes extratores para avaliar o P “disponível” em solos de Goiás**. 1980. 149 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1980.

ALVES, M. R. P.; DEMATTÊ, M. E. S. P. **Palmeiras: características botânicas e evolução**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 129 p.

ARISTONE, F.; OLIVEIRA, T. C. M. **Exploração auto-sustentável da Bocaiúva na região do Pantanal Sul-Matogrossense**: geração de renda e equilíbrio do meio ambiente. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2004. 23 p.

AVELAR, A. “**Criei meus sete filhos com o óleo de macaúba**”. Disponível em: <<http://www.revistaencontro.com.br/junho05/rural/personagem.asp>>. Acesso em: 13 fev. 2007.

BARBOSA, A. M. M. Pupunha (*Bactris gasipaes*). In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE PALMITO, 1, 1993, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: CALQ, 1993. p. 8-11.

BARBOSA, A. S. **Sistema biogeográfico do cerrado**: alguns elementos para sua caracterização. Goiânia: Editora UCG, 1996. 44 p.

BILLAZ, R.; PALMA, V. La expansion de la agricultura y de la ganaderia en las sabanas tropicais de América del Sur. In: PEREIRA, R. C.; NASSER, L. C. B. (Eds.) Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos cerrados. **Simpósio sobre o cerrado, 8**, Brasília, Embrapa-CPAC, 1996. p. 484-491.

BOVI, M. L. A. Híbridos de palmito. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE PALMITO, 1., 1993, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: CALQ, 1993. p. 39-48.

BOVI, M. L. A.; CARDOSO, M. Conservação de sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.). **Bragantia**, Campinas, v. 37, n. 01, p. 65-71. 1978.

BRACKPOOL, A. L.; BRANTON, R. L.; BLAKE, J. Regeneration in palms. In: VASIL, I. A. (Ed.). **Cell culture and somatic cell genetics of plant**. Orlando: Academic Press, v. 3, p. 207-222, 1986.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação-geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Alimentos regionais brasileiros**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. 140 p.

BRAZÃO, J. E. M.; SANTOS, M. M.; SILVA, Z. L. Vegetação e recursos florísticos. In: CALDEIRON, S. S. (Coord.). **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 1993. p. 59-88.

CASTRO, A. J. Comparação florística de espécies do cerrado. **Silvicultura**, São Paulo, v. 15, n. 58, p. 16-18, 1994.

CLEMENT, C. R.; LLERAS PÉREZ, E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociências**, Montevideu, v. 9, n. 1-2, p. 67-71, 2005.

COCHRANE, T. T.; AZEVEDO, L. G. As savanas do trópico sul-americano: uma visão geral dos seus recursos de clima e solo para desenvolvimento agrotecnológico baseada no inventário computadorizado de sistemas de terra do CIAT/ Embrapa. In: **Savanas: alimento e energia. Simpósio sobre o cerrado, 6**, Brasília, Embrapa-CPAC. 1988. p. 773-801.

COLE, M. M. **The Savannas: biogeography and geobotany**. New York: Academic Press, 1986. 438 p.

COUTINHO, L. M. O cerrado e a ecologia do fogo. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. especial, p. 131-138, 1992.

CRA - Centro de Recursos Ambientais. **Cerrado: uma riqueza biológica a proteger**.

Disponível em:

<<http://www.seia.ba.gov.br/biorregional/cerrado/template01.cfm?idCodigo=210>>. Acesso em: 17 jun. 2007.

CREPALDI, I. C.; CARVALHO, N. S.; PELACANI, C.; RODRIGUES, M. O. S. Uso de substâncias reguladoras e não-específicas na germinação de sementes de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) **Sitientibus**, Série ciências biológicas, Feira de Santana, v. 5, n. 1, p. 28-32, 2005.

CUNHA, A. C. C.; JARDIM, M. A. G. Avaliação do potencial germinativo em açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) variedades preto, branco e espada. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 11, n. 1, p. 55-60, 1995.

DINIZ, J. H.; SÁ, L. F. de. **A cultura da guariroba**. Goiânia: EMATER-GO, 1995. 16p. (EMATER. Boletim Técnico, 003).

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília, Coordenadoria Editorial/CNPq, 1983. 305p.

EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado**. 2. ed., Brasília: UnB, 1993. p. 17-73.

FALEIRO, F. G.; GAMA, L. C.; FARIAS NETO, A. L.; SOUSA, E. S. O Simpósio Nacional sobre o Cerrado e o Simpósio Internacional sobre Savanas Tropicais. In: FALEIRO, F. G. & FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 1, p.33-48.

FERNANDES, H. Geographic distribution of Palms. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 360, p. 63-70, 1994.

FERREIRA, V. L. P.; PASCHOALINO, J. E. Pesquisa sobre palmito no Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO, 1, 1987, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa-CNPQ, 1988, p. 45-55.

FERRI, M. G. Ecologia dos cerrados. In: FERRI, M. G. (Coord.). Bases para utilização agropecuária. **Simpósio sobre o cerrado**, 4. São Paulo, Itatiaia/USP, 1977. p. 15-36.

FOLCH, R. (Ed.). **Encyclopedia of the biosphere: savannahs**. 1. ed. Detroit: The Gale Group, vol. 3, 2000. 460p.

FOSTER, S. A. On the adaptative valve of large seeds for tropical moist forest trees: a review and synthesis. **The Botanical Review**, New York, v.52, n.3, p.287-293. 1986.

FURIA, L. R. K. Características e uso do Juçara (*Euterpe edulis*) e Açai (*Euterpe oleracea*). In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE PALMITO, 1, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: CALQ, 1993. p. 1-7.

GOEDERT, W. J. Região dos cerrados: potencial agrícola e política para seu desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p.1-17, jan. 1989.

GOEDERT, W. J.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. O. Savanas Tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. In: FALEIRO, F. G. & FARIAS NETO, A. L. (ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 2, p. 49-80.

GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: Ferri, M. G. (Coord.). **Simpósio sobre o cerrado, 3**, São Paulo, Edgard Blucher Ltda./USP, 1971. p. 44-60.

HARDY, F. Problemas de fertilización em el campo Cerrado de la parte centro oriental de Brasil. **Turrialba**, Costa Rica, v. 12, p. 128-133, 1962.

HENDERSON, A. **The palms of the Amazon**. Oxford University Press, New York, 1995. 362p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, 1995. 352 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estados@**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=go> > Acesso em: 20 nov. 2008.

JACOMINI, P. K. T. Considerações gerais sobre alguns solos de cerrado. In: BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. **Recuperação do Cerrado**. Rio de Janeiro, 1964. p. 131-136. (Estudos brasileiros, 21).

KOEBERNICK, J. Germination of palms seed. **Principes**, Lawrence, v. 15, n. 4, p. 134-137, 1971.

LAURIE, M. V. **Prácticas de plántación de árboles en la sabana africana**. Roma: FAO, 1975. 203 p. (Cadernos de Fomento Florestal, 19).

LEDO, A. S.; MEDEIROS-FILHO, S.; LEDO, F. J. S.; ARAÚJO, E. C. Efeito do tamanho de semente, do substrato e pré-tratamento em sementes de pupunha. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 33, n. 1, p. 29-32, 2002.

LIMA, E. S.; FELFILI, J. M.; MARIMON, B. S.; SCARIOT, A. Diversidade, estrutura e distribuição espacial de palmeiras em um cerrado sensu stricto no Brasil Central - DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 361-370, 2003.

LIN, S. S. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, vol. 8, n. 1, p. 57-66, 1988.

LOBATO, E. J. V.; ALEIXO, V.; GONÇALVES, V. A.; SACRAMENTO, G. L.; ANDRADE, R. S. **Atlas climatológico do estado de Goiás**. Goiânia, CEGRAF/UFG, 1997. 55p.

LOPES, A. S. **Solos sob “Cerrado”**: características, propriedades e manejo. Piracicaba, Potassa & Fosfato, 1983. 162 p.

LOPES, A. S. Correção e adubação dos solos dos cerrados. In: **Simpósio sobre o potencial agrícola dos cerrados, 1**, Goiânia: Fundação Cargill, 1985. p. 57-59.

LOPES, A. S.; COX, F. R. A survey of the fertility status of surface soil under “Cerrado” vegetation in Brasil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 41, n. 4, p. 742-746, 1977.

LOPES, A. S. & DAHER, E. Agronegócio e recursos naturais no Cerrado: desafios para uma coexistência harmônica. In: FALEIRO, F. G. & FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 5, p. 173-212.

LORENZI, G. M. A. C. ***Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. – Arecaceae**: bases para o extrativismo sustentável. 2006, 156 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992. 352p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; BEHR, N. **Palmeiras no Brasil**: exóticas e nativas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 1996. 303p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2004. 432 p.

MARTINS, R. C. **Arecaceae (Palmae) no Distrito Federal, Brasil**. 2000. 104 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)- Universidade de Brasília, Brasília. 2000.

MARTINS, R. C. **Biodiversidade do bioma Cerrado**. Disponível em: [http://www.semarh.df.gov.br/semarh/site/cafuringa/Sec04/Sec\\_04\\_08.htm](http://www.semarh.df.gov.br/semarh/site/cafuringa/Sec04/Sec_04_08.htm). Acesso em: 15 jul. 2007.

MATTHES, L. A. F.; CASTRO, C. E. F. Germinação de sementes de palmeiras. **O Agrônomo**, Campinas, v. 39, n. 32, p. 67-277, 1987.

McCLUNG, A. C.; FREITAS, L. M.; GALLO, J. R.; QUINN, L. R.; MOTT, G. O. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade, em solos de diferentes

campos cerrados de São Paulo e Goiás. **Bragantia**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 29-44, nov. 1958.

MENAUT, J. C. The vegetation of african savannas. In: BOULIÉRE, F. (Ed.). **Tropical savannas**. 13. New York, Elsevier Scientific Publishing Company, 1983. p. 109-149.

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. **S. Frutos de palmeiras da Amazônia**. Manaus: MCT/INPA, 2001. 120p.

MUELLER, C. C.; MARTHA JÚNIOR, G. B. A agropecuária e o desenvolvimento socioeconômico recente do Cerrado. In: FALEIRO, F. G. & FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 4, p. 105-172.

NASCENTE, A. S; PEIXOTO, N. Levantamento de dados sobre guariroba no Estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, Suplemento. p. 878-879, jul. 2000.

NAVES, R. V. **Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos**. 1999. 206 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

NOBLICK, L.R. Syagrus. **The Palm Journal**, Fallbrook, n.126, p.12-45, 1996.

NOGUEIRA, O. L.; CALZAVARA, B. B. G.; MÜLLER, C. H.; CARVALHO, C. J. R.; GALVÃO, E. U. P.; SILVA, H. M.; RODRIGUES, J. E. L. F.; CARVALHO, J. E. V. de; OLIVEIRA, M. do S. P. de; ROCHA NETO, O. G. de; NASCIMENTO, W. M. O. do. **A cultura da pupunheira**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 50 p. (Coleção Plantar, 25).

NOVAES, R. F. **Contribuição para o estudo do coco macaúba**. 1952, 85f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1952.

NUCCI, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

PEREIRA, B. A. S. Flora nativa. In: DIAS, B. F. S. (Coord.). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Fundação Pró-Natureza, Brasília, 1996. p. 53-57.

PERES, J. R. R. Programa nacional de pesquisa de aproveitamento dos recursos naturais e socioeconômicos dos cerrados. In: **Relatório técnico anual do centro de pesquisa agropecuária dos cerrados, 1982/1985**. Brasília, Embrapa-CPAC, Planaltina, 1987. p.105-107.

PINHEIRO, C. U. B.; ARAÚJO-NETO, A. **Descrição do processo germinativo de semente de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.)**. São Luis: EMAPA, 1987. 7 p. (Comunicado Técnico, 14).

- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.
- RANZANI, G. Solos do cerrado no Brasil. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Simpósio sobre o cerrado, 3**, São Paulo, Edgard Blucher/USP, 1971. p. 26-43.
- REINOLDS, J. F. Vegetative propagation of palm trees. In: BONGA, J. M.; DURZAN, D. J. (Eds.). **Tissue culture in forestry**, Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1982. p. 182-207.
- REIS, M. S.; FANTINI, A. C.; NODARI, R. O.; REIS, A.; GUERRA, M. P.; MANTOVANI, A. Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius) **Biotrópica**, Washington, v. 32, n. 4b, p.894-902, 2000.
- RESK, D. V. S; GOMES, J. F. M. Planejamento agropecuário a nível de microbacias hidrográficas na região dos cerrados. In: **Estratégias de utilização. Simpósio sobre o cerrado, 7**, Brasília, 1989. Embrapa-CPAC, 1995. p. 198-221.
- REYES, A. E. L. **Trilhas do Parque da ESALQ**. 2003, CIAGRI/USP. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/trilhas/palm/palm05.php?PHPSESSID=9f174565f8dcbea6f38aad679ebfc012>>. Acesso em: 14 abr. 2007.
- RESENDE, J. M.; SAGGIN JUNIOR, O. J. **Processamento do palmito de pupunheira em agroindústria artesanal - uma atividade rentável e ecológica**. Embrapa Agrobiologia, Sistemas de Produção, 01. Versão eletrônica. Jan./2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pupunha/PalmitoPupunheira>>. Acesso em: 04 dez 2008.
- RIBEIRO, J. F.; MACEDO, J.; SANO, S. M.; SILVA, J. A. **Os principais tipos fitofisionômicos da região dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1983. 28p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 21).
- RIZZINI, C. T. A flora do cerrado. Análise florística das savanas centrais. In: FERRI, M. G. (coord.). **Simpósio sobre o Cerrado, 1**, São Paulo, Edgard Blucher Ltda/USP. 1971. p.105-153.
- ROCHA, O. O coco macaúba. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 21, p. 345-358, 1946.
- ROLIM, A. A. B. Óleos vegetais: usos gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 17-22, out. 1981.
- SALIS, S. M. ; JURACY, A. R. M. **A utilização da bocaiúva no Pantanal**. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, n. 81, p.1-2. jun. 2005. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM081.pdf>>. Acesso em: 17 jun 2007.
- SALLES, G. Macaúba pode ser matéria-prima alternativa para biodiesel. **Gazeta Mercantil**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=7358>>. Acesso em: 15 abr. 2007.

- SANCHEZ, P. A. **Suelos del trópico**. Características y manejo. Costa Rica, IICA, 1981. 660p.
- SANTOS, B. R.; PAIVA, R.; DOMBROSKI, J. L. D.; MARTINOTTO, C.; NOGUEIRA, R. C.; SILVA, A. A. N. **Pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.)**: uma espécie promissora do cerrado brasileiro. Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras, 64, 2004. 29p.
- SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. **Biotrópica**, Washington, v. 27, n. 2, p. 168-173, 1995.
- SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. **Biotrópica**, Washington, v.23, n.1, p.12-22, 1991.
- SCHENKEL, C. S.; BRUMMER, B. M.; FELIZOLA, E. R. UNESCO. **Vegetação do Distrito Federal**: uma avaliação multitemporal da perda de cobertura vegetal no DF e diversidade florística da reserva da biosfera do Cerrado - Fase 1. Brasília, UNESCO. 2000. 55p.
- SCOLFORO, J. R. S. Características e Produção das Fisionomias do Cerrado em Minas Gerais. In: FALEIRO, F. G. & FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap.16, p. 505-612.
- Seplan/Sepin. **Goiás em Dados 2007** - Edição Bilíngüe / Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento; Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação. Goiânia: SEPLAN, 2007. 138 p.
- SILVA, J.A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos cerrados**: informações exploratórias. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992. 23p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 44).
- SILVA, S. P.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 1996. 230 p.
- SILVA JUNIOR, M. C.; BARROS, N. F.; CÂNDIDO, J. F. Relação entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba-MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 10, p. 125-137, 1987.
- SODRÉ, J. B. **Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico**. Lavras: UFLA, 2005. 65p.
- STRINGHETA, A. C. O; ARAUJO, E. F.; CARDOSO, A. A. Secagem e armazenamento de sementes de palmeira real australiana (*Archontophoenix alexandrae*). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 51-57, 2004.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro, IBGE, 1991. 124 p.

### **3 AMBIENTES COM OCORRÊNCIA NATURAL DE *Acrocomia aculeata* NAS REGIÕES CENTRO E SUL DO ESTADO DE GOIÁS**

#### **RESUMO**

No Cerrado, algumas espécies de palmeiras se destacam do ponto de vista natural, econômico e ecológico, seja pela predominância, seja pela exuberância da planta ou importância no equilíbrio da fauna e/ou flora, ou ainda pelo aproveitamento de seus produtos e subprodutos pela comunidade local. Dentre estas, a macaúba (*Acrocomia aculeata*) ocorre em abundância em alguns Estados, principalmente em Goiás. Cada vez mais esta palmeira tem despertado o interesse pela sua alta produção de frutos e por possuir diversas utilidades, como alimentícia, forrageira, ornamental e oleaginosa. E, ainda, seus frutos são muito apreciados pelo homem, fauna doméstica e silvestre. Porém, a exploração hoje existente é basicamente extrativista e com baixa produtividade. A instalação de lavouras comerciais convive com uma série de dificuldades, incluindo o desconhecimento de suas exigências ecológicas. Este trabalho objetivou caracterizar ambientes de ocorrência natural da macaúba, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Foram selecionadas dez áreas, localizadas em sete municípios: Santa Cruz de Goiás, São Miguel do Passa Quatro, São Francisco de Goiás, Paraúna, Jandaia, Indiara e Jaraguá. Em Jaraguá, foram selecionadas quatro áreas pela alta densidade desta palmeira em vários locais da região. Nos demais municípios, escolheu-se uma única área. Da mistura de dez sub-amostras, retirou-se uma amostra composta por área para a caracterização química e física do solo; além da descrição da topossequência e de sua classificação sucinta. Obteve-se também os dados climáticos por meio das normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia. Foram realizadas análises estatísticas descritivas e correlações entre os dados de fertilidade do solo. De acordo com os resultados, a espécie *A. aculeata* ocorre em maior densidade em solos de média a alta fertilidade. Áreas com predomínio de Cambissolos e Neossolos, e com textura média ou franco argilo-arenosa, apresentaram maior densidade de plantas. Ocorre, também, maior concentração de macaubeiras nas porções declive convexo, tálus e declive côncavo da topossequência. A macaúba se desenvolve em solos com saturação de bases acima de 50% e altos níveis de potássio, evidenciado até mesmo pela presença de muscovita nas áreas de ocorrência.

*Palavras-chave:* Arecaceae, macaúba, clima, fertilidade, textura, solo.

## ABSTRACT

ENVIRONMENTS WITH NATURAL OCCURRENCE OF *Acrocomia aculeata* IN  
CENTER AND SOUTHERN STATE OF GOIÁS, BRAZIL

In the Cerrado, some species of palm trees stand out from the natural, economic, and ecological point of view, either by the predominance, exuberance or importance in the wild fauna and/or flora equilibrium, or by use of their products and byproducts by the local community. Among these, the macauba (*Acrocomia aculeata*) occurs in abundance in some states, mainly in Goiás. This palm has increasingly drawn attention for its high production of fruits and several uses, such as human food, forage, ornamental, and oleaginous. And, furthermore, its fruits are highly prized by domestic and wild fauna. However, the exploitation today is basically extractivist and with low productivity. The installation of commercial fields has a series of difficulties, including the lack of knowledge of its ecological requirements. This work aimed to characterize natural macauba environments occurring in central and southern State of Goiás. Ten areas were selected, situated in seven municipalities: Santa Cruz of Goiás, São Miguel do Passa Quatro, São Francisco de Goiás, Paraúna, Jandaia, Indiara, and Jaraguá. In Jaraguá, four areas were selected because of the high density of this palm in several places of the region. In the other six municipalities a single place was chosen. A soil sample composed of 10 sub samples was drawn from the area for soil chemical and physical characterization; in addition, the toposequences were briefly described and classified. Climatic data were obtained from the National Institute for Meteorology through the climate normals. Descriptive statistics and correlations between soil fertility variables were carried out. According to results, *A. aculeata* occurs in greater density in soils of medium to high fertility. Areas with a predominance of Cambisolos and Neossolos and with medium texture or sandy clay loam presented higher plant density. Also, greater concentration of macauba plants occur in the convex slope, talus, and concave slope of the landscape. The macauba develops in soils with base saturation above 50% and high levels of potassium, this corroborated by the presence of muscovite in the areas of occurrence.

*Key words:* Arecaceae, macauba, climate, fertility, texture, soil.

## 3.1 INTRODUÇÃO

A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) é uma palmeira arborescente e nativa de florestas tropicais. Em meio às suas várias utilidades, são relatados os usos medicinais, alimentícios e cosméticos (Nucci, 2007). Alguns estudos comprovam também que essa planta, até então pouco estudada e quase desconhecida, tem futuro promissor na produção de biocombustível, de óleos para fins alimentícios e na

oleoquímica (Pereira, 1996; Brasil, 2002; Aristone & Oliveira, 2004; Salis & Juracy, 2005; Nucci, 2007; Salles, 2007).

Segundo Nucci (2007), sua produção de óleo pode atingir  $4.000 \text{ L ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , o que tem gerado grande interesse sócio-econômico por parte dos mercados nacional e internacional. Isto pelo fato desse produto apresentar alta qualidade e valores nutricionais próximos aos do azeite de oliva, sendo hoje foco também das indústrias de cosméticos e de alimentos. Mostra ainda alto potencial para produção de biodiesel, proporcionando vantagens ambientais, econômicas e sociais.

Soma-se a estes aspectos o fato de ser uma planta perene, com benefícios para o manejo e a conservação do solo, visto que inicia a produção com quatro ou cinco anos e sua vida útil econômica excede 50 anos (Cipriano, 2006 citado por Nucci, 2007).

Aliado a seus diferentes usos e potenciais para exploração, está o fato da espécie apresentar ampla distribuição geográfica (Scariot et al., 1995), podendo ser encontrada ao longo da América tropical e subtropical, desde o sul do México e Antilhas até o sul do Brasil, chegando ao Paraguai e Argentina; está ausente no Equador e Peru (Henderson et al., 1995). No Paraguai, Argentina, Bolívia, Sul do Brasil, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais (Markley, 1956; Wandeck & Justo, 1988) e Ceará (Scariot et al., 1995), existem relatos de grandes populações da espécie, apontadas como economicamente promissoras.

Silva et al. (1986) enfatizam a importância desses extensos palmares existentes em várias regiões brasileiras como um verdadeiro patrimônio em estado potencial, à espera de exploração agrícola-industrial bem orientada. Imensas reservas naturais de palmáceas, como no caso da macaúba, apresentam-se muito promissoras pelo alto rendimento energético por unidade cultivada, e por se desenvolverem em áreas competitivas com a agricultura de sobrevivência.

Contudo, a exploração hoje existente é basicamente feita de forma extrativista e com baixa produtividade, já que a instalação de lavouras comerciais convive com uma série de dificuldades, incluindo o desconhecimento de suas exigências ecológicas.

Assim, torna-se necessário o estudo e conhecimento do ambiente de ocorrência da espécie, tanto para seu uso, como para sua preservação, tendo-se em vista ainda a diversidade de solos e climas existentes no país, locais nos quais a macaúba pode estar presente. Alguns poucos levantamentos já foram feitos com esse objetivo. Motta et al. (2002) observaram a ocorrência dessa palmeira em três regiões do Estado de Minas Gerais

com diferenças macroclimáticas entre si. Segundo os autores, essas diferenças regionais não representaram um fator limitante à ocorrência da planta.

De acordo com Novaes (1952), essa palmeira é adaptada a solos pobres cobertos por Cerrados no Estado de São Paulo. Já, Ratter et al. (1977, 1996) citam-na como indicadora de solos mesotróficos do Brasil Central (cerradões e florestas mesófilas). Rocha (1946), Lorenzi (1992) e Motta et al. (2002) comentam a sua preferência por solos férteis. Motta et al. (2002), relacionando a ocorrência da macaúba em Minas Gerais a atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais, observaram que, além de áreas de solos com fertilidade natural mais elevada, a planta acompanhava vegetação primitiva de fisionomia florestal, mostrando que a espécie avança como pioneira, evitando extremos de deficiência de nutrientes e de água. De acordo com os resultados desses autores, a macaúba somente estava presente quando a vegetação primitiva era de floresta subcaducifólia.

Nas zonas central e norte do Paraguai, outra espécie de macaúba, *A. totai* Mart., é relatada por Markley (1956), apresentando maior densidade nas partes altas da paisagem, com decréscimo do número de indivíduos, ou mesmo ausência, nas pastagens de áreas baixas; cita, ainda, a ocorrência de maiores populações em áreas cultivadas (agricultura ou pastagens), e populações menores em áreas cultivadas no passado, abandonadas e atualmente cobertas por matas secundárias. O autor associa o avanço da palmeira às atividades antrópicas, embora não esclareça até que nível essa "domestificação" foi planejada. A sua abundância em áreas alteradas é também comentada por Novaes (1952), Scariot et al. (1991) e Lorenzi (1992), no Brasil.

Este trabalho teve por objetivo caracterizar ambientes com ocorrência natural de macaúba, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Foram selecionadas áreas localizadas entorno de 200 km da capital, Goiânia, pela facilidade de deslocamento. Considerou-se como critério de seleção das áreas, a ocorrência natural da espécie em pastagem e/ou Cerrado, vegetando em quantidade igual ou superior a 50 indivíduos adultos agrupados.

Para a identificação das áreas, foram realizadas viagens de prospecção pelo interior do Estado, no período de maio a setembro de 2007.

Inicialmente, foram identificadas quinze áreas, sendo posteriormente, com base no critério de seleção observado com maior rigor, selecionadas dez delas, nas quais o presente estudo foi desenvolvido, considerando-se sete municípios goianos: Santa Cruz de Goiás, São Miguel do Passa Quatro, São Francisco de Goiás, Paraúna, Jandaia, Indiara e Jaraguá. Em Jaraguá, foram selecionadas quatro áreas pela alta densidade desta palmeira. Nos demais municípios, escolheu-se uma única área.

A área foi demarcada em quatro pontos, usando-se o equipamento GPS (Sistema de Posicionamento Global), modelo Geo Explorer, determinando-se as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude). As latitudes e longitudes foram utilizadas para o cálculo da dimensão da área (ha), por meio do programa GPS TrackMaker. Com as altitudes dos pontos, calculou-se a altitude média da área.

Para a coleta de dados, foi usada uma ficha com as anotações gerais das plantas presentes na área, número da área, data da avaliação, nome do município e coordenadas geográficas, além de informações sobre o acesso ao local, o histórico da área e de seus arredores, bem como a ocorrência de outras espécies de plantas.

Para caracterização do regime térmico das áreas, obteve-se a temperatura média anual do ar, através de consulta dos mapas no trabalho realizado por Lobato et al. (2002).

Através de consulta dos mapas temáticos gerados para o Estado de Goiás por Lobato et al. (2002), com base nas normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia, foram obtidos os dados anuais de precipitação pluvial (mm), umidade relativa (%), insolação (número de horas), nebulosidade (décimos de céu aberto), pressão atmosférica (milibares), temperaturas médias, máxima e mínima (°C) e evaporação (mm).

Para a caracterização dos solos, coletou-se uma amostra composta por área, retirada na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade, constituída pela mistura de dez sub-amostras, espacialmente bem distribuídas e coletadas ao acaso, com o auxílio do trado holandês.

A amostra composta, embalada em saco plástico etiquetado, foi mantida à sombra até o momento de ser transportada. Em seguida, foi enviada ao Laboratório de Análises de Solos e Foliar (LASF) da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), em Goiânia, GO, onde foram realizadas as análises.

No LASF, o solo foi colocado para secar à sombra e, posteriormente, passado em uma peneira de 2,0 mm de diâmetro de malha, visando separar os cascalhos e os calhaus, como proposto por Resende et al. (1997). A terra fina seca ao ar, resultante deste procedimento, foi armazenada, até o momento de ser analisada.

Foram determinados os teores dos macronutrientes: fósforo (Mehlich I), potássio, cálcio e magnésio, além da matéria orgânica, do pH em  $\text{CaCl}_2$ , alumínio e acidez potencial (H+Al). Os micronutrientes, cobre, ferro, manganês e zinco, foram extraídos pelo método de Mehlich I. Foram determinados também a saturação por bases (V%) e capacidade de troca de cátions (CTC) total. As determinações analíticas destas variáveis de fertilidade do solo foram obtidas segundo as marchas de extração e de determinação propostas pela Embrapa (1997). As análises físicas (textura) foram realizadas por meio da dispersão das partículas do solo com hidróxido de sódio (NaOH) e determinadas por meio de densímetro, de acordo com Embrapa (1997).

Para a caracterização geomorfológica, foram realizadas a descrição da topossequência e a classificação sucinta dos solos de cada área, observando-se o tipo de solo, a presença ou não de concreções ou cascalhos e o relevo. Posteriormente, foram obtidos o matiz, o valor e a intensidade de cor do solo, segundo metodologias propostas por Embrapa (1999).

As variáveis de solo foram descritas em termos de média das áreas e coeficiente de variação entre as áreas. Foram realizadas análises estatísticas descritivas, observando-se valores mínimos, máximos e médias das variáveis analisadas e o estudo das correlações de Pearson (Steel & Torrie, 1960) entre as médias das variáveis de solo considerando-se as médias de cada área.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Aspectos gerais

Durante as viagens de prospecção, houve dificuldade de encontrar locais com vegetação natural de Cerrado no Estado, em condições pouco antropizadas e com ocorrência da espécie em estudo. Muitas vezes, as macaúbas, quando presentes, estavam localizadas somente em faixas ao longo das estradas de acesso, ou em populações com menos de 50 indivíduos, estando em desacordo com o critério de seleção pré-estabelecido. As áreas selecionadas estão caracterizadas na Tabela 3.1. Na Figura 3.1 fez-se a plotagem destas áreas no mapa do Estado de Goiás.

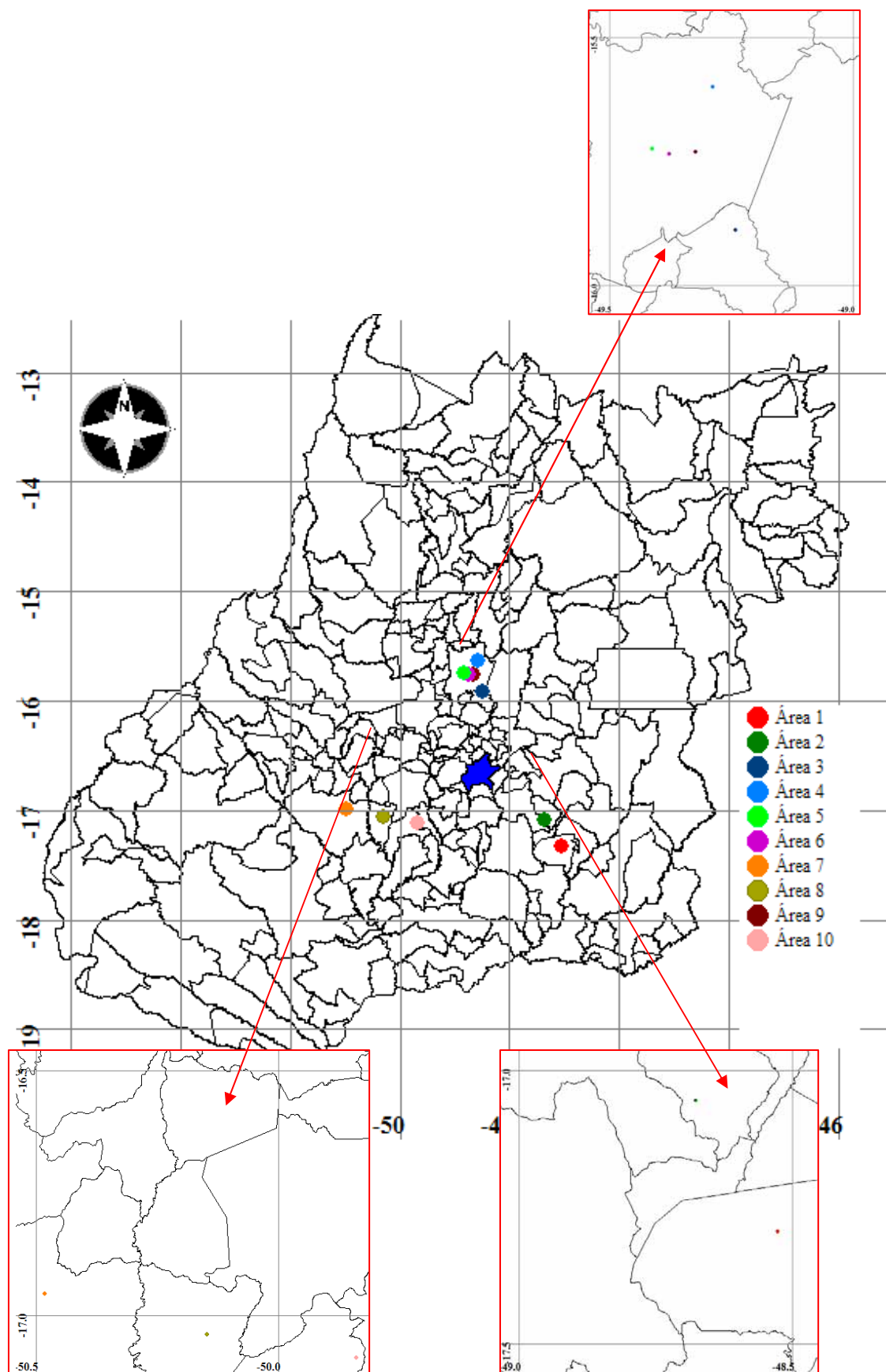
Segundo informações dos proprietários e funcionários, a maioria das áreas em estudo já havia sido utilizada para a agricultura a cerca de cinco até vinte anos atrás.

Atualmente, todas se encontram cultivadas com pastagens para a criação de bovinos, com cobertura vegetal predominante de *Brachiaria brizantha*, ocorrendo também *B. decumbens*, *Panicum maximum* e *Andropogon guayanus*, porém em menor quantidade.

**Tabela 3.1.** Características das áreas com populações de macaúba (*Acrocomia aculeata*) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

Área	Município	Dimensão (ha)	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
1	Santa Cruz de Goiás	6,89	17°17'32''	48°31'40''	693
2	São Miguel do Passa Quatro	4,95	17°03'12''	48°40'41''	770
3	São Francisco de Goiás	37,98	15°53'11''	49°14'28''	704
4	Jaraguá	20,95	15°35'42''	49°17'30''	794
5	Jaraguá	24,58	15°43'13''	49°24'46''	680
6	Jaraguá	10,60	15°44'10''	49°22'26''	675
7	Paraúna	4,99	16°57'08''	50°28'51''	749
8	Jandaia	1,76	17°02'12''	50°08'50''	590
9	Jaraguá	7,68	15°43'42''	49°19'26''	615
10	Indiara	10,64	17°04'51''	49°50'30''	655

Novaes (1952) também descreve a ocorrência de macaubais no Estado de São Paulo em áreas de pastagens, ou em áreas utilizadas, inclusive por povos indígenas, e hoje abandonadas. O autor comenta também a dificuldade de encontrar indivíduos nos remanescentes de mata nativa. Trabalhando na região de Brasília, Scariot et al. (1991) destacam a palmeira como a única espécie arbórea de áreas de pastagens. Lorenzi (1992) salienta o pioneirismo da espécie e sua maior dispersão, embora descontínua, em formações secundárias, como capoeiras e capoeirões. Este autor ressalta a sua ocorrência preferencial em vales e encostas de floresta mesófito semidecídua (floresta tropical subcaducifólia).



**Figura 3.1.** Localização espacial das dez áreas com populações de macaúba (*Acrocomia aculeata*) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

As áreas 1 e 4, aproximadamente dez anos atrás, foram usadas para a agricultura e, hoje estão cultivadas com *Brachiaria brizantha*, não sendo reformado desde sua implantação. As áreas 2, 5 e 6 não possuem histórico de agricultura e, atualmente, as duas primeiras estão com *B. brizantha* e *Panicum maximum*, e, a última, somente *B. brizantha*. Na área 5 também foram encontrados, além das duas espécies, *B. decumbens* e *Andropogon guayanus* em alguns pontos. Na área 6, a pastagem recebeu calcário e adubo químico em 2006. Na área 7, retirou-se cascalho alguns anos atrás, sendo que hoje, somente são realizadas roçagens, quando necessário. As áreas 8 e 9, com *B. brizantha* e *B. decumbens*, respectivamente, foram corrigidas com adubo químico e calcário há cerca de quatro anos atrás. Já, a área 10 não é reformada a aproximadamente dez anos. E a área 3 está, atualmente, demarcada como reserva legal da propriedade.

As áreas em estudo mostraram a forte pressão antrópica que vem sofrendo o Estado de Goiás. Observou-se que, todas as áreas já não possuíam Cerrado remanescente significativo, sendo cultivadas com pastagens, além da presença de macaubeiras mortas e poucas plantas jovens na maioria dos locais. Isto pode estar acontecendo, possivelmente, devido a um conjunto de fatores. Essa palmeira propaga-se por meio de sementes, as quais apresentam baixa porcentagem de germinação, cerca de 3% na natureza, além de ser demorada e desuniforme (Rural Sementes, 2008). A presença de gado em locais com macaúba pode vir a facilitar o processo germinativo, tendo em vista que este se alimenta da polpa do fruto quando maduro, realizando uma escarificação física e facilitando, assim, a entrada de água para dar início ao processo de germinação. No entanto, o gado pode vir a pisotear as plantas novas e, também, utilizá-las para alimentação, prejudicando o estande final e o crescimento, ou mesmo manutenção, do número de indivíduos na população.

Além disso, pode haver competição por água, luz e nutrientes das plantas novas de macaúbas com a gramínea existente na área, provavelmente acentuado em vista da baixa manutenção dessas áreas. Muitas dessas pastagens foram implantadas a mais de 15 anos e até então não haviam sido reformadas e recebido nenhum tipo de adubação suplementar. Sabe-se, ainda, que a espécie *Brachiaria brizantha* pode apresentar efeito alelopático sobre algumas plantas (Rezende et al., 2002; Souza et al., 2003; Souza Filho et al., 2005).

Outro aspecto que pode contribuir para o reduzido número de plantas novas e a grande presença de plantas mortas na maioria das áreas estudadas é a realização de controle mecânico de plantas invasoras no meio da pastagem, prática essa que elimina qualquer espécie de plantas presente, que não seja a gramínea em questão.

A ocorrência de outras espécies de plantas nas áreas com macaúbas não foi tão expressiva em termos de quantidade, devido ao fato destas estarem localizadas em áreas predominantemente de pastagens. Porém, relata-se a presença de espécies como o baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog.), a lobeira (*Solanum lycocarpum*), o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) e guariroba (*Syagrus oleracea* Becc.), sendo somente esta última encontrada na maioria das áreas.

Em muitas macaúbas, havia plantas de orquídeas do gênero *Cyrtopodium*, o qual agrupa algumas espécies epífitas que vivem no alto de palmeiras, local onde recebem muita luminosidade e que são mais secos do que úmidos.

Em relação às altitudes médias (Tabela 3.1), observa-se que somente a área 8 (Jandaia) apresentou-se abaixo de 600 m; as demais (90% das áreas) encontravam-se em locais com altitude variando de 600 m até o máximo de quase 800 m, apesar de existir referências indicando que a espécie pode ocorrer em altitudes de até 1.000 m (Rural Sementes, 2008).

As áreas localizavam-se em Latitude Sul de 15°35'42" (Área 4 - Jaraguá) a 17°17'32" (Área 1 - Santa Cruz de Goiás), e de Longitude Oeste entre 48°31'40" (Área 1 - Santa Cruz de Goiás) e 50°28'51" (Área 7 - Paraúna) (Tabela 3.1).

As variáveis climáticas não apresentaram grandes variações entre as diferentes áreas. A temperatura média do ar anual corrigida situou-se entre 21° C e 23° C, sendo a máxima em torno de 29,7° C, e a mínima entre 17° C - 21° C (Tabela 3.2). Segundo Rural Sementes (2008), palmeiras dessa espécie vegetam em regiões com temperatura oscilando entre 15° C e 35° C.

Os dados climáticos revelam uma precipitação total anual variando de 1.200 mm a 1.800 mm, com 50% das áreas com mais de 1.600 mm anuais (Tabela 3.2). Esta faixa está acima dos valores encontrados por Motta et al. (2002), de 1.100 mm a 1.500 mm, em algumas regiões de ocorrência da macaúba no Estado de Minas Gerais. Contudo, condiz com a apontada por Prates et al. (1986) para a família *Arecaceae*, cujas espécies estão associadas a ambientes florestais com precipitações entre 1.500 mm e 2.000 mm. A resposta das palmeiras ao fornecimento de água é bastante conhecida; no entanto, como também ocorre baixa tolerância ao excesso de umidade no solo, parece existir uma faixa estreita de umidade adequada não só para a macaúba, como também para outras espécies de palmeiras (Motta et al., 2002).

**Tabela 3.2.** Valores médios anuais de dados climáticos das áreas com populações de macaúba (*Acrocomia aculeata*), nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, segundo Lobato et al. (2002).

Dados climáticos	Área 1 <sup>1</sup>	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 6	Área 7	Área 8	Área 9	Área 10
Temperatura ar (°C)	21,5	21,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
Temperatura máxima (°C)	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7
Temperatura mínima (°C)	18,5	20,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	18,5
Precipitação pluviual (mm)	1.500	1.500	1.700	1.700	1.700	1.700	1.300	1.300	1.700	1.300
Umidade relativa (%)	64,5	67,5	70,5	70,5	70,5	70,5	67,5	67,5	70,5	67,5
Insolação (n° horas)	2466	2322	2466	2466	2466	2466	2466	2322	2466	2322
Nebulosidade (décimos de céu aberto)	5,1	5,3	5,6	5,6	5,6	5,6	5,3	5,3	5,6	5,3
Pressão atmosférica (milibares)	925	925	925	925	925	925	925	925	925	925
Evaporação (mm)	1.650	1.350	2.250	2.250	2.250	2.250	1.350	1.350	2.250	1.350

<sup>1</sup> 1- Santa Cruz de Goiás; 2- São Miguel do Passa Quatro; 3- São Francisco de Goiás; 4,5,6,9- Jaraguá; 7- Paraúna; 8- Jandaia; 10- Indiara.

### 3.3.2 Características físicas dos solos

Alguns atributos morfológicos e pedológicos são importantes para a identificação das classes dos solos, tais como a cor, a textura e a estrutura. A textura refere-se à proporção relativa das frações granulométricas que compõem o solo, denominadas areia, silte e argila (Capeche et al., 2004). Os solos com presença de macaúba apresentaram, em média,  $358 \text{ g dm}^{-3}$  de argila ( $290\text{-}450 \text{ g dm}^{-3}$ ),  $186 \text{ g dm}^{-3}$  de silte ( $110\text{-}250 \text{ g dm}^{-3}$ ) e  $456 \text{ g dm}^{-3}$  de areia ( $370\text{-}600 \text{ g dm}^{-3}$ ) (Tabela 3.3). Isto indica solos de textura média à argilosa, com alta permeabilidade e macroporosidade. Dos constituintes do solo (argila, silte e areia), a argila é a que possui maior superfície específica, mostrando alta retenção de cátions e adsorção de fósforo. Constitui-se de uma gama variada de minerais de argila que apresentam cargas elétricas negativas responsáveis pela CTC (Fassbender & Bornemisza, 1987).

Contudo, níveis elevados de argila não se traduzem diretamente em maior CTC, pois nos minerais pode existir o predomínio de argila tipo caulinita, sendo esta constituída essencialmente por óxidos de ferro e de alumínio (Embrapa, 1978). Estes materiais apresentam CTC muito baixa, variando de  $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  a  $5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Lopes & Guidolin, 1987). Apesar deste fato, deve-se considerar que a textura é a característica física mais importante, devido à sua estreita relação com a fixação do fósforo, capacidade de retenção de água e CTC (Lopes, 1983).

As áreas de São Miguel do Passa Quatro (área 2) e de Jaraguá (área 6) mostraram solo com textura mais argilosa, com média de  $450 \text{ g dm}^{-3}$  de argila, e os menores teores de areia ( $370 \text{ g dm}^{-3}$ ), em comparação com as demais áreas estudadas. Diferentemente, a área de Jandaia (área 8) apresentou-se mais arenosa dentre todas, com  $600 \text{ g dm}^{-3}$  de areia e menor teor de argila, de  $290 \text{ g dm}^{-3}$  (Tabela 3.3).

Na região dos topos da topossequência, foram encontradas as classes de Latossolos Vermelho e Vermelho Escuro, e Cambissolos e Neossolos em menor proporção; nas porções tálus e nos declives, houve predomínio de Neossolos Litólicos e Regolíticos, e de Cambissolos, sendo também encontrados Latossolos; no pedimento foram encontrados solos hidromórficos (influenciados pelo movimento do lençol freático no perfil) (Tabela 3.4). Em vários locais, foram nítidas as pontuações de óxido de ferro e concreções no perfil do solo; porém, pôde-se observar que, nestes locais, existiam poucas plantas de macaúbas.

**Tabela 3.3.** Resultados da análise física do solo, na camada de 0-20 cm, em áreas de ocorrência natural de macaúba (*Acrocomia aculeata*), nas regiões Centro e Sul de Goiás, 2007.

Área <sup>1</sup>	Argila	Silte	Areia	Classe textural
	-----( $\text{g dm}^{-3}$ )-----			
1	330	230	440	Média
2	450	180	370	Argilosa
3	350	250	400	Média
4	320	150	530	Média
5	330	250	420	Média
6	450	180	370	Argilosa
7	380	130	490	Argilosa
8	290	110	600	Média
9	380	240	380	Argilosa
10	300	140	560	Média
Média	358	186	456	---
CV (%)	15,8	28,6	18,4	---

<sup>1</sup>1- Santa Cruz de Goiás; 2- São Miguel do Passa Quatro; 3- São Francisco de Goiás; 4,5,6,9- Jaraguá; 7- Paraúna; 8- Jandaia; 10- Indiara.

O maior número de plantas se desenvolveu em solos pouco intemperizados, ricos em minerais, como a muscovita, com vários afloramentos de micaxistos, pegmatitos e pontuações de feldspato. Nestas áreas, houve predomínio dos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, dos Cambissolos e dos Latossolos, em detrimento às outras classes de solos. Das dez áreas estudadas, sete estavam sob Neossolos, embora com grande variação deste tipo de solo, ocorrendo áreas com “manchas” de outras classes de solos (Tabela 3.4).

Os Neossolos apresentaram horizonte A incipiente, com cerca de 25 cm e 40 cm de espessura, para o Litólico e Regolítico, respectivamente; além de afloramento de micaxisto e mica branca, alto teor de matéria orgânica e textura média.

Os Cambissolos apresentaram, no geral, impedimento lítico em cerca de 60 cm, horizonte A desenvolvido e B incipiente (20-30 cm de espessura); os demais atributos se assemelham aos dos Neossolos já descritos.

**Tabela 3.4.** Classificação sucinta dos solos de ocorrência na topossequência das áreas com populações naturais de macaúba (*Acrocomia aculeata*), nas regiões Centro e Sul de Goiás, 2007.

Área <sup>1</sup>	Topo	Declive convexo	Tálus
1	LV Textura média	RL, C Textura média	RL, C Textura média
2	LA, C Textura argilosa	RR, C(i) Textura média	RR, C(i) Textura média
3	C(i) Textura média	LVA Textura argilosa	LVA Textura argilosa
4	RL, RR Textura média	LV, LVA Textura média	LV, LVA Textura média
5	RR Textura média	RL Textura média	RL Textura média
6	LV Textura argilosa	LV Textura argilosa	LV Textura argilosa
7	LV Textura argilosa	LV, RL Textura média	LV, RL Textura média
8	LV Textura média	LV Textura média	LV Textura média
9	C Textura média	RL Textura argilosa	RL Textura argilosa
10	C Textura média	RL, C Textura média	RL, C Textura média

<sup>1</sup>1-Santa Cruz de Goiás; 2-São Miguel do Passa Quatro; 3-São Francisco de Goiás; 4,5,6,9-Jaraguá; 7-Paraúna; 8-Jandaia; 10-Indiara.

C: cambissolo; C(i): cambissolo B incipiente; LA: latossolo; LV: latossolo vermelho; LVA: latossolo vermelho-amarelo (petroplântico); LAB: latossolo amarelo brunado; RR: neossolo regolítico; RL: neossolo litólico.

A cor característica de cada solo (Tabela 3.5), determinada pela carta de Munsell (1975), é função, principalmente, do teor de óxido de ferro e matéria orgânica, além de outros atributos como umidade e distribuição do tamanho das partículas (Fernandez & Schulze, 1987, citados por Campos, 2001). Está relacionada também com o seu material de origem, com a drenagem e a mineralogia (Reatto et al., 2008).

**Tabela 3.5.** Matiz, valor e intensidade da cor do solo na profundidade de 0-20 cm, em amostras de solo úmidas, de áreas com populações naturais de macaúba (*Acrocomia aculeata*), nas regiões Centro e Sul de Goiás, 2007.

Área <sup>1</sup>	Cor predominante	Matiz	Valor/Croma
1	Bruno-avermelhado	5 YR	4/4
2	Vermelho-amarelado	5 YR	5/6
3	Amarelo-avermelhado	7.5 YR	7/6
4	Amarelo-brunado	10 YR	6/6
5	Cinzeno-escuro	5 YR	4/1
6	Vermelho	10 R	4/6
7	Bruno-amarelado-escuro	10 YR	3/6
8	Vermelho	2.5 YR	5/8
9	Bruno	7.5 YR	5/2
10	Bruno-avermelhado-escuro	5YR	2.5/1

<sup>1</sup>1-Santa Cruz de Goiás; 2-São Miguel do Passa Quatro; 3-São Francisco de Goiás; 4,5,6,9-Jaraguá; 7-Paraúna; 8-Jandaia; 10-Indiara.

De acordo com os dados de matiz, valor e croma obtidos, os solos das áreas 6 e 8 mostraram cor vermelha (Tabela 3.5), a qual, segundo Reatto et al. (2008), indica a presença de hematita, relacionando-se com horizonte com alta drenagem. As áreas 1, 2, 5 e 10 apresentaram iguais contribuições das cores vermelha e amarela na formação do matiz do solo (Jorge, 1985). Já, nas áreas 3, 4, 7 e 9 houve maior contribuição da cor amarela na formação do matiz do solo (Tabela 3.5). A cor amarela é devido, principalmente, a óxidos férricos hidratados (goethita). Já a cor vermelha do solo está, geralmente, relacionada a óxidos de ferro desidratado (hematita), embora o dióxido de manganês e os óxidos de ferro parcialmente hidratados, também contribuam para essa coloração (Freire, 2006).

Assim, verifica-se que a macaúba ocorreu basicamente em solos de coloração vermelho-amarelada a amarelada, e com valor mais escuro, o qual pode ser um indicativo de maior teor de matéria orgânica e maior CTC, já que outros fatores também podem estar presentes interferindo nesse resultado.

### 3.3.3 Características químicas dos solos

Analisando-se inicialmente os teores de micronutrientes (Tabela 3.6), as médias encontradas de cobre solúvel para oito áreas estudadas variaram de 0,1 mg dm<sup>-3</sup> a 0,3 mg dm<sup>-3</sup>, teores interpretados como baixo (< 0,4 mg dm<sup>-3</sup>); enquanto que no município de Paraúna (área 7), obteve-se 1,8 mg dm<sup>-3</sup> (teor alto), e 0,6 mg dm<sup>-3</sup> em Jandaia (área 6), o que é tido como médio, todos segundo classificação de Sousa & Lobato (2004). Estes valores médios estão abaixo dos obtidos por Naves (1999), sendo, em média, de 1,14 mg dm<sup>-3</sup> na profundidade de 0-20 cm, em áreas de Cerrado.

**Tabela 3.6.** Resultados da análise química do solo na camada de 0-20 cm, em áreas de ocorrência natural de macaúba (*Acrocomia aculeata*), nas regiões Centro e Sul de Goiás, 2007.

Área <sup>1</sup>	Cu <sup>2</sup>	Fe <sup>2</sup>	Mn <sup>2</sup>	Zn <sup>2</sup>	M.O.	pH	P <sup>2</sup>	K <sup>2</sup>	Ca	Mg	CTC	V	Al	H+Al
	------(mg.dm <sup>-3</sup> ) -----				(%)	CaCl <sub>2</sub>	---(mg.dm <sup>-3</sup> )--		---(cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )---			(%)	-(cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )-	
1	0,2	128,7	83,5	3,2	2,9	5,1	0,8	57	4,8	0,7	9,5	59,1	0,0	3,9
2	0,3	137,0	47,8	2,3	2,8	5,1	0,8	68	3,3	1,0	8,0	56,1	0,0	3,5
3	0,1	147,2	37,3	0,5	1,4	4,2	1,7	57	0,3	0,2	4,5	14,2	0,8	3,9
4	0,2	203,6	73,9	1,1	3,8	4,7	1,4	74	5,4	1,0	10,9	60,5	0,1	4,3
5	0,1	100,7	8,1	0,3	2,4	4,7	1,4	65	2,1	0,4	7,0	38,3	0,4	4,3
6	0,1	77,0	49,9	1,4	2,8	5,1	1,4	76	3,0	1,1	7,1	60,5	0,0	2,8
7	1,8	32,2	38,8	1,2	1,9	6,7	10,2	62	5,3	0,3	7,3	79,3	0,0	1,5
8	0,6	41,3	32,7	2,4	2,3	5,7	1,7	72	3,6	0,6	6,5	67,6	0,0	2,1
9	0,3	109,8	102,3	1,7	3,3	5,0	1,1	55	5,1	0,8	9,5	63,3	0,0	3,5
10	0,3	42,4	76,0	4,7	3,4	5,7	3,5	100,6	6,2	0,8	9,8	74,4	0,0	2,5
Média	0,4	102,0	55,0	1,9	2,7	5,2	2,4	68,7	3,9	0,7	8,0	57,3	0,1	3,2
CV(%)	128,6	53,8	51,4	70,6	26,8	13,3	118,5	19,6	46,1	45,0	23,9	32,7	205,3	29,8

<sup>1</sup>1-Santa Cruz de Goiás; 2-São Miguel do Passa Quatro; 3-São Francisco de Goiás; 4,5,6,9-Jaraguá; 7-Paraúna; 8-Jandaia; 10-Indiara.

<sup>2</sup>Extraídos pelo método de Mehlich I.

Para o micronutriente ferro, foram encontrados valores médios no intervalo de 32,2 mg dm<sup>-3</sup> à 203,6 mg dm<sup>-3</sup>, com média de 102 mg dm<sup>-3</sup> (Tabela 3.6). Tais resultados estão acima do relatado por Naves (1999), de 55,79 mg dm<sup>-3</sup>, o qual trabalhou em solos de Cerrado típico. Para a maioria das culturas, a disponibilidade adequada situa-se entre 19 mg dm<sup>-3</sup> e 30 mg dm<sup>-3</sup> (Alvarez Venegas et al., 1999); nestas condições, somente a área 7 (Paraúna) encontra-se com teor médio desse nutriente, próximo dessa faixa indicada.

Considerando-se o nível crítico para o manganês de  $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$  (Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988; Sousa & Lobato, 2004), verifica-se que todas as áreas apresentaram resultados bem acima deste nível, variando de  $8,1 \text{ mg dm}^{-3}$  a  $102,3 \text{ mg dm}^{-3}$  (Tabela 3.6).

Nas áreas 3 e 5, os teores de zinco encontram-se abaixo do nível crítico ( $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ), segundo a Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988) e Sousa & Lobato (2004). Outras três áreas (4, 6 e 7) possuem teores interpretados como médio ( $1,1$ - $1,6 \text{ mg dm}^{-3}$ ), e as demais (áreas 1, 2, 8, 9 e 10) estão com altos teores (acima de  $1,6 \text{ mg dm}^{-3}$ ), segundo classificação de Sousa & Lobato (2004).

Os teores de matéria orgânica variaram de  $1,4\%$  a  $3,8\%$  (Tabela 3.6). Considerando-se a textura do solo, nas áreas 3 e 7, a matéria orgânica encontrava-se em nível baixo. As demais áreas apresentaram teor entre adequado e alto para textura média e valores considerados médios e adequados para solos com textura argilosa (Sousa & Lobato, 2004). Sendo assim, as áreas 1, 8 e 9 apresentaram teor adequado de matéria orgânica; as áreas 2, 5 e 6 teor médio, enquanto que nas áreas 4 e 10, a matéria orgânica estava presente em alto teor (Tabela 3.6).

De forma geral, as áreas com presença de macaúba apresentaram bons níveis de matéria orgânica no solo. Esses resultados podem ser devido às áreas de pastagem não serem reformadas e cultivadas a muitos anos. Diversos trabalhos mostram que o cultivo tende a diminuir o espaço poroso do solo, o que está associado à redução no teor de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, a diminuição da agregação. A matéria orgânica e outras substâncias atuam como agente cimentante entre as partículas, formando os agregados do solo. Em muitos solos, essa é o principal agente responsável pela formação e estabilidade dos agregados (Dalmolin, 2002).

A presença de matéria orgânica constitui-se também em um importante componente de fertilidade. O aumento, ou mesmo a sua manutenção, pode promover melhorias na capacidade de retenção de umidade, estruturação e porosidade, capacidade de troca e fornecimento de nutrientes, melhoria das condições para os microorganismos, redução da toxidez de metais pesados e dos efeitos prejudiciais do alumínio sobre plantas sensíveis (Goedert, 1985).

Analisando-se os valores de pH, pode-se verificar que  $30\%$  das áreas (áreas 3, 4 e 5) foram classificadas como fortemente ácidas, pois apresentaram pH menor do que  $5,0$  na profundidade de  $0 \text{ cm}$  a  $20 \text{ cm}$  (Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988). Ainda

conforme esta mesma Comissão, cerca de 40% dessas (áreas 1, 2, 6 e 9) apresentaram-se medianamente ácidas (pH de 5,0 a 5,5); enquanto as 30 % restantes (áreas 7, 8 e 10) como fracamente ácidas (de 5,6 a 6,9). Nos estudos de Naves (1999), nenhuma amostra obteve, na camada de 0-20 cm, valores de pH acima de 5,8. Estes valores estão próximos daqueles obtidos por Lopes (1983) para solos de uma vasta área da região dos Cerrados; e ligeiramente superiores aos encontrados por Naves et al. (1995) para alguns solos da região Sudeste de Goiás, onde ocorriam plantas nativas de araticunzeiro e de cagaiteira. Assim, observa-se que as plantas de macaúba ocorrem desde solos fracamente ácidos até fortemente ácidos.

Os teores de fósforo (Tabela 3.6) encontrados nas áreas com macaúbas, assim como na maioria dos solos de Cerrado, são considerados muito baixos; somente a área 7 o possui em nível adequado (8,1-12,0 mg dm<sup>-3</sup>) (Sousa & Lobato, 2004).

O potássio variou de 55,0 mg dm<sup>-3</sup> a 100,6 mg dm<sup>-3</sup> (Tabela 3.6), apresentando-se, em todas as áreas, em níveis altos (maior que 50 mg dm<sup>-3</sup>) (Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988). Já, conforme Sousa & Lobato (2004), níveis entre 51 mg dm<sup>-3</sup> a 80 mg dm<sup>-3</sup> para solos com CTC em pH a 7,0 igual ou maior que 4,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> são considerados adequados e, somente níveis acima de 80 mg dm<sup>-3</sup>, que são considerados altos. Os dados aqui obtidos são diferentes dos apresentados por Naves (1999), o qual encontrou níveis muito baixos, com deficiência em potássio em 75% das amostras estudadas.

Os teores de cálcio variaram de 0,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> a 6,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Tabela 3.6). Nas áreas com teores de argila acima de 40% (áreas 2 e 6), esses valores foram considerados médios (2,0-5,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Em relação às demais áreas, cujo teor de argila variou de 20% a 40 %, a maioria (áreas 1, 4, 7, 8, 9 e 10) apresentou teores altos de cálcio (maior que 2,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); já, a área 5 apresentou teor médio (1,0-2,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), e na área 3 baixo (menor que 1,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) (Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988). Segundo Sousa & Lobato (2004), teores abaixo de 1,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> são considerados baixos, enquadrando-se nesta situação somente a área 3. Já, níveis entre 1,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 7,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> são interpretados como adequados, enquadrando-se todas as demais áreas em estudo.

Solos com teores de argila acima de 40 % (áreas 2 e 6) mostraram teores de magnésio médios (0,4-1,2 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>); para os solos com 20% a 40% de argila, os teores foram considerados médios (0,2-0,6 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>) nas áreas 3, 5, 7 e 8, e altos (maior que 0,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) nas áreas 1, 4, 9 e 10 (Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988).

Naves (1999) encontrou valores entre  $0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  a  $0,85 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , com média de  $0,28 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , semelhante à variação obtida nas áreas de macaúba, de  $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  a  $1,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Tabela 3.6). Segundo Sousa & Lobato (2004), teores abaixo de  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  são considerados baixos, enquadrando nesta situação as áreas 3, 5 e 7. Já, níveis entre  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  são interpretados como adequados, nos quais enquadram-se as demais áreas em estudo.

Os resultados obtidos de CTC neste trabalho, para os solos com textura argilosa, são caracterizados desde baixos (menor que  $7,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), médios ( $7,2-9,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) à adequados ( $9,1-13,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). E, para os solos com textura média, têm-se CTC com níveis baixos (menor que  $4,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), adequados ( $6,1-9,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) à altos (maior que  $9,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), segundo classificação de Sousa & Lobato (2004). Desta forma, 20% das áreas (áreas 3 e 6) mostraram baixa CTC; outros 20% (áreas 2 e 7) tiveram CTC média; enquanto a CTC foi considerada em valor adequado e alto, em 30% (áreas 5, 8 e 9) e 30% (áreas 1, 4 e 10) do total dos solos estudados, respectivamente. Valores baixos de CTC indicam alto grau de intemperização destes solos, com predominância de argilas de baixa atividade (Lopes, 1983). A CTC é dependente do pH e da matéria orgânica (Malavolta & Kliemann, 1985).

Deve-se ressaltar que muitos solos encontrados no Brasil, apesar de apresentarem alta porcentagem de argila, comportam-se, em termos de CTC, de modo semelhante a solos arenosos. Isto é explicado pelo fato destas argilas serem, predominantemente, de baixa atividade (caulinita, sesquióxidos de ferro e alumínio, etc.). Alguns Latossolos sob Cerrado se enquadram nesta categoria (Lopes & Guilherme, 2004).

Nas regiões tropicais, onde os solos são mais intemperizados, predominando argilas de baixa atividade e teor baixo a médio de matéria orgânica, os níveis de CTC são baixos. Mas, em regiões onde ocorrem argilas do grupo 2:1 (menos intemperizadas) e os níveis de matéria orgânica são, usualmente, mais altos, valores da CTC podem ser, por natureza, bastante elevados (Lopes & Guilherme, 2004).

A maioria dos solos estudados apresentou saturação de bases acima de 50% (Tabela 3.6), variando de 14,2% a 79,3%, com média de 57,3%. Os valores médios da saturação por bases encontrados por Motta et al. (2002) foram maiores na presença de macaúba em Minas Gerais, possuindo teores mínimos de 17%, máximo de 87% e média de 57%. Esses aspectos revelam maior fertilidade natural nos solos onde a espécie ocorre, em comparação aos solos adjacentes sem tal ocorrência.

A saturação de bases foi considerada alta (40 % a 60 %) em 20 % dos solos (áreas 1 e 2), e muito alta (maior que 60%) em 60% delas (áreas 4, 6, 7, 8, 9 e 10); exceção ocorreu na área 3 (São Francisco de Goiás), cuja saturação de bases mostrou-se baixa (menor que 20%), e em Jaraguá (área 5), na qual foi considerada média (20% a 39%) (Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988). Já, segundo Sousa & Lobato (2004), saturações de bases igual ou acima de 71% são consideradas muito altas (áreas 7 e 10), de 61% a 70% são consideradas altas, de 36% a 60%, adequadas e, menor ou igual à 20%, baixa (área 3).

Pelos resultados apresentados, verifica-se que os solos da maioria das áreas em estudo estão enquadrados, quanto à saturação por bases, como solos eutróficos, isto é, com mais de 50% de saturação por bases, característicos de solos de fertilidade alta.

Vale a pena ressaltar que, de modo geral, os agricultores, extensionistas e pesquisadores em Minas Gerais utilizam a macaúba como planta indicadora de terrenos férteis (Motta et al., 2002). Segundo trabalho de Motta et al. (2002), a distribuição da macaúba em Minas Gerais refletiu-se na preferência por solos eutróficos, em detrimento dos solos álicos (saturação por Al maior ou igual a 50%). Rocha (1946), Ratter et al. (1977) e Lorenzi (1992) também comentam a preferência da macaúba por solos férteis; enquanto Novaes (1952), ao contrário, afirma ser a palmeira adaptada a solos pobres, cobertos por Cerrados, no Estado de São Paulo.

Quanto à presença de alumínio no solo, somente em três áreas este foi detectado, sendo na área 3 considerado teor médio ( $0,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  a  $1,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ) e baixo nas áreas 4 e 5 ( $< 0,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ), de acordo com a classificação de Tomé Júnior (1997).

De maneira geral, os solos com ocorrência de macaúba apresentaram, além de pH ácido, baixos teores de cobre e fósforo; nível adequado de matéria orgânica; altos teores de ferro, manganês e potássio; saturação de bases de alta a muito alta; e teores de zinco, cálcio e magnésio de médio tendendo a alto. Desta forma, destacam-se as áreas 7 e 8, seguidas pelas áreas 1, 2, 9 e 10; contrariamente, apresentando condições menos favoráveis ao crescimento de vegetais, encontra-se a área 3.

As correlações entre médias de áreas para os teores de nutrientes do solo, de 0 cm a 20 cm de profundidade são apresentados na Tabela 3.7. Observa-se que, entre os micronutrientes, o cobre correlacionou-se positivamente com o pH e com o fósforo, ou seja, os teores de cobre foram maiores em solos com maiores pH e maiores teores de fósforo. Já, o ferro mostrou correlação negativa com o pH. O manganês apresentou correlações positivas significativas com a matéria orgânica e CTC; diferentemente do

zinco, que não apresentou correlação significativa com nenhuma variável. A matéria orgânica correlacionou-se positivamente com o magnésio e CTC. Entre os macronutrientes, o fósforo correlacionou-se positivamente com o pH e negativamente com H+Al. O elemento cálcio foi o que apresentou maior número de correlações, sendo positiva e altamente significativa com o manganês, matéria orgânica, CTC e V; contudo, com o alumínio mostrou correlação negativa. Já, o magnésio também apresentou correlação negativa com o alumínio.

Entre os macronutrientes, o fósforo correlacionou-se positivamente com o pH e negativamente com H+Al. O elemento cálcio foi o que apresentou maior número de correlações, sendo positiva e altamente significativa com o manganês, matéria orgânica, CTC e V; contudo, com o alumínio mostrou correlação negativa. Já, o magnésio também apresentou correlação negativa com o alumínio (Tabela 4.7).

Verifica-se que os solos das diferentes áreas de ocorrência da macaúba apresentaram características que, de certa forma, caracterizam estes ambientes, e com variações pouco expressivas entre si. É importante enfatizar que as áreas de estudo são ambientes com forte ação antrópica, visto que muitas delas, já haviam passado pela ação de preparo de solo e adubação. O que se procura é caracterizar o ambiente de ocorrência dessas palmeiras e verificar a existência de comportamento padrão e definido para determinado conjunto de variáveis do solo, especialmente diante da possibilidade desta espécie vir a ser cultivada comercialmente. Esse conhecimento poderá ter o propósito técnico de contribuir para melhor desempenho desta espécie em condições de cultivo.

**Tabela 3.7.** Matriz de correlações de Pearson entre médias de áreas com populações naturais de macaúba (*Acrocomia aculeata*), considerando as variáveis de solo, à profundidade de 0-20 cm, 2007.

	Cu	Fe	Mn	Zn	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	CTC	V	Al	H+Al
Cu	1													
Fe	-0,549 <sup>ns</sup>	1												
Mn	-0,166 <sup>ns</sup>	0,244 <sup>ns</sup>	1											
Zn	-0,037 <sup>ns</sup>	-0,352 <sup>ns</sup>	0,505 <sup>ns</sup>	1										
M.O.	-0,343 <sup>ns</sup>	0,288 <sup>ns</sup>	0,692*	0,448 <sup>ns</sup>	1									
pH	0,866***	-0,775***	-0,024 <sup>ns</sup>	0,376 <sup>ns</sup>	-0,068 <sup>ns</sup>	1								
P	0,933***	-0,557 <sup>ns</sup>	-0,190 <sup>ns</sup>	-0,038 <sup>ns</sup>	-0,348 <sup>ns</sup>	0,805***	1							
K	-0,108 <sup>ns</sup>	-0,337 <sup>ns</sup>	0,050 <sup>ns</sup>	0,604 <sup>ns</sup>	0,441 <sup>ns</sup>	0,258 <sup>ns</sup>	0,050 <sup>ns</sup>	1						
Ca	0,362 <sup>ns</sup>	-0,213 <sup>ns</sup>	0,654*	0,611 <sup>ns</sup>	0,702*	0,593 <sup>ns</sup>	0,332 <sup>ns</sup>	0,396 <sup>ns</sup>	1					
Mg	-0,396 <sup>ns</sup>	0,244 <sup>ns</sup>	0,504 <sup>ns</sup>	0,362 <sup>ns</sup>	0,806**	-0,098 <sup>ns</sup>	-0,452 <sup>ns</sup>	0,409 <sup>ns</sup>	0,411 <sup>ns</sup>	1				
CTC	-0,098 <sup>ns</sup>	0,258 <sup>ns</sup>	0,748*	0,483 <sup>ns</sup>	0,929**	0,108 <sup>ns</sup>	-0,108 <sup>ns</sup>	0,312 <sup>ns</sup>	0,848**	0,620 <sup>ns</sup>	1			
V	0,545 <sup>ns</sup>	-0,519 <sup>ns</sup>	0,380 <sup>ns</sup>	0,557 <sup>ns</sup>	0,489 <sup>ns</sup>	0,822**	0,452 <sup>ns</sup>	0,415 <sup>ns</sup>	0,881**	0,412 <sup>ns</sup>	0,582 <sup>ns</sup>	1		
Al	-0,307 <sup>ns</sup>	0,347 <sup>ns</sup>	-0,457 <sup>ns</sup>	-0,568 <sup>ns</sup>	-0,604 <sup>ns</sup>	-0,630 <sup>ns</sup>	-0,155 <sup>ns</sup>	-0,317 <sup>ns</sup>	-0,800**	-0,639*	-0,636*	-0,928**	1	
H+Al	-0,757*	0,864***	0,115 <sup>ns</sup>	-0,327 <sup>ns</sup>	0,254 <sup>ns</sup>	-0,895**	-0,712*	-0,312 <sup>ns</sup>	-0,342 <sup>ns</sup>	0,123 <sup>ns</sup>	0,185 <sup>ns</sup>	-0,658*	0,463 <sup>ns</sup>	1

### 3.4 CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo, conclui-se que:

1. A espécie *Acrocomia aculeata* ocorre, predominantemente, em solos da região dos Cerrados com médio a alto nível de fertilidade.
2. Populações de macaúbas predominam em solos do tipo Cambissolo e Neossolo, e de textura média ou franco argilo-arenosa.
3. Populações de macaúbas ocorrem nas porções declive convexo, tálus e declive côncavo da topossequência.
4. A macaúba se desenvolve em solos com saturação de bases acima de 50% e altos níveis de potássio.

### 3.5 REFERÊNCIAS

ALVAREZ VENEGAS, V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª. Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 25-32.

ARISTONE, F.; OLIVEIRA, T. C. M. **Exploração auto-sustentável da Bocaiúva na região do Pantanal Sul-Matogrossense**: geração de renda e equilíbrio do meio ambiente. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2004. 23 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação-geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Alimentos regionais brasileiros**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. 140 p.

CAMPOS, R. C. **Determinação da cor do solo e sua utilização na predição da cor do solo**. 2001. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, ESALQ/USP, 2001.

CAPECHE, C. L.; MACEDO, J. R.; MELO, A. S.; ANJOS, L. H. C. **Parâmetros técnicos relacionados ao manejo e conservação do solo, água e vegetação** – perguntas e respostas. Rio de Janeiro: MAPA, 2004. 16 p. (Comunicado técnico, 28).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendação de corretivos e fertilizantes para Goiás; 5ª aproximação**. Goiânia, UFG-EMGOPA, 1988. 101 p.

DALMOLIN, R. S. D. **Matéria orgânica e características físicas, químicas, mineralógicas e espectrais de latossolos de diferentes ambientes**. 2002. 169 f. Tese (Doutorado em Ciência do solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimentos dos solos do Distrito Federal**. Embrapa/SNLCS, 1978. 455 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos con énfasis en suelos de America Latina**. 2. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1987. 420 p.

FREIRE, O. **Solos das regiões tropicais**. Botucatu: FEPAF, 2006. 268 p.

GOEDERT, W. J. **Solos do cerrado - Tecnologia e estratégias de manejo**. Rio de Janeiro: Embrapa/Nobel, 1985. 422 p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, 1995. 352 p.

JORGE, J. A. **Física e manejo dos solos tropicais**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 328 p.

LOBATO, E. J. V., SACRAMENTO, G. L.; ANDRADE, R. S.; ALEIXO, V.; GONÇALVES, V. A. **Atlas climatológico do Estado de Goiás**. Goiânia: Ed. da UFG, 2002. 99 p.

LOPES, A. S. **Solos sob “Cerrado”**: características, propriedades e manejo. Piracicaba, Potassa & Fosfato, 1983. 162 p.

LOPES, A. S.; GUIDOLIN, J. A. **Interpretação de análise de solo**: conceitos e aplicações. São Paulo: ANDA, 1987. 64 p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise de solo** – conceitos e aplicações. São Paulo: ANDA, 2004. 50 p. (Boletim técnico, 2).

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: POTAFOS, 1985. 136p.

MARKLEY, K. S. Mobocayá or Paraguay coco palm: an important source of oil. **Economic Botany**, New York, v. 10, n. 1, p. 3-32, 1956.

MARTIN, G.; GUICHARD, P. H. A propos de quatre palmiers spontanés d'Amerique Latine. **Oléagineux**, Paris, v. 34, n. 8/9, p. 375-384, 1979.

MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; GOMES, J. B. V. Ocorrência da macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1023-1031, jul. 2002.

MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell color soil charts**. Baltimore, Maryland USA, 1975. 16 fls.

NAVES, R. V. **Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos**. 1999. 206 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

NAVES, R. V.; ALMEIDA NETO, J. X.; ROCHA, M. R.; BORGES, J. D.; CARVALHO, G. C.; CHAVES, L. J.; SILVA, V. A. Determinação de características físicas em frutos e teor de nutrientes, em folha e no solo, de três espécies frutíferas de ocorrência natural nos cerrados de Goiás. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v. 25, n. 2, p. 107-114, 1995.

NOVAES, R. F. **Contribuição para o estudo do coco macaúba**. 1952, 85f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1952.

NUCCI, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microsatélites em genética de população de macaúba**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

PEREIRA, B. A. S. Flora nativa. In: DIAS, B. F. S. (Coord.). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Fundação Pró-Natureza, Brasília, 1996. p. 53-57.

PRATES, J. E.; SEDIYMA, G. C.; VIEIRA, H. A. Clima e produção agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 18-22, 1986.

RATTER, J. A.; ASKEW, G. P.; MONTGOMERY, R. F.; GIFFORD, D. R. Observações adicionais sobre o cerradão de solo mesotrófico no Brasil Central. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4, Brasília. **Anais...** São Paulo: Edusp, 1977. p. 306-316.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 53, n. 2, p. 153-180, 1996.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T.; MARTINS, E. S. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1. p. 107-149.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORREA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 2. ed. Viçosa: Neput, 1997. 367 p.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. Alelopatia e suas interações na formação de pastagens. **Boletim Agropecuário**, Lavras, n. 54, p. 1-55, 2002.

ROCHA, O. O coco macaúba. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 21, p. 345-358, 1946.

RURAL SEMENTES. **Macaúba alternativa econômica para produção de óleos e tortas**. Disponível em: <[http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Macaúba%20-%20Características%20e%20produção%20de%20óleo%20\[Modo%20de%20Compatibilidade\].pdf](http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Macaúba%20-%20Características%20e%20produção%20de%20óleo%20[Modo%20de%20Compatibilidade].pdf)> Acesso em: 10 mai 2008.

SALIS, S. M. ; JURACY, A. R. M. **A utilização da bocaiúva no Pantanal**. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, n. 81, p.1-2. jun. 2005. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM081.pdf>>. Acesso em: 17 jun 2007.

SALLES, G. Macaúba pode ser matéria-prima alternativa para biodiesel. **Gazeta Mercantil**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=7358>>. Acesso em: 15 abr. 2007.

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

SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. **Biotropica**, Washington, v. 27, n. 2, p. 168-173, 1995.

SILVA, J. C.; BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Endocarpos de babaçu e de macaúba comparados à madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de carvão vegetal. **Revista IPEF**, Piracicaba, n. 34, p. 31-34, 1986.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416p.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Allelopathic effect of weeds and concentrations of *Brachiaria decubens* on the initial development of eucalyptus (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 343-354, 2003.

SOUZA FILHO, A. P. S.; PEREIRA, A. A. G.; BAYMA, J. C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 25-32, 2005.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York : McGraw -Hill, 1960. 481 p.

TOMÉ JUNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

WANDECK, F. A.; JUSTO, P. G. A macaúba, fonte energética e insumo industrial: sua significação econômica no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, SAVANAS, 6., 1988, Brasília. **Anais...** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1988. p. 541-577.

#### **4 CARACTERIZAÇÕES DE POPULAÇÕES NATURAIS DE *Acrocomia aculeata* NAS REGIÕES CENTRO E SUL DO ESTADO DE GOIÁS**

##### **RESUMO**

As palmeiras estão entre as plantas mais antigas do planeta, com muitas espécies de importância econômica. Dentre a rica flora brasileira de palmeiras encontra-se a macaúba (*Acrocomia aculeata*), com vasta distribuição no país, sendo encontrada também em outros países da América do Sul. Em alguns estados brasileiros, como Minas Gerais e Goiás, ocorre de forma abundante. Alguns estudos têm apontado a *A. aculeata* como uma palmeira bastante promissora, por sua alta produção de frutos e teor de óleo. Porém há poucos relatos na literatura sobre o comportamento desta espécie em ambientes naturais e, menos ainda em plantios comerciais. Este trabalho objetivou caracterizar populações naturais de macaúba em algumas localidades das regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Foram selecionadas dez áreas, localizadas nos municípios Santa Cruz de Goiás, São Miguel do Passa Quatro, São Francisco de Goiás, Paraúna, Jandaia, Indiará e Jaraguá. De 100% da população de plantas da área, determinou-se o número total de plantas adultas, jovens e mortas, número de cachos e de inflorescências por planta. Posteriormente, determinou-se os seguintes dados biométricos de 20% da população de plantas, escolhidos ao acaso: altura, diâmetro à 0,20 m e à 1,30 m do solo, número de cachos e de inflorescências por planta, e percentual do estipe coberto por espinhos, segundo uma escala de notas. Existe variabilidade fenotípica dos caracteres estudados entre plantas de macaúba das diferentes áreas e, especialmente, entre as plantas dentro da área. A população de macaúba da área estudada no município de Jandaia é mais produtiva em termos de número de cachos por planta. A macaúba produz de três a cinco cachos de frutos por planta nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. A planta de macaúba apresenta simultaneamente as fenofases de floração e frutificação, além de cachos com frutos em diferentes estádios de desenvolvimento. Não há correlação entre os dados biométricos das plantas analisados e as variáveis de fertilidade do solo, nas áreas em estudo.

*Palavras-chave:* Arecaceae, macaúba, variabilidade, produção, correlação.

## ABSTRACT

CHARACTERIZACION OF NATURAL POPULATIONS OF *Acrocomia aculeata* IN CENTER AND SOUTHERN STATE OF GOIAS, BRAZIL

Palms are among the oldest plants of the planet, with many species of economic importance. Among the rich Brazilian flora we find the palm macauba (*Acrocomia aculeata*), with a wide distribution in the country, being found also in other countries of South America. Macauba is abundant in some Brazilian states, as Minas Gerais and Goiás. Some studies have found *A. aculeata* as a promising palm by its high production of fruit and oil content. However there are few reports in the literature on the behavior of this species in natural environments and even less in commercial cultivated fields. This work aimed to characterize natural populations of macauba in selected areas of Center and Southern State of regions Center and South of the State of Goiás. The plant of macauba presents simultaneously flowering and fructification phenologic stages, as well as bunches of different development stages. There is no correlation between plant biometric data of the analyzed plants and soil fertility variables in the areas in study. Goiás. Ten areas were selected, in municipalities of Santa Cruz of Goiás, São Miguel do Passa Quatro, São Francisco de Goiás, Parauna, Jandaia, Indiara, and Jaraguá. On 100% of the of plants of the area it was determined the total number of adult, young, and dead plants, the number of bunches and inflorescences per plant. Subsequently, it was determined the following biometric data of 20% of the population of plants, chosen at random: height, diameter at 0,20 m and 1.30 m from the soil, the number of bunches and inflorescences per plant, and percentage of stipes covered by thorns, according to a rating scale. There is phenotypical variability of the characters studied among plants of macauba of the different areas and, in particular, among plants within the area. The population of macauba in Jandaia is more productive in terms of number of bunches per plant. The macauba yields three to five bunches of fruits per plant in the Central and Southern regions of the State of Goiás. The macauba plant presents simultaneously the fructification and flowering phenologic stages and bunches with fruits in differents development stages. There is no correlation among the analyzed plant biometric variables studied and soil fertility variables in the studied areas.

*Key words:* Arecaceae, macauba, variability, production, correlation.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.), palmeira tipicamente brasileira e nativa de florestas tropicais, vem despertando o interesse de diversos segmentos, devido às várias utilidades apresentadas pelas diferentes partes da planta. Seu estipe, além de ser usado em construções rústicas (Reyes, 2003), produz uma fécula

nutritiva e uma seiva doce que, ao ser fermentada, assemelha-se ao mel (Brasil, 2002). As folhas são forrageiras e ainda fornecem fibras têxteis para a confecção de redes e linhas de pesca (Reyes, 2003). Os espinhos são usados pelas rendeiras como alfinetes, e suas inflorescências secas, em arranjos (Brasil, 2002).

Pela exuberante beleza quando em agrupamentos em estado de natural (Silva & Tassara, 1996), existe ainda o uso potencial em projetos paisagísticos locais e de recuperação de áreas degradadas. Por ser uma planta do Cerrado, sua adaptação ao ambiente projetado é facilitada tanto em termos de solo e da sazonalidade do clima, quanto em termos de manutenção, reduzindo determinadas práticas, especialmente em relação à irrigação e à adubação.

A polpa e a amêndoa dos frutos podem dar origem a muitos produtos e subprodutos (Aristone & Oliveira, 2004). A polpa pode ser consumida ao natural (conhecida popularmente como “chiclete pantaneiro”) ou cozida; e utilizada na produção de farinhas para a fabricação de bolos, mingaus, vitaminas e sorvetes. Dela é extraído um óleo com característica semelhante ao azeite de dendê (*Elaeis guineensis*) (Brasil, 2002), sendo vendido em pequenos comércios com múltiplas finalidades: confecção de sabão e velas, como medicamento para aliviar dores de cabeça e musculares e como repelente de mosquitos, além do uso na culinária e em lampiões. Da amêndoa também extrai-se um óleo de excelente qualidade, transparente e fino, para a confecção de uma infinidade de produtos (margarinas, produtos de confeitarias, sabão, velas, cosméticos, etc.). A casca dura (endocarpo) que a envolve vem sendo testada como carvão ativado com sucesso pela Universidad de Assunción, no Paraguai (Aristone & Oliveira, 2004). Essa planta também fornece ótimo palmito usado na culinária.

Além disso, a espécie é indicada como uma das principais matérias-primas para a indústria de óleo e biodiesel, por sua alta combustão e por ser pouco poluente, com grandes perspectivas de produção. Dentre as oleaginosas, é a que possui o maior rendimento agrícola e industrial: 20% de óleo, com produção esperada de 28.000 kg ha<sup>-1</sup> e produção total de óleo de 5.700 kg ha<sup>-1</sup> (Rolim, 1981), superior à do dendê (4,0-6,0 t ha<sup>-1</sup>) e pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) (1,5-3,0 t ha<sup>-1</sup>).

Aliada aos seus múltiplos usos, está a ampla distribuição geográfica da espécie (Scariot et al., 1995), podendo ser encontrada da América Central até o Brasil, nos estados do Pará até São Paulo, Rio de Janeiro, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (Almeida et al., 1998).

A macaúba é representada por plantas arborescentes, podendo atingir altura acima de 15 m. São plantas perenifólias, heliófitas e monóicas, com estipe ereto, esguio e elegante, com 20 cm a 30 cm de diâmetro (Lorenzi, 1992; Silva & Tassara, 1996).

Uma de suas principais características é a presença de espinhos, escuros e compridos, com cerca de 10 cm de comprimento, ao longo do estipe, cuja quantidade e tipo variam de acordo com a espécie considerada (Silva & Tassara, 1996).

A planta floresce quase o ano inteiro, porém, em maior intensidade de outubro a janeiro (Reyes, 2003). Em estudo realizado no Distrito Federal foi observado que cada inflorescência produz, em média, 60 frutos, o que pode variar de zero a 271, conforme a região (Scariot et al., 1995). Os frutos amadurecem principalmente na primavera e verão do ano seguinte (Reyes, 2003). Ainda que se observe fruto o ano todo, a sua safra (três ou quatro cachos por planta por ano) ocorre entre os meses de setembro a março e, em algumas localidades, com 30 a 40 dias de antecipação e/ou retardamento (Aristone & Oliveira, 2004).

O fruto, globoso e de coloração castanha, possui de 2,0 cm a 3,5 cm de tamanho, conforme a região (Aristone & Oliveira, 2004), com mesocarpo branco ou amarelado, fibroso e mucilaginoso. Cada fruto contém normalmente uma amêndoa oleaginosa, com um a três embriões viáveis, envolvida por um endocarpo rígido (Scariot et al., 1991; Lorenzi, 1992; Silva & Tassara, 1996).

Sabe-se que alguns caracteres da planta, vegetativos ou não, podem ter efeito sobre os principais componentes de produção, na qualidade e quantidade dos produtos e subprodutos dela extraídos, como já observado em trabalhos com outras espécies de palmeiras: a correlação entre a altura da planta e a produção (Uzzo et al., 2004); entre a circunferência da planta e o peso, diâmetros e comprimento do palmito (Bovi et al., 1990); entre o comprimento do palmito e o seu rendimento (Yuyama, 2009); além do uso dos caracteres diâmetro da planta, número de folhas e comprimento da quarta folha quando do estabelecimento de índices de seleção (Uzzo et al., 2004).

Como variações importantes podem existir entre plantas de diferentes regiões, assim como entre plantas de uma mesma região, é de extrema relevância o conhecimento e a caracterização dessa variabilidade, para que se possam identificar indivíduos com maiores potenciais, segundo a destinação em questão, nas diferentes localidades do Cerrado. Este trabalho teve como objetivo caracterizar populações de ocorrência natural da macaúba, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Foram selecionadas áreas localizadas entorno de 200 km da capital, Goiânia, pela facilidade de deslocamento. Considerou-se como critério de seleção das áreas, a ocorrência natural da macaúba, em pastagens e ou áreas de Cerrado, vegetando em quantidade igual ou maior do que 50 indivíduos adultos.

Para a identificação das áreas, foram realizadas viagens de prospecção pelo interior do Estado, no período de maio a setembro de 2007. Foram selecionadas dez áreas, considerando-se sete municípios: Santa Cruz de Goiás, São Miguel do Passa Quatro, São Francisco de Goiás, Paraúna, Jandaia e Indiará (uma área por município), e Jaraguá, onde foram selecionadas quatro áreas pela alta densidade desta palmeira em vários locais da região (Tabela 4.1).

**Tabela 4.1.** Localização das áreas com populações de macaúba (*Acrocomia aculeata*) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

Área	Município	Dimensão (ha)	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
1	Santa Cruz de Goiás	6,89	17°17'32''	48°31'40''	693
2	São Miguel do Passa Quatro	4,95	17°03'12''	48°40'41''	770
3	São Francisco de Goiás	37,98	15°53'11''	49°14'28''	704
4	Jaraguá	20,95	15°35'42''	49°17'30''	794
5	Jaraguá	24,58	15°43'13''	49°24'46''	680
6	Jaraguá	10,60	15°44'10''	49°22'26''	675
7	Paraúna	4,99	16°57'08''	50°28'51''	749
8	Jandaia	1,76	17°02'12''	50°08'50''	590
9	Jaraguá	7,68	15°43'42''	49°19'26''	615
10	Indiará	10,64	17°04'51''	49°50'30''	655

A área foi demarcada em quatro pontos, usando-se o equipamento GPS (Sistema de Posicionamento Global), modelo Geo Explorer, determinando-se as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude). As latitudes e longitudes foram utilizadas para o

cálculo da dimensão da área (ha), por meio do programa GPS TrackMaker. Com as altitudes dos pontos, calculou-se a altitude média da área (Tabela 4.1).

Em 100% da população de macaúba de cada área, determinou-se, por meio de contagem: o número de plantas adultas, de plantas jovens (que ainda não iniciaram a produção de frutos) e de plantas mortas, e o número de cachos de frutos e de inflorescências por planta, existentes no momento da coleta dos dados, realizada em setembro de 2007. A densidade absoluta foi calculada dividindo-se o somatório do número de plantas adultas e jovens pelo tamanho da área, em hectares.

Posteriormente, selecionou-se ao acaso, 20% do número total de palmeiras na área, das quais levantou-se os seguintes dados biométricos: altura da planta, considerando-a da base até a região de inserção das folhas no estipe, obtida com o auxílio de uma haste graduada a cada 10 cm; e circunferências do estipe à 0,20 m e à 1,30 m do solo, obtidas por meio de uma trena graduada em cm e mm. Os valores das circunferências foram usados para o cálculo do diâmetro do estipe. Avaliou-se também a presença de espinhos no estipe, por meio da adoção de uma escala de notas, sendo de: 1 (0-25%), 2 (26-50%), 3 (51-75%) e 4 (76-100%), de acordo com a porcentagem do estipe coberto por espinhos.

Foi coletado, por área, uma amostra de solo composta por dez sub-amostras, retirada na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade, para correlação com os dados biométricos das plantas. Foram determinados os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco, além da matéria orgânica, do pH em  $\text{CaCl}_2$ , alumínio, acidez potencial (H+Al), a saturação por bases (V%) e capacidade de troca de cátions (CTC) total. As determinações analíticas destas variáveis de fertilidade do solo foram obtidas segundo as marchas de extração e de determinação propostas pela Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos à estatística descritiva, estimando-se a média, o coeficiente de variação e o intervalo de variação. Para algumas variáveis foram confeccionados histogramas de distribuição de frequência com diferentes números de classes, igualmente espaçadas.

Realizou-se a análise de variância para verificar possíveis diferenças entre as áreas, considerando-se as áreas como tratamentos e, as plantas, repetições. Procedeu-se, ainda, a análise de variância considerando-se os dados como modelo aleatório, a partir de um modelo hierárquico equivalente ao modelo para delineamento inteiramente casualizado, para verificar a proporção da variabilidade entre e dentro das áreas em estudo. O modelo

utilizado foi:

$$Y_{ij} = m + a_i + p_{j(i)}$$

Em que:

$Y_{ij}$ : valor observado da variável Y da planta  $j$ , da área  $i$ ;

$m$ : média geral;

$a_i$ : efeito aleatório da área  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, a$ ;

$p_{j(i)}$ : efeito aleatório da planta  $j$ , dentro da área  $i$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ ;

O esquema de análise de variância resultante do modelo usado encontra-se na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2.** Esquema de análise de variância de plantas para o modelo hierárquico.

F. V.	G. L.	Q. M.	E (QM)	F
Áreas	$(a - 1)$	$Q_1$	$\sigma^2 + r\sigma_a^2$	$Q_1 / Q_2$
Plantas/áreas	$\sum (n_i - 1)$	$Q_2$	$\sigma^2$	
Total	$t - 1$	---	---	---

Em que:

$a$ : número de áreas;

$n_i$ : número de plantas da área  $i$ ;

$t$ : número de plantas avaliadas,  $t = \sum n_i$ ;

$\sigma^2$ : variância fenotípica entre plantas dentro de áreas;

$\sigma_a^2$ : variância fenotípica entre médias das áreas;

$r$ : média harmônica do número de plantas por área.

A partir dos resultados das análises de variância foram estimados os seguintes parâmetros estatísticos:

- Variância fenotípica entre médias de áreas:

$$\sigma_a^2 = \frac{Q_2 - Q_1}{r}$$

- Variância fenotípica entre plantas dentro de áreas:

$$\sigma^2 = Q_2$$

- Coeficiente de variação fenotípica entre médias de áreas:

$$CV_{entre} = \frac{\sqrt{\sigma_a^2}}{m} \times 100$$

- Coeficiente de variação fenotípica entre plantas dentro de áreas:

$$CV_{dentro} = \frac{\sqrt{\sigma^2}}{m} \times 100$$

- Proporção da variabilidade fenotípica entre médias de áreas:

$$PV_{entre} = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma^2} \times 100$$

- Proporção da variabilidade fenotípica entre plantas dentro de áreas:

$$PV_{dentro} = \frac{\sigma^2}{\sigma_a^2 + \sigma^2} \times 100$$

Procedeu-se, também, o estudo das correlações de Pearson (Steel & Torrie, 1960) entre as médias das variáveis de solo com os dados biométricos das plantas, considerando-se as médias de cada área.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 Aspectos gerais

Verificou-se que em 60% das áreas, a macaúba ocorreu em densidade absoluta maior do que dez plantas por hectare. Obteve-se de 2,48 plantas até 40,91 plantas por hectare, sendo, em média, aproximadamente 16 plantas por hectare (Tabela 4.3). Nas áreas 3, 4, 6 e 10, notou-se tendência de distribuição mais uniforme das plantas no campo; ao contrário das demais áreas, onde as plantas estavam aglomeradas, mais próximas uma das outras.

O número total de plantas não foi o mesmo para todas as dez áreas em estudo. Isto porque trabalhou-se com áreas de diferentes tamanhos pois, de acordo com o critério de

seleção adotado, estabeleceu-se a existência de número mínimo de 50 plantas, e não de um máximo, para que o local pudesse ser considerado no estudo. Assim, haviam de 62 a 534 palmeiras por área, incluindo nesses números a presença de plantas adultas, jovens e também de plantas mortas ainda com os estipes erguidos (Tabela 4.3).

**Tabela 4.3** Características gerais das plantas de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

Área <sup>1</sup>	Dimensão (ha)	Número de plantas				Densidade (n° plts /ha)	N° Plantas c/inflor.	Número cachos/planta	
		Adultas	Jovens	Mortas	Total			Médio	Máximo
1	6,89	104	4	8	116	15,67	0	3,5	9
2	4,95	104	2	4	110	21,41	4	2,9	8
3	37,98	96	6	25	127	2,69	4	1,1	5
4	20,95	51	1	10	62	2,48	3	2,3	8
5	24,58	257	270	7	534	21,44	3	3,6	10
6	10,60	68	0	6	74	6,42	8	4,2	8
7	4,99	126	9	13	148	27,05	32	1,7	7
8	1,76	62	10	8	80	40,91	1	4,8	10
9	7,68	98	14	10	122	14,58	4	4,2	8
10	10,64	57	40	8	105	9,12	10	3,8	9
Média	13,10	102,3	35,6	9,9	147,8	16,18	6,9	3,2	8,2

<sup>1</sup>1-Santa Cruz de Goiás; 2-São Miguel do Passa Quatro; 3-São Francisco de Goiás; 4,5,6,9-Jaraguá; 7-Paraúna; 8-Jandaia; 10-Indiara.

De forma geral, a maioria da população era constituída por plantas adultas, seguida por plantas mortas e, em menor proporção, jovens. Exceção se faz na área 5 (Jaraguá), cuja população era basicamente jovem (50,6% das plantas). Contrariamente, na área 6, também em Jaraguá, não foi encontrada nenhuma planta jovem, sendo 91,9% adultas e 8,1% já mortas. Por outro lado, foi na área 3 (São Francisco de Goiás) onde se observou o maior percentual de plantas mortas, de 19,7% do total da população (Tabela 4.3).

Observou-se a ocorrência simultânea de fenofases, florescimento e frutificação, no mesmo indivíduo. Muitas das vezes, foram encontrados ainda, na mesma planta, cachos de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento. Rodrigues et al. (2008), em estudo realizado no Estado de Minas Gerais, também relataram a ocorrência de diferentes fenofases na planta, no decorrer do ano.

Contudo, constatou-se baixo número de inflorescências, em média em pouco mais

de seis plantas por área. Do total de 1.023 plantas adultas estudadas, apenas 69 apresentavam-se floridas no momento da avaliação (Tabela 4.3). Isto se deve ao fato de que, mesmo a floração ocorrendo entre os meses de agosto e dezembro, pôde-se perceber que o florescimento da espécie se intensifica a partir de outubro, como apresentando também por Reyes (2003). Rodrigues et al. (2008) observaram que a maior incidência de flores na espécie ocorreu no mês de novembro em Minas Gerais, com índice de até 90% de florescimento em uma das localidades estudadas. Segundo esses autores, o período de floração começa no início da estação chuvosa nesse Estado, entre os meses de outubro e novembro. Scariot et al. (1991) definiu que, esta é a melhor época para os polinizadores da espécie, pois terão menor competição, já que a maioria das espécies floresce na estação seca, na qual a taxa de polinizadores é alta. Salisbury & Ross (1992) indicam que este processo de florescimento é regulado por vários fatores ambientais, desde a intensidade de radiação solar, a temperatura e a disponibilidade de água.

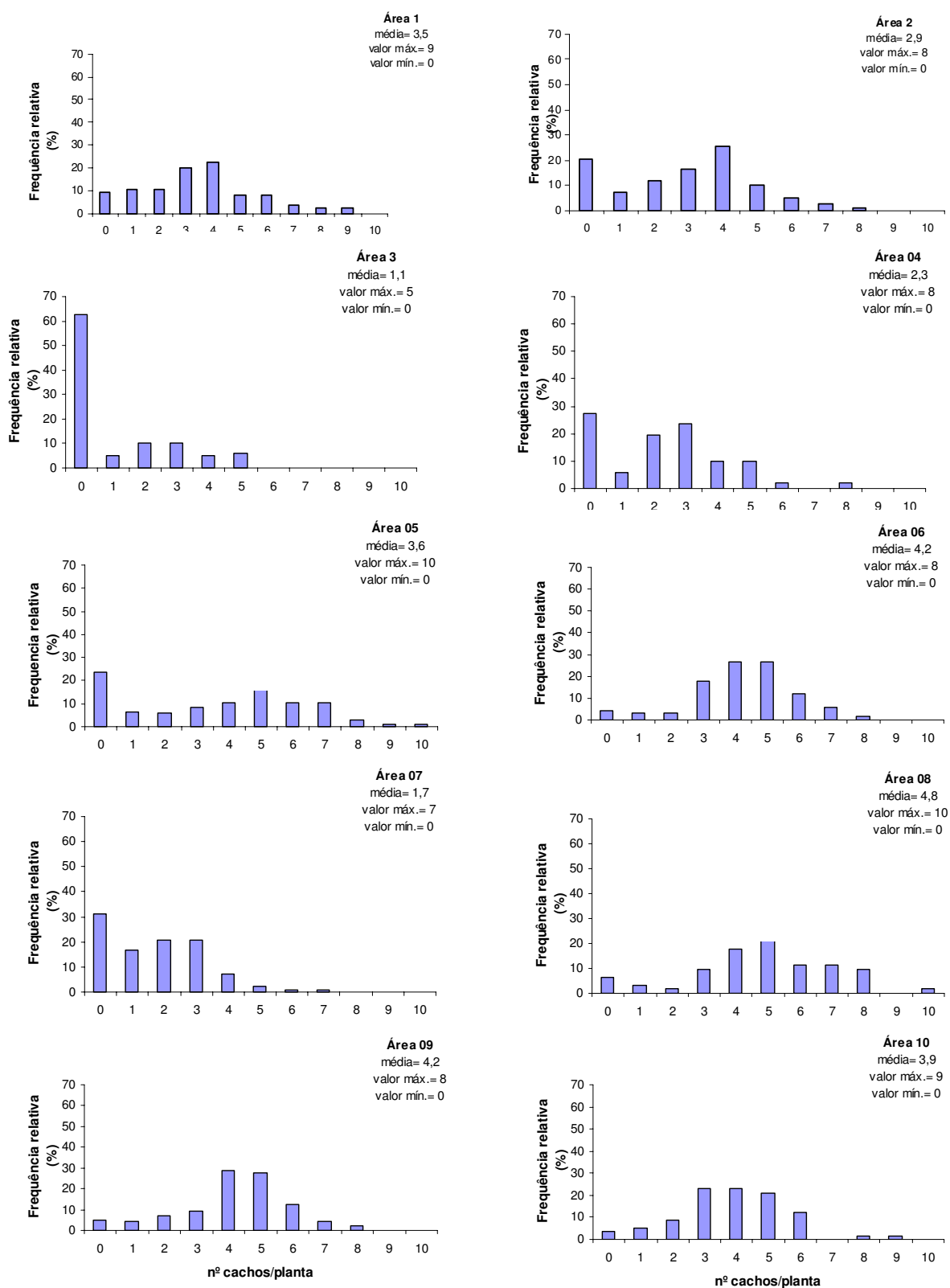
Ainda assim, a área 7 (Paraúna) se destacou em relação às demais, apresentando 25,4% das plantas adultas em florescimento. Ao contrário da área 1, na qual não foi encontrada nenhuma planta florida (Tabela 4.3).

A quantidade de cachos por planta variou de área para área e dentro da área, cujos dados encontram-se na Figura 4.1. As macaúbas produziram, em média, de 1,1 a 4,8 cachos de frutos por planta, com média de 3,2 cachos, concordando com Aristone & Oliveira (2004), que mencionam a existência de três a quatro cachos por planta no ano. Rural Sementes (2008) cita uma média ainda maior, de seis cachos por planta, podendo variar em número de três a dez. Nesse estudo, todas as áreas possuíam plantas que produziram mais de cinco cachos, existindo até dez cachos por planta nas áreas 5 e 8 (Tabela 4.3).

Porém, de forma geral, o número de plantas com mais de seis cachos foi pequeno; destacam-se as áreas 6, 8, 9 e 10, com maior porcentagem de plantas (72%, 79%, 74% e 60%, respectivamente) produzindo acima da média geral (3,2 cachos por planta).

#### **4.3.2 Dados biométricos**

Os valores máximo, mínimo e médio dos dados biométricos de 20% do total de plantas das dez áreas com populações de macaúba estão nas Tabelas 4.4 e 4.5.



**Figura 4.1.** Distribuição de frequência para número de cachos por planta de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

O diâmetro do estipe à 0,20 m de altura foi, em média, de 0,20 m, com intervalo de variação de 0,11 m a 0,39 m; já, à 1,30 m de altura foi, em média, de 0,21 m, com variação de 0,12 m a 0,38 m (Tabelas 4.4 e 4.5). De acordo com a literatura, a espécie pode apresentar de 0,20 m a 0,30 m de diâmetro do estipe (Lorenzi, 1992; Silva & Tassara, 1996; Reyes, 2003).

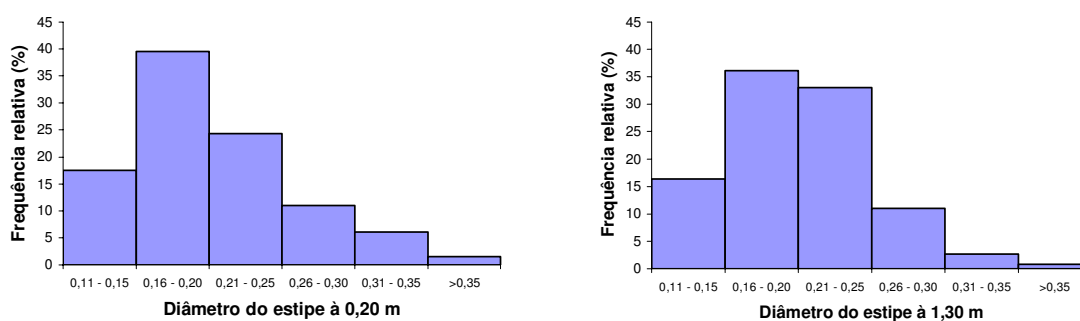
O fato do diâmetro à 0,20 m, em alguns casos, ser maior do que aquele à 1,30 m, deve-se à presença dos remanescentes das bainhas foliares na base do estipe, aspecto comum da espécie. Alguns indivíduos podem conservá-los no caule por muitos anos (Lorenzi, 1992; Silva & Tassara, 1996).

**Tabela 4.4.** Intervalo de variação dos dados biométricos de 20% da população de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

Área <sup>1</sup>	Diâmetro à 0,20m (m)		Diâmetro à 1,30m (m)		Altura das plantas (m)		Presença espinhos (nota)	Nº inflor. / planta		Nº cachos / planta		Nº plantas c/inflor.
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
1	0,22	0,30	0,21	0,31	2,9	13,9	2	0	0	0	9	0
2	0,11	0,39	0,19	0,38	6,0	15,6	3	0	1	0	8	4
3	0,18	0,23	0,20	0,25	3,1	7,9	1	0	1	0	5	2
4	0,13	0,21	0,14	0,31	2,1	7,5	2	0	0	0	8	0
5	0,12	0,25	0,12	0,27	2,2	6,3	2	0	1	0	9	3
6	0,11	0,22	0,12	0,23	4,0	7,5	2	0	4	0	8	6
7	0,13	0,32	0,14	0,29	2,7	5,8	4	0	1	0	5	6
8	0,13	0,27	0,14	0,30	3,0	7,1	3	0	0	0	10	0
9	0,14	0,26	0,15	0,32	3,2	7,4	4	0	1	0	7	1
10	0,14	0,25	0,13	0,25	3,6	6,7	1	0	1	0	9	4

<sup>1</sup> 1 - Santa Cruz de Goiás; 2- São Miguel do Passa Quatro; 3- São Francisco de Goiás; 4,5,6,9 - Jaraguá; 7 - Paraúna; 8 - Jandaia; 10 - Indiará.

A Figura 4.2 apresenta a distribuição de freqüência dos diâmetros do caule. Nota-se que quase 40% das plantas mostraram diâmetro à 0,20 m entre 0,16 m e 0,20 m, e 36% delas com diâmetro à 1,30 m entre 0,17 m e 0,21 m.



**Figura 4.2.** Distribuição de frequência dos diâmetros do estipe, de 20% da população de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

Os programas de seleção priorizam a identificação de caracteres não destrutíveis, facilmente mensuráveis, que estejam relacionados com o desenvolvimento e precocidade, como é o caso da circunferência da palmeira, que vem sendo pesquisada para uso na seleção indireta da planta para a produção. Segundo Bovi et al. (1990), a circunferência de plantas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) à 1,30m de altura mostrou-se positivamente correlacionada com os caracteres pesos, diâmetros e comprimento do palmito. Não existem estudos nesse sentido com a macaúba, o que deve ser incentivado, por ser essa uma palmeira da qual também pode ser extraído o palmito para uso na alimentação.

Os dados biométricos podem ser influenciados por diversos fatores, de origem genética, climática e pedológica, atuando isoladamente ou em conjunto, além do efeito da própria idade da planta. Comparando-se os dados biométricos médios das plantas (Tabela 4.5), observam-se diferenças estatísticas entre as áreas para todas as variáveis.

O número de inflorescências por planta não mostrou diferenças acentuadas, o que era de se esperar pela época de condução dos trabalhos a campo (Tabela 4.5). Um aspecto importante a ser considerado é que a ocorrência de grande quantidade de inflorescências por planta não necessariamente se traduzirá em boa produção, pois mesmo havendo o vingamento de todas, pode-se produzir cachos menores e ou frutos pequenos, com pouca polpa e óleo, ou seja, baixo rendimento. E, ainda, como verificado neste estudo a campo, a ocorrência de chuvas fortes pode ocasionar a queda, muitas vezes, de todos os frutos do cacho, reduzindo a produção da planta.

**Tabela 4.5.** Dados biométricos médios de 20% da população de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas com ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

Área <sup>1</sup>	Altura da planta (m)	Diâmetro à 0,20 m de altura (m)	Diâmetro à 1,30 m de altura (m)	Número de inflorescência por planta	Número de cachos por planta	Presença de espinhos (nota)
1	6,6 b	0,25 b	0,25 a	0,00 b	4,3 ab	2,1 abc
2	9,7 a	0,30 a	0,27 a	0,13 ab	2,2 c	2,1 abc
3	5,3 cd	0,18 de	0,20 de	0,21 ab	1,8 c	1,5 cd
4	4,5 de	0,17 de	0,21 bcd	0,00 b	3,3 bc	1,4 cd
5	4,0 e	0,16 e	0,19 de	0,06 b	4,5 ab	2,0 bc
6	6,1 bc	0,16 e	0,17 e	0,46 ab	4,5 ab	1,4 cd
7	3,9 e	0,22 c	0,24 ab	0,23 ab	2,0 c	2,7 a
8	4,4 de	0,21 cd	0,24 abc	0,00 b	6,1 a	1,5 cd
9	4,0 e	0,19 cde	0,20 cde	0,05 b	4,8 ab	2,6 ab
10	5,2 cd	0,20 cd	0,19 de	0,24 ab	5,1 ab	1,1 d
Média	5,5	0,21	0,21	0,13	3,7	1,9
C.V.	21,46	17,36	17,50	339,75	51,60	46,82
F	64,12**	43,95**	18,75**	2,58**	13,62**	8,53**

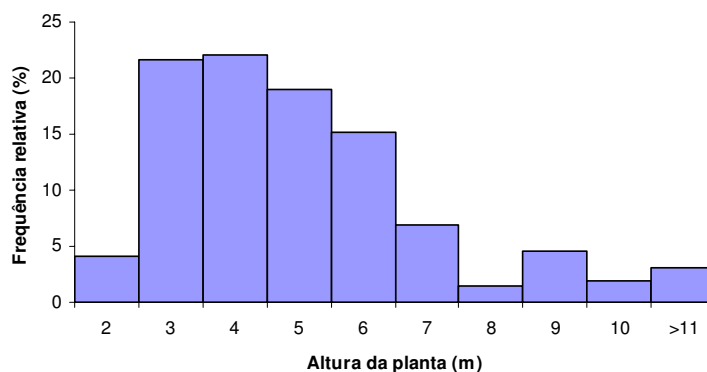
<sup>1</sup>1-Santa Cruz de Goiás; 2-São Miguel do Passa Quatro; 3-São Francisco de Goiás; 4,5,6,9-Jaraguá; 7-Paraúna; 8-Jandaia; 10-Indiara.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

Na área 6 (Jaraguá) foram observadas palmeiras com os menores diâmetros do estipe, apesar de não serem as plantas mais baixas; o que já ocorreu na área 5 (Jaraguá), ou seja, plantas com menores diâmetros e de porte mais baixo. Contrariamente, na área 2 (São Miguel do Passa Quatro), seguida pela área 1 (Santa Cruz de Goiás), observa-se plantas com os maiores diâmetros, assim como de porte mais alto, comparativamente com as demais áreas (Tabelas 4.4 e 4.5). Na área 8 foram encontradas plantas com maior número de cachos, com destaque ainda para as áreas 10, 9, 5 e 6. Diferentemente, as plantas das áreas 3, 7 e 2 foram as menos produtivas, com menos de três cachos (Tabela 4.5).

A altura das palmeiras variou de 2,1 m à 15,6 m (Tabela 4.4), com média geral de 5,5 m (Tabela 4.5). A maioria das plantas (68%) apresentou entre 3,0 m e 5,0 m de altura (Figura 4.3). Vale ressaltar que aqui estão englobadas apenas plantas adultas em produção, destinadas às análises biométricas e em função da coleta de cachos de frutos. Assim, essas médias podem não representar a realidade da área.



**Figura 4.3.** Distribuição de frequência da variável altura da planta de macaúba (*Acrocomia aculeata*), de 20% dos indivíduos da população, em áreas com ocorrência natural nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

Assim como a circunferência, outros caracteres também vêm sendo usados nos programas de melhoramento genético de palmeiras. Segundo Uzzo et al. (2004), a altura da palmeira real australiana (*Archontophoenix alexandrae*) por ocasião da colheita de palmito é responsável por mais de 70% da variação da massa do palmito, revelando-se um caráter adequado para a avaliação indireta de sua produção, bem como para a seleção de plantas superiores para essa atividade agrícola, e de plantas-elite para a produção de sementes, visando a produção de palmito.

Quanto à presença de espinhos, observou-se que, em uma mesma área, houve variação tanto em termos da existência, quanto em termos da quantidade de espinhos cobrindo o estipe. Isto se deve, possivelmente, à existência de plantas em diferentes estádios de desenvolvimento em uma população natural. Acredita-se que plantas mais jovens tendem a apresentar mais espinhos do que as mais velhas, pois com o transcorrer dos anos, esses podem se soltar, assim como os remanescentes das bainhas que encontram-se aderidos ao estipe, os quais também apresentam espinhos.

Com a escala de notas desenvolvida para avaliar a porcentagem do estipe coberto por espinhos, pôde-se caracterizar que, em média, as plantas das áreas 7 e 9 (76 % a 100 %), seguidas pelas áreas 2 e 8 (51 % a 75 %), possuíam-nos em maiores quantidades do que aquelas das demais áreas (Tabela 4.4). A presença de espinhos pode trazer vantagens em termos de proteção à planta contra ataques diversos, como por exemplo, contra a ação de animais herbívoros. Muitas aves, insetos e até mesmo outras plantas podem ainda ter benefícios dessa característica. Observou-se a campo a presença de ninhos de aves, de

moradias de marimbondos (*Polistes* sp.), de espécies de orquídeas no estipe de macaúbas, e de larvas de insetos se alimentando da polpa dos frutos, os quais podem ser protegidos ou pelos espinhos do próprio estipe, ou por aqueles presentes nas espatas que cobrem os cachos. Por outro lado, do ponto de vista agrônomo, a sua presença pode vir a dificultar os tratos culturais e até mesmo a colheita dos frutos. Desta maneira, esta é uma característica que deve ser considerada e selecionada em função do uso e destino da planta, seja para o aproveitamento comercial de seus produtos, uso paisagístico, recuperação de áreas degradadas, entre outros.

Pelo modelo hierárquico utilizado, o teste F foi realizado comparando-se o quadrado médio entre áreas com o quadrado médio dentro de áreas (Tabela 4.6).

**Tabela 4.6.** Análise de variância dos dados biométricos de 20% da população de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural da espécie, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

F.V.	Quadrado Médio						
	G.L.	Altura (m)	Diâmetro à 0,20 m	Diâmetro à 1,30 m	Nº de inflorescência por planta	Nº cacho por planta	Presença espinhos (nota)
Áreas	9	89,294**	0,056**	0,026**	0,528**	50,295**	6,679**
Plantas/área	253	1,966	0,001	0,001	0,196	4,006	0,781
Total	262						
Média		5,50	0,21	0,21	0,13	3,7	1,9
C.V. (%)		21,46	17,36	17,50	339,75	51,60	46,82

Observa-se variação fenotípica tanto entre médias de áreas, como entre plantas dentro das áreas, para todas as variáveis. Essa variação é resultado de efeitos genéticos e ambientais; contudo, não se pode mensurar qual a participação de cada componente na expressão dos fenótipos das plantas. Sabe-se que os componentes ambientais não controlados, tais como a condição de antropização, o solo e o clima do local e a idade da planta, influenciam fortemente na expressão dos fenótipos das plantas.

Os coeficientes de variação entre plantas dentro de áreas e entre áreas refletem a variação de cada caracter em relação à sua média. Observa-se que as variáveis, número de inflorescências por planta e número de cachos por planta, apresentaram maiores coeficientes de variação do que as demais, tanto dentro como entre áreas (Tabela 4.7).

As proporções de variabilidade entre plantas dentro de áreas e entre áreas, calculadas a partir das estimativas de variância para cada variável, encontram-se na Tabela 4.7. Nota-se que para a maioria das variáveis, houve maior variação dentro de áreas do que entre áreas, especialmente para número de inflorescências e presença de espinhos no estipe; exceção se fez para altura de plantas e diâmetro a 0,20 m, nos quais a variação foi maior entre áreas. Como a variação entre plantas dentro de áreas foi obtida em nível de plantas individuais, e a variação entre áreas foi obtida a partir das médias das plantas de cada área, naturalmente a variação dentro deve ser maior do que a variação entre áreas.

**Tabela 4.7.** Estimativas de parâmetros estatísticos dos dados biométricos de 20% das plantas de áreas com populações naturais de macaúba (*Acrocomia aculeata*), nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

Dados biométricos	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	CV entre (%)	CV dentro (%)	Proporção de variabilidade entre áreas (%)	Proporção de variabilidade dentro de áreas (%)
Altura de plantas	3,69410	1,96553	34,92	25,47	65,27	34,73
Diâmetro a 0,20 m	0,00232	0,00135	23,38	17,86	63,15	36,85
Diâmetro a 1,30 m	0,00105	0,00145	15,15	17,81	41,97	58,03
Nº inflorescências	0,01404	0,19601	89,05	336,98	6,69	93,31
Nº cachos	1,95807	4,00645	37,55	53,72	32,83	67,17
Espinhos (nota)	0,24947	0,78140	26,43	46,78	24,20	75,80

As diferenças ambientais de cada área, tais como clima, solos e altitude, provavelmente exerceram considerável influência sobre a variação entre áreas, sendo estas diferenças as prováveis responsáveis pelos níveis de variação encontrados.

#### 4.3.3 Correlações entre as variáveis do solo e os dados biométricos das plantas

As correlações entre médias de áreas para os teores de nutrientes do solo, de 0 cm a 20 cm de profundidade (Apêndice A) e os valores de dados biométricos são apresentados na Tabela 4.8.

Considerando-se os dados biométricos das plantas e os elementos dos solos, verifica-se que houve correlação de dados biométricos somente entre a porcentagem do estipe coberto por espinhos com o elemento potássio, sendo esta negativa. Entre os dados

**Tabela 4.8.** Matriz de correlações de Pearson entre médias de áreas, considerando as variáveis de solo, à profundidade de 0 cm a 20 cm, de áreas com populações naturais de macaúba (*Acrocomia aculeata*), e o valor de dados biométricos de indivíduos da espécie, 2007.

	Cu	Fe	Mn	Zn	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	CTC	V	Al	H+Al	altura	diâm 0,20 m	diâm 1,30 m	n° inflor.	n° cachos	espinhos	
Cu	1																				
Fe	-0,54 <sup>ns</sup>	1																			
Mn	-0,16 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	1																		
Zn	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,35 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	1																	
M.O.	-0,34 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>*</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	1																
pH	0,86 <sup>**</sup>	-0,77 <sup>**</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	1															
P	0,93 <sup>**</sup>	-0,55 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,34 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>**</sup>	1														
K	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,33 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	1													
Ca	0,36 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>*</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>*</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	1												
Mg	-0,39 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>**</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,45 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	1											
CTC	-0,09 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>*</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>**</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>**</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	1										
V	0,54 <sup>ns</sup>	-0,51 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>**</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>**</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	1									
Al	-0,30 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	-0,45 <sup>ns</sup>	-0,56 <sup>ns</sup>	-0,60 <sup>ns</sup>	-0,63 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	-0,80 <sup>**</sup>	-0,63 <sup>*</sup>	-0,63 <sup>*</sup>	-0,92 <sup>**</sup>	1								
H+Al	-0,75 <sup>*</sup>	0,86 <sup>**</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	-0,89 <sup>**</sup>	-0,71 <sup>*</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	-0,34 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	-0,65 <sup>*</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	1							
altura	-0,29 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	1						
diâm 0,20 m	0,22 <sup>ns</sup>	-0,00 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>*</sup>	1					
diâm 1,30 m	0,39 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-0,00 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>**</sup>	1				
n° inflor.	0,08 <sup>ns</sup>	-0,37 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	-0,34 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-0,40 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	-0,48 <sup>ns</sup>	1			
n° cachos	-0,28 <sup>ns</sup>	-0,39 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	-0,35 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	-0,41 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	-0,27 <sup>ns</sup>	-0,29 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	1		
Espinhos	0,58 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	-0,69 <sup>*</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	-0,34 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	1	
																					0,14 <sup>ns</sup>

biométricos, o diâmetro a 0,20 m correlacionou-se com a altura das plantas e com o diâmetro a 1,30 m. Os demais dados biométricos não correlacionaram significativamente entre si.

Isto mostra que tais dados biométricos podem estar correlacionados com outros fatores, como a idade e a sanidade da planta, as condições climáticas, entre outros, atuando isoladamente ou em conjunto com o fator fertilidade do solo.

#### 4.4 CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo conduzido nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, conclui-se que:

1. Existe variabilidade fenotípica dos caracteres estudados entre plantas de macaúba das diferentes áreas e, especialmente, entre as plantas dentro da área.
2. A população de macaúba da área estudada no município de Jandaia é mais produtiva em termos de número de cachos por planta.
3. A macaúba produz cerca de três a cinco cachos de frutos por planta nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.
4. A planta de macaúba apresenta simultaneamente as fenofases de floração e frutificação, além de cachos de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento.
5. As correlações entre os dados biométricos das plantas analisados e as variáveis de fertilidade do solo foram baixas nas áreas em estudo.

#### 4.5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.

ARISTONE, F.; OLIVEIRA, T. C. M. **Exploração auto-sustentável da Bocaiúva na região do Pantanal Sul-Matogrossense: geração de renda e equilíbrio do meio ambiente**. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2004. 23 p.

BOVI, M. L. A.; GODOY JUNIOR., G.; SPIERING, S. H.; CAMARGO, S. B. de. Relação entre caracteres da planta e do palmito de açazeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 49, n. 1, p. 69-81, 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação-geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Alimentos regionais brasileiros**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. 140 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

REYES, A. E. L. **Trilhas do Parque da ESALQ**. 2003, CIAGRI/USP. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/trilhas/palm/palm05.php?PHPSESSID=9f174565f8dcbea6f38aad679ebfc012>>. Acesso em: 14 abr. 2007.

RODRIGUES, P. M. S.; NUNES, Y. R. F.; BORGES, G. R. A.; RODRIGUES, D. A.; VELOSO, M. D. M. Fenologia reprodutiva e vegetativa da *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loodd. Ex. Mart. (Arecaceae). In: Simpósio Nacional Cerrado, 9, 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2008. CD-ROM.

ROLIM, A. A. B. Óleos vegetais: usos gerais. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p 17-22, out. 1981.

RURAL SEMENTES. **Macaúba alternativa econômica para produção de óleos e tortas**. Disponível em: <[http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Macaúba%20-%20Características%20e%20produção%20de%20óleo%20\[Modo%20de%20Compatibilidade\].pdf](http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Macaúba%20-%20Características%20e%20produção%20de%20óleo%20[Modo%20de%20Compatibilidade].pdf)> Acesso em: 10 mai 2008.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. Califórnia: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682p.

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

SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. **Biotropica**, Washington, v. 27, n. 2, p. 168-173, 1995.

SILVA, S. P.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 1996. 230 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York : McGraw -Hill, 1960. 481 p.

UZZO, R. P.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H.; SÁES, L. A. Coeficiente de caminhamento entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira real australiana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 136-142, jan./mar. 2004.

YUYAMA, K. **Melhoramento de pupunheira para produção de palmito no INPA**. Disponível em: <[http://www.inpa.gov.br/pupunha/probio/INPA\\_palmito.pdf](http://www.inpa.gov.br/pupunha/probio/INPA_palmito.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2009.

## 5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS DE *Acrocomia aculeata* NAS REGIÕES CENTRO E SUL DO ESTADO DE GOIÁS

### RESUMO

A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.), palmeira de ampla distribuição geográfica nas Américas Central e do Sul, possui frutos muito apreciados pelo homem e pela fauna doméstica e silvestre. Esses frutos podem dar origem a diversos subprodutos, dentre eles óleo alimentício e para biodiesel, fabricação de doces, bolos, além de ração para bovinos. Com o lançamento Programa Nacional de Biocombustíveis, esta palmeira tem sido apontada por muitos pesquisadores como bastante promissora, devido à alta produção de frutos de alto teor de óleo, tanto na polpa quanto na amêndoa. Entretanto, a obtenção dos frutos ainda se dá de forma extrativista e predatória. Desta forma, para evitar a extinção, para a preservação e mesmo para a sua utilização, são necessários estudos sobre a espécie e o conhecimento de seu comportamento em cada ambiente natural. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar fisicamente os frutos da palmeira *A. aculeata*, provenientes das regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Foram selecionadas sete áreas de ocorrência natural da espécie, localizadas nos municípios de Santa Cruz de Goiás, São Francisco de Goiás, Jandaia, Indiara e Jaraguá. Trabalhou-se com dez plantas por área. Foram levantados dados biométricos das plantas e dos frutos. De acordo com os resultados, a espécie *A. aculeata*, nas condições do presente estudo, possui massa total do cacho e o número de frutos por cachos variáveis entre áreas e entre plantas de uma mesma área. Os dados biométricos de frutos possuem variação entre áreas, entre plantas dentro da área e, principalmente, entre frutos no cacho. O micronutriente ferro no solo correlaciona-se positivamente com a massa média de amêndoas e, o cálcio, negativamente com o número de amêndoas. A massa média dos frutos correlaciona-se positivamente com os diâmetros transversal e longitudinal, e com a massa total de amêndoas destes. De forma geral, o fruto de macaúba constitui-se de 23,73% de casca, 33,10% de endocarpo, 34,28% de polpa e 8,89% de amêndoa, além de apresentar de uma a três amêndoas.

*Palavras-chave:* Arecaceae, macaúba, solo, produção de frutos, variabilidade.

## ABSTRACT

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF FRUITS OF *Acrocomia aculeata* IN CENTER AND SOUTHERN STATE OF GOIAS, BRAZIL

The macauba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) is a palm of broad geographical distribution in the Americas Central and South, has fruits highly prized for human consumption, domestic and wild fauna. These fruits may give rise to various byproducts, such as alimentary oil and biodiesel, candies, and cattle fodder. With the launch of the National Biofuels Program, this palm has been pointed out by many researchers as promising, due to high fruit production of high oil content, both in the pulp and the almond. However, the existing exploitation is basically extractivist and predatory. In this way, to prevent the extinction, for its preservation and even its use, studies on the species are necessary and the knowledge of its behavior in each natural environment. This work aimed to physically characterize the palm of *A. aculeata*, from the Center and South regions of the State of Goiás. Seven areas were of natural occurrence of the species were selected, located in the municipalities of Santa Cruz de Goiás, São Francisco de Goiás, Jandaia, Indiara, and Jaraguá. Ten plants were selected per area. Biometric data of plants and fruits were surveyed. According to results, the species *A. aculeata*, under the conditions of this study, presents total bunch mass and number of fruits per bunches varying between areas and between plants of the same area. Biometric data of fruits have variation between areas, between plants within the area and, mainly, between fruits in the bunch. The micronutrient iron in the soil is positively correlated with the average almond mass and calcium is negatively correlated with the number of almonds. The average mass of fruit is positively correlated with across and longitudinal diameters, and with the total mass of almonds. In general, the fruit of macauba is made up of 23.73% of shell, 33.10% endocarp, 34.28% of pulp and 8.89% of almond, presenting one to three almonds.

*Key words:* Arecaceae, macauba, soil, fruit production, variability.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A região dos Cerrados ocupa uma área expressiva do território brasileiro, com alta variabilidade de climas e solos e grande diversidade da fauna e flora (Ribeiro & Walter, 1998; Silva et al., 2001). As frutíferas deste bioma possuem lugar de destaque, sendo base de sustentação da vida silvestre e fonte de alimentos de fundamental importância na dieta alimentar de populações rurais. Apresentam sabores marcantes e peculiares, com elevados teores de vitaminas, proteínas, sais minerais, açúcares, entre outros (Almeida et al., 1987; Barbosa, 1996; Silva et al., 2001). Tradicionalmente, estas frutíferas são consumidas pela população local *in natura* ou em preparações culinárias (Almeida et al., 1987, 1998).

Sua importância industrial já pôde também ser observada em várias ocasiões, como no período de crise do petróleo, momento em que o babaçu (*Orbygnia phalerata*) e a macaúba (*Acrocomia aculeata*) mostraram viabilidade técnica como fonte de combustível alternativo, em substituição ao óleo diesel. Em 1975, o IBGE registrou a produção de 33 toneladas de resina de jatobá (*Hymenaea* sp.) e 2.199 toneladas de amêndoas de macaúba (Silva et al., 2001).

A macaúba (*A. aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) é uma palmeira que apresenta ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrada desde a América Central até no Brasil, onde está presente nos Estados do Pará até São Paulo, Rio de Janeiro, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (Lorenzi et al., 2004). Sua safra ocorre por longo período, principalmente entre os meses de setembro e março, podendo, em algumas localidades, apresentar de 30 a 40 dias de antecipação e ou retardamento (Aristone & Oliveira, 2004).

Além das utilidades já citadas, ainda mostra uso alimentício, oleaginoso, melífero, entre muitos outros (Almeida et al., 1998). Tanto a polpa, quanto a amêndoa podem dar origem a diversos produtos e subprodutos; entretanto, o seu uso é limitado basicamente à alimentação, por não serem submetidas adequadamente ao processo de refinamento industrial, mesmo que de forma artesanal (Aristone & Oliveira, 2004).

As amêndoas de macaúba possuem teores de proteínas (38,0%) e de fibras (45,3%) elevados. Hiane et al. (2006) citam que é possível utilizá-las como fonte alternativa de proteína, especialmente no preparo da merenda escolar e para atender populações sem acesso às proteínas de origem animal. Entretanto, deve-se pesquisar diferentes formas de preparo da matéria-prima que possam influenciar na biodisponibilidade dos seus aminoácidos e também suplementos para suprir suas deficiências.

As amêndoas ainda são usadas na propagação da espécie que, por não ser uma palmeira cespitosa, multiplica-se apenas de forma sexuada. Contudo, a germinação das sementes é demorada, podendo chegar a quatro anos, com baixo índice (aproximadamente 3%) e desuniforme (Rural Sementes, 2008). Como várias pesquisas mostram, para algumas espécies, correlação entre o tamanho e peso das sementes e a capacidade germinativa, torna-se relevante esse tipo de estudo também para a macaúba, frente às dificuldades apresentadas nesse processo.

Além disso, muitas espécies nativas do Cerrado apresentam comportamento diferenciado entre e dentro de plantas e áreas. Assim, acredita-se que o rendimento de

polpa, do óleo extraído da polpa e amêndoa e, mesmo o número de amêndoas por fruto, e demais subprodutos provenientes da macaúba, sejam influenciados por uma série de fatores não só de origem genética, como climática e de solo.

Entretanto, como não existem cultivos comerciais, a obtenção dos frutos ainda se dá de forma extrativista e predatória. Aliado a esse aspecto, está o fato de que, ao longo do tempo, a ação direta e constante de queimadas e desmatamentos vem exercendo uma enorme pressão sobre sua fauna e flora, contribuindo de forma significativa para a extinção de muitas espécies animais e vegetais, incluindo as fruteiras nativas. Se essa exploração indiscriminada continuar, muitas delas serão extintas antes mesmo de se tornarem conhecidas.

Desta forma, para evitar a extinção, para a preservação e mesmo para a sua utilização, são necessários estudos sobre a espécie e o conhecimento de seu comportamento em cada ambiente natural. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar fisicamente os frutos da palmeira *A. aculeata*, provenientes das regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1 Coleta de dados da área e das plantas

A pesquisa foi desenvolvida nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Foram selecionadas áreas localizadas entorno de 200 km da capital, Goiânia, pela facilidade de deslocamento. Considerou-se como critério de seleção das áreas, a ocorrência natural da macaúba, em pastagens e ou áreas de Cerrado, vegetando em quantidade igual ou maior do que 50 indivíduos adultos.

Para a identificação das áreas, foram realizadas viagens de prospecção pelo interior do Estado, no período de maio a setembro de 2007. Para a condução deste trabalho, entre as dez áreas selecionadas, trabalhou-se em apenas sete delas, devido às condições de maturação dos frutos e sua facilidade de coleta (Tabela 5.1). Para melhor entendimento, aqui neste estudo, a identificação de cada área foi preservada, conforme numeração usada nos itens 2 e 3. As áreas descartadas foram: áreas 4 e 7, cujos frutos estavam em estágio de maturação já avançado no momento das coletas, sendo que, em muitas das plantas, os cachos já haviam se desprendido; e, área 2, por apresentar plantas muito altas, impossibilitando a coleta dos frutos.

A área foi demarcada em quatro pontos, usando-se o equipamento GPS (Sistema de Posicionamento Global), modelo Geo Explorer, determinando-se as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude). As latitudes e longitudes foram utilizadas para o cálculo da dimensão da área (ha), por meio do programa GPS TrackMaker. Com as altitudes dos pontos, calculou-se a altitude média da área (Tabela 5.1).

**Tabela 5.1.** Localização das áreas com populações de macaúba (*Acrocomia aculeata*) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007.

Área	Município	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
1	Santa Cruz de Goiás	17° 17' 32"	48° 31' 40"	693
3	São Francisco de Goiás	15° 53' 11"	49° 14' 28"	704
5	Jaraguá	15° 43' 13"	49° 24' 46"	680
6	Jaraguá	15° 44' 10"	49° 22' 26"	675
8	Jandaia	17° 02' 12"	50° 08' 50"	590
9	Jaraguá	15° 43' 42"	49° 19' 26"	615
10	Indiara	17° 04' 51"	49° 50' 30"	655

Em cada área, foram selecionadas dez plantas adultas e bem desenvolvidas, em plena produção, padronizadas em termos de estágio de maturação dos frutos, contendo o mínimo de dois cachos por planta.

Para a caracterização das plantas, foram determinados os seguintes dados, coletados em setembro de 2007: a altura das plantas, considerando-se de sua base até a região de inserção das folhas no estipe, obtida com o auxílio de uma haste graduada a cada 10 cm; as circunferências do estipe à 0,20 m e à 1,30 m do solo, obtidas por meio de uma trena graduada em cm e mm. Os valores das circunferências foram usados para cálculo do diâmetro do estipe. Também foram levantados o número de cachos de frutos por planta e o número de inflorescências que haviam no momento da coleta dos dados.

Além destes dados, avaliou-se a presença de espinhos no estipe, por meio da adoção de uma escala de notas, sendo: 1 (0-25%), 2 (26-50%), 3 (51-75%) e 4 (76-100%), de acordo com a porcentagem do estipe coberto por espinhos.

Foi coletado, por área, uma amostra de solo composta por dez sub-amostras, retirada na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade, para correlação com os dados

biométricos das plantas. Foram determinados os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco, além da matéria orgânica, do pH em  $\text{CaCl}_2$ , alumínio, acidez potencial ( $\text{H}+\text{Al}$ ), a saturação por bases ( $\text{V}\%$ ) e capacidade de troca de cátions (CTC) total. As determinações analíticas destas variáveis de fertilidade do solo foram obtidas segundo as marchas de extração e de determinação propostas pela Embrapa (1997).

### **5.2.2 Coleta de frutos**

Coletou-se um cacho de frutos maduros por palmeira, no período de novembro de 2007 a janeiro de 2008, sendo: no mês de novembro nas áreas 1, 3, 5, 6 e 10; no mês de dezembro, na área 8 e, no mês de janeiro, na área 9. Usou-se o início do desprendimento dos frutos do cacho como indicativo de maturação.

A coleta foi realizada com o auxílio do equipamento “podão”, com haste de até 6 m de comprimento. O cacho foi identificado, colocado dentro de um saco de polietileno trançado e, posteriormente, levado para a Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA) da Universidade Federal de Goiás (UFG). O tempo entre a coleta e o início das avaliações não foi superior a 24 horas, para evitar a desidratação dos frutos.

### **5.2.3 Caracterização física dos frutos**

Na EA/UFG, após a determinação da massa do cacho inteiro, os frutos foram dele desprendidos, contados e pesados em conjunto, obtendo-se a massa dos frutos do cacho. Foram selecionados 60 frutos por cacho, totalizando 600 frutos por área, descartando-se aqueles em estágio de maturação muito adiantado ou atrasado, danificados, atacados por insetos e ou doenças, ou que apresentassem algum defeito visual.

A determinação da massa e diâmetros foi realizada em 50 frutos por cacho. A massa do fruto inteiro foi obtido por meio de pesagem individual. O diâmetro longitudinal foi tomado na região de inserção do pedúnculo à parte oposta a este e, o diâmetro transversal perpendicular ao primeiro, utilizando um paquímetro digital (Figura 5.1).

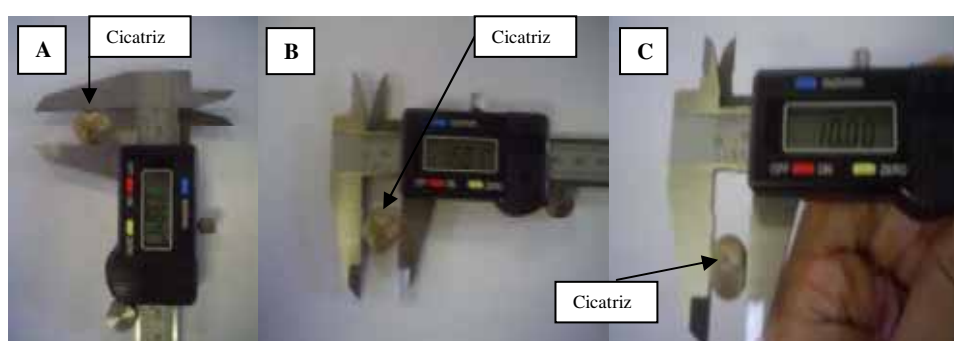
O volume do fruto foi obtido pelo método de deslocamento de água: o fruto foi colocado em uma proveta graduada, contendo 500 mL de água, medindo-se o volume

final após sua inserção; por subtração dos volumes, determinou-se o volume do fruto, em dez frutos por cacho.



**Figura 5.1.** Determinação dos diâmetros longitudinal (A) e transversal (B) de frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*).

Em seguida, a polpa e a amêndoa foram extraídas, quebrando-se o fruto com o auxílio de uma marreta, tendo-se o cuidado para não danificar a amêndoa. Para esta avaliação foram utilizados 30 frutos por cacho. Determinou-se: o número de amêndoas por fruto, a massa individual e o somatório das massas das amêndoas presentes no fruto (quando mais de uma) e as suas dimensões. A massa foi obtida por meio de uma balança de precisão de 0,0001 g. As três dimensões, ou seja, comprimento, largura e espessura (Figura 5.2), foram obtidas com o auxílio de um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm. O comprimento foi medido na região da cicatriz da amêndoa (onde se localiza o embrião) à parte oposta a esta; e a largura e a espessura foram medidos na linha mediana das amêndoas. Para os frutos com mais de uma amêndoa, trabalhou-se com a média dos dados.



**Figura 5.2.** Determinação do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) da amêndoa de macaúba (*Acrocomia aculeata*).

A determinação do teor de umidade da polpa do fruto e da amêndoa seguiu a recomendação do Instituto Adolfo Lutz (1985); porém, para a polpa, foram usadas três repetições de 5 g por cacho, provenientes de frutos escolhidos aleatoriamente. Para os frutos que continham mais de uma amêndoa, selecionou-se somente uma delas. A amostra era colocada em estufa previamente aquecida (60° C) por uma hora, resfriada em dessecador até temperatura ambiente, e pesada. Levava-se a amostra novamente para a estufa durante três horas. Em seguida, após ser resfriada em dessecador até temperatura ambiente, era novamente pesada. Essa operação era repetida até a obtenção de peso constante. A porcentagem de umidade foi calculada pela fórmula:

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{N}{P} \times 100$$

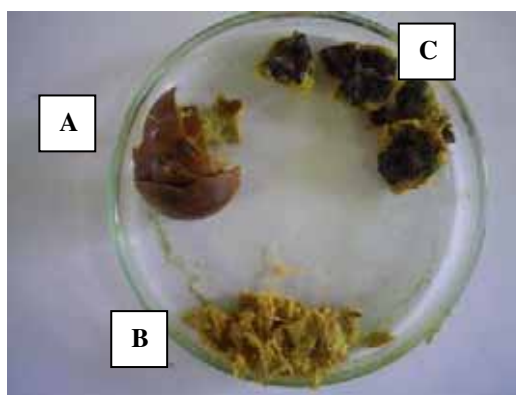
Em que:

N: perda de massa, em gramas;

P: massa inicial da amostra, em gramas.

A perda de massa foi determinada pesando-se, individualmente, 20 frutos por cacho durante um período de nove semanas. As pesagens foram feitas semanalmente, e os frutos armazenados em sacos de papel, em condição ambiente. Com os dados obtidos, foram elaborados gráficos de perda de massa para cada área, utilizando-se a média dos frutos das dez plantas, expressa em porcentagem.

Das sete áreas estudadas, em duas delas (áreas 8 e 9) determinou-se a proporção dos constituintes do fruto em relação ao fruto inteiro, utilizando dez frutos por cacho. Após a separação em casca, polpa, endocarpo e amêndoa (Figura 5.3), cada parte foi pesada individualmente e calculado o seu percentual em relação a massa total do fruto.



**Figura 5.3.** Constituintes do fruto de macaúba (*Acrocomia aculeata*): casca (A), polpa (B) e endocarpo (C).

### 5.2.4 Procedimentos estatísticos

As variáveis de plantas e dos frutos foram avaliadas com o auxílio da estatística descritiva, estimando-se a média, o coeficiente de variação e o intervalo de variação. Para algumas variáveis foram confeccionados histogramas de distribuição de frequência com diferentes números de classes, igualmente espaçadas. Realizou-se a análise de variância para verificar possíveis diferenças entre as áreas quanto às variáveis das plantas e dos frutos.

Procedeu-se, ainda, a análise de variância, considerando-se os dados como modelo aleatório, a partir de um modelo hierárquico equivalente ao modelo para delineamento inteiramente casualizado, para verificar a proporção da variabilidade fenotípica entre níveis de áreas, plantas e frutos. O modelo usado para as variáveis físicas dos frutos foi:

$$Y_{ijk} = m + a_i + p_{j(i)} + e_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$ : valor observado no fruto  $k$ , da planta  $j$ , da área  $i$ ;

$m$ : média geral;

$a_i$ : efeito aleatório da área  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, a$ ;

$p_{j(i)}$ : efeito aleatório da planta  $j$ , dentro da área  $i$ ,  $j = 1, 2, \dots, p$ ;

$e_{ijk}$ : efeito aleatório associado ao fruto  $k$ , da planta  $j$ , dentro da área  $i$ ,  $k = 1, 2, \dots, k$ ;

O esquema de análise de variância resultante do modelo usado encontra-se na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2.** Esquema de análise de variância de frutos para o modelo hierárquico.

F. V.	G. L.	Q. M.	E (QM)	F
Áreas	$(a - 1)$	$Q_1$	$\sigma^2 + r\sigma_p^2 + n r\sigma_a^2$	$Q_1 / Q_2$
Plantas/áreas	$\sum (n_i - 1)$	$Q_2$	$\sigma^2 + r\sigma_p^2$	$Q_2 / Q_3$
Frutos/plantas/áreas	$t(r-1)$	$Q_3$	$\sigma^2$	
Total	$rt - 1$	---	---	---

Em que:

$a$ : número de áreas;

$n_i$ : número de plantas da área  $i$ ;

$t$ : número de plantas avaliadas,  $t = \sum n_i$ ;

$\sigma_p^2$ : variância fenotípica entre plantas dentro de áreas;

$\sigma_a^2$ : variância fenotípica entre médias de áreas;

$r$ : número de frutos analisados por planta.

Foram calculados os componentes de variância para características físicas de frutos e amêndoas. Procedeu-se, também, ao estudo das correlações de Pearson (Steel & Torrie, 1960) entre as médias das variáveis de solo com os dados biométricos das frutos, considerando-se as médias de cada área.

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.3.1 Caracterização das plantas e produção de frutos

Observando-se a Tabela 5.3, referente à análise de variância dos dados biométricos das plantas e de produção de frutos por planta, verifica-se que para a variável altura de plantas praticamente não houve diferença significativa entre as áreas, a qual variou de 2,9 m a 7,5 m, com média entre as 70 plantas estudadas de 4,8 m. Este fato era de se esperar, visto que o tamanho das plantas no momento da coleta dos frutos foi um fator de decisão devido à limitação do comprimento da haste de coleta, cujo alcance era de no máximo seis metros (Tabela 5.4).

Os valores médios de diâmetros dos estipes à 0,20 m e à 1,30 m do solo, foram de 0,21 m e 0,22 m, respectivamente (Tabela 5.3). Estes estão de acordo com os apresentados por Reyes (2003), o qual afirma ter esta palmeira entre 0,20 m e 0,30 m de diâmetro do estipe.

De forma geral, nas áreas 5 e 8 houve uma tendência de plantas menores e com menores diâmetros, em relação às demais áreas. Ao contrário da área 1, na qual as plantas apresentaram maiores altura e diâmetros.

**Tabela 5.3.** Dados biométricos médios de plantas e de produção de frutos por planta, em áreas de populações naturais de macaúba (*Acrocomia aculeata*) nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Área <sup>1</sup>	Altura planta (m)	Diâmetro (m)		Número / planta		Presença espinhos (Nota)	Massa (kg)		Número frutos/cacho
		0,20 m	1,30 m	Inflorescência	Cacho		Total do cacho	Total de frutos	
1	4,8 ab	0,25 a	0,25 a	0,2 ab	5,7 ab	2,4 ab	6,471	5,835	163,1
3	4,9 ab	0,21 b	0,23 a	0,4 ab	3,3 b	2,1 abc	6,679	6,225	144,6
5	4,2 b	0,17 c	0,18 ab	0,0 b	5,9 a	2,2 abc	5,399	5,025	180,8
6	5,8 a	0,18 bc	0,19 ab	0,1 b	5,1 ab	1,4 bc	5,181	4,819	163,7
8	3,8 b	0,24 a	0,26 b	1,4 a	6,2 a	1,5 bc	5,341	4,900	143,0
9	5,1 ab	0,21 b	0,22 b	0,3 ab	4,2 ab	3,2 a	6,147	5,745	181,6
10	5,0 ab	0,21 b	0,19 b	0,7 ab	5,0 ab	1,1 c	6,805	6,364	157,9
Média	4,8	0,21	0,22	0,44	5,06	2,0	6,003	5,559	162,1
CV (%)	20,23	12,14	15,22	201,70	34,82	70,99	37,28	39,32	35,50
F <sup>2</sup>	4,29**	13,98**	7,98**	2,88**	3,36**	7,34**	0,94 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup> 1- Santa Cruz de Goiás; 3- São Francisco de Goiás; 5,6,9 -Jaraguá; 8- Jandaia; 10- Indiará.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> \*\*, ns: Significativo e não significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

**Tabela 5.4.** Intervalo de variação de dados biométricos de plantas e de cachos de frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*), de 70 plantas estudadas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Variável	Valor		
	Mínimo	Máximo	Média
Altura da planta (m)	2,9	7,5	4,8
Diâmetro do estipe à 0,20 m (m)	0,14	0,31	0,21
Diâmetro do estipe à 1,30 m (m)	0,12	0,31	0,22
Nº de inflorescências/planta	0	4	0,44
Número de cachos/planta	2	10	5,06
Presença de espinhos (nota)	1	4	2,0
Massa do cacho (kg)	2,860	14,375	6,003
Massa dos frutos/cacho (kg)	2,520	13,540	5,559
Número de frutos/cacho	65	338	162,1

Observou-se poucas plantas com inflorescências no momento da avaliação, sendo em média de 0,44 por planta (Tabela 5.3). Nas áreas 1, 6 e 9, das dez plantas

avaliadas, somente uma planta possuía inflorescência, sendo que na primeira área, a única planta possuía duas inflorescências; na área 3 existiam apenas três plantas; na área 5, nenhuma planta; e nas áreas 8 e 10, quatro plantas cada. Nota-se que, de um total de 70 plantas adultas estudadas, apenas 14 apresentavam-se floridas. Isto se deve ao fato de que, mesmo a floração ocorrendo entre os meses de agosto e novembro (Nucci, 2007), pôde-se perceber que a época de maior florescimento da espécie situa-se de outubro a dezembro.

Para a avaliação da presença de espinhos no estipe, usou-se uma escala de notas referente à porcentagem do estipe coberto por espinhos, sendo: 1 (0-25%), 2 (26-50%), 3 (51-75%) e 4 (76-100%). Neste quesito, observa-se que as áreas diferiram estatisticamente entre si, destacando-se a área 10 (Indiara), cujas plantas apresentavam até o máximo de 25% do estipe coberto por espinhos (Tabela 5.3). A menor presença de espinhos no estipe torna-se um aspecto interessante do ponto de vista de maior facilidade de manuseio com a planta. Isto porque, mesmo sendo relativamente finos, são espinhos compridos, com cerca de 10 cm de comprimento, capazes de provocar ferimentos tanto no homem no momento da colheita dos frutos e outras partes, quanto nos animais, especialmente considerando-se que na maioria das áreas estudadas, estas plantas encontravam-se em meio às pastagens com criação de bovinos.

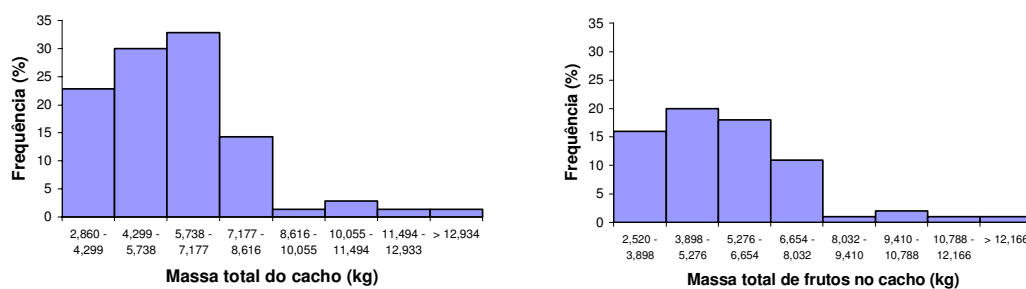
Contrariamente, estava a área 9, com a maior nota média em relação às demais, de 3,2, ou seja, com 51-75% do estipe coberto com espinhos. Verifica-se que, em média, nenhuma área recebeu nota maior do que 3,2 (Tabela 5.3). Contudo, a presença ou não de espinhos no estipe e a quantidade existente, pode estar relacionado não só a fatores genéticos, como também à idade da planta, à própria presença de máquina e/ou animais na área, etc., devendo esse ser um aspecto melhor estudado.

Considerando-se apenas as dez plantas estudadas de cada área, o número de cachos variou de dois até dez, sendo este último encontrado em uma única planta da área 1. Do total de 70 plantas avaliadas, 41,4% possuíam de três a quatro cachos e, somente 2,8% possuíam de nove a dez cachos. Contudo, observou-se a campo que os cachos de frutos de uma mesma planta apresentavam-se em estádios de maturação diferenciados, com frutos desde recém-formados a maduros e, às vezes, até mesmo frutos extremamente maduros e já ardidos, ainda presos à planta, indicando terem sido produzidos na safra anterior.

Não houve diferença significativa entre as áreas em relação à massa do cacho, massa de frutos do cacho e número de frutos por cacho. Contudo, na área 10, as massas

do cacho e de frutos do cacho foram maiores, comparados às demais áreas. A área 3, cujas plantas produziram poucos cachos, também mostrou cachos com maiores massas, porém com menor número de frutos. As plantas da área 5, apesar de porte mais baixo, foram mais produtivas em termos de número de cachos e apresentaram maior quantidade de frutos do que nas demais áreas, cujos cachos não necessariamente foram os com maiores massas. Já, na área 8 foram encontrados cachos mais leves e com menor número de frutos (Tabela 5.3).

Porém, observou-se grande variação entre as plantas de macaúba com relação a massa dos cachos, desde de 2,860 kg a 14,375 kg, sendo este último encontrado na área 1 (Tabela 5.4). Do total de 70 cachos avaliados, 63% possuíam entre 4,299 kg e 7,177 kg. Poucas plantas produziram cachos com mais de 7,0 kg (Figuras 5.4 e 5.5).



**Figura 5.4.** Distribuição de frequência da massa média do cacho e dos frutos do cacho, de 70 plantas de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em sete áreas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

O valor médio encontrado para esta variável neste estudo, de 6,003 kg, está abaixo do relatado por Rural Sementes (2008), segundo o qual a massa média de cachos é de 14 kg, com intervalo de variação de 11 kg a 15 kg. Chuba et al. (2008), caracterizando cachos de macaúba em Mato Grosso do Sul, também encontraram valores superiores ao deste trabalho, variando de 15,370 kg a 17,860 kg, com média de 16,550 kg. As diferenças encontradas podem estar associadas às influências climáticas, edáficas e ou sazonais. Pois, mesmo pertencendo à mesma espécie, em cada localidade as plantas estão sujeitas a variações de temperatura, índices de pluviosidade, dentre outras. Além do que, também pode ser justificado pelo grau de maturação dos frutos.

Pois cachos com frutos mais imaturos apresentam maior teor de umidade e, conseqüentemente, maior massa.

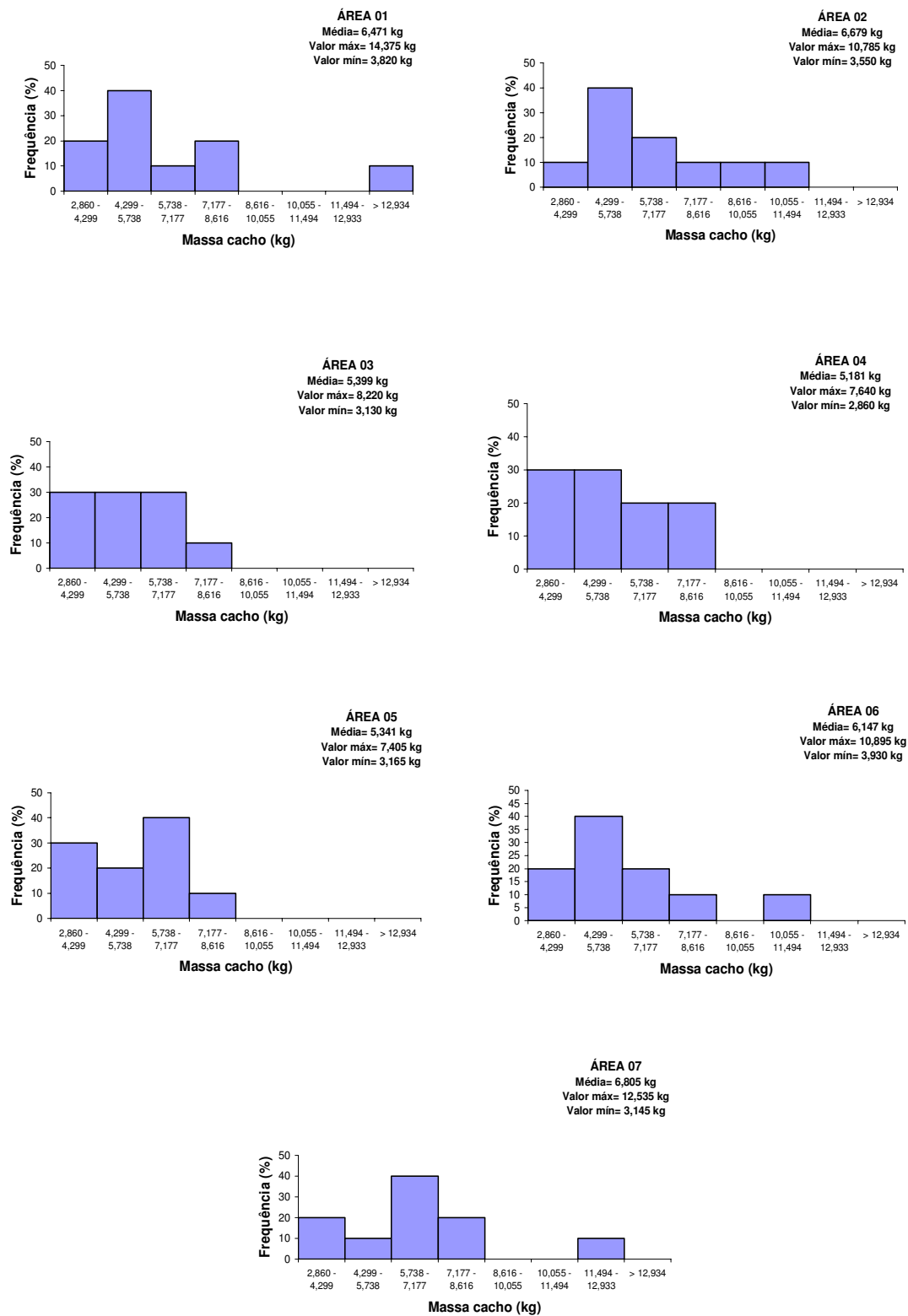
A massa de frutos do cacho variou de 2,520 kg à 13,540 kg, com média de 5,559 kg (Tabela 5.4). Já, Rural Sementes (2008) relata que a massa média de frutos por cacho é de 12 kg, com intervalo de variação entre 10 kg e 14 kg. No presente estudo, cerca de 38% dos cachos apresentaram massa de frutos entre 3,898 kg e 6,654 kg e somente 7% dos cachos possuíam acima de 8,000 kg (Figuras 5.4 e 5.6). Entretanto, as áreas não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 5.3).

Os cachos apresentaram de 65 a 338 frutos, com média de 162,1 (Tabelas 5.3). Estes resultados são superiores aos obtidos por Scariot et al. (1995) em estudos realizados no Distrito Federal. Os autores observaram que cada inflorescência de macaúba produz, em média, 60 frutos, mas esse número pode variar de zero a 271, conforme a região.

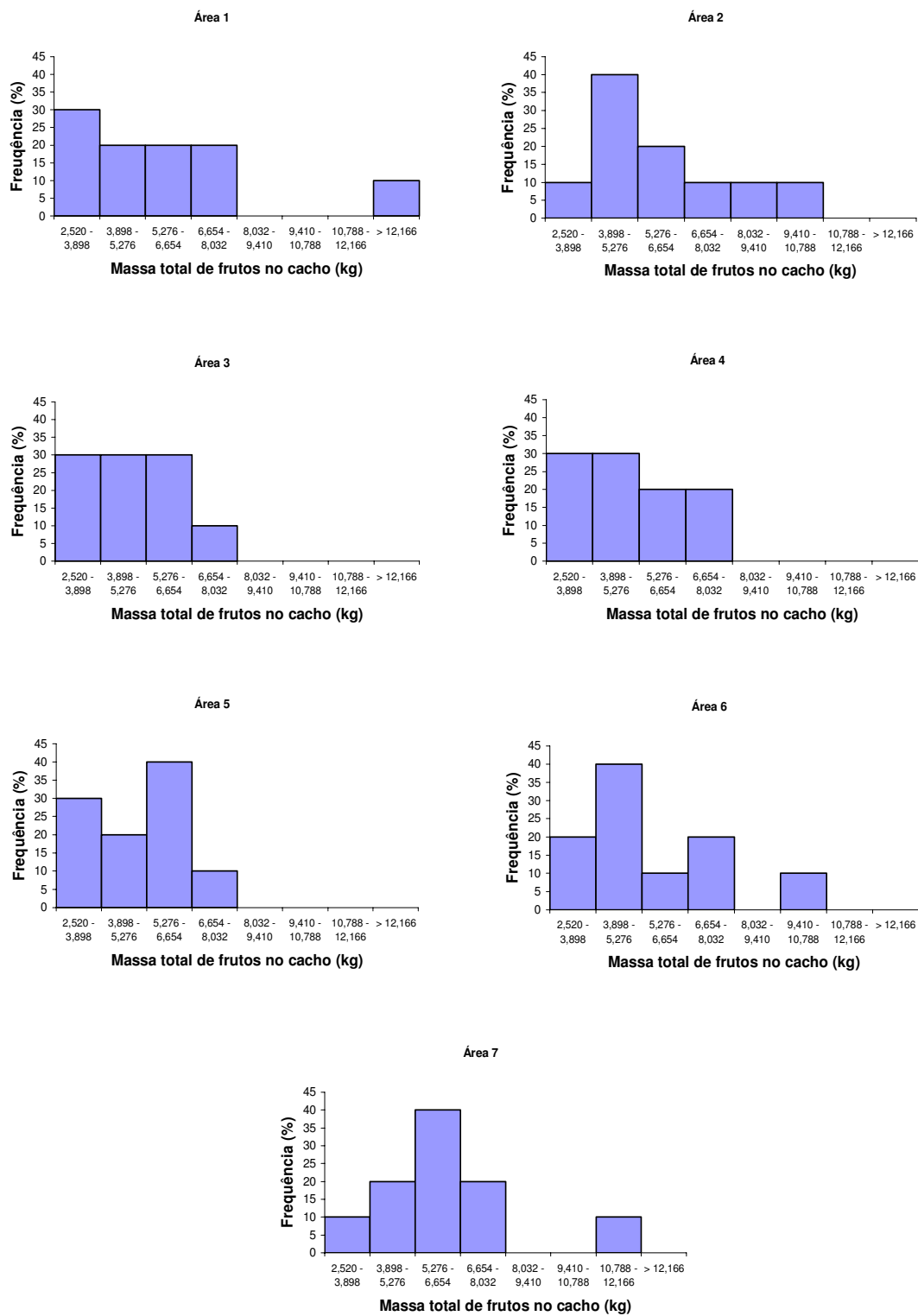
Do total de plantas avaliadas, somente 7% possuíam cachos com mais de 250 frutos. Quase 40% da população apresentavam de 111 a 157 frutos por cacho. Já, analisando-se cada área individualmente, entre 50% e 60% das plantas em quatro áreas (áreas 1, 3, 6 e 9) possuíam de 111 a 157 frutos por cacho. As áreas 5 e 10 apresentaram maior quantidade de plantas com maior número de frutos por cacho, sendo, respectivamente, de 50% e 60% das plantas com 157 a 249 frutos (Figura 5.7). Diferentemente, Chuba et al. (2008) encontraram valores superiores, de 736 a 866 frutos por cacho, com média de 800 frutos.

A variação da massa do cacho entre plantas foi menor nas áreas 3 e 4, comparadas às demais áreas (Figura 5.6). Já, em relação ao número de frutos por cacho, essa variação foi menor nas áreas 3 e 5 (Figura 5.7).

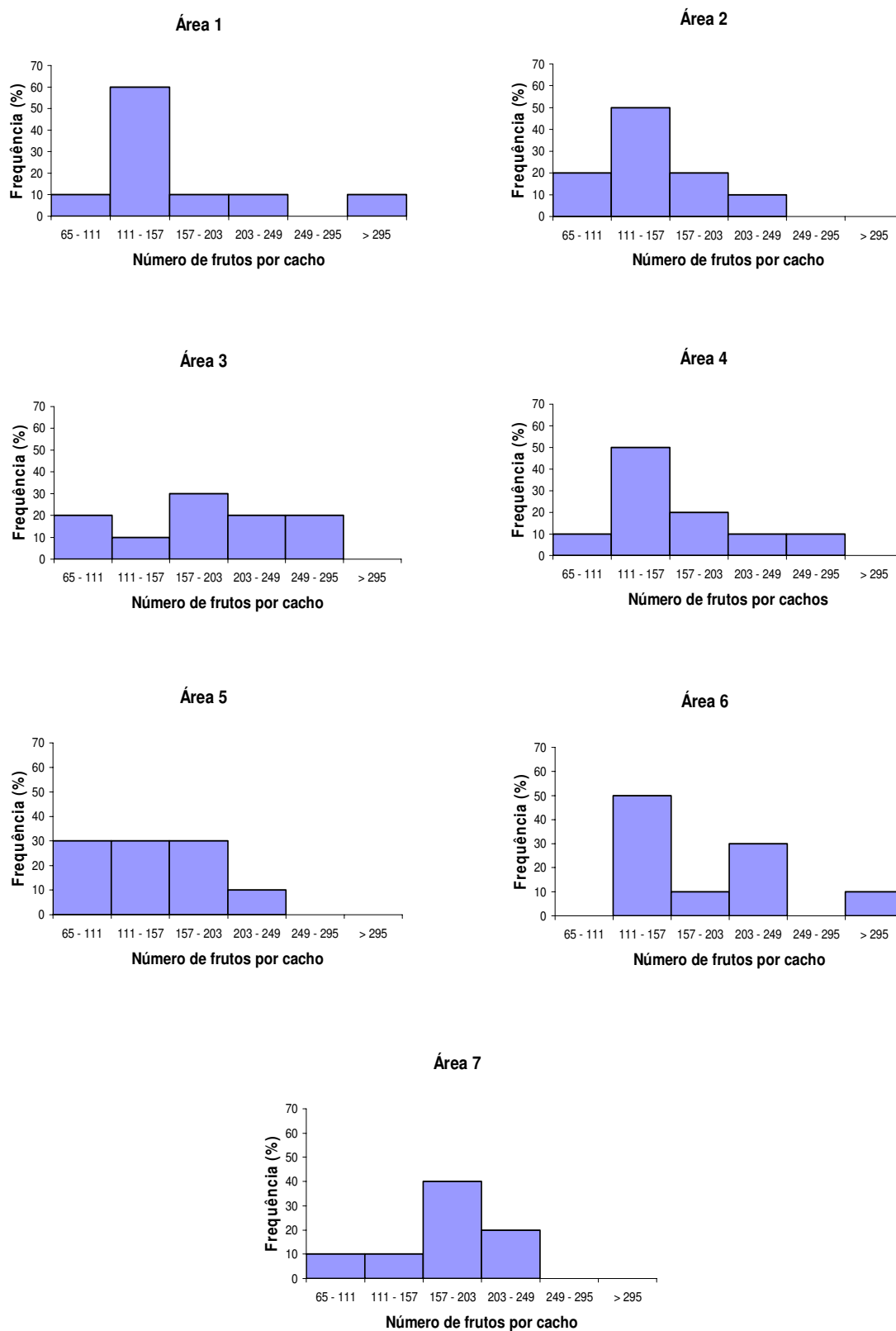
De maneira geral, determinadas espécies apresentam relação inversa entre o número de frutos produzidos e o tamanho ou massa desses frutos, ou seja, quanto mais frutos no cacho, menores esses serão. Assim, as plantas das áreas 5 e 9, que produziram maior quantidade de frutos, mostraram cachos mais leves; contrariamente, as plantas da área 3, que produziram poucos frutos, apresentaram cachos com maiores massas. Contudo, na área 8 houve a produção de cachos leves e com poucos frutos (Tabela 5.3). Parece não haver um padrão de comportamento para a macaúba em relação a esse aspecto. Provavelmente outros fatores além do genótipo, como os ambientais e do solo, podem estar interferindo na produção de frutos da espécie.



**Figura 5.5.** Distribuição de frequência da variável massa do cacho de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.



**Figura 5.6.** Distribuição de frequência da variável massa dos frutos do cacho de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.



**Figura 5.7.** Distribuição de frequência da variável número de frutos por cacho de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

### 5.3.2 Partes constituintes dos frutos

O fruto de *A. aculeata* consiste de casca externa (epicarpo) e polpa fibrosa interna (mesocarpo), a qual circunda a semente. A semente é composta de casca dura (endocarpo), que envolve uma amêndoa oleosa branca (Hiane, 1988, citado por Aristone & Oliveira, 2004).

De forma geral, o fruto de macaúba constituiu-se de: 23,73% de casca, 33,10% de endocarpo, 34,28% de polpa e apenas 8,89% de amêndoa (Tabela 5.5). Rocha (1946) cita valores diferentes, sendo que 26% do fruto são constituídos pela casca e 25% pelo endocarpo.

**Tabela 5.5.** Proporção dos constituintes do fruto de macaúba (*Acrocomia aculeata*), provenientes de duas áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Constituintes do fruto (%)		Área 8 <sup>1</sup>	Área 9 <sup>1</sup>	Média geral (%)
Epicarpo (casca)	Máximo	28,51	28,58	28,55
	Mínimo	19,98	21,46	20,72
	Média	23,08	24,38	23,73
	C.V.	13,86	11,44	---
Endocarpo	Máximo	47,50	30,18	38,84
	Mínimo	33,82	23,26	28,54
	Média	39,18	27,02	33,10
	C.V.	14,96	8,97	---
Mesocarpo (polpa)	Máximo	20,11	45,83	32,97
	Mínimo	35,51	31,91	33,71
	Média	29,26	39,29	34,28
	C.V.	21,64	11,29	---
Amêndoa	Máximo	12,27	12,15	12,21
	Mínimo	6,21	7,69	6,95
	Média	8,47	9,30	8,89
	C.V.	29,14	15,30	---

<sup>1</sup>8- Jandaia; 9- Jaraguá.

Segundo Le Cointe (sd), citado por Rocha (1946), o pericarpo representa 59,73%, a casca 31,3% e a amêndoa 8,97% da massa total do fruto, sendo este último muito próximo do percentual médio encontrado nesse trabalho (Tabela 5.5). Já, Bolton & Hewer (1917), citados por Rocha (1946), mencionam que a polpa representa cerca de 24% do fruto, contendo entorno de 60% de matéria gordurosa. Novaes (1952) cita as seguintes proporções: casca (23,81%), polpa (35,66%), endocarpo (33,17%) e amêndoa (7,36%), semelhantes às obtidas nesse trabalho.

Dos constituintes do fruto, casca, polpa e amêndoa, pode-se extrair óleo, o qual varia em termos de coloração, cheiro, gosto, acidez livre e qualidade (Novaes, 1952). Segundo Rocha (1946), a polpa é uma massa amarela, gordurosa e mucilaginosa, contendo de 27% a 33% de óleo comestível; de cada 100 kg de frutos de macaúba, pode-se extrair cerca de 6 kg de amêndoas (Novaes, 1952).

Assim, quanto maior a porcentagem de polpa e de amêndoa no fruto, maior poderá ser o seu uso e aproveitamento industrial. Contudo, observou-se variação entre áreas: em média, a massa das amêndoas correspondeu a 8,47% nos frutos da área 8, e a 9,30% na área 9, alcançando até porcentagens maiores do que 12%, conforme observado em ambas os locais. O mesmo ocorreu em relação à quantidade de polpa, sendo maior na área 8 (Tabela 5.5).

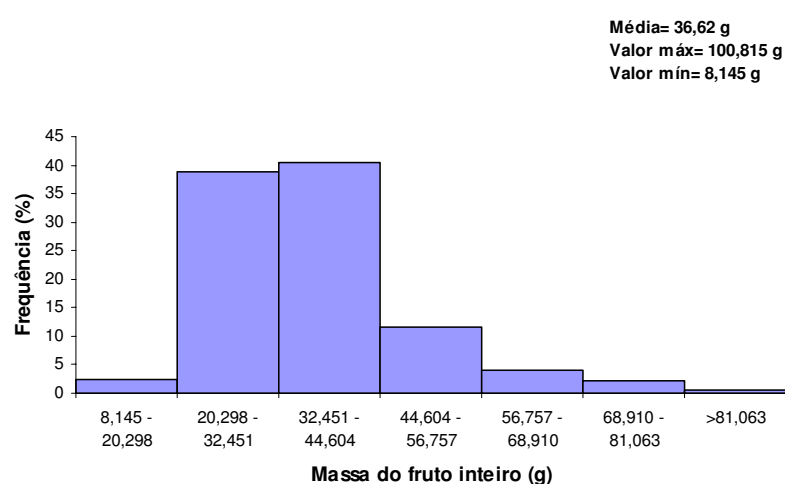
### **5.3.3 Caracterização física de frutos**

A Tabela 5.6 apresenta os dados biométricos médios e os intervalos de variação de frutos de macaúba das sete áreas em estudo. De maneira geral, observa-se grande variação entre os valores mínimos e máximos para todas as variáveis, especialmente para o número de amêndoas, massa média do fruto e da amêndoa.

A massa do fruto variou de 8,146 g a 100,815 g, com média de 36,620 g (Tabela 5.6); porém, a maioria estava entre 20,298 g e 44,604g (Figura 5.8). Segundo Peckolt (sd) e Le Cointe (sd), citados por Rocha (1946), o fruto possui massa entre 40-50 g e 30-40 g, respectivamente. Contudo, a literatura cita a ocorrência de frutos mais leves. Rural Sementes (2008) afirma ter o fruto, em média, 23 g, variando de 16 g a 27 g, e segundo Novaes (1952), esse tem, em média, 25 g. Chuba et al. (2008), trabalhando com frutos oriundos de Presidente Epitácio, SP e de Dourados, MS, perceberam diferenças na massa média dos frutos entre as localidades, sendo a primeira com massa média inferior (18,86 g) e, a segunda, com média de 21,83 g.

**Tabela 5.6.** Dados biométricos de frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em sete áreas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Dado biométrico	Valor		
	Mínimo	Máximo	Média
Massa média do fruto (g)	8,146	100,815	36,620
Diâmetro transversal do fruto (mm)	13,03	55,65	37,47
Diâmetro longitudinal do fruto (mm)	26,76	59,92	39,11
Volume do fruto (mL)	14,00	85,00	32,84
Perda de massa de frutos após 60 dias (%)	29,22	48,33	38,25
Número de amêndoas por fruto	0,00	3,00	1,46
Somatório da massa das amêndoas do fruto (g)	0,014	8,695	2,241
Massa média da amêndoa (g)	0,014	4,148	1,613
Comprimento da amêndoa (mm)	5,45	20,90	12,84
Largura da amêndoa (mm)	10,03	24,00	16,61
Espessura da amêndoa (mm)	6,78	20,97	12,86
Umidade da polpa (%)	35,27	66,27	48,52
Umidade da amêndoa (%)	5,90	57,50	20,48



**Figura 5.8.** Distribuição de frequência da variável massa do fruto inteiro de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Valores diferenciados dos relatados na literatura podem ser explicados, dentre outros fatores, pelas diferenças também observadas em termos de número de frutos por cacho. No presente estudo, obteve-se, em média, 162 frutos no cacho, com número máximo de 332 (Tabela 5.3); enquanto que Chuba et al. (2008) observaram, em média, 800 frutos.

Houve diferenças significativas entre as áreas para todas as variáveis (Tabela 5.7). As plantas da área 3 produziram frutos maiores e com maiores massas; ao contrário, frutos menores e mais leves foram obtidos nas plantas das áreas 5 e 6, comparadas às demais. Já, na área 8, os frutos mostraram-se volumosos, apesar de não estarem dentre aqueles maiores e com maiores massas.

**Tabela 5.7.** Caracteres físicos de frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Área <sup>1</sup>	Massa média fruto (g)	Diâm. transv. fruto (mm)	Diâm. long. fruto (mm)	Volume fruto (mL)	Perda de massa de frutos (%)	Umidade da polpa (%)
1	36,26 c	37,78 b	39,76 c	31,82 b	39,55 a	55,01 a
3	48,04 a	41,07 a	42,62 a	39,54 a	38,21 abc	52,48 ab
5	29,06 e	33,97 d	36,52 f	25,04 d	39,08 a	47,04 c
6	29,65 e	34,22 d	36,66 f	25,68 cd	36,93 bc	41,81 d
8	36,44 c	38,01 b	38,90 d	38,21 a	36,76 c	47,34 c
9	33,56 d	36,15 c	38,06 e	29,32 bc	38,55 ab	45,99 c
10	43,32 b	41,07 a	41,25 b	40,25 a	38,66 a	49,96 bc
Média	36,62	37,47	39,11	32,84	38,25	48,52
C.V.(%)	24,43	7,66	8,11	29,25	14,63	11,06
F <sup>2</sup>	302,71**	514,97**	257,78**	45,93**	7,03**	19,93**

<sup>(1)</sup> 1- Santa Cruz de Goiás; 3- São Francisco de Goiás; 5,6,9- Jaraguá; 8- Jandaia; 10- Indiará.

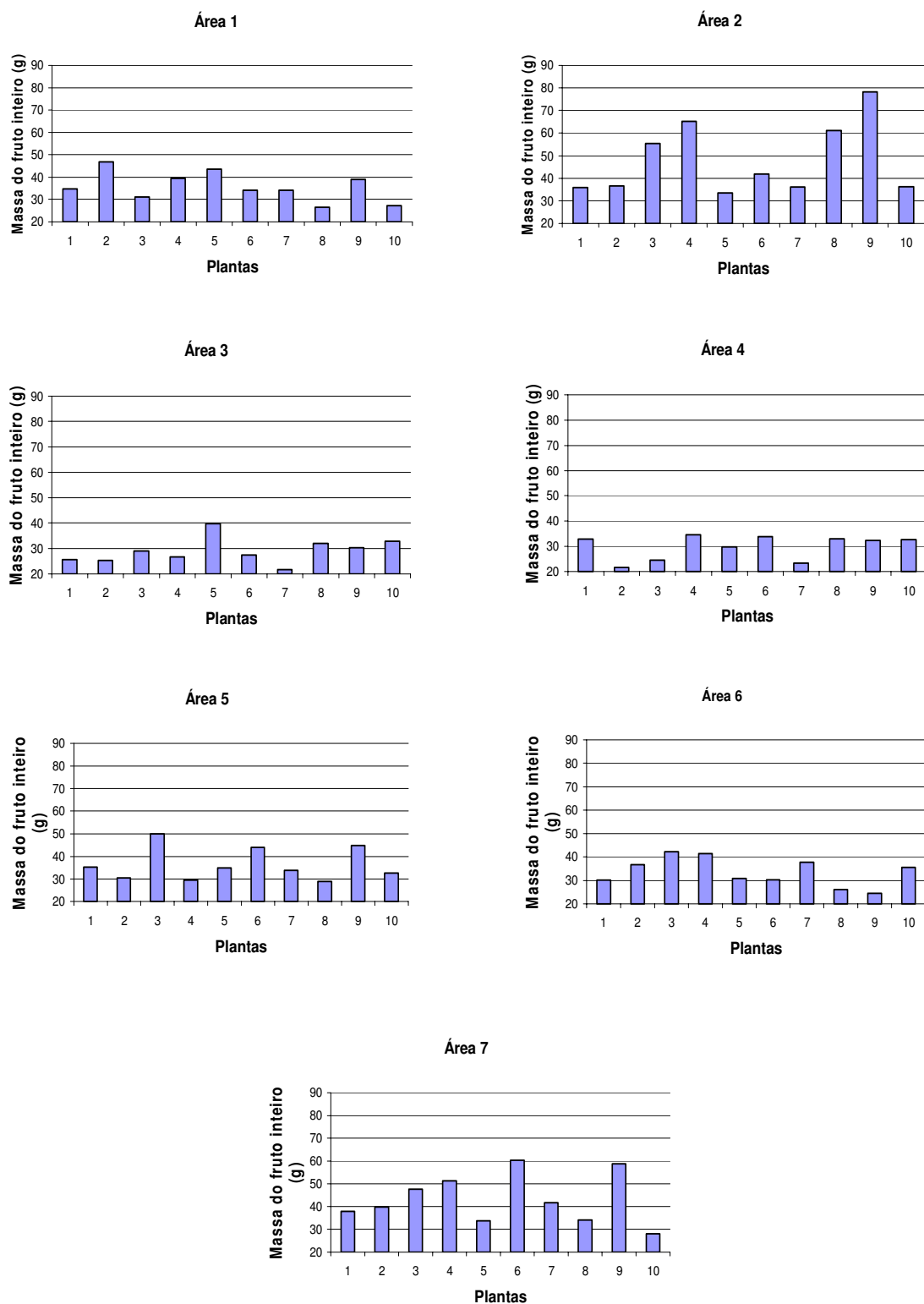
<sup>(2)</sup> \*\* - Significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Contudo, houve, em algumas áreas, grande variação entre as plantas. A área 3 apresentou desde planta com massa média de fruto de 33,44 g, até planta com média de 78,28 g. Menor variação foi observada na área 6, de 21,52 g a 34,57 g, ou seja, com um intervalo de variação menor entre plantas (13,05 g) (Figura 5.9).

O fruto da macaúba apresentou-se globoso e esférico, com diâmetros médios transversal e longitudinal de 37,47 mm e 39,11 mm, respectivamente (Tabela 5.6). Estes dados são superiores aos relatados por Chuba et al. (2008), cujos diâmetros transversal e longitudinal foram, respectivamente, de 33,39 mm e 34,68 mm, em amostras provenientes de Dourados, MS; e de 31,65 mm e 33,14 mm em Presidente Epitácio, SP.

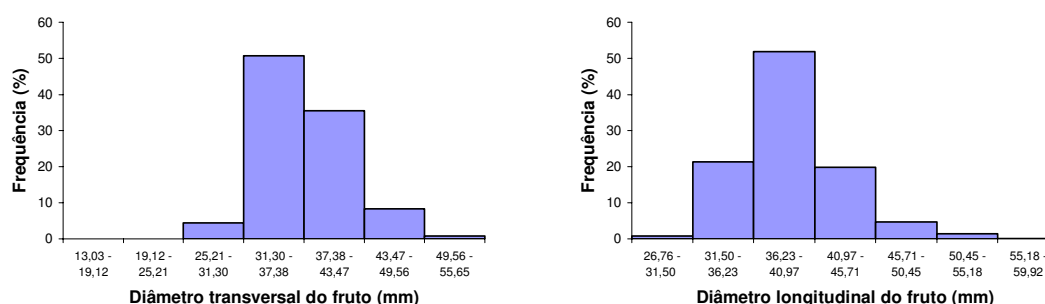
Aristone & Oliveira (2004) afirmam que o tamanho do fruto pode variar de 20,00 mm a 35,00 mm, conforme a região.



**Figura 5.9.** Massa do fruto de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Já, de acordo com Novaes (1952), os frutos podem apresentar de 35 mm a 45 mm de diâmetro. Esse autor relatava diferenças de tamanho dos frutos em algumas regiões do Estado de São Paulo, sendo que, em algumas localidades, apresenta-se mais miúdo e dotado de endocarpo mais fino. Ainda segundo o autor, essa pode tratar-se de outra espécie ou uma variedade da *A. sclerocarpa* (sinonímia de *A. aculeata*).

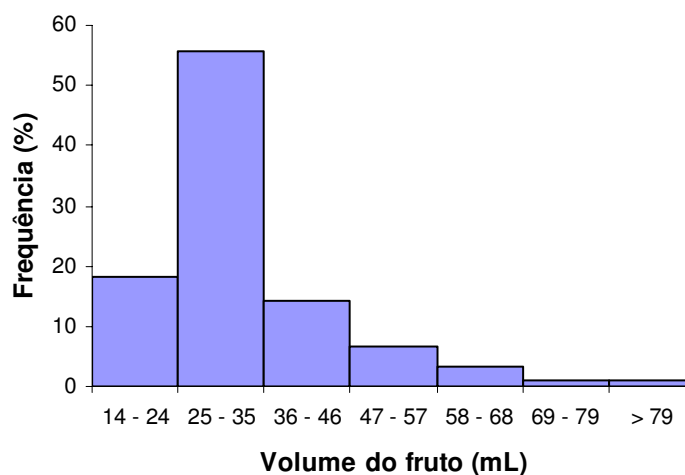
Grande parte dos frutos avaliados (50,77%) apresentou diâmetro transversal entre 31,30 mm e 37,38 mm, e somente 18 frutos (0,5%) tiveram valores acima de 50,00 mm. Em relação ao diâmetro longitudinal, 51,89% dos frutos tinham entre 36,23 mm e 40,97 mm, enquanto que somente 2% deles estavam acima de 50,00 mm (Figura 5.10). O diâmetro do fruto pode ser um caracter importante na seleção indireta de sementes visando a propagação da macaúba, como ocorre na palmeira *Euterpe edulis* Mart. Segundo Lin (1988), trabalhando com essa espécie, frutos de maior diâmetro têm maior peso de matéria seca, e frutos com maior peso de matéria seca apresentaram melhor germinação.



**Figura 5.10.** Distribuição de frequência das variáveis diâmetros transversal e longitudinal de frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Os frutos apresentaram, em média, 32,84 mL de volume (Tabela 5.6). Porém, 55,57% dos 700 frutos avaliados, possuíam entre 25 mL e 35 mL e, somente, 5% destes apresentaram volume igual ou superior a 60 mL (Figura 5.11). Não foram encontrados, na literatura, relatos de volume do fruto dessa espécie.

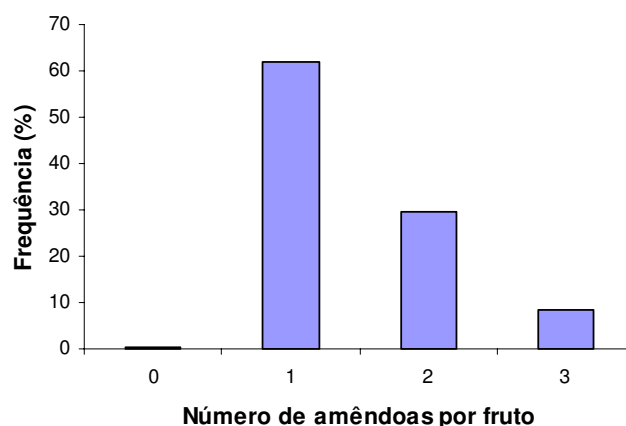
Observou-se que, em se tratando de frutos maduros, a extração da amêndoa do fruto é facilitada. Isto porque, segundo Novaes (1952), quando os frutos atingem a maturação completa, há perda de umidade, e as amêndoas ficam separadas nas lojas em seu interior, o que foi constatado nesse trabalho.



**Figura 5.11** Distribuição de frequência da variável volume do fruto de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em sete áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

A maioria dos frutos analisados (61,8%) possuía somente uma amêndoa; outros 29,5% apresentavam duas amêndoas e, apenas 8,3% apresentaram três amêndoas (Figura 5.12), concordando com Novaes (1952). Segundo o autor, tais frutos geralmente possuem uma amêndoa, não sendo muito raro conterem duas e, às vezes, até três. No presente estudo, essa variação em relação à quantidade de amêndoas foi observada até mesmo em frutos provenientes de um mesmo cacho.

Em alguns frutos (0,4%), a amêndoa não foi observada. Durante o manuseio, pôde-se notar a presença de alguns coleópteros (formas jovens e adultas) junto aos frutos, indicando que, provavelmente, a amêndoa tenha servido de alimento para as larvas em formação (Figura 5.13). Este fato também pode estar relacionado à má formação do fruto, não havendo o desenvolvimento da amêndoa.

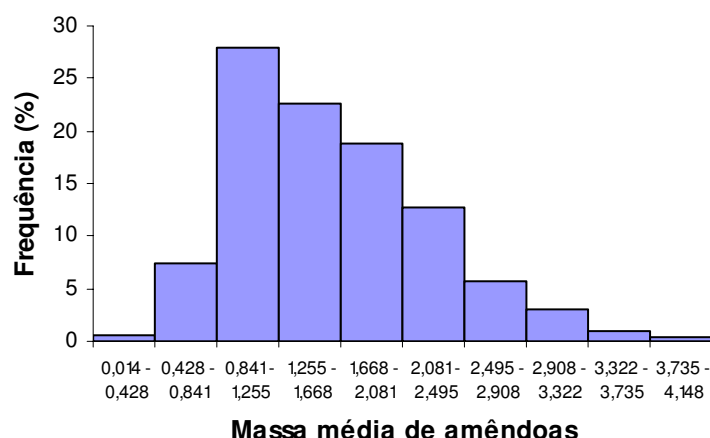


**Figura 5.12.** Distribuição de frequência da variável número de amêndoas por fruto de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.



**Figura 5.13.** Frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) sem amêndoas, 2007/2008.

A massa média da amêndoa variou de 0,014 g a 4,148 g, com média de 1,613 g (Tabela 5.6), com 50,4% delas entre 0,841 g e 1,668 g (Figura 5.14). As amêndoas mostraram dimensões médias de 12,84 mm x 16,61 mm x 12,86 mm (comprimento, largura e espessura, respectivamente) (Tabela 5.6). Segundo Novaes (1952), as amêndoas são grosseiramente esféricas, com 12 mm a 15 mm de diâmetro e, aproximadamente, de 1 g a 2 g. Ainda de acordo com o autor, estas constituem as sementes dos frutos e são formadas por uma película fina, rija e quebradiça (o tegumento), que envolve completamente o albúmen, o qual, por sua vez, é formado por uma massa branca, macia, oleaginosa, aromática, doce, de gosto agradável e comestível.



**Figura 5.14.** Distribuição de frequência da variável massa média individual da amêndoa por fruto de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em áreas de ocorrência natural, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Houve diferença significativa entre as variáveis da amêndoa entre as áreas (Tabela 5.8). As plantas da área 3 e, especialmente da área 10, destacaram-se por apresentar maior número de amêndoas por fruto, sendo essas com maiores dimensões e massas, comparativamente às demais áreas. Contudo, nas áreas 5, 6 e 8 foram observadas os menores números de amêndoa por fruto, sendo essas menores e mais leves.

A variação na massa e tamanho das amêndoas de macaúba pode ser atribuída, dentre outros fatores, à diversidade genética, por tratar-se de espécie não domesticada. Sementes maiores ou de maior densidade em uma mesma espécie são, potencialmente, mais vigorosas do que as menores e menos densas, e podem originar plântulas mais desenvolvidas. Assim, a classificação das sementes por tamanho ou peso é uma estratégia que pode ser adotada para uniformizar a emergência das plântulas e para a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Martins et al. (2000), trabalhando com palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes), observaram que a massa das sementes mostrou-se positiva e altamente relacionado com o tamanho, e ambas as características estão relacionadas ao desempenho germinativo. Quanto maior a massa e tamanho das sementes, maior a velocidade de germinação.

**Tabela 5.8.** Análise de variância dos caracteres físicos de amêndoas de frutos de macaúba entre as sete áreas de populações de macaúba das regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Área <sup>1</sup>	Número	Massa total (g)	Massa média/ unidade (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Umidade (%)
1	1,34 d	2,134 b	1,679 b	13,92 a	17,23 b	12,09 c	24,41 a
3	1,56 c	2,988 a	2,025 a	13,30 b	17,72 ab	14,31 a	21,04 c
5	1,15 e	1,813 cd	1,613 bc	13,68 ab	15,99 d	12,04 c	23,42 b
6	1,08 e	1,618 d	1,497 c	13,49 ab	15,45 e	11,55 d	20,24 c
8	1,74 b	1,861 c	1,145 d	10,54 d	15,16 e	12,30 c	18,15 d
9	1,40 d	2,212 b	1,663 b	13,35 ab	16,57 c	13,08 b	20,15 c
10	1,94 a	3,065 a	1,671 b	11,58 c	17,92 a	14,36 a	16,08 e
Média	1,46	2,241	1,613	12,85	16,61	12,86	20,48
C.V.(%)	39,11	41,57	34,32	21,22	11,84	12,85	18,79
F	86,64**	112,75**	67,50*	62,39**	93,59**	138,79**	164,53**

<sup>1</sup> 1- Santa Cruz de Goiás; 3- São Francisco de Goiás; 5,6,9- Jaraguá; 8- Jandaia; 10- Indiara.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*, \*\*- Significativos ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

A umidade da amêndoa foi, em média, de 20,48% (Tabela 5.8). Porém, verificou-se que, amêndoas provenientes de frutos de um mesmo cacho possuíam diferentes teores de água, indicando uma possível diferença de maturidade entre os frutos no cacho. Já, a polpa dos frutos apresentou teor de umidade elevado, com média de 48,52% (Tabela 5.7).

Sabe-se que o teor de umidade sempre foi um indicativo não só do momento de colheita de frutos e grãos, como também do local e forma de armazenamento, assim como da vida útil do alimento. Novaes (1952) afirma que este fruto, quando imaturo, é muito rico em umidade. O autor discute valores de umidade da polpa de 60,88% apresentados por Correa (1931), concluindo tratar-se de frutos não pubados, provavelmente, imaturos. Segundo o mesmo autor, o amadurecimento do fruto colhido ainda imaturo é um problema de difícil solução, dada a facilidade com que este teor se altera. Por outro lado, segundo Rocha (1946), frutos ditos deteriorados e com a polpa “ardida”, apresentam valores de umidade bem menores, de 7,59% e 8,38% para a amêndoa e polpa, respectivamente.

Não foram encontrados na literatura padrões indicativos do ponto de colheita de frutos de macaúba, em termos de teor de umidade, época do ano, tamanho do fruto e, muito menos sobre a cor da casca do fruto e/ou da polpa. Ao mesmo tempo, observa-se

que esses parâmetros são difíceis de serem determinados, mesmo porque são variáveis entre regiões, entre plantas de uma mesma área e, até mesmo entre os frutos do cacho. Essa foi uma dificuldade encontrada nesse trabalho, em que se deparou com cachos que possuíam frutos em diferentes estádios de maturação, o que pode ser a explicação da elevada umidade encontrada tanto na polpa, quanto na amêndoa.

A diferença de maturação existente é um problema enfrentado pelas indústrias, devido à grande heterogeneidade de frutos que chegam para serem processados. Conseqüentemente, a qualidade do produto final pode ser comprometida se não houver uma boa seleção prévia da matéria-prima a ser utilizada para a extração do óleo. Porém, não só o adequado estado de maturação do fruto pode comprometer a qualidade do óleo, como também a sua sanidade e homogeneidade (frutos quebrados, partidos).

O que existe na prática é uma tentativa de indicação da maturação observando-se a existência de frutos caídos no solo junto às plantas, coloração mais escurecida da casca, e da polpa mais amarelada e com sabor menos adstringente.

Assim, a colheita da macaúba se resume em juntar os frutos do solo, os quais caem quando maduros, tornando-se inútil colhê-los diretamente da planta (Novaes, 1952). Porém, o fruto maduro, desprendendo-se do cacho, ao cair de grande altura, pode ter sua casca externa rompida, expondo a polpa às impurezas e demais contaminações.

Satisfeita a condição de maturação dos frutos, antes de iniciar as operações de industrialização, é necessário “pubar o côco”, ou seja, armazená-lo convenientemente por um período de aproximadamente um mês. Este processo visa sua completa maturação e tornar mais fácil, por meio da perda de umidade, as operações que, posteriormente, irá sofrer. Enfatiza-se que, somente se consegue “pubar” o fruto que estiver em bom estágio de maturação (Novaes, 1952). Assim, torna-se importante conhecer e padronizar esse processo.

O período de armazenagem para a devida pubação dos frutos é algo variável e facilmente calculado por aqueles que trabalham no ramo. Varia, naturalmente, com as condições locais de clima, temperatura e umidade. Em localidades quentes e para frutos armazenados em boas condições de maturação e em ambiente relativamente seco, esse período é rápido, cerca de 20 dias a um mês (Novaes, 1952).

Neste trabalho, frutos submetidos ao armazenamento em temperatura ambiente, embalados em sacos de papel, tiveram perda de massa de 6,65%, em média, logo na primeira semana de colhidos. Após quatro semanas de colhidos, registrou-se perda de massa de 26,16%, em média e, ao final de nove semanas, de 38,25% (Tabela 5.9).

**Tabela 5.9.** Perda de massa de frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) durante nove semanas, provenientes de sete áreas com populações naturais da espécie, nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Área	Semanas de armazenamento								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6,60	14,71	23,79	29,30	29,91	36,51	37,63	38,76	39,55
3	8,41	14,98	21,32	26,26	25,03	33,28	35,96	37,59	38,21
5	6,49	13,15	20,87	26,74	29,01	35,46	36,64	38,01	39,08
6	7,29	14,26	21,29	26,73	27,41	32,74	34,44	35,35	36,93
8	4,35	10,67	17,89	23,28	25,92	32,32	33,11	35,11	36,76
9	8,26	14,06	19,94	25,40	23,26	33,45	34,95	37,52	38,55
10	5,13	11,69	19,52	25,42	29,32	33,90	36,22	37,16	38,68
Média	6,65	13,36	20,66	26,16	27,12	33,95	35,57	37,07	38,25
CV (%)	22,72	12,15	8,88	6,97	9,16	4,44	4,25	3,65	2,75

### 5.3.4 Variabilidade fenotípica

Observando-se a Tabela 5.10 verifica-se que, para as variáveis massa e diâmetros transversais e longitudinais dos frutos, houve diferenças significativas, a 5% de probabilidade, nos dois níveis estudados: entre áreas e entre plantas. Somente o volume dos frutos não apresentou diferença significativa entre as áreas, porém com diferenças altamente significativas entre plantas.

Estes resultados já eram esperados, pois sendo a macaubeira uma planta ainda não domesticada, tende realmente a apresentar grande variação entre os frutos, até mesmo entre frutos de uma mesma planta e no próprio cacho. Este comportamento pode causar dificuldade quando se visa a comercialização e a industrialização dos frutos.

Quanto aos caracteres relacionados às amêndoas, massa total por fruto e médio de amêndoas, comprimento, largura e espessura das amêndoas, houve diferenças altamente significativas ao nível de plantas. Para a variável número de amêndoas por fruto, houve diferenças significativas para os dois níveis estudados, entre áreas e entre plantas.

**Tabela 5.10.** Análise de variância de caracteres físicos de frutos de macaúba, massa do fruto (M.F.), diâmetro transversal do fruto (D.T.F.), diâmetro longitudinal do fruto (D.L.F.), volume do fruto (V.F.), número de amêndoas por fruto (N.A.), massa total de amêndoas por fruto (M.T.A.), massa média de amêndoas (M.M.A.), comprimento da amêndoa (C.A.), largura da amêndoa (L.A.) e espessura da amêndoa (E.A.) oriundos de sete áreas nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

F. V.	G. L.	Q.M.									
		M. F.	D. T. F	D. L. F.	V. F.	N. A.	M. T. A.	M. M. A.	C. A.	L. A.	E. A.
Áreas	6	24222*	4237,85**	2592,44*	4236,19 <sup>ns</sup>	28,67**	97,89 <sup>ns</sup>	20,69 <sup>ns</sup>	463,88 <sup>ns</sup>	361,78 <sup>ns</sup>	379,36 <sup>ns</sup>
Plantas/áreas	63	9841**	1039,68**	1017,28**	2004,16**	4,79**	50,14**	21,94**	254,54**	231,18**	209,57**
Frutos/plantas/áreas	3430	104,52	13,79	14,04	95,17	0,98	1,42	0,31	16,73	4,91	3,74
Total	3499										
Média		36,62	37,47	39,11	32,84	1,46	2,241	1,613	12,85	16,61	12,86
CV (%)		24,43	7,66	8,11	29,25	39,11	41,57	34,32	21,22	11,84	12,85

<sup>ns</sup> ; \*\* - Significativos ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

Na Tabela 5.11 encontra-se a quantificação da variabilidade nos níveis área, planta e frutos. Nota-se que, para todas as características físicas dos frutos, a variabilidade se deu principalmente devido às diferenças entre frutos e entre plantas. As áreas pouco ou nada influenciaram nessa variabilidade. Para a maioria das variáveis, a maior parte da variabilidade ocorreu entre plantas, exceto para o número e comprimento da amêndoa. Isto pode ser explicado pelo fato de se ter calculado a média quando o fruto apresentava mais de uma amêndoa, o que eliminava a variação entre amêndoas do mesmo fruto.

**Tabela 5.11.** Quantificação da variabilidade dos caracteres físicos dos frutos nos níveis área, planta e frutos, provenientes de sete áreas com populações naturais de macaúba (*Acrocomia aculeata*), em regiões do Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

Variável	P. V. A. (%) <sup>1</sup>	P. V. P. (%) <sup>1</sup>	P. V. F. (%) <sup>1</sup>
Massa do fruto	8,77	59,37	31,87
Diâmetro transversal do fruto	15,71	50,40	33,89
Diâmetro longitudinal do fruto	8,46	53,86	37,69
Volume do fruto	7,24	61,90	30,86
Número de amêndoas	6,69	10,67	82,64
Somatório da massa total de amêndoas	4,97	50,76	44,26
Massa da amêndoa	0,00	70,08	29,92
Comprimento da amêndoa	2,75	31,27	65,98
Largura da amêndoa	3,38	58,53	38,09
Espessura da amêndoa	5,07	61,43	33,50

<sup>1</sup> P.V.A.= Proporção de variabilidade entre áreas; P.V.P.= Proporção de variabilidade entre plantas; P.V.F.= Proporção de variabilidade entre frutos.

### 5.3.5 Correlações

As correlações entre as médias dos dados biométricos dos frutos e as variáveis de fertilidade do solo (Apêndice A), das sete áreas em estudo, são apresentadas na Tabela 5.12. Observa-se que, entre os nutrientes presentes no solo, somente o ferro e

**Tabela 5.12.** Matriz de correlações de Pearson entre médias dos dados biométricos dos frutos e médias das variáveis de fertilidade do solo, de sete áreas com populações naturais de macaúba (*Acrocomia aculeata*), nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, 2007/2008.

	Cu	Fe	Mn	Zn	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	MTC	MTF	NF	MMF	DTF	DLF	VF	NA	MTA	MMA
Cu	1																			
Fe	-0,64 <sup>ns</sup>	1																		
Mn	0,13 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	1																	
Zn	0,45 <sup>ns</sup>	-0,53 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	1																
M.O.	0,18 <sup>ns</sup>	-0,42 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	1															
pH	0,74 <sup>ns</sup>	-0,88 <sup>**</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>*</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	1														
P	0,20 <sup>ns</sup>	-0,61 <sup>ns</sup>	-0,00 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	1													
K	0,22 <sup>ns</sup>	-0,81 <sup>*</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>**</sup>	1												
Ca	-0,86 <sup>*</sup>	-0,47 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,48 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,72 <sup>ns</sup>	-0,60 <sup>ns</sup>	-0,58 <sup>ns</sup>	1											
Mg	0,10 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>*</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	1										
MTC	-0,12 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	1									
MTF	-0,14 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>**</sup>	1								
NF	-0,38 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	1							
MMF	0,07 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,29 <sup>ns</sup>	-0,47 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>*</sup>	0,80 <sup>*</sup>	-0,67 <sup>ns</sup>	1						
DTF	0,23 <sup>ns</sup>	-0,00 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	-0,42 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>*</sup>	0,80 <sup>*</sup>	-0,68 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>**</sup>	1					
DLF	0,07 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	-0,45 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>*</sup>	0,84 <sup>*</sup>	-0,65 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>**</sup>	0,97 <sup>**</sup>	1				
VF	0,47 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	-0,66 <sup>ns</sup>	-0,35 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	-0,79 <sup>*</sup>	0,90 <sup>**</sup>	0,95 <sup>**</sup>	0,88 <sup>**</sup>	1			
NA	0,63 <sup>ns</sup>	-0,45 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	-0,79 <sup>*</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	-0,58 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>*</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>**</sup>	1		
MTA	-0,06 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,37 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>**</sup>	0,93 <sup>**</sup>	-0,35 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>**</sup>	0,89 <sup>**</sup>	0,90 <sup>**</sup>	0,76 <sup>*</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	1	
MMA	-0,72 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	-0,74 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	-0,42 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	1

MTC = massa total do cacho; MTF= massa total dos frutos; NF= número de frutos por cacho; MMF= massa média dos frutos; DTF= diâmetro transversal do fruto; DLF= diâmetro longitudinal do fruto; VF= volume do fruto; NA= número de amêndoas por fruto; MTA= massa total de amêndoas por fruto; MMA= massa média de amêndoas.

cálcio tiveram correlação significativa com alguns dados dos frutos. O ferro correlacionou-se positivamente com a massa média de amêndoas e, o cálcio, negativamente com o número de amêndoas.

Já, entre os dados biométricos dos frutos, a massa total do cacho apresentou correlação positiva significativa com a massa total de frutos no cacho, massa média do fruto, diâmetros transversal e longitudinal do fruto e com o número de amêndoas.

Houve, ainda, correlação da massa média dos frutos com os diâmetros transversal e longitudinal, e com a massa total de amêndoas.

#### 5.4 CONCLUSÕES

1. Dados biométricos de frutos variam tanto entre áreas, entre plantas dentro da área, quanto principalmente, entre frutos no cacho.
2. A massa total do cacho e o número de frutos por cachos são variáveis entre áreas e entre plantas de macaúba de uma mesma área.
3. O micronutriente ferro no solo correlaciona-se positivamente com a massa média de amêndoas e, o cálcio, negativamente com o número de amêndoas.
4. A massa média dos frutos correlaciona-se positivamente com os diâmetros transversal e longitudinal, e com a massa total de amêndoas.
5. O fruto de macaúba constitui-se de 23,73% de casca, 33,10% de endocarpo, 34,28% de polpa e 8,89% de amêndoa.
6. Os frutos de macaúba podem apresentar de uma a três amêndoas.

#### 5.5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.

ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. F. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1987. 83 p.

ARISTONE, F.; OLIVEIRA, T. C. M. **Exploração auto-sustentável da Bocaiúva na região do Pantanal Sul-Matogrossense**: geração de renda e equilíbrio do meio ambiente. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2004. 23 p.

BARBOSA, A. S. **Sistema biogeográfico do cerrado**: alguns elementos para a sua caracterização. Goiânia: UCG, 1996. 44 p.

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CHUBA, C. A. M.; MCHADO, M. A. G. T. C.; SANTOS, W. L.; ARGANDOÑA, E. J. S. Parâmetros biométricos dos cachos e frutos da bocaiúva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. CD-ROM.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

HIANE, P. A.; MACEDO, M. L. R.; SILVA, G. M.; BRAGA NETO, J. A. Avaliação nutricional da proteína de amêndoas de bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., em ratos wistar em crescimento. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 191-206, jan./jun. 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3.ed. São Paulo: IMESP, 1985. v.1, 533 p.

LIN, S. S. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmito. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 57-66, 1988.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2004. 432 p.

MARTINS; C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI; M. L. A.; STANGUERLIM, H. Influência do peso das sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes) na porcentagem e na velocidade de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p.47-53, 2000.

NOVAES, R. F. **Contribuição para o estudo do coco macaúba**. 1952, 85f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1952.

NUCCI, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

REYES, A. E. L. **Trilhas do Parque da ESALQ**. 2003, CIAGRI/USP. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/trilhas/palm/palm05.php?PHPSESSID=9f174565f8dcbea6f38aad679ebfc012>>. Acesso em: 14 abr. 2007.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 47-86.

ROCHA, O. O coco macaúba. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 21, n. 9-10, p. 345-358, 1946.

RURAL SEMENTES. **Macaúba alternativa econômica para produção de óleos e tortas**. Disponível em: <[http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Macaúba%20-%20Características%20e%20produção%20de%20óleo%20\[Modo%20de%20Compatibilidade\].pdf](http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Macaúba%20-%20Características%20e%20produção%20de%20óleo%20[Modo%20de%20Compatibilidade].pdf)> Acesso em: 10 mai 2008.

SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. **Biotropica**, Washington, v. 27, n. 2, p. 168-173, 1995.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York : McGraw -Hill, 1960. 481 p.

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições do presente estudo, conduzido nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás, conclui-se que:

1. A espécie *Acrocomia aculeata* ocorre, predominantemente, em solos da região dos Cerrados do tipo Cambissolo e Neossolo, de médio a alto nível de fertilidade, com textura média ou franco argilo-arenosa.
2. Populações de macaúbas ocorrem em maior densidade nas porções declive convexo, tálus e declive côncavo da topossequência.
3. A macaúba se desenvolve em solos com saturação de bases acima de 50% e altos níveis de potássio.
4. Existe variabilidade fenotípica dos caracteres estudados entre plantas de macaúba de diferentes áreas e, especialmente, entre as plantas dentro da área.
5. A população de macaúba da área no município de Jandaia é mais produtiva em termos de número de cachos por planta.
6. A macaúba produz cerca de três a cinco cachos de frutos por planta nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás.
7. A planta de macaúba apresenta simultaneamente as fenofases de floração e frutificação, além de cachos de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento.
8. As correlações entre os dados biométricos das plantas analisados e as variáveis de fertilidade do solo foram baixas nas áreas em estudo.
9. A massa total do cacho e o número de frutos por cachos são variáveis entre áreas e entre plantas de uma mesma área.
10. Dados biométricos de frutos possuem variação entre áreas, entre plantas dentro da área e, principalmente, entre frutos no cacho.
11. O micronutriente ferro no solo correlaciona-se positivamente com a massa média de amêndoas e, o cálcio, negativamente com o número de amêndoas.
12. A massa média dos frutos correlaciona-se positivamente com os diâmetros transversal e longitudinal, e com a massa total de amêndoas destes.

13. O fruto de macaúba constitui-se de 23,73% de casca, 33,10% de endocarpo, 34,28% de polpa e 8,89% de amêndoa.
14. Os frutos de macaúba podem apresentar de uma a três amêndoas.

## **APÉNDICE**

**Apêndice A.** Resultados da análise química do solo na camada de 0-20 cm, em áreas de ocorrência natural de macaúba (*Acrocomia aculeata*), nas regiões Centro e Sul de Goiás, 2007.

Área <sup>1</sup>	Cu	Fe	Mn	Zn	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	CTC	V	Al	H+Al
	-----( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ )-----				(%)		--( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ )--		---( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )---			(%)	-( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )-	
1	0,2	128,7	83,5	3,2	2,9	5,1	0,8	57	4,8	0,7	9,5	59,1	0,0	3,9
3	0,1	147,2	37,3	0,5	1,4	4,2	1,7	57	0,3	0,2	4,5	14,2	0,8	3,9
5	0,1	100,7	8,1	0,3	2,4	4,7	1,4	65	2,1	0,4	7,0	38,3	0,4	4,3
6	0,1	77,0	49,9	1,4	2,8	5,1	1,4	76	3,0	1,1	7,1	60,5	0,0	2,8
8	0,6	41,3	32,7	2,4	2,3	5,7	1,7	72	3,6	0,6	6,5	67,6	0,0	2,1
9	0,3	109,8	102,3	1,7	3,3	5,0	1,1	55	5,1	0,8	9,5	63,3	0,0	3,5
10	0,3	42,4	76,0	4,7	3,4	5,7	3,5	100,6	6,2	0,8	9,8	74,4	0,0	2,5
Média	0,4	102,0	55,0	1,9	2,7	5,2	2,4	68,7	3,9	0,7	8,0	57,3	0,1	3,2

<sup>1</sup> 1- Santa Cruz de Goiás; 3- São Francisco de Goiás; 5,6,9- Jaraguá; 8- Jandaia; 10- Indiara.