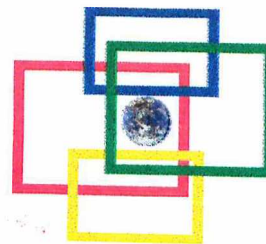




Universidade Federal de Uberlândia  
Instituto de Biologia

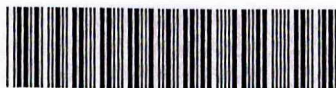


**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Mauritia flexuosa* L.  
(ARECACEAE) EM VEREDA NO MUNICÍPIO  
DE UBERLÂNDIA – MG**

**Solange Aparecida Brienza de Abreu**

**2001**

**SISBI/UFU**



1000203630

41797

SISBI/UFU  
203630

FU-00012779-9

0071.52560

Universidade Federal de Uberlândia  
BIBLIOTECA

### FICHA CATALOGRÁFICA

- A162b    Abreu, Solange Aparecida Brienza de, 1958-  
          Biologia reprodutiva de *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) em vereda  
          no município de Uberlândia-MG / Solange Aparecida Brienza de A-  
          breu. - Uberlândia, 2001.  
          87f. : il.  
          Orientador: Ana Angelica Almeida Barbosa.  
          Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Cur-  
          so de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.  
          Inclui bibliografia.  
          I. Palmeira - Teses. 2. Fenologia vegetal - Teses. 3. Plantas - Reprodu-  
          ção - Teses. 4. Polinização - Teses 5. Cerrados - Teses. I. Barbosa, Ana  
          Angelica Almeida. II. Universidade Federal de Uberlândia. Curso de Pós-  
          Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

CDU: 582.545(043.3)

Solange Aparecida Brienza de Abreu

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Mauritia Flexuosa* L.  
(ARECACEAE) NO MUNICÍPIO  
DE UBERLÂNDIA – MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Uberlândia, como parte das exigências para  
obtenção do título de Mestre em Ecologia e  
Conservação de Recursos Naturais.

APROVADA em 20 de dezembro de 2001.

Prof. Dr. Mariluz A. G. e Barros - UnB

Prof. Dr. Paulo Eugênio A. M. Oliveira – UFU

Prof. Dr. Glein Monteiro de Araújo – UFU (Suplente)

Profª. Dra. Ana Angélica Almeida Barbosa

UFU

(Orientador)

UBERLÂNDIA

Dezembro – 2001

Solange Aparecida Brienza de Abreu

MON  
582.545  
A 162 D  
TES/MEM

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Mauritia flexuosa* L.  
(ARECACEAE) NO MUNICÍPIO  
DE UBERLÂNDIA – MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

**Orientador**

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Angélica Almeida Barbosa**

Uberlândia, MG

Dezembro – 2001

À minha família:  
**Adriano, Natália, Caio e  
meu sogro Waldemar**

... Dedico

## AGRADECIMENTOS

Como não poderia deixar de ser, este estudo não teria vindo a lume se não tivesse contado com a compreensão e colaboração de várias pessoas. Quero expressar, portanto, o meu reconhecido agradecimento as pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho, em especial à(s)/ao(s):

Minha família: Adriano, Natália e Caio, por terem compreendido e perdoado o sacrifício que lhes impus.

Profª Dra. Ana Angélica A Barbosa pela orientação segura, pela paciência, compreensão e principalmente pela sua amizade sempre manifestados desde os primeiros instantes do curso. Agradeço, sobretudo, a confiança em mim depositada, fato que foi decisivo para que este estudo viesse a se tornar realidade.

Coordenador do curso, Prof. Dr. Paulo Eugênio Oliveira, os meus agradecimentos pela valiosa contribuição com as primeiras referências bibliográficas, empréstimo de materiais e sugestões e críticas construtivas que foram fundamentais para a execução deste estudo.

FUTEL pela permissão de utilização do Parque do Sabiá para realização deste estudo.

Pessoal da Piscicultura: Guimarães, Hermes, Vando e Rodrigo Feltran, pela disposição em ajudar e especialmente pela "força" dada no campo, o meu mais sincero agradecimento. À D. Nita pelo carinho e cafezinho gostoso.

Um agradecimento especial ao meu sogro Waldemar que me acompanhou ao campo, abriu a trilha e não mediu esforços para auxiliar no que foi preciso.

Terezinha, pelas fotos e principalmente pela demonstração de amizade e carinho desde o princípio deste trabalho, serei eternamente grata.

Doutoranda Alcione e Drª Vânia do Laboratório de Genética, pelo empréstimo de material, equipamentos, informações técnicas e pelo monitoramento na utilização destes e sobretudo pela demonstração de solidariedade, meus sinceros agradecimentos.

Ao Mestre Edivane pelo auxílio na composição gráfica da dissertação e pelos inúmeros "socorros" que foram imprescindíveis, serei eternamente grata.

Claudia Moreno Paro, Cristiane Vilela e suas respectivas famílias pela acolhida durante as vezes que estive em Brasília concluindo créditos.

Luciene, Almerinda, e M. Inês, minhas colegas de turma, pela demonstração constante de amizade.

Meus sinceros agradecimentos à Mestre Grace de Lourdes Cardoso pela sua disposição em ajudar na apresentação e principalmente pela grande demonstração de amizade e apoio.

Aos professores: Dr. Ivan e Dr. Oswaldo pelo incentivo nos momentos de insegurança no início do curso e no na fase de cumprimento dos créditos.

Ao Christiano Peres Coelho, pela valiosa “força noturna” no campo e também pelas fotos.

Mestre Jamil Tannús Neto, pela confecção das pranchas e demonstração de amizade.

Meus mais sinceros agradecimentos aos pesquisadores: Prof. Dr. Kleber Del-Claro pela identificação das formigas; Profa. Dra. Cecília Lomônaco pela identificação das moscas; Prof. Dr. Carlos Campaner pela identificação dos coleópteros, vespas e abelhas; Profa. Dra. Sonia Aparecida Casari pela identificação das larvas de coleópteros; Prof. Dr. Edilberto Giannotti pela identificação das larvas de Lepdoptera.

Agradeço ainda, ao Prof. Dr. Christian Westerkamp pela realização do “abstract” do artigo desta tese, e a Mestre Sandra Chaves Gardellari pela realização do “abstract” deste trabalho e sobretudo pela demonstração de interesse e amizade.

E todos os demais que me estimularam e me apoiaram, contribuindo para que este estudo fosse realizado, a minha especial gratidão.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO GERAL .....	01
CAPÍTULO 1: A fenologia reprodutiva de <i>Mauritia flexuosa</i> L. (Arecaceae) em Vereda no Município de Uberlândia, MG.....	06
1- Resumo.....	07
2- Abstract.....	08
3- Introdução.....	09
4- Material e Métodos.....	11
4.1- Área de estudo.....	11
4.2- Estudo de campo.....	14
5- Resultados e Discussão.....	16
6- Conclusões.....	23
7- Referências Bibliográficas.....	24
CAPÍTULO 2: Biologia floral e sistema reprodutivo de <i>Mauritia flexuosa</i> L. (Arecaceae). ....	27
1- Resumo.....	28
2- Abstract .....	29
3- Introdução.....	30
4- Material e Métodos.....	33
4.1- Morfologia e Biologia Floral .....	33
4.2- Sistema Reprodutivo .....	36
4.3- Sucesso Reprodutivo.....	36
5- Resultados e Discussão.....	38
5.1- Morfologia e Biologia Floral.....	38
5.2- Sistema Reprodutivo.....	52
5.3- Sucesso Reprodutivo.....	54
6- Conclusões.....	58
7- Referências Bibliográficas.....	59
CAPÍTULO 3: Polinização de <i>Mauritia flexuosa</i> L. (Arecaceae).....	64
1- Resumo.....	65
2- Abstract.....	66
3- Introdução.....	67
4- Material e Métodos.....	70
5- Resultados e Discussão.....	72
6- Conclusões.....	82
7- Referências Bibliográficas.....	83
CONCLUSÕES FINAIS.....	87



LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Figura 1:</b> Localização do Município de Uberlândia, MG e da área de estudo no Parque do Sabiá.....	12
<b>Figura 2:</b> Dados médios mensais de precipitação e temperatura, dos últimos 20 anos (A) e do período de estudo (B). Fonte: Estação Meteorológica do Parque do Sabiá, 5º Distrito de Meteorologia (n. 83.527). Uberlândia, MG.....	13
<b>Figura 3:</b> Dados da fenologia reprodutiva de <i>Mauritia flexuosa</i> , no período de 1999 a 2001, no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG .....	17
<b>Figura 4:</b> Média de duração, em dias, de subfases de floração, em nível de inflorescências, das palmeiras pistiladas (n=14) e estaminadas (n=14) de <i>Mauritia flexuosa</i> , em 2000-2001, no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG.....	18
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>Figura 1:</b> Fases do desenvolvimento da inflorescência estaminada de <i>Mauritia Flexuosa</i> , no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG.....	42
<b>Figura 2:</b> Fases do desenvolvimento da inflorescência pistilada de <i>Mauritia flexuosa</i> , no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG A: ráquila, B: início de botões, C: botões em pré-antese, D: flores abertas e E: início de frutos.....	43
<b>Figura 3:</b> Morfologia floral de <i>Mauritia flexuosa</i> . A: aspecto geral da flor pistilada aberta, B: corte transversal mostrando a estrutura da flor pistilada. ....	44
<b>Figura 4:</b> Flores pistiladas (A e B) e estaminadas (C e D) de <i>Mauritia flexuosa</i> .....	46
<b>Figura 5:</b> Sequência de eventos florais em indivíduos estaminados e pistilados de <i>Mauritia flexuosa</i> no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG.....	49
<b>Figura 6:</b> Variação do tamanho do fruto de <i>Mauritia flexuosa</i> , de maio de 2000 a junho de 2001. ....	56
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>Figura 1:</b> Abelhas da espécie <i>Trigona sp</i> (Meliponini – Apidae) visitando as flores pistiladas (A) e as flores pistiladas (B).....	72

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2	
Tabela 1: Características florais de <i>Mauritia flexuosa</i> em área de Vereda do Parque do Sabiá, Uberlândia, MG, no período compreendido entre setembro de 1999 a maio de 2001.....	40
Tabela 2: Porcentagem de flores abertas por dia.....	45
Tabela 3: Padrões de abertura de flores estaminadas e flores pistiladas em <i>Mauritia flexuosa</i> ao longo do tempo, acompanhada por dois dias.....	45
Tabela 4: Comparação de algumas características estudadas para <i>Mauritia flexuosa</i> em Manaus e Uberlândia - MG.....	47
Tabela 5: Resultados da avaliação do sistema reprodutivo de <i>Mauritia flexuosa</i> na Vereda do Parque do Sabiá, Uberlândia, MG.....	53
Tabela 6: Comparação do sucesso reprodutivo de <i>Mauritia flexuosa</i> em Vereda no Parque do Sabiá, com a Vereda situada no Córrego do Mogi, Uberlândia, MG.....	57
CAPÍTULO 3	
Tabela 1: Composição e frequência dos visitantes florais nas flores de <i>Mauritia flexuosa</i> , em Vereda, Uberlândia, MG.....	75

## RESUMO

Abreu, Solange A. B. 2001. Biologia Reprodutiva de *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) em Vereda no Município de Uberlândia-MG. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 87p.

*Mauritia flexuosa* é uma palmeira dióica, típica de áreas alagadas e na região dos cerrados está restrita em áreas de veredas. Os dados sobre sua biologia reprodutiva nesta vegetação são escassos. Os objetivos deste trabalho foram estudar a fenologia de floração e de frutificação, a biologia reprodutiva e identificar os visitantes de *M. flexuosa*. O estudo foi realizado em uma Vereda localizada na Reserva do Parque do Sabiá (18° 57'S e 48° 14'W), em Uberlândia, MG, no período de setembro de 1999 a junho de 2001. Para obter dados dos eventos fenológicos, foram marcados 71 indivíduos que foram acompanhados quinzenalmente. Foram analisados aspectos da morfologia, horário de abertura, produção de tipo de odor, recurso, longevidade da flor, receptividade do estigma e viabilidade polínica. Com relação aos visitantes, foram realizadas observações focais em vários indivíduos de ambos os sexos para determinar a frequência dos visitantes e o comportamento na flor. No período de estudo o florescimento foi anual e estendeu-se de novembro a abril com pico em março em 2000, e em abril em 2001. O tamanho das inflorescências tanto estaminadas quanto das pistiladas variou de 2,5 – 4 metros. O número médio de flores por inflorescência pistilada foi de  $3.576,3 \pm 167,4$  (n=5) e na estaminada de  $204.747 \pm 2.992,5$  (n=3). Ocorreram em média  $5,4 \pm 1,8$  (n=31) inflorescências nas plantas pistiladas e  $5,3 \pm 1,7$  (n= 19) nas estaminadas no primeiro ano de florescimento. No segundo ano a média foi de  $2,4 \pm 1,5$  inflorescências pistiladas e  $2,5 \pm 1,3$  inflorescências estaminadas. A abertura das flores pistiladas e das estaminadas ocorre ao longo do dia com um pico em torno das 18 horas (não considerado o horário de verão). O tamanho das flores estaminadas foi de 0,5 cm de comprimento por 0,3 cm de largura enquanto que a das flores pistiladas foi de 1,7 cm por 1,2 cm. As flores possuem cor alaranjada com odor suave e adocicado. Somente a flor pistilada produz néctar, com volume médio de  $1,5 \mu l \pm 0,9$  (n= 120) e a média de concentração de açúcares de  $19,5 \% \pm 6,2$  (n=120). A receptividade estigmática se dá entre o 4° e 5° após a antese e a flor pistilada dura cerca de oito dias. A flor estaminada dura apenas 1-2 dias. Para avaliação do sistema reprodutivo foram feitos quatro tratamentos: controle (9,5% de frutos); polinização manual(1), polinização distante 80 metros da planta doadora (24,5% de frutos); polinização manual (2), distante 300 metros da planta doadora (63% de frutos) e apomixia, ensacamento de 750 botões (sem frutos). A maturação do fruto leva mais de um ano. Em julho do ano seguinte ao florescimento ocorreu o maior número de indivíduos marcados com frutos caídos. Os visitantes encontrados foram coleópteros, restritos as flores estaminadas sendo considerados polinizadores eventuais, e himenópteros e dípteros que visitaram as flores de ambos os sexos. Na área de estudo *Trigona* sp (Meliponini : Apidae) foi considerada como o principal polinizador.

Palavras-Chave: *Mauritia flexuosa*, fenologia, biologia reprodutiva, vereda, polinização.

## ABSTRACT

*Mauritia flexuosa* is a dioecious palm tree, typical of flooded areas and, in the region of Savanna, it is restricted to palm swamp. Data on its reproductive biology in this vegetation are scarce. The objectives of this work were to study the flowering and fructification phenology, the reproductive biology and identify the visitors of *M. flexuosa*. The study was accomplished in an area of palm swamp located in the Park of Sabiá (18° 57'S and 48°14'W), in Uberlândia, State of Minas Gerais, in the period from September 1999 to June 2001. In order to obtain data of the phenological events, 71 individuals were marked and accompanied each fifteen days. To analyze aspects of the flower morphology, time of anthesis, production of odour type, resources, longevity, receptivity of the stigma and viability of pollen five staminate individuals and five pistillate ones, were evaluated. Pistillate inflorescences were bagged to evaluate the apomixis occurrence. Focal observations were accomplished in several individual of both sexes to determine the visitors frequency and their behavior in the flower. The flowering was annual during the study period that extended from November to April with a peak in March 2000, and in April 2001. The maturation of the fruit takes more than one year. The beginning of ripening fruits occurred in the following year after the blooming during May and June. The size of the inflorescences varied from 2.5 - 4m both for the staminate and the pistillate ones. The number of flowers for pistillate inflorescence was of  $3,576.3 \pm 167.4$  (n=5) and in the staminate ones it was of  $204,747 \pm 2,992.5$  (n=3). There were  $5.4 \pm 1.8$  (n=31) inflorescences on the average in the pistillate plants, and  $5.3 \pm 1.7$  (n = 19) in the staminate ones in the first year of flowering. In the second year the average was of  $2.4 \pm 1.5$  of pistillate inflorescences and  $2.5 \pm 1.3$  of staminate inflorescences. The opening of the pistillate and staminate flowers occurs along the day with a peak around 6 p.m. The flowers possess orange color with soft and sweetened odour. Only the pistillate flower produces nectar, with medium volume of  $2.5 \mu\text{l} \pm 0.9$  (n = 120) and the average of sugar concentration of  $19.5\% \pm 6.2$  (n=10). The stigmatic receptivity happens between the 4th and 5th day, after the anthesis and the pistillate flower lasts about eight days. The staminate flower lasts only 1-2 days. It doesn't happen apomixis in this species. The found visitors were coleoptera (Nitidulidae, Mycetophagidae and Curculionidae), which were restricted to the staminate flowers, and hymenoptera and diptera that visited the flowers of both sexes. In the area of study, *Trigona* sp (Meliponini: Apidae) was considered as the main pollinator.

Key-words: *Mauritia flexuosa*, phenology, reproductive biology, palm swamp, pollination.

## INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, a família Arecaceae tem sido vista como de grande importância quanto à utilização de espécies nativas sendo que muitas pesquisas e projetos de utilização comercial estão sendo realizados. Como resultado, grande número de informações tem sido obtido a cerca da biologia, melhoramento genético, bancos de germoplasma e potencial de utilização (Balick, 1988).

A família Arecaceae é composta de 200 gêneros, distribuídos em seis subfamílias: I. Coryphoideae (39 gêneros), II. Phytelephantoideae (3 gêneros), III. Nypoideae (um gênero), IV. Ceroxyloideae (11 gêneros), V. Arecoideae (124 gêneros) e VI. Calamoideae (22 gêneros) (Uhl & Dransfield, 1988).

A maioria dos estudos existentes em Arecaceae inclui membros da subfamília Arecoideae das Tribos Cocoeae (Henderson, 1986; Hedström, 1986; Silberbauer-Gottsberger, 1990; Scariot *et al.* 1991), Elaeodinae (Genty, 1986), Euterpeinae (Kuchmeister *et al.*, 1997) e Geonomeae (Listabarth, 1993). Alguns destes estudos são sintetizados abaixo:

A forte emissão de odor e termogenia, antese diurna e/ou noturna, as flores não produzem néctar ou produzem pouco, as inflorescências são abarrotadas de ramos e flores, pode ocorrer a polinização pelo vento, todas estas são características de cantarofilia que ocorrem em *Acanthococos emensis* (Silberbauer-Gottsberger, 1990), *Acrocomia aculeata* (Silberbauer-Gottsberger, 1990; Scariot *et al.*, 1991), *Attalea geraensis* (Silberbauer-Gottsberger, 1990), *Orbignya eichleri* (Henderson, 1986; Silberbauer-Gottsberger, 1990), *Elaeis guineensis* (Genty, 1986), *Euterpe precatoria* (Küchmeister *et al.*, 1997) todas

monóicas e *Phytelephas seemannii* (Henderson, 1986; Bernal & Ervick, 1996) uma espécie dióica.

A emissão de odor suave e adocicado, antese diurna, flores pistiladas e/ou estaminadas produzem néctar são características de melitofilia que ocorrem em *Butia leiospatha* (Silbebauer-Gottsberger, 1990), *Cocos nucifera* (Hedström, 1986; Henderson, 1986), *Syagrus loefgrenii* (Silbebauer-Gottsberger, 1990), *Geonoma macrostachys* (Listabarth, 1993) todas monóicas.

São raros os trabalhos de biologia floral na subfamília Calamoideae a qual pertence o gênero *Mauritia*. Spruce (1908) apud Henderson (1986), observando *Mauritia carana*, percebeu emissão de odor nesta espécie. Poucas revisões têm sido escritas nas últimas décadas sobre os aspectos botânicos de *M. flexuosa*. Cardoso (1999) fez um estudo sobre a estrutura e dinâmica de sua população em Uberlândia (MG); Henderson & Scariot (1993) fizeram um levantamento florístico de palmeiras na Reserva Ducke, Manaus (AM), onde *M. flexuosa* estava incluída entre outras palmeiras; Mais recentemente Paula *et al.* (2001) escreveram sobre a fenologia reprodutiva e germinação de suas sementes em Rio Branco (AC); Villalobos (1994) estudou sobre a dispersão de *M. flexuosa* nos cerrados de Brasília-DF, tendo constatado que os principais dispersores são os psitacídeos, principalmente *Ara manilata* e o roedor *Nectomys squamipes* (Rodentia – Muridae); Storti (1993) estudou sua biologia floral no ambiente amazônico. Neste estudo foi observado que as flores pistiladas são maiores que as estaminadas, e os atrativos florais incluem cor, odor, pólen e néctar. Suas inflorescências podem fornecer proteção e local para acasalamento para besouros. O estímulo olfativo é que atrai os visitantes, sendo que os mais importantes, naquela região, são os coleópteros das famílias Nitidulidae, Curculionidae e Cucujidae; Uhl & Dransfield (1988) escreveram sobre as características taxonômicas; Martins (2000) fez um levantamento de palmeiras no Distrito Federal e elaborou chaves de identificação, considerando a espécie

como uma forma de *M. flexuosa*; Padoch (1988) escreveu sobre a domesticação, comercialização e manejo na Amazônia Peruana; Kahn (1988) escreveu uma nota sobre a copa distílica de *Mauritia flexuosa* numa população próxima a Iquitos.

A subfamília Calamoideae, à qual pertence o gênero *Mauritia*, possui duas tribos: Calameae e Lepidocaryeae. Calameae possui folhas pinadas e Lepidocaryeae folhas palmadas ou costopalmadas. O gênero *Mauritia* pertence à tribo Lepidocaryeae. Os três gêneros da tribo Lepidocaryeae, *Mauritia*, *Mauritiella* e *Lepidocaryum*, têm folhas palmadas. O gênero *Mauritia*, juntamente com os outros 22 gêneros de Calamoideae, são reconhecidos pelos seus frutos escamosos. As escamas desenvolvem-se sobre o gineceu, que é constituído de uma espessa camada de tecido, que parece ser uma proteção para o óvulo. Estas escamas representam uma das características derivadas que os membros da subfamília têm em comum (Uhl & Dransfield, 1988).

O gênero *Mauritia* caracteriza-se pelo porte arbóreo e está incluído entre as palmeiras mais altas do Brasil. Possui espádices axilares grandes, pendentes com numerosas espatas sobre o eixo das ramificações (Reitz, 1974).

Na literatura há divergência quanto à espécie do buriti, ora considerada como *Mauritia flexuosa*, ora como *Mauritia vinifera*. Segundo Rizzini & Nors (1995), *Mauritia vinifera* e *Mauritia flexuosa* são espécies diferentes com áreas de ocorrência também diferentes: a primeira ocorre nos pontos mais úmidos do cerrado e a segunda na Amazônia. Mas Ducke, citado por Rizzini & Nors (1995), considerou ambas como formas diferentes da mesma espécie, e esta opinião tem sido atualmente aceita (Uhl & Dransfield, 1988; Padoch, 1988; Kahn, 1986; Henderson & Scariot 1993; Storti, 1993; Villalobos, 1994; Martins, 2000).

*Mauritia flexuosa* é popularmente conhecida como miriti, buriti ou buriti do brejo. No Brasil, tem vasta distribuição nos estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Mato

Grosso, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Piauí, Tocantins, Pará e Rondônia, nas margens dos rios Tocantins e Amazonas. Também ocorre na Venezuela, Peru e Guiana (Corrêa, 1926; Reitz, 1974; Storti, 1993; Lorenzi, 1996; Almeida *et al.* 1988).

*Mauritia flexuosa* é um elemento arbóreo típico das veredas, que ocorrem dentro da formação cerrado. As veredas são formações fitogeográficas contornadas pelo cerrado, situadas em numerosos pontos quase sempre bastante isolados entre si ou separados por vários quilômetros. Seus maciços ocupam as suaves depressões dos terrenos cujas áreas possuem grande umidade permanente, sendo muitas vezes pantanosas, encharcadas, com pequenos cursos d' água e não raro com nascentes de água que formam cursos. Outro fator que contribui para o seu aspecto é o solo rico em húmus, com intensa umidade ao longo do ano (Castro, 1980; Carvalho, 1991; Brandão *et al.*, 1992).

A característica principal das veredas é a presença da *Mauritia flexuosa*. Todavia, esta palmeira ocorre nas veredas tanto em alinhamentos como em formações e associações mais densas que se destacam no meio dos cerrados adjacentes (Castro, 1980). As veredas são ambientes de grande importância no domínio dos cerrados, sendo responsáveis pela perenidade e regularidade dos rios, e funcionando também como locais para pouso de aves, onde estas pernoitam, descansam, alimentam-se e reproduzem-se. São locais de fonte de alimento e de reprodução também para outros elementos da fauna terrestre e aquática. Estes ambientes são muito sensíveis às alterações ambientais e foram considerados ecossistemas de preservação permanente em 13/12/1986, pelo governo do estado de Minas Gerais (Brandão *et al.*, 1992) e também pelo Ato Declaratório Ambiental do IBAMA, em seu anexo I, artigo 2º do Código Florestal (IBAMA, 1988).

As palmeiras, de um modo geral, têm um alto valor econômico e ornamental e seu estudo tem despertado o interesse de pesquisadores, pelas peculiaridades que esta família



apresenta (Fonseca & Silva, 1998). A extração de sagú de buriti, por exemplo, foi muito praticada na Amazônia e *Mauritia flexuosa* figura na lista de espécies nativas com potencial de cultivo (Fonseca & Silva, 1998). Mas os estudos de biologia reprodutiva neste grupo ainda são pouco comuns.

Os estudos de biologia reprodutiva são importantes porque determinam o fluxo gênico e deste modo a diferenciação genética entre populações (Scariot & Lleras, 1991), e são relevantes em programas de conservação onde essas interações levam a refletir, num âmbito mais geral, sobre a importância de várias espécies de plantas no ecossistema, como por exemplo *Mauritia flexuosa* que é considerada espécie chave para vários animais do cerrado, pois fornece alimento para animais numa época em que outros recursos são escassos (Peres, 1994; Villalobos, 1994).

A ausência de dados sobre a biologia reprodutiva de *Mauritia flexuosa* na região do Cerrado justifica o presente estudo, dada a sua importância para a comunidade de vereda.

Este trabalho foi dividido em três capítulos, onde o primeiro trata da fenologia de floração e frutificação de *Mauritia flexuosa*, definindo a época de florescimento e com o objetivo de verificar-se, se há um padrão de floração relacionado com os aspectos climáticos da área de estudo.

O segundo capítulo caracteriza aspectos da biologia floral com o objetivo de determinar características florais, o sistema reprodutivo o sucesso reprodutivo em áreas de diferentes graus de perturbação antrópica. E o terceiro trata dos visitantes encontrados em *M. flexuosa* com o objetivo de verificar os polinizadores eventuais, potenciais e pilhadores. Os dados da biologia reprodutiva encontrados para *M. flexuosa*, nessa região, são comparados com os obtidos para a espécie na região Amazônica. Procura-se ainda demonstrar analogias e divergências com outras espécies da família.

**CAPÍTULO 1: A FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *MAURITIA FLEXUOSA* L.  
(ARECACEAE) EM VEREDA NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, MG**

## 1 - RESUMO

A espécie *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) foi estudada quanto ao seu comportamento fenológico reprodutivo em uma área de Vereda, no Parque do Sabiá, município de Uberlândia (18° 57' 50" S e 48° 14' W ), MG. Foram marcados 32 indivíduos estaminados e 39 pistilados, distribuídos ao longo de uma trilha, os quais foram observados no decorrer de dois anos de florescimento, no período de setembro de 1999 a maio de 2001. Os eventos fenológicos foram acompanhados quinzenalmente, no início do período de florescimento, e semanalmente, durante a fase de abertura das flores. O florescimento é anual, sazonal e se estende de novembro a abril, coincidindo com a estação chuvosa. Na população analisada, a emissão de botões se iniciou simultaneamente entre os indivíduos estaminados e pistilados, sendo que a floração dos indivíduos foi sincrônica. A frutificação é longa e dura mais de um ano até iniciar a maturação. Ocorreram diferenças importantes entre um ano e outro de florescimento principalmente quanto à intensidade da floração, número de indivíduos que floresceram e leve deslocamento do período de pico e término do florescimento. No primeiro ano ocorreu o dobro da produção de inflorescências por planta em ambas as plantas estaminadas e pistiladas. Essas diferenças estão provavelmente associadas às condições climáticas, variáveis entre os anos, e em função da ocorrência de doenças na população. Também houve diferença no comportamento fenológico da espécie quando comparado ao apresentado por outras populações na região Amazônica. A variação geográfica, somada às diferenças climáticas e as doenças ocorridas na população estudada, podem explicar as principais divergências encontradas. No Acre verificou-se uma floração contínua para alguns indivíduos estaminados. Em Manaus e também no Acre as plantas pistiladas floresceram ano sim outro não e o período de floração observados para esta espécie diferem em todas as regiões estudadas.

## 2 – ABSTRACT

The species *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) was studied to document its phenological breeding system in an area of Palm swamp, in the Park of Sabiá, in Uberlândia (18° 57 ' 50" S and 48° 14 ' W), State of Minas Gerais. 32 staminate and 39 pistillate individuals were marked, and were distributed along a trail. They were observed in a period of two years of blooming in the period from September 1999 to May 2001. The phenological events were accompanied each 15 days, in the beginning of the blooming period and weekly during the opening flowers. The blooming is annual, seasonal and it extends from November to April, coinciding with the rainy season. In the analyzed population the emission of buds began simultaneously, and the individuals blooming was synchronous. The fructification is long and it takes more than one year to begin the maturation. There were important differences mainly on blooming intensity in the two-year-period. Those differences are probably associated to the climatic conditions, variables among the years, and due to the occurrence of diseases in the population. There was also difference in the phenological behavior of the species when compared to the presented in the Amazon area. The geographical variation, added to the climatic differences and the biotic factors, can explain the main divergences found in the frequency, and in the reproduction period observed for this species, when compared to populations located in another occurrence area.

### 3 - INTRODUÇÃO

Fenologia é o estudo da ocorrência dos eventos biológicos periódicos em relação às variações climáticas (Newstrom *et al.*, 1993). A fenologia é um aspecto importante da biologia de população porque caracteriza cada espécie e está relacionada à dinâmica de interações interespecíficas, como competição, herbivoria, polinização e frugivoria. Os ciclos de crescimento e de reprodução da planta são cruciais para o entendimento do funcionamento do ecossistema (Newstrom *et al.*, 1993), e têm papel relevante no manejo e conservação de vegetações nativas (Mantovani & Morellato, 2000). Os padrões fenológicos influenciam no sucesso reprodutivo. Diferenças da fenologia reprodutiva entre indivíduos ou populações podem diminuir o número de cruzamentos dentro da população, afetando então a diversidade genética na população (Scariot *et al.*, 1995).

A fenologia de espécies arbóreas tropicais é determinada primeiramente pela duração e intensidade da seca sazonal (Murphy & Lugo, 1986; Mooney *et al.*, 1995 *apud* Araújo, 2001), uma vez que a variação de temperatura e fotoperíodo é pequena em baixas latitudes. Em regiões neotropicais sazonais, a maioria das espécies arbóreas floresce no período seco ou na transição do período seco para o chuvoso (Frankie *et al.*, 1974). Em contraste, em florestas neotropicais não sazonais, muitas espécies arbóreas florescem mais de uma vez ao ano e não apresentam picos de floração (Henderson *et al.*, 2000).

Em estudos de Henderson *et al.* (2000), que abordam a fenologia de reprodução em 27 taxa de palmeiras na região Amazônica apontam para um padrão de florescimento sem distinção entre estação seca ou chuvosa. Nesse estudo a sincronia foi associada ao sistema de polinização, sendo possível, então, dividir três grupos de palmeiras: o primeiro grupo,

polinizado por caruncho (besouros da família Curculionidae), está relacionado com alta sincronia e curta duração de florescimento se comparado com os dois últimos grupos, polinizados por abelhas/moscas e por besouros (Henderson *et al.*, 2000). Em *Euterpe edulis* (Mantovani & Morellato, 2000) e também em *Mauritia flexuosa*, no Amazonas (Storti, 1993), o florescimento é anual e sazonal. Por outro lado, Paula *et al.* (2001) verificaram numa outra população de *M. flexuosa*, no Acre, um padrão anual para as palmeiras estaminadas, e bianual para a maioria das pistiladas com assincronia em nível individual e populacional Segundo Scariot *et al.* (1995), na espécie *Acrocomia aculeata* as plantas que florescem em outubro e novembro podem ter um sucesso reprodutivo maior que as que florescem em agosto, setembro e dezembro.

Não existem estudos sobre a fenologia de *M. flexuosa* em Vereda do Brasil Central. Em função disto, o presente estudo teve como objetivo estudar a sua fenologia de floração e frutificação, estabelecendo a data e o período do florescimento, determinando possíveis relações com fatores bióticos, abióticos e ainda comparando o comportamento fenológico da população situada em Vereda com outras populações estudadas na região Amazônica.

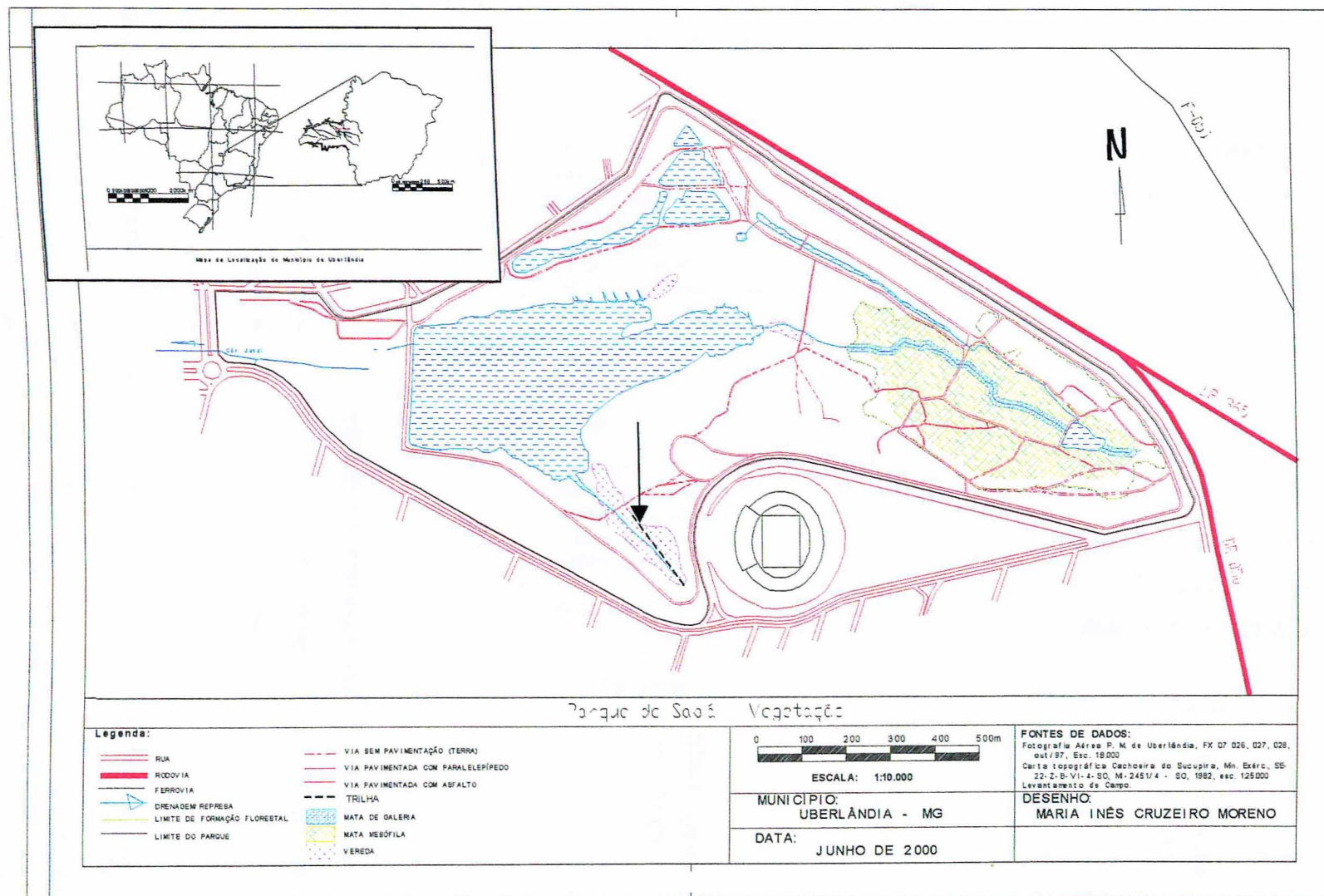
## 4 - MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 - Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em Vereda, área com cerca de 2,68 ha, situada no Parque do Sabiá, na nascente do Córrego Jataí (18° 57' 50" S e 48° 14' W ), em perímetro urbano da cidade de Uberlândia/MG (FIGURA 1). O clima de Uberlândia é do tipo Aw de acordo com a escala de Köppen, com duas estações bem definidas, um verão quente e úmido e o inverno seco. A cidade situa-se a uma altitude de 890 m. A precipitação anual varia em torno de 1550 mm e a temperatura média é de aproximadamente 22° C ( Rosa *et al.*, 1991).

O Parque do Sabiá é administrado pela FUTEL (Fundação Uberlandense de Turismo Esporte e Lazer) (FIGURA 1). Os dados climatológicos da área, no período do estudo, foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia – Uberlândia, MG (Estação Meteorológica do Parque do Sabiá, 5° Distrito de Meteorologia nº 83.527) (FIGURA 2).

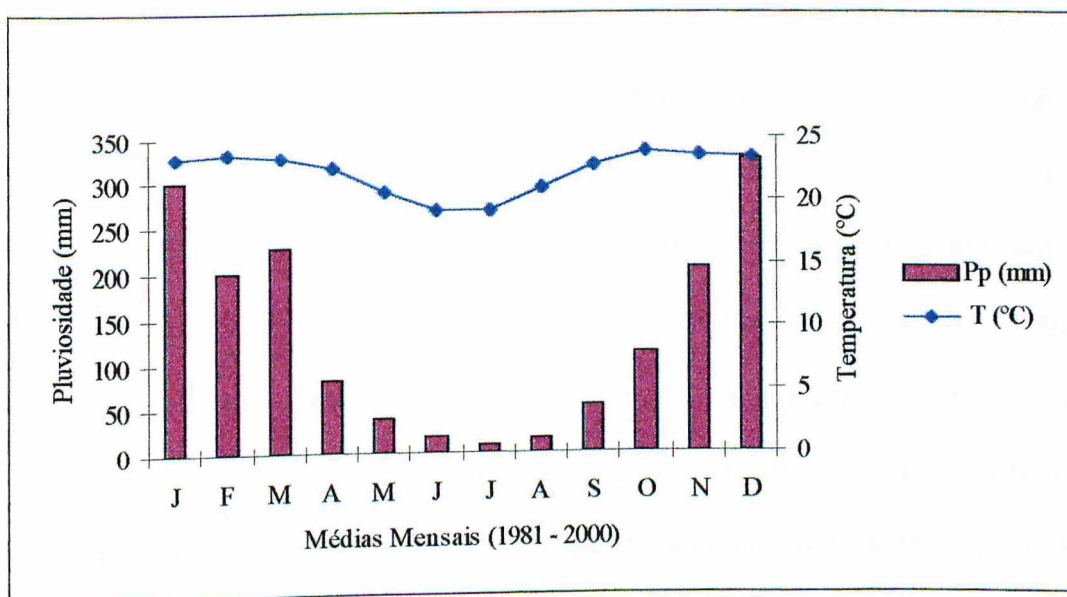
A vegetação das Veredas tem como principal característica a presença de *Mauritia flexuosa* L., com uma altura que varia de 7 a 15 metros. Também são encontrados, fazendo parte da camada rasteira, representantes das famílias Eriocaulaceae, Cyperaceae, Xyridaceae, entre outras. Os indivíduos ocorrem tanto em alinhamento como em formações e associações mais densas, que se destacam no meio dos cerrados adjacentes (Castro, 1980).



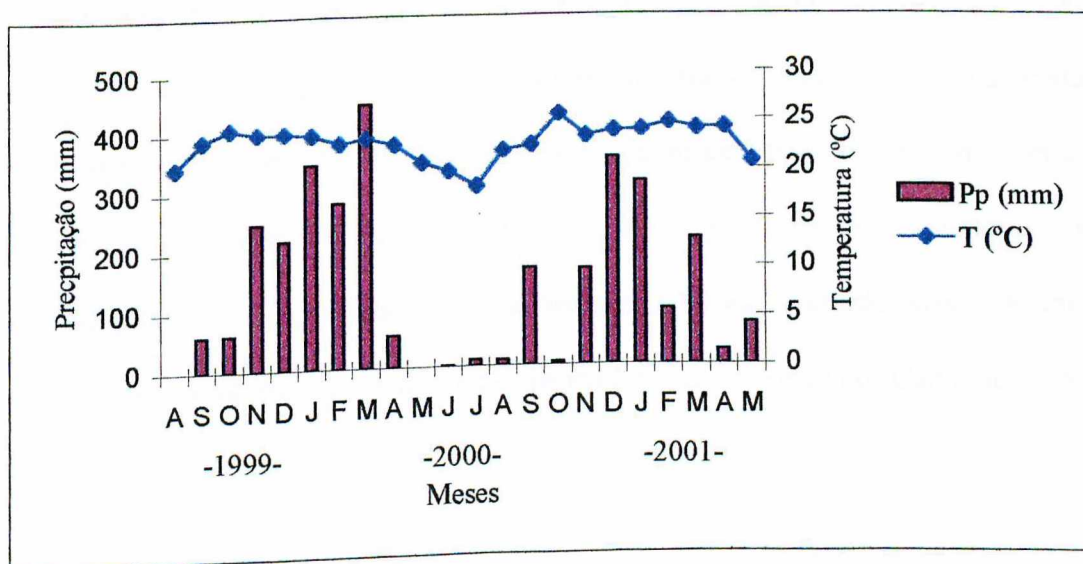
**FIGURA 1-** Localização do Município de Uberlândia-MG e da área de estudo (indicado pela seta) no Parque do Sabiá.



A



B



**FIGURA 2** - Dados médios mensais de precipitação e temperatura, dos últimos 20 anos (A) e do período de estudo (B). Fonte: Estação Meteorológica do Parque do Sabiá, 5º Distrito de Meteorologia (n 83.527). Uberlândia, MG.

Segundo Carvalho (1991), nos estágios iniciais das veredas predominam os estratos arbustivo e graminoso-herbáceo, e elas são consideradas comunidades típicas. Posteriormente, por aterro gradual das depressões aquíferas, elas vão sendo assoreadas, e a cobertura vegetal tende a se espessar transformando-se, de maneira mais lenta e crescente, em uma mata. Essa

autora estudou as modificações ocorridas quanto à geomorfologia e à composição florística, caracterizando a Vereda em quatro estágios evolutivos. No primeiro estágio, apresenta um campo úmido-graminoso, com buritis dispostos em fileiras ou agrupados que representam a única espécie arbórea, sendo freqüentes indivíduos jovens ocorrendo em superfície plana a suavemente ondulada. No segundo aparecem os primeiros subarbustos e arbustos, com a existência ainda do estrato graminoso-herbáceo similar ao do primeiro estágio. No terceiro a Vereda se apresenta como sendo uma área pantanosa que começa a definir um canal aquífero e caracteriza-se como um estágio de transição, pois já se percebe o início de uma estrutura florestal. Outros elementos vão espessando o estrato arbóreo, agrupando-se ao redor e ao longo dos buritis, dispendo-se em alturas variáveis, mas o estrato apresentando-se ainda ralo e de composição pobre, com as copas dos buritis sobressaindo acima do conjunto. Finalmente, no quarto e último estágio, o canal aquífero mostra-se orlado por uma mata ciliar relativamente densa, onde árvores mais grossas já podem ser vistas, assim como trepadeiras e epífitas, tornando o ambiente mais sombrio e com a presença de emergentes esparsos, representados pelos buritis, que estão na sua fase senil. A área de estudo possui características correspondentes ao terceiro dos quatro estágios evolutivos definidos por Carvalho (1991).

#### **4.2- Estudo de Campo**

A área de estudo possui 2,68 ha e foi estabelecida uma trilha localizada ao sul do Parque do Sabiá (FIGURA 1). Para o estudo da fenologia da floração, frutificação, tipificação sexual e determinação da razão sexual, os indivíduos foram escolhidos ao acaso ao longo da trilha.

Nos indivíduos marcados foram acompanhadas inflorescências devidamente numeradas para o estudo do desenvolvimento das várias fases de floração e frutificação, englobando desde o surgimento do ráquis até o desenvolvimento do fruto. Para a fenologia de floração 71 indivíduos, sendo 32 plantas estaminadas e 39 pistiladas, foram marcados e observados durante o período de setembro de 1999 a maio de 2001, totalizando cerca de 190 censos, realizados quinzenalmente, sendo estudados com o auxílio de binóculo.

Também foi observada a duração de cada transformação sofrida pela inflorescência no percurso do seu desenvolvimento. Cada transformação sofrida foi denominada de subfase.

O pico de floração foi estabelecido com relação ao maior número de indivíduos estaminados e pistilados com flores abertas.

A razão sexual foi determinada através da contagem da proporção dos indivíduos estaminados e pistilados em florescimento, ao longo da trilha estabelecida para os estudos da fenologia.

Para o estudo da frutificação foram acompanhados 20 indivíduos, desde o início da floração até o final da frutificação, com observações mensais.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

*M. flexuosa* floresceu na área de Vereda entre os meses de novembro a abril. A vegetação da área é composta predominantemente por *M. flexuosa* com diferentes idades deste plântulas até indivíduos adultos com preponderância maior destes últimos. Ocorre também outras espécies arbustivas e algumas outras espécies arbóreas. No primeiro ano de florescimento (1999-2000) foi observado o maior número de indivíduos com flores em antese no mês de março (71% dos indivíduos estaminados e 64,4% dos pistilados).

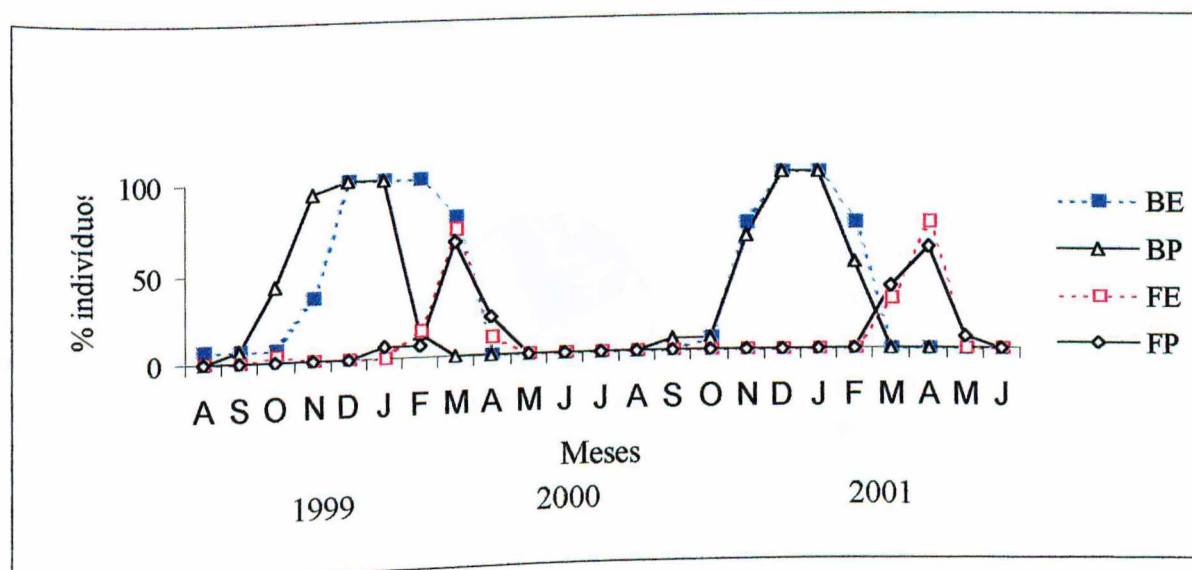
No primeiro ano de estudo foram marcados 98 indivíduos estaminados e pistilados. No segundo ano apenas 28 indivíduos foram acompanhados sendo que 19 deles já havia florescido no ano anterior. Ocorreu uma redução de cerca de três vezes no número de indivíduos em florescimento no segundo ano de estudo.

No segundo ano (2000-2001) o pico de florescimento, na fase de antese, ocorreu em abril para a maioria dos indivíduos (71,5% dos indivíduos estaminados e 57,1% dos pistilados) (FIGURA 3a).

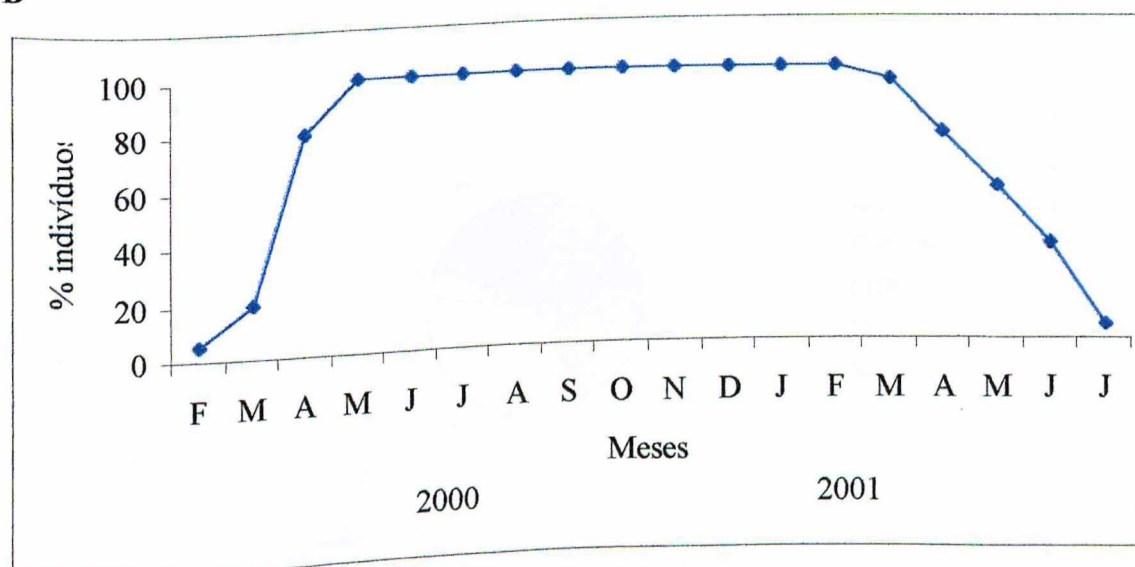
A maioria dos indivíduos pistilados começou a abertura das flores simultaneamente com os estaminados nos dois anos do acompanhamento do florescimento. Um dos indivíduos pistilados abriu suas flores apenas no mês de maio, quando já havia cessado a floração dos indivíduos estaminados. Neste caso não houve sucesso na frutificação, o que pode significar que nesta espécie não existe apomixia, confirmando os resultados dos testes de reprodução realizados (veja Cap. 2).

A duração de cada transformação do desenvolvimento da inflorescência foi medida de maneira a dar a idéia do tempo gasto em cada subfase do desenvolvimento e da duração total da inflorescência. Houve grande variação na duração (em dias) entre as subfases, principalmente entre sexos, o que não impediu a ocorrência de forte sincronia durante a antese (FIGURA 3a).

A



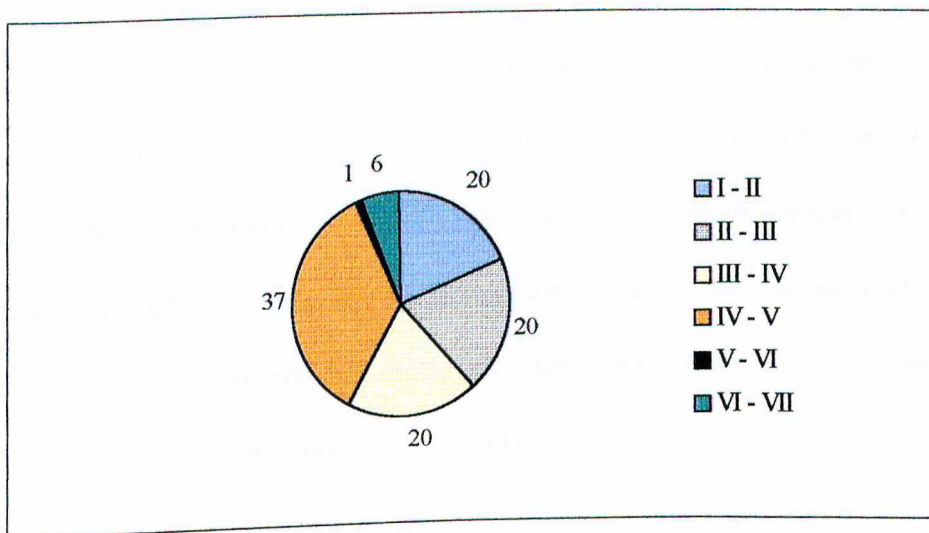
B



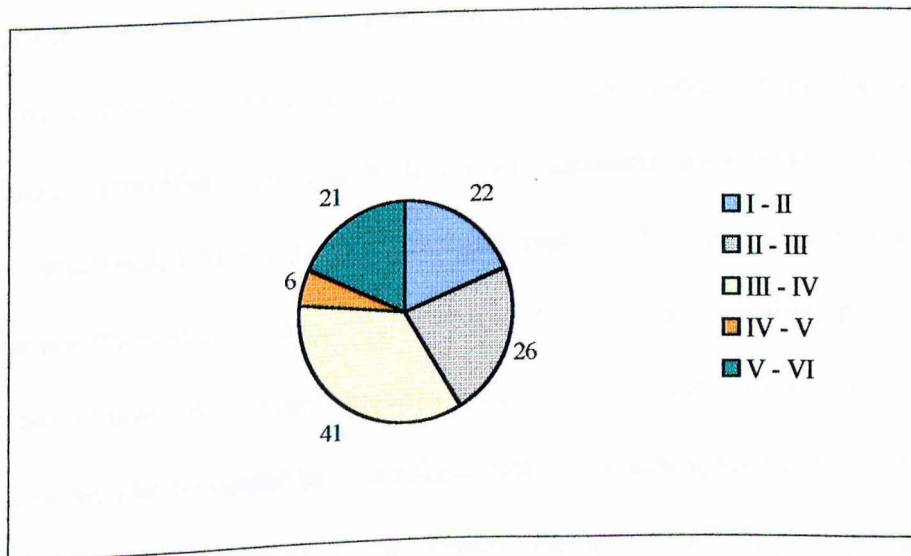
**FIGURA 3** - Dados da fenologia reprodutiva de *Mauritia flexuosa*, no período de 1999 a 2001, no Parque do Sabiá, Uberlândia - MG. A: Fenologia de floração B: Fenologia de Frutificação. BE: botão estaminado; BP: botão pistilado; FE: flor estaminada; FP: flor pistilada.

O tempo médio do desenvolvimento da inflorescência estaminada foi de  $104 \pm 7,0$  dias ( $n = 14$ ) e da pistilada  $117 \pm 8,3$  dias ( $n = 14$ ) (FIGURA 4a e 4b). A floração (antese) da maioria das plantas pistiladas e estaminadas dura menos que três meses caracterizando um padrão de floração intermediário em nível de população seguindo a classificação de Newstrom *et al.*, (1994).

A



B



**FIGURA 4** - Média de duração, em dias, de subfases de floração, em nível de inflorescências. **A:** Indivíduos estaminados ( $n = 14$ ) e **B:** Indivíduos pistilados ( $n = 14$ ) de *Mauritia flexuosa* em 2000 – 2001, no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. **Estaminada:**- I: ráquis; II: ráquila; III: espigueta; IV: botão; V: pré-antese; VI: flor aberta; VII: fim. **Pistilada:**- I: ráquis; II: ráquila; III: botão; IV: pré-antese; V: flor aberta; VI: fruto.



Em Uberlândia a média anual é em torno de 1300 mm, e o período seco compreende junho a agosto e os meses mais úmidos são de dezembro a fevereiro. Nos meses mais secos chove menos que 50 mm (FIGURA 2a e 2b). A precipitação durante os meses de florescimento do buriti, em Uberlândia, no primeiro ano de estudo, foi de 268 mm, enquanto que o do segundo ano foi de 174 mm. Essa diferença entre a precipitação no primeiro ano de florescimento e no segundo, de quase 100 mm, pode ter contribuído para as diferenças encontradas na intensidade de floração do primeiro ano de florescimento, se comparado com o segundo. Também essas diferenças de precipitação são importantes quando comparadas com o padrão de florescimento entre diferentes regiões. Contudo, apesar da influência da hidroperiodicidade sobre os padrões de florescimento tem sido estudada em espécies de floresta tropical seca, esses estudos ainda não são conclusivos pois, a maioria deles se referem-se às herbáceas (Newstrom *et al.*, 1994).

Entretanto, não só os fatores abióticos afetam os padrões de florescimento. Eles também podem estar relacionados com fatores bióticos (Newstrom *et al.*, 1993). Das palmeiras marcadas na Vereda, em 2001, 36,8% dos indivíduos pistilados apresentaram inflorescências retorcidas, com queda de botões, afetando drasticamente a reprodução. Os indivíduos estaminados foram os mais afetados, onde 47,3% dos indivíduos apresentaram as inflorescências retorcidas, com perda de botões florais, onde no final pouquíssimas flores entraram em antese. As causas dessa doença nas inflorescências necessitam ainda de investigações para se constatar se está relacionado com interações inseto-plantas. pois no segundo ano de florescimento, é comum observar nas inflorescências pistiladas o comprometimento de algumas flores causado pelo desenvolvimento de larvas de Lepidoptera, as quais constroem galerias em determinados setores das inflorescências. Também é comum encontrarmos larvas de microcoleópteros das famílias Curculionidae e Nitidulidae se

desenvolvendo e comendo pólen nas flores estaminadas. Porém, no segundo ano de florescimento, essas larvas se desenvolveram em grande número, causando infestação em algumas inflorescências. Certamente diferentes fatores internos e externos estão exercendo papéis importantes na fenologia de floração de *Mauritia flexuosa* na área de estudo.

A razão sexual de indivíduos de *M. flexuosa* que floresceram no ano de 2000, foi de 53 pistilados para 39 estaminados (1,3:1). No ano de 2001 a proporção foi de 1:1. A maioria das árvores dióicas de florestas tropicais tem razão sexual 1:1. A razão sexual foi baseada nos indivíduos que foram sexados. Estudos realizados em 23 espécies arbóreas, na Costa Rica, mostraram que em 56% delas a razão sexual não diferiu de 1:1, enquanto apresentavam dominância de indivíduos estaminados 35% e 9% para pistilados (Opler & Bawa, 1977). Ackerly *et al.* (1990) advertem para o alto risco de extinção e de redução no tamanho efetivo das populações reprodutivas, quando as diferenças nas razões sexuais são grandes.

A frutificação de vinte indivíduos foi acompanhada e verificou-se que esta fenofase se estende por um período superior a doze meses. O início da frutificação ocorreu em fevereiro de 2000, com um pico em abril (60%). A queda dos frutos produzidos em uma estação de florescimento se deu progressivamente no início do ano seguinte, com a maioria caindo em julho (35%) (FIGURA 3b). A maturação dos frutos apresenta características muito visíveis como cor vinácea, desprendimento da casca e firmeza do pericarpo. Os frutos desprendidos naturalmente ainda não estão totalmente maduros, completando o amadurecimento no solo. Quando o fruto cai no chão alagado da vereda, ele amolece com o tempo, podendo permanecer firme mais de um mês. O ar saturado de umidade e temperaturas mais elevadas no substrato contribuem para o completo amadurecimento (Souza *et al.*, 1984). No solo são comidos por mamíferos incluindo desde pequenos roedores, como *Oligoryzomys* sp, até o maior mamífero terrestre brasileiro, o *Tapirus terrestris*, que funcionam como dispersores (Villalobos, 1994). Na área de estudo no Parque do Sabiá foram vistos peitacídeos comendo



os frutos e roedores foram vistos morando na base dos indivíduos pistilados. Segundo Peres (1994), os frutos jovens e maduros de nove espécies de palmeiras ficam disponíveis durante todo o ano na floresta de terra firme na Amazônia. O tempo de maturação foi variável entre as espécies, mas em geral foi caracterizado por um período extenso. Para *M. flexuosa* esse autor encontrou um período de frutificação de 11 meses, dos quais durante seis meses os frutos encontravam-se imaturos, semelhante ao padrão observado na Vereda.

Em estudos sobre a resistência de plantas jovens à deficiência de água em *M. flexuosa*, Calbo & Moraes (1997) verificaram que esta espécie possui mecanismos para tolerar um estresse moderado de falta de água. A média anual de precipitação em Manaus, onde *M. flexuosa* floresce no fim da estação chuvosa, é de aproximadamente 2186 mm e onde os meses mais úmidos compreendem os meses de março e abril e os mais secos julho a setembro, quando a precipitação é menor que 100 mm por mês.

Em Manaus, foi encontrado para esta espécie um padrão de florescimento anual sincrônico, no período de abril a junho (Storti, 1993). Já no Acre, nesta mesma espécie, Paula *et al.* (2001) encontraram indivíduos que passam até 4 meses dando início ao desenvolvimento de inflorescências, semelhante a um padrão contínuo em nível de população, com floração assincrônica. Nesse caso a frequência variou muito: 27,3% foram anuais e a maioria apresentou floração supra-anual, com espaço de dois anos entre o florescimento. Provavelmente a variação geográfica deve estar influenciando os padrões fenológicos dentro da mesma espécie, pois é um fator comum nos trópicos, onde a diversidade fenológica é alta (Newstrom *et al.*, 1993; Newstrom *et al.*, 1994). Muitas espécies de florestas não sazonais florescem mais de uma vez ao ano e não apresentam pico de floração (Henderson *et al.*, 2000). Estes autores estudaram vários *taxa* de palmeiras na região amazônica e estes estudos apontaram para um padrão de florescimento sem distinção entre estação seca ou chuvosa e neste caso a sincronia foi associada ao sistema de polinização.

Ao tentar estabelecer uma comparação com os dados de padrão fenológicos em Uberlândia e na região Amazônica, devemos considerar, portanto, a variação geográfica, juntamente com efeitos climáticos e fotoperíodos que têm uma variação pequena em baixas altitudes (Croat, 1975; Monasterio & Sarmiento, 1976). Um período seco pode induzir a formação de botões florais (xeroindução), ou condições mais altas de luminosidade podem promover um aumento na frequência de floração (Newstrom *et al.*, 1994; Abrahamson, 1999). Como documentado em espécies como *Orbignia phalerata* e *Socratea exorrhiza* (Arecaceae) estas geralmente requerem alta intensidade de luz para atingir o crescimento (Scariot *et al.*, 1989). Cunningham (1996) atribuiu os fatores como tamanho da planta e disponibilidade de luz como responsáveis pela variação na produção de frutos de *Calyptranthes ghiesbreghtiana* (Geonomeae – Arecaceae). A variação geográfica, somada às diferenças climáticas e aos fatores bióticos explicam as divergências na frequência e sazonalidade observadas para esta espécie, nas regiões Amazônica e do Brasil Central.

## 6 - CONCLUSÕES

Podemos afirmar que nesses dois anos de estudo o florescimento foi anual, sazonal e se estendeu de novembro a abril, coincidindo com a estação chuvosa. Na população estudada a emissão de botões se iniciou simultaneamente, sendo que durante o período de antese apresentou sincronia. A maturação dos frutos é longa e dura mais de um ano.

As diferenças encontradas entre um ano e outro de florescimento, principalmente quanto à intensidade de floração, e a ligeira diferença no início e no pico de florescimento se devem provavelmente às diferenças climáticas e à ocorrência de doenças na população no segundo ano.

## 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMSON, W.G. 1999. Episodic Reproduction in two fire-prone palms, *Serenoa repens* and *Sabal etonia* (Palmae). **Ecology**, 80(1): 100-115.
- ACKERLY, D.D.; RANKIN-DE-MERONA, J.M. and RODRIGUES, W. 1990. Tree densities and Sex ratios in breeding population of dioecious Central Amazonian Myristicaceae. **Journal of Tropical Ecology**, 6: 239 – 248.
- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M., RIBEIRO, J.F. 1998. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. EMBRAPA. Planaltina, DF. 464p.
- ARAÚJO, A. C. 2001. **Flora, fenologia de floração e polinização em Capões do Pantanal Sul Mato Grossense**. 2001. 89f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.
- BALICK, M. J. 1988. **The Palm - Tree of Life: Biology, Utilization and Conservation**. Introdução do Editor.
- BERNAL, R. & ERVICK, F. 1996. Floral Biology and Pollination of the Dioecious Palms *Phytelephas seemannii* in Colombia : an Adaptation to Staphylinide Beetle. **Biotropica** v. 28, n.4b, p. 682 – 696
- BRANDÃO, M.; CARVALHO, P. G. S.; JESUÉ, G. 1992. **Guia ilustrado de plantas do cerrado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CEMIG, 1992. 55p.
- CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A P. V. D. 1997. Photosynthesis, stomatal, conductance, transpiration and osmotic adjustment of buriti plants subjected to water stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, n.2, p.117-123.

- CARDOSO, G. L. 1999. **Estrutura e Dinâmica da População de *Mauritia flexuosa* L. (Areacaceae), em uma área de Vereda da Reserva do Panga, Uberlândia, MG.** Universidade Federal de Uberlândia. (Monografia). 46p.
- CARVALHO, P. G. S. 1991. As veredas e a sua importância no Domínio dos Cerrados. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v.15, n.168, p.47-54.
- CASTRO, J. P. C. 1980. As veredas e a proteção jurídica. **Fundação João Pinheiro**, Belo Horizonte, v.10, n.5 e 6, p.321-333.
- CORRÊA, P. M. 1926. **Dicionário das plantas úteis do Brasil.** p.338-340.
- CROAT, T.B. 1975. Phenological behavior of habit and habitat classes on Barro Colorado Island (Panama and Canal Zone). **Biotropica** 7: 270-277.
- CUNNINGHAM, S. A 1996. Pollen supply limits fruit initiation by a rain forest understorey palm. **Journal of Ecology.** n.84, p.185-194.
- FONSECA, V. S.; SILVA, I. M. 1998. **Etnobotânica: bases para a conservação.** Workshop Brasileiro de Etnobotânica e Botânica Econômica, 136p.
- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in Tropical Wet and Dry Forests in the Lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.62, n.3, p.881-919.
- HENDERSON, A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. **Bot. Rev.**, v.52, n.3, p.221-259.

- HENDERSON, A & SCARIOT, A 1993. A Flórula da Reserva Ducke, I: Palmaea (Arecaceae). *Acta Amazônica* **23**(4): 349-369.
- HENDERSON, A.; FISCHER, B.; SCARIOT, A. 2000. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. *Brittonia*, v.52, n.2, p.149-159.
- IBAMA. 1988. **Ato Declaratório Ambiental**. Rio de Janeiro: IBAMA, 11p.
- KAHN, F. 1988. Palm Brief – A distichous *Mauritia flexuosa*. *Príncipes*, v.32, n.2, p.88.
- KÜCHMEISTER, H. C.; HOPKINS, M. J. G.; HENDERSON, A.; SCARIOT, A. 1999. **Flora da Reserva Ducke** – Guia de Identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Inpa: DFIF. 800p.
- LORENZI, H 1996. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Ed. Plantarum, 1996. p.112-113.
- LISTABARTH, C. 1993. Pollination in *Geonoma macrostachys* and Three Congeneres, *G. acaulis*, *G. gracilis*, and *G. interrupta*. *Bot Acta*. n.106, p. 496-506.
- MANTOVANI, A e MORELLATO, L. P. C. 2000. Fenologia da Floração, Frutificação, Mudança Foliar e Aspectos da Biologia Floral do Palmiteiro p. 23 – 38. *In: Euterpe Edulis Martius – (Palmiteiro), Biologia, Conservação e Manejo*. Reis, M. S. & Reis, A (Eds). Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí. 335p.
- MARTINS, R. C. 2000. Arecaceae (Palmae) no Distrito Federal, Brasil. Universidade de Brasília. Tese de Mestrado. 104p

- MONASTERIO, M. & SARMIENTO, G. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography** 3: 325-356.
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BARKER, H. G.; COLWELL, R. K. 1993. Diversity of long – term flowering patterns. In: MCDADE, L. A.; BAWA, K. S.; HARTSHORN, G. S. (eds). **La selva: ecology and natural history of a Lowland Tropical Rainforest**. Chicago: University of Chicago Press. p.142-160.
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical Rain Forest trees at la delva, Costa Rica. **Biotropica**, v.26, n.2, p.141-159.
- OPLER, P.A. & BAWA, K.S. 1977. Sex Ratios in Tropical Forest Trees. **Evolution** 32(4): 812-821.
- PADOCH, C. 1988. Aguaje (*Mauritia Flexuosa* L. f.) in the economy of Iquitos, Peru. In: BALICK, Michael J. (ed.). **The Palm – Tree of life: biology, utilization and conservation : proceedings of a symposium at the 1986. New York: Annual Meeting for Economic Botany held at the New York Botanical Garden, Bronx.** p.214-223.
- PAULA, N. M. C.; RIGAMONTE-AZEVEDO, O. C.; BANDEIRA, J. R.; QUEIROZ, M. S. M. 2001. Fenologia da reprodução de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae), no vale do Acre. In: Congresso Nacional de Botânica, 52., 2001. **Resumos**. João Pessoa. p.180.
- PERES, C. A., 1994. Composition, Density, and Fruiting Phenology of Arborescent Palms in na Amazonian Terra Firme Forest. **Biotropica** 26(3): 285-294.

- REITZ, R. P. 1974. **Flora ilustrada catarinense - I Parte**. Itajaí: Instituto Florestal. Herbário "Barbosa Rodrigues", 189p.
- RIZZINI, C. T.; NORS, W. B. 1995. **Botânica econômica brasileira**. 2.ed. Âmbito Cultural Edições Ltda, 27p.
- ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n.3, p.91-108.
- SCARIOT, A. O. 1989. Species richness, density and distribution of Palms in eastern Amazonian seasonally flooded forest. **Principes**, v.33, n.4, p.172-179.
- SCARIOT, A. O.; Lleras, E. and HAY, J. D. 1991. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. **Biotropica**, v.23, n.1, p.12-22.
- \_\_\_\_\_, LLERAS, E. and HAY, J.D. 1995. Flowering and Fruiting Phenologies of the Palm *Acrocomia aculeata*: Patterns and Consequences. **Biotropica**, v.27, n.2, p.168-173.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1990. Pollination and evolution in palms. **Phyton**, Austria, v.30, n.2, p.213-233.
- SILVA, G. S. D. 1996. *Cylindrocladium pteridis*, causal agent of leaf spot of buriti (*Mauritia flexuosa*). **Fitopatologia Brasileira**, v.21, n.4, p.523.
- SOUZA, M. C. P.; MAIA, G. A.; GUEDES, Z. B. L.; ORIÁ, H. F.; HOLANDA, L. F. F. 1984. Amadurecimento natural e artificial do buriti. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.891-896.
- STORTI, E. F. 1993. Biologia floral de *Mauritia flexuosa* Lin. Fil., na região de Manaus, AM., Brasil. **Acta Amazônica**, v.23, n.4, p.371-381.



UHL, N. M.; DRANSFIELD, J. 1988. Genera Palmarum, a new classification of Palms and its implications. **Advances in Economic Botany**, n.6, p.1-19.

VILLALOBOS, M. P. 1994. **Gilda de frugívoros associada com o buriti (*Mauritia flexuosa*: Palmae) numa vereda no Brasil Central**. 1994. 99f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.

**CAPÍTULO 2: BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DE**  
***MAURITIA FLEXUOSA* L. (ARECACEAE)**

## 1 – RESUMO

No período de setembro de 1999 à maio de 2001, foi realizado um estudo sobre a biologia floral da espécie *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) em área de Vereda localizada no município de Uberlândia, MG, no Parque do Sabiá (18° 57'50" S e 48° 14' W). No primeiro ano de estudo foram produzidas, em média, 5,4 inflorescências pistiladas e 5,3 inflorescências estaminadas. No segundo ano a média foi de 2,4 e 2,5, pistiladas e estaminadas, respectivamente. As inflorescências possuem 2,5 – 4 metros, tanto para indivíduos estaminados como para os pistilados. O número médio de flores por inflorescência pistilada é de  $3.576,3 \pm 167,4$  ( $n = 5$ ) e na estaminada é de  $204.747 \pm 2.992,5$  ( $n = 5$ ). A abertura das flores pistiladas e estaminadas ocorre ao longo do dia com um pico em torno das 18 horas, para ambas. As flores têm cor alaranjada, com odor suave e adocicado, e apresentam uma baixa termogenia. Somente a flor pistilada produz néctar no quarto dia após a abertura, com volume médio de  $1,5 \mu l \pm 0,9$  ( $n = 120$ ) e a média de concentração de equivalentes de sacarose é de 19,5% ( $\pm 6,2$ ;  $n = 120$  flores). A flor pistilada dura cerca de oito dias e a receptividade estigmática se dá entre o 4º e 5º dia da abertura. A flor estaminada dura apenas 1-2 dias. O número de grãos de pólen por antera é de 33.000 grãos e a razão P/O é de 66.000. Não ocorreu a formação de frutos apomíticos. Ocorreu uma baixa produção de frutos em condições naturais (9,5%) e foi atribuída a falhas no mecanismo de polinização, já que em polinizações manuais o sucesso foi maior 24,5% (a 80 metros da planta doadora de pólen) e 63% (a 300 metros). Também ocorreram prejuízos causados por predadores das inflorescências pistiladas somada a menor precipitação, o que favoreceu a predação de pólen por larvas de microcoleópteros.

## 2 - ABSTRACT

The study on the floral biology of the species *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) was performed in an area of a Palm swamp located in Uberlândia, State of Minas Gerais, in the Park of Sabiá (18° 57'50 " S and 48° 14 ' W) from September 1999 to May 2001. In the first year of study, 5.4 pistillate inflorescences and 5.3 staminate inflorescences were produced, on the average. In the second year the average was of 2.4 and 2.5, of pistillate and staminate, respectively. The inflorescences are of 2.5 – 4 m high, both for staminate individuals and for the pistillate ones. The medium number of flowers for pistillate inflorescence is of  $3,576.3 \pm 167.4$  ( $n = 5$ ) and in the staminate one it is of  $204,747 \pm 2,992.5$  ( $n = 5$ ). The anthesis of the pistillate and staminate flowers happen along the day with a peak around 6 p.m., for both. The flowers are of orange color, with soft and sweetened odour, and they present light thermogeny. Only the pistillate flower produces nectar in the fourth day after the opening, with a medium volume of  $1.5 \mu\text{l} \pm 0.9$  ( $n = 120$ ) and the concentration average of equivalent of sucrose is of 19.5% ( $\pm 6.2$ ;  $n = 120$  flowers). The pistillate flower lasts about eight days and the stigmatic receptivity occurs between the 4th and 5th day of the opening. The staminate flower lasts only 1-2 days. The number of pollen grains for anther is of 33,000 grains and the P/O rate it is of 66,000. Apomixis was not found in this species. From artificial pollinations the formation of fruits was larger when compared to the control, having the percentile been of 63.0% and 35.6%, respectively. In the second year of study the success of the control was still smaller (9.5%). This low fruit production was attributed to the pollinators inefficacy, damages caused by predators of the pistillate inflorescences and low precipitation, favoring the pollen predation by larval microcoleoptera.

### 3 - INTRODUÇÃO

Os estudos de biologia floral sobre as espécies da família Arecaceae que ocorrem no Cerrado são pouco frequentes. Mas existem alguns estudos com espécies dos gêneros *Butia*, *Attalea*, *Acanthococos*, *Astrocaryum* e *Syagrus* (Silberbauer-Gottsberger, 1990); *Orbignya* (Henderson, 1986) e *Acrocomia aculeata* (Scariot & Lleras, 1991).

A espécie *Mauritia flexuosa* já foi estudada com relação a este aspecto, mas em populações que ocorrem na região Amazônica (Storti, 1993).

O arranjo das flores na inflorescência é bastante diversificado, variando de flores solitárias a tipos diferentes de arranjos em cachos. As flores e os ramos podem se arranjar mais densamente ou mais frouxamente. Geralmente, as palmeiras cantarófilas têm as flores ou inflorescências arranjadas mais densamente (Silberbauer-Gottsberger, 1990). Durante a diferenciação das palmeiras ocorreu a redução do número de profilos e brácteas de duas para uma (Uhl & Dransfield, 1988). Em Arecoideae especializou-se uma bráctea simples e lenhosa. Durante a antese as brácteas podem persistir ou podem cair. A função das brácteas é variada. Elas encobrem e protegem as inflorescências e flores no estágio de botão e possuem uma função na polinização, como encobrem a inflorescência no estágio pistilado da antese, encerrando besouros que permanecem várias horas dentro de uma câmara, e possuindo apenas uma pequena abertura que permite a entrada apenas de pequenos besouros (Bernal & Ervick, 1996).

Flores unissexuais são condições predominantes na maioria das palmeiras existentes. Em muitas espécies as flores carregam rudimentos na forma de estaminódios ou pistilódios e outras são destituídas de traços do outro sexo. Palmeiras com flores unissexuais são na

maioria monóicas, e dióicas em menor proporção. Nas palmeiras monóicas, flores estaminadas e pistiladas podem ocorrer juntas, em inflorescências bissexuais (= androginia) ou podem ocorrer separadamente, em inflorescências unissexuais (Henderson, 1986; Uhl & Dransfield, 1988; Silberbauer-Gottsberger, 1990).

Em estudos realizados numa comunidade conhecida como Morichal na Venezuela, em áreas alagadas nas adjacências dos rios e córregos, onde *M. flexuosa* é dominante, a proporção de espécies hermafroditas foi de 77,95% e de espécies monóicas, 19,69%. A frequência de espécies dióicas (3,13%) foi a mais baixa como ocorre na maioria das comunidades herbáceas tropicais. Este padrão encontrado pode ser devido à predominância de ervas e arbustos neste tipo de comunidade. A dioicia tende a ser mais comum nas espécies arbóreas (Ramirez & Brito, 1990).

As palmeiras, na sua maioria, são monóicas. Kress & Beach (1994) encontraram 17 espécies, em sete gêneros, de palmeiras monóicas, e somente duas espécies dióicas (*Chamaedorea exorrhiza* e *C. wascewiczii*) em floresta tropical, na Estação Biológica La Selva (Costa Rica). Uma razão para a diferenciação da unissexualidade e dioicia em palmeiras pode ser o seu sistema reprodutivo. A maior parte das poucas palmeiras monóicas testadas, como por exemplo, *Acrocomia aculeata* (Scariot *et al.*, 1991) e *Euterpe edulis* (Mantovani & Morellato, 2000) exibem autocompatibilidade. A autocompatibilidade parece ser um sistema predominante em palmeiras, e diferentes mecanismos para promover polinização cruzada são desenvolvidos. Em espécies com flores hermafroditas, a autopolinização é evitada por uma separação temporal das fases estaminadas e pistiladas. A protandria em palmeiras parece estar relacionada geralmente com entomofilia e anemofilia (*Butia* e *Syagrus*), enquanto a protoginia caracteriza as palmeiras cantarófilas (*Bactris* e *Acrocomia*). Em muitas palmeiras monóicas somente uma inflorescência de cada vez entra em antese. A separação espacial é mais efetiva e funcional em espécies dióicas (*Elaeis*, *Phytelephantoideae*, *Mauritia*)

(Silberbauer–Gottsberger, 1990), onde as flores pistiladas são maiores que as estaminadas, sendo esta a primeira expressão da maioria das palmeiras para desenvolver frutos grandes (Storti, 1993).

O presente estudo tem como objetivo esclarecer aspectos da biologia floral de *M. flexuosa* como cor, odor, presença de néctar, tamanho da flor, horário de abertura das flores, número de grãos de pólen por antera, razão pólen/óvulo, viabilidade polínica, número de inflorescências por planta, tamanho das inflorescências, número de flores por planta, determinar o sistema reprodutivo e ainda avaliar o seu sucesso reprodutivo em Vereda.

## 4 - MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 - Morfologia e Biologia Floral

O estudo de biologia floral de *Mauritia flexuosa* foi realizado em área de Vereda, situada no município de Uberlândia, MG, no Parque do Sabiá (18° 57' 50" S e 48° 14' W).

Para o estudo da morfologia floral foram analisadas no campo, flores de cinco indivíduos marcados. Uma parte das flores foi coletada e fixada em álcool (70%) e outra parte foi herborizada e incorporada no Herbário da Universidade Federal de Uberlândia (HUFU). Foram tomadas medidas do tamanho das inflorescências estaminadas e pistiladas, número médio de flores por inflorescências, tamanho das flores e sequência de abertura das flores. As flores em pré-antese foram marcadas na base do cálice utilizando-se cola de diferentes cores, criando-se um código que possibilitou acompanhar a flor, determinando o momento de sua abertura, o período de receptividade e a longevidade da flor e do fruto.

Para determinar o horário de abertura e duração da flor, 145 flores estaminadas e 121 pistiladas foram marcadas na fase de botão em pré-antese e acompanhadas de meia em meia hora, num período de 14 horas (das 6:00 às 20:00 h) durante o período de floração. Os botões foram considerados em pré-antese quando mudaram da cor esverdeada para a alaranjada.

Como a abertura até a exposição total do estigma é lenta, foram anotadas as modificações ocorridas e o tempo gasto nessas mudanças, adotando-se para isto o seguinte critério: Fase I, início da expansão das pétalas, alcançando 5% de abertura; Fase II, começando a expor o estigma até 25% de expansão das pétalas; Fase III quando as pétalas



estão estendidas em 50% e o estigma já se encontra à vista; Fase IV, quando as pétalas excedem o alinhamento do cálice; e Fase V, as pétalas alcançam 100% de sua abertura máxima.

Para avaliar o número de flores que se abrem por dia, em inflorescências estaminadas e pistiladas, foram marcados alguns setores de cinco ráquulas pistiladas e 10 espiguetas de cinco ráquulas estaminadas. Para evitar a recontagem, à medida que as flores abriam, eram arrancadas.

Para verificar a ocorrência de termogenia nesta espécie, as temperaturas do ambiente e das flores foram medidas no final da tarde, com um termômetro para medir temperatura ambiente (marca Incotherm), que foi depositado no meio da inflorescência estaminada e pistilada em antese por 15 minutos, conforme Ervick & Feil (1997).

A receptividade do estigma foi observada no campo e testada no laboratório com peróxido de hidrogênio a 3% (Kearns & Inouye, 1993). Gotas desta solução foram adicionadas aos estigmas de flores em diferentes estágios, no campo e laboratório, e estes estigmas foram observados sob lupa. A liberação de bolhas de O<sub>2</sub>, devido à atividade de peroxidases, indica a receptividade do estigma. O resultado do laboratório para a receptividade foi checado no campo, através de observações de alterações externas no estigma.

O volume de néctar foi medido introduzindo-se um microcapilar de 5 µl no início da base do ovário e em seguida este volume foi transferido para um refratômetro para leitura da concentração de equivalente de sacarose. Este processo foi feito utilizando-se 120 flores, num total de 10 indivíduos diferentes no período da manhã e da tarde.

Os grãos de pólen foram coletados em março de 2000 e testados quanto à sua viabilidade *in vitro*. Foram analisadas 10 anteras de 10 flores coletadas em diferentes estágios de maturação: flores em pré-antese e flores abertas. O pólen foi retirado e espalhado em um becker de vidro com meio de cultura líquido composto de: 5mg de  $H_3BO_3$ , 10 mg  $MgSO_4$ , 15 mg de  $Ca(NO_3)_2$ , 5mg de  $KNO_3$ , sacarose a 20% dissolvidos em 50 ml de  $H_2O$  quente, em pH de 5,8 segundo Shpigel *et al.* (1998). Após três horas de semeados e em temperatura ambiente foram analisados sob o microscópio para obter proporção de germinação.

O número de grãos de pólen por antera foi determinado em 10 amostras, sendo que foram maceradas 10 anteras, uma de cada vez, sendo os grãos contados numa lâmina hemocitométrica (Lâmina de Neubauer).

A razão P/O de Cruden (1977), foi determinada em nível de flor e estimada em nível de população (indivíduos marcados e acompanhados). Em nível de população multiplicou-se o número de grãos de pólen/flor e número de óvulos/flor, pelo número de flores por inflorescência, pelo número de inflorescências e pelo número de indivíduos estudados de ambos os sexos.

Os grãos de pólen também foram testados quanto à presença de lipídios com Sudan IV (Dafni, 1992).

Foi acompanhado o desenvolvimento de 25 frutos, do início da formação até a maturação, em cinco infrutescências de cinco indivíduos. Os frutos foram marcados com fios de diferentes cores para identificação. As medidas de comprimento e diâmetro foram feitas mensalmente, com paquímetro.

## **4.2 - Sistema Reprodutivo**

Para definir o sistema reprodutivo foram realizados três testes experimentais de polinização no campo: polinização manual, apomixia e controle. No primeiro caso, as flores receptoras de pólen foram ensacadas e polinizadas manualmente com pólen oriundo de indivíduos localizados a diferentes distâncias (80 e 300 metros). Quatro plantas pistiladas foram receptoras de pólen. Os sacos de tecido do tipo organza foram confeccionados com duas camadas de tecido, para evitar entrada de insetos e de pólen trazido pelo vento. No segundo caso foram ensacados 750 botões, distribuídos em 7 indivíduos diferentes, que foram marcados, ensacados e acompanhados até o final da floração, para se observar a presença ou não de apomixia. No último teste, foram etiquetadas 928 flores, distribuídas em 7 indivíduos, para verificar o sucesso reprodutivo natural. Para a manipulação de flores e transferência de pólen foram utilizadas diferentes pinças sempre esterilizadas com álcool absoluto e mantidas em recipientes isolados, para evitar a contaminação de pólen.

## **4.3 - Sucesso Reprodutivo**

A eficácia reprodutiva foi analisada de duas maneiras. A primeira, a partir do teste controle no qual foram marcadas 928 flores para se estudar o sistema reprodutivo, sendo que a contagem da produção de frutos foi feita diretamente na infrutescência em desenvolvimento. Na segunda, a produção total de frutos por infrutescência foi considerada como resultado de contagem das cicatrizes deixadas pelos abortos dos frutos e abscisão de flores, em uma infrutescência já desenvolvida (após 8 meses). Esta contagem foi realizada em uma infrutescência em cada um dos 4 indivíduos da Vereda do Parque do Sabiá e em uma

infrutescência em cada um dos 4 indivíduos da Vereda do Córrego do Mogi, que é uma área menos perturbada que a do Parque, na tentativa de observar se haveria diferença no sucesso reprodutivo entre áreas com diferentes graus de perturbação. Esta área está localizada em perímetro urbano, ao lado da antiga Fazenda Ibiporã (ou Estrela) onde hoje está sendo formado o “Loteamento Fechado Gávea Hill”, acima do Bairro Jardim Karaíba. Na área da Vereda o Córrego Mogi também recebe a denominação de “Córrego dos Bicudos” (17° 00’50”NW).

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 - Morfologia e Biologia Floral

*M. flexuosa* apresenta inflorescências com brácteas conspicuas e tubulares, perianto trímero e seis estames consideradas características primitivas (Moore & Uhl, 1982), do tipo racemosa panícula, interfoliar, com ráquis de  $3,8 \pm 1,2$  metros, ráquulas com  $110 \pm 29$  cm com arranjo cincino simpodial de 2, 3 ou 4 flores unissexuais (dióica). As flores pistiladas têm 1,7 cm de comprimento x 1,2 cm de largura, produzem néctar, têm odor suave e adocicado e cor alaranjada (TABELA 1). Possuem pétalas valvares e gineceu sincárpico, características estas que são consideradas evoluídas dentro da família (Moore & Uhl, 1982). Esta espécie está portanto, num estágio intermediário da evolução na família Arecaceae de acordo com Moore & Uhl (1982).

As flores estaminadas têm 0,5 cm de comprimento por 0,3 cm de largura, não produzem néctar mensurável, têm pétalas valvares e mais alongadas que as flores pistiladas e possuem odor suave e adocicado. Os dados da morfologia foram, em sua maioria, semelhantes aos encontrados para esta espécie na região amazônica (Storti, 1993), exceções para o tamanho da flor estaminada, que apresentou uma pequena diferença de 0,2 cm inferior e, quanto ao odor, mais suave do que o relatado para esta espécie na região Amazônica (TABELA 4).

Em *M. flexuosa* foi verificado algumas semelhanças entre as flores onde as pistiladas apresentam a mesma cor e mesmo odor que as estaminadas e ainda pela presença de estaminódios. As inflorescências estaminadas produzem aproximadamente 60 vezes mais

flores que as inflorescências pistiladas. O mesmo ocorre em outras espécies de outras famílias e supõe-se que o excesso de flores estaminadas em relação às flores pistiladas, deve-se a uma competição intra-sexual, entre plantas estaminadas, por polinizadores (Bawa, 1980b).

Nos estágios iniciais de desenvolvimento as inflorescências pistiladas e estaminadas são idênticas (FIGURAS 1 e 2). Na sequência os dois tipos de inflorescências divergem em seu desenvolvimento, manifestando a expressão da dioícia. As inflorescências estaminadas desenvolvem espiguetas, onde mais tarde surgirão botões florais, e as inflorescências pistiladas não desenvolvem as espiguetas, desenvolvem diretamente botões florais. As flores estaminadas mostram um desenvolvimento de estames e não desenvolvem pistilódios, enquanto que as flores pistiladas desenvolvem o pistilo e seis estaminódios (FIGURA 3). Em *Phoenix dactylifera* L. (DeMason & Sekhar, 1988), uma palmeira também dióica, que apresenta dimorfismo floral semelhante ao encontrado em *M. flexuosa*, com diferença no tamanho das flores entre os sexos, o autor discute a respeito de pesquisas conflitantes sobre a influência dos hormônios na expressão sexual, onde foram encontrados altos níveis de ácido giberélico nas palmeiras pistiladas. Outros estudos verificaram o crescimento de carpelos em flores estaminadas tratadas em meio de cultura com auxina, sugerindo que a expressão pistilada está associada aos níveis de auxina. Estudos de fisiologia do florescimento podem ser interessantes em *M. flexuosa*.

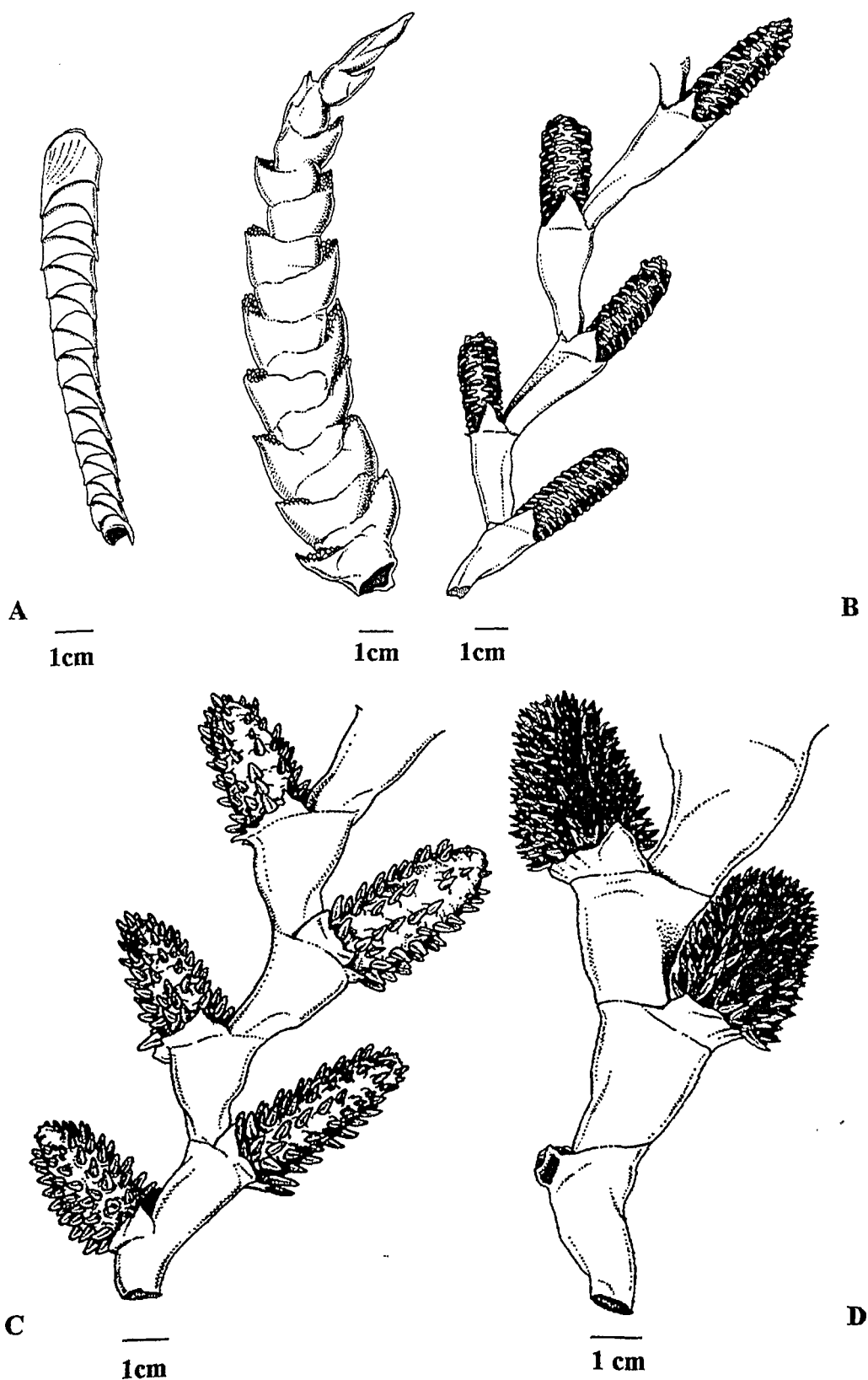
**TABELA 1** – Características florais de *Mauritia flexuosa* em área de Vereda do Parque do Sabiá, Uberlândia - MG, no período compreendido entre setembro de 1999 a maio de 2001. Valores antecedidos de  $\pm$  referem-se ao desvio padrão; (n= número total de plantas de cada sexo acompanhado na área; ni = número de inflorescências; nf = número de flores; n = número de plantas; d = dias amostrados).

Característica analisada	Sexualidade	
	Pistilada (P)	Estaminada (E)
Cor da flor	alaranjada	idem
Odor	suave/adocicado	idem
Presença de néctar	sim	não
Volume de néctar	$1,5\mu l \pm 0,9$ (n = 10; nf = 120)	—
Concentração média de equivalentes de sacarose	$19,5\% \pm 6,2$ (n = 10; nf = 120)	—
Tamanho da flor (cm) (comp x larg)	1,7 x 1,2	0,5 x 0,3
Horário de abertura	17 as 19 h	16 as 18 h
Número de grãos de pólen / antera (razão de Cruden)	—	33.000 (66.000: 1)
Viabilidade do pólen	—	75,6% (antese) e 64,4 (pré)
Número de inflorescências por planta	$5,4 \pm 1,8$ (n = 31) p/ o ano 2000	$5,3 \pm 1,7$ (n = 19) p/ o ano 2000
	$2,4 \pm 1,5$ (n = 22) p/ o ano 2001	$2,5 \pm 1,3$ (n = 19) p/ o ano 2001
Número de espiguetas / inflorescência	—	$2292,5 \pm 66,5$ (n = 19)
Número de flores / espigeta	—	$89,3 \pm 45$ (n = 9)
Número de flores por inflorescência	$3.576,3 \pm 167,4$ (n= 5; ni = 25)	$204.747 \pm 2992,5$ (n=3; ni= 3)
Número de flores abertas por inflorescência a cada dia	$16,9 \pm 7,3$ (n = 8; ni = 8)	$1611,4 \pm 1118,2$ (n = 2; ni = 3)
Comprimento de ráquias (cm)	$110,7 \pm 29$ (n= 5; ni = 25)	$105 \pm 14,6$ (n = 5; ni = 21)

A duração da pré-antese nas flores pistiladas variou de 2 a 4 dias e nas estaminadas apenas 1 dia. As flores pistiladas gastaram em média  $35,2 \pm 11,0$  horas ( $n = 121$  flores) para completar totalmente a abertura, enquanto que as flores estaminadas, cerca de  $20,6 \pm 7,3$  minutos ( $n = 145$  flores). As espiguetas das inflorescências estaminadas duram de 8 a 12 dias. A inflorescência pistilada passa a ser infrutescência, em média em 21,4 dias ( $\pm 2,76$ ) (Veja Capítulo 1, FIGURA 4 b). As pétalas e as demais peças florais persistem até mesmo depois do início da formação do fruto, sem sofrer abscisão (FIGURA 2).

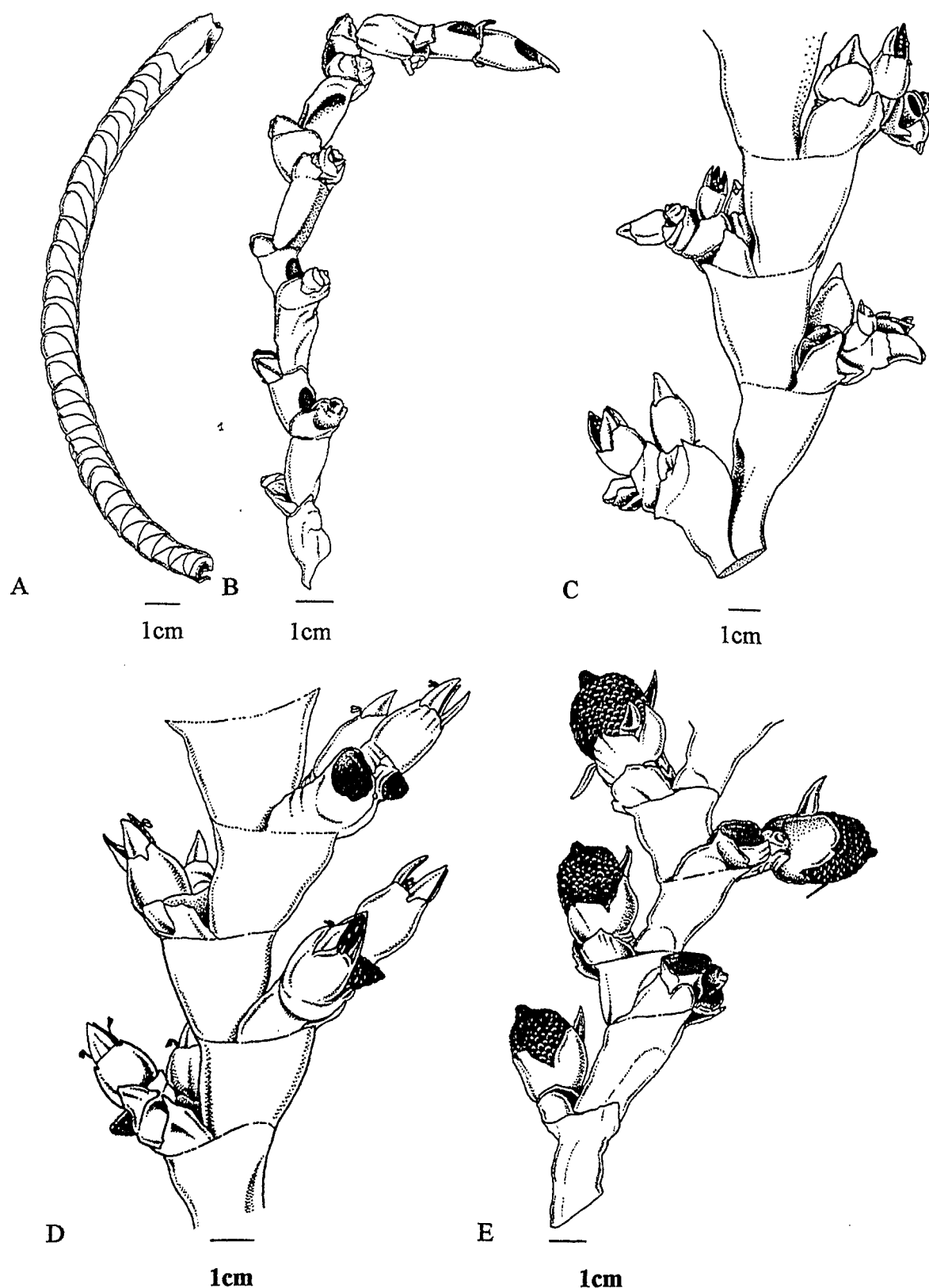
A abertura das flores estaminadas ocorreu, em maior quantidade, no terceiro e quarto dias após o início da antese, sendo que a maior frequência ocorreu no quarto dia (37,2%). Foi observado que as flores das inflorescências pistiladas se abrem de maneira mais progressiva que as estaminadas, até 6 dias após o início da abertura com uma proporção um pouco maior também no quarto dia após o início da abertura (24,0%) (TABELAS 2 e 3). A abertura das flores das inflorescências estaminadas está de acordo com o encontrado por Storti (1993); no entanto, essa autora encontrou uma frequência maior de abertura de flores pistiladas no primeiro e segundo dia. Este fato deve-se provavelmente a diferenças climáticas que atuam na fenologia e no padrão de desenvolvimento das flores. As primeiras flores a abrir, tanto as estaminadas como as pistiladas, são as localizadas próximo à inserção da ráquila com o ráquis e do ápice para base. Esta característica pode ter relação com o padrão de visitas; no entanto, isto não foi checado no presente estudo. No futuro, pesquisas podem ser feitas para avaliar o impacto do comportamento do polinizador sobre as características reprodutivas da planta e nos fatores seletivos que têm determinado a evolução floral.





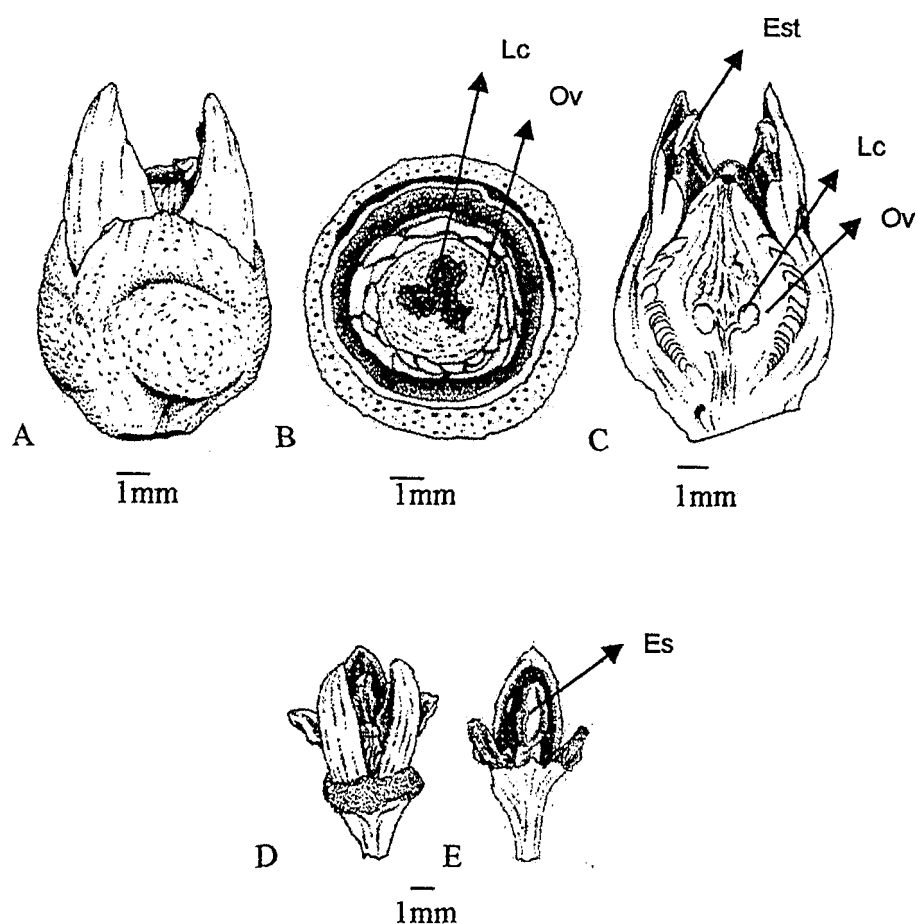
JAMIL TANNÚS NETO

**FIGURA 1** - Fases do desenvolvimento da inflorescência estaminada de *Mauritia flexuosa*, no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. A: ráquila e início de espiguetas; B: início de botão; C: botão em pré-antese; D: flores abertas.



JAMILTANNUS NETO

**FIGURA 2** - Fases do desenvolvimento da inflorescência pistilada de *Mauritia flexuosa*, no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. A: ráquila; B: início de botões; C: botões em pré-antese, D: flores abertas e E: início dos frutos.



**FIGURA 3** – Morfologia floral de *Mauritia flexuosa*. A: aspecto geral da flor pistilada aberta; B: corte transversal mostrando a estrutura da flor pistilada. C: corte longitudinal da flor pistilada; D: aspecto geral da flor estaminada; E: corte longitudinal da flor estaminada. Lc: lóculo; Ov: ovário; Est: estaminódio; Es: estame.

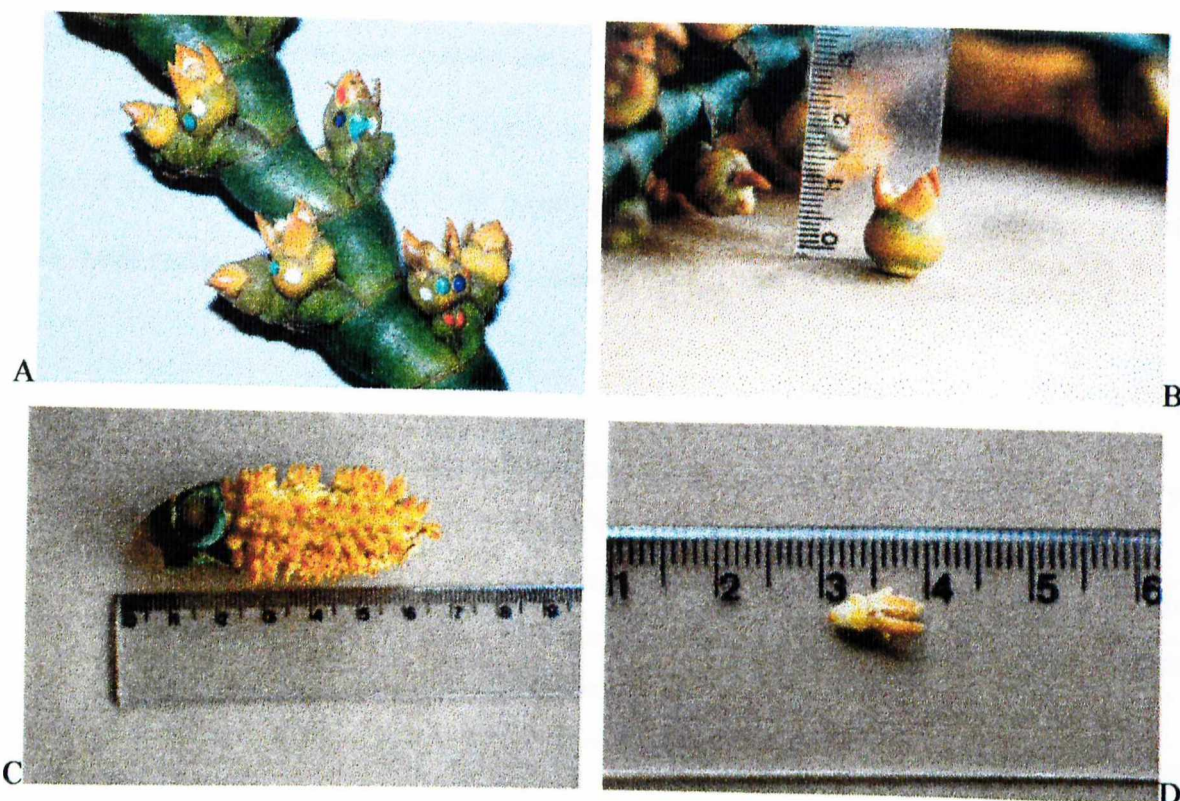
TABELA 2 – Porcentagem de flores abertas por dia

(n<sub>1</sub> = 10 e f<sub>1</sub> = 254, n<sub>2</sub> = 3 e f<sub>2</sub> = 2779)

Dia	Flores estaminadas	Flores pistiladas
	(%)	(%)s
1	3,8	12,2
2	16,6	17,3
3	31,2	19,3
4	37,2	24,0
5	11,2	19,8
6	0	4,3
Abscisão	—	3,1

n<sub>1</sub> = número de inflorescências pistiladasn<sub>2</sub> = número de inflorescências estaminadasf<sub>1</sub> = número de flores pistiladasf<sub>2</sub> = número de flores estaminadasTABELA 3 – Padrões de abertura de flores estaminadas e flores pistiladas em *M.flexuosa* ao longo do tempo acompanhadas por dois dias. Número (N) e porcentagem (%)

Horário	Proporção de Flores estaminadas abertas	Proporção de Flores pistiladas abertas
	N (%)	N (%)
20:00 h – 6:00 h	27 (18,7)	13 (10,7)
6:00 h – 8:00 h	09 ( 6,3)	21 (17,3)
8:00 h – 10:00 h	10 ( 7,0)	12 (10,0)
10:00 h – 12:00 h	04 ( 2,7)	11 ( 9,0)
12:00 h – 14:00 h	05 ( 3,5)	05 ( 4,2)
14:00 h – 16:00 h	08 ( 5,5)	06 ( 5,0)
16:00 h – 18:00 h	81 ( 56,3)	44 (36,4)
18:00 h – 20:00 h	00 ( 0)	09 ( 7,4)



**FIGURA 4** - Flores pistiladas (A e B) e estaminadas (C e D) de *Mauritia flexuosa*. A: parte da ráquila pistilada; B: flor pistilada; C: espiguetas; D: flor estaminada. Foto: Terezinha de Fátima F. Souto.

A abertura das flores ocorre ao entardecer, tanto nas flores estaminadas quanto nas pistiladas. Conforme observações em março e abril de 1999, a abertura de algumas flores ocorre ao longo de todo o dia, sendo porém registrado um pico às 18:00 horas, quando se abriram 49,3% das flores estaminadas e 31,4% flores pistiladas. Foi observado que as flores estaminadas e pistiladas apresentam semelhanças quanto ao horário de abertura (TABELA 3). A antese da flor estaminada é de um a dois dias enquanto da pistilada é de cerca de oito dias, sendo observada que a receptividade ocorre do quarto ao oitavo dia. Em outras palmeiras dióicas estudadas, como por exemplo em *Chamaedorea aff. costaricana* Oerst. a antese da flor estaminada dura dez dias e a da pistilada sete, sendo que é receptiva também por este período (Henderson, 1986; Kress & Beach, 1994). Em *Phytelphas seemannii*, Bernal & Ervick (1996) encontraram horários de antese de flores estaminadas durante o dia e de flores

pistiladas à noite, sendo que a antese dura 24 horas em ambos os sexos. Nesta espécie, esta característica tem um significado ligado ao sistema de polinização, onde a competição de insetos visitantes é minimizada e foi reconhecida a vantagem de que os visitantes que estão nas flores estaminadas passam progressivamente à noite para as flores pistiladas.

**TABELA 4** – Comparação de algumas características estudadas para *Mauritia flexuosa* em Uberlândia (MG) e Manaus (AM). 1. Presente estudo, 2. Storti (1993)

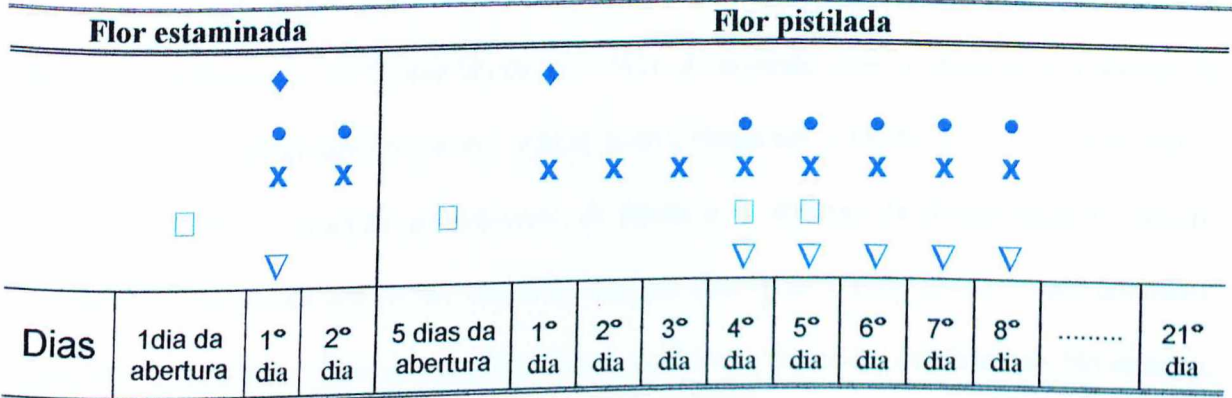
Características estudadas	Resultados em Uberlândia <sup>1</sup>	Resultados em Manaus <sup>2</sup>
Período de floração	Novembro a Março (na estação chuvosa)	Abril a Julho (final da estação chuvosa)
Tempo para formação da inflorescência até a produção de flores	mais de 3 meses	2 a 3 meses
Queda de frutos	após 12 meses	9 – 12 meses
Número de flores estaminadas/ inflorescência	204.747 ± 2992 (n = 3)	450.000
Número de flores pistiladas/ inflorescência	3.576 ± 167,4 (n = 25)	3.612
Tamanho da flor estaminada (cm)	0,5 (comp) x 0,3 (larg)	0,7 (comp) x 0,5 (larg)
Tamanho da flor pistilada (cm)	1,7 (comp) x 1,2 (larg)	1,7 (comp) x 1,2 (larg)
Horário da antese da flor estaminada	16 – 18 horas	16 – 17 horas
Horário da antese da flor pistilada	17 – 19 horas	16 – 17 horas
Receptividade da flor pistilada	4 dias após a antese	4 dias após a antese
<i>Apis mellifera</i> e <i>Trigona</i> sp	visitantes das flores estaminadas e pistiladas polinizadores.	apenas visitantes das flores estaminadas
Coleópteros (Nitidulidade, Curculionidae)	apenas visitantes das flores estaminadas.	possíveis polinizadores

Durante a antese verificou-se uma temperatura de  $2,97^{\circ}\text{C} \pm 0,08$  (n = 10) superior à temperatura ambiente nas inflorescências estaminadas e pistiladas de *M. flexuosa*. A

termogenia tem sido vista como uma das características da síndrome de cantarofilia (Henderson, 1986; Silberbauer-Gottsberger, 1990). No entanto, neste estudo, apesar da termogenia e do pico de abertura das flores ao anoitecer (em torno das 18 horas na área de estudo), não foi constatada a polinização por besouros nesta espécie. A produção de frutos pode estar sendo sustentada pela ação de outros grupos de visitantes, como abelhas e moscas, ou ainda pela participação do vento (Veja Cap. 3). O aumento na temperatura registrado na inflorescência resulta numa intensificação da emissão de odor floral, que é específico de cada espécie. Nesse aspecto, essa termogênese ajuda os polinizadores a encontrar as inflorescências de longe. O calor dentro da inflorescência parece ser um microclima muito bom para os besouros polinizadores e para a realização da cópula e da oviposição (Bernal & Ervick, 1996). Mas em *M. flexuosa* apenas as inflorescências de plantas estaminadas parecem estar atraindo visitantes deste grupo. Aqui é importante lembrar que as inflorescências estaminadas embora possuam flores menores que as pistiladas são mais densas com 60 vezes mais flores. Bernal & Ervik (1996) constataram que *Phytelphas seemannii*, em antese, tem uma temperatura de 8 – 12°C acima do ambiente. Ao contrário do que foi verificado em *M. flexuosa*, em Vereda, o odor de *P. seemannii* é forte e sentido a vários metros de distância.

Foram observados sinais críticos que indicaram o início da receptividade do estigma no campo, tais como a mudança da coloração do estigma de creme para marrom e aparecimento de umidade no estigma juntamente com o início da produção de néctar. Estes sinais reforçaram o teste de peroxidase feito em laboratório, que mostraram que a flor está receptiva quatro dias após a antese. Não foi encontrada nenhuma alteração da posição da flor antes ou após a abertura das flores (FIGURA 5).





**FIGURA 5** - Seqüência de eventos florais em indivíduos estaminados e pistilados de *Mauritia flexuosa*, no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. Dados referentes ao ano de 2000 e 2001. ◆ início da abertura; • emissão de odor; x presença de visitantes; □ variação de cor; ▽ funcionalidade da flor.



A abscisão floral, aqui considerada quando flores pistiladas não chegam a completar a abertura, ocorrem em 13,9% das flores ( $n = 151$ ). A abscisão após a abertura e o aborto de frutos no início do desenvolvimento é bem maior, chegando a 45,0% ( $n = 151$ ). Em outros estudos tem sido constatado que abscisão de flores e os abortos de frutos imaturos ocorre comumente em grande escala nas espécies vegetais (Bawa & Webb, 1984). Neste contexto, poderíamos considerar normal a taxa de abortos de flores e frutos em *M. flexuosa*. No entanto, quando se verificou que o sucesso na produção de frutos após as polinizações manuais foi duas a seis vezes maior do que no controle, pôde-se concluir que os abortos podem estar relacionados com a baixa eficiência na polinização.

Apenas as flores pistiladas são nectaríferas e a produção de néctar inicia-se quando a flor está com 3 a 4 dias (100% aberta). Nesta ocasião o estigma apresenta-se com a cor marrom claro e com aspecto úmido brilhante. A produção de néctar termina quando a flor está com 6 a 7 dias e a flor ainda está receptiva. O volume médio de néctar encontrado foi de  $1,5 \mu\text{l} \pm 0,9$  diário ( $n = 120$ ) e a concentração média de equivalentes de sacarose foi de  $19,5\% \pm 6,2$  diário ( $n = 120$ ). Não houve diferenças no volume e concentração em coletas feitas de manhã ou à tarde. Não foi encontrado néctar nas flores estaminadas, que produzem apenas pólen (TABELA 2). Por outro lado nas flores pistiladas não há produção de pólen nos estaminódios, mas estes se assemelham ao estame da flor estaminada. Esta semelhança pode indicar uma tentativa para atrair os mesmos visitantes. Em *Prestoea schultzeana* (Ervick & Feil, 1977) e em *Euterpe precatória* (Küchmeister *et al.*, 1997), tanto as flores estaminadas como as pistiladas produzem néctar. Nesta última a concentração de sacarose do néctar das flores pistiladas (37% e 0,021 mg) é significativamente mais alto que a das flores estaminadas (9% e 0,007 mg).

*M. flexuosa* possui grãos de pólen esféricos que são liberados da antera em forma de grãos individuais. Os grãos de pólen possuem a exina grossa e espinescente. Os testes de viabilidade utilizando meio de cultura líquido indicaram grãos de pólen não viáveis em amostras testadas com mais de 12 horas da coleta na planta. A taxa de viabilidade para flores em pré-antese foi de 64,4%, enquanto em flores abertas foi de 75,6%. Pelos resultados encontrados, as flores estaminadas já se encontram com pólen viável em flores em pré-antese.

O teste para a detecção de gordura no grão de pólen, feito com Sudan IV, foi positivo, sendo possível visualizar as gotículas de uma substância de natureza lipídica ao redor do grão de pólen, mesmo sem usar os reagentes.

Foram encontrados 33.000 grãos de pólen por antera ( $n = 10$ ). A relação pólen/óvulo, índice de Cruden (1977), foi de 66.000: 1. A estimativa da razão P/O populacional foi de  $6,5 \times 10^{12}$  (grãos) : 703.000 (óvulos). Em *Euterpe precatoria* (Küchmeister *et al.*, 1997), uma palmeira monóica, o pólen também é produzido em grande quantidade - cada flor estaminada tem 21.000 grãos de pólen. Como nesta espécie as flores se arranjam em tríades, duas flores estaminadas para uma pistilada, a razão sexual de duas flores estaminadas para uma flor pistilada com um óvulo resulta na razão pólen - óvulo de 42000. Esses autores atribuem a grande produção de pólen a uma adaptação para fornecer recursos para uma grande quantidade de visitantes.

## 5.2 - Sistema Reprodutivo

*M. flexuosa* exibiu xenogamia obrigatória, visto que de todos os 750 botões pistilados ensacados para testar apomixia nenhum resultou em frutos (TABELA 5). Esta característica se confirmou também pela elevada razão pólen / óvulo. O conhecimento do sistema sexual é essencial para a avaliação da dependência de produção de sementes, da taxa de polinização e para o entendimento dos mecanismos de fluxo gênico entre as populações. Também pode trazer diferentes implicações para os mecanismos de polinização e comportamento do polinizador, onde a separação das funções estaminadas e pistiladas tem sido tratada como um mecanismo para evitar a auto-polinização (Kress & Beach, 1994). As diferenças sexuais em espécies dióicas se devem a diferenças na habilidade competitiva, na repartição de nicho e com o uso diferencial dos recursos, onde as plantas pistiladas alocam grandes quantidades de recursos na fase reprodutiva para o desenvolvimento do fruto e da semente. Em *Chamaedorea tepejilote* (Arecaceae), constatou-se que as folhas pistiladas acumulam mais recursos que as folhas das plantas estaminadas. Este recurso extra das folhas das plantas pistiladas provê energia necessária para manter os frutos (Oyama & Dirzo, 1988). Em *M. flexuosa*, provavelmente, maior recurso é gasto em palmeiras pistiladas do que nas estaminadas, já que as primeiras produzem néctar e formam frutos. A nível de indivíduo e de população ocorrem poucas flores pistiladas, se compararmos com as flores estaminadas. Uma inflorescência estaminada tem 60 vezes mais flores que uma inflorescência pistilada (TABELA 2). Portanto, considerável quantidade de recursos pode então estar disponível para as flores pistiladas (Kay *et al.*, 1984).

A evolução da xenogamia para a autogamia tem sido acompanhada por um decréscimo na razão de grãos de pólen para óvulo e estudos do sistema reprodutivo xenogâmico mostraram uma alta razão de grãos de pólen por óvulo. A relação entre o número de grãos de pólen e óvulos pode ser correlacionada com o sistema reprodutivo e pode ser uma estimativa da eficiência relativa da polinização. A razão P/O de Cruden (1977) medida em *M. flexuosa* indica uma tendência de aumentar a oportunidade de receber pólen.

**TABELA 5** - Resultados da avaliação do sistema reprodutivo de *M. flexuosa* na Vereda do Parque do Sabiá – Uberlândia, MG, em 2001. n = número, % = proporção, no= não observado. (1) Distância de 80 metros; (2) Distância de 300 metros entre estaminada doadora e a pistilada receptora de pólen.

Tratamento	Flores n	Frutos n (%)	Nº indivíduos Testados n	Abortos (frutos)* n (%)	Abscisão (flores) n (%)
Controle	928	89 (9,5)	7	no	no
Polinização Manual (1)	86	21 (24,5)	4	19 (22)	46 (53,5)
Polinização Manual (2)	65	41 (63)	4	2 (3,2)	22 (33,8)
Apomixia	750	0	7	—	—

\* frutos com 30 dias de desenvolvimento (tamanho aproximado de 2 cm).

### 5.3 - Sucesso Reprodutivo

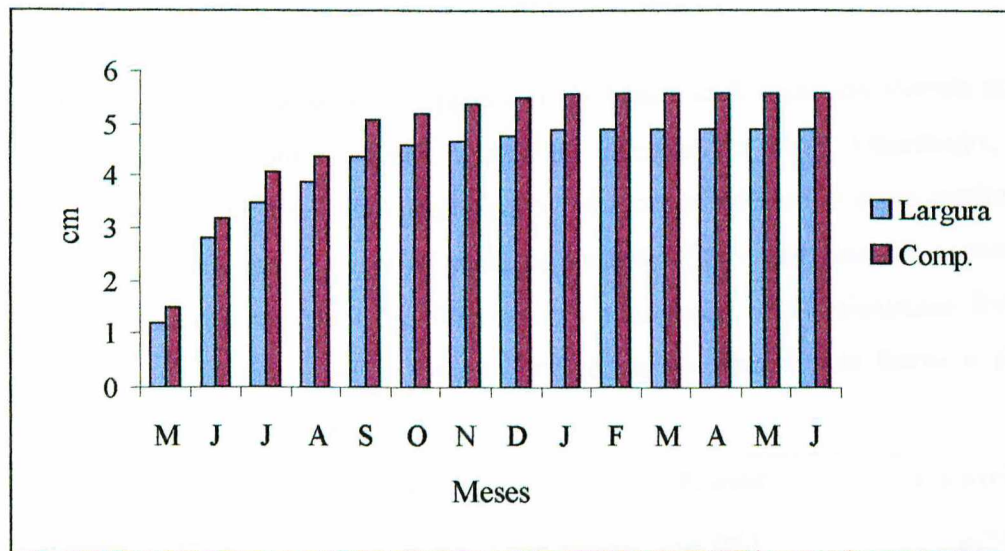
Das 30 palmeiras pistiladas que foram acompanhadas, entre 1999 e 2001, 8 tiveram produção de frutos muito baixa. Destas 8 palmeiras com poucos frutos só um indivíduo havia florescido no ano anterior, e com frutificação anterior normal. Quatro delas ficaram visivelmente doentes, com as flores infestadas, resultando num baixo sucesso reprodutivo no período de 2001 a 2002.

Foi observada uma produção natural de frutos muito baixa (9,5%) em 928 flores marcadas (TABELA 5). Storti (1993) encontrou para *M. flexuosa* um sucesso reprodutivo também baixo em condições naturais (14%), tendo atribuído este fato a uma baixa fertilidade do grão de pólen duas horas após a abertura da flor, à visitação mais intensa nas plantas estaminadas que nas pistiladas e ao grande número de abortos de flores e frutos imaturos. Todos esses resultados, exceto a baixa fertilidade do grão de pólen, também foram confirmados no presente estudo. A produção de frutos em polinizações manuais variou conforme a distância entre a planta receptiva e o doador de pólen. A uma distância de 80 metros o sucesso reprodutivo foi de 24,4%, enquanto que este foi de 63% quando a distância do receptor foi aumentada para 300 metros (TABELA 5). Bernal & Ervick (1996) argumentaram que o sucesso reprodutivo (mais de 75% de frutos produzidos em condições naturais) de *Phytelephas seemanii*, é grande por causa da distância entre indivíduos estaminados e pistilados durante a antese, cerca de 164 metros no mínimo. No estudo da palmeira dióica, *Phoenix dactylifera*, DeMason & Sekhar (1988) deram ênfase à contribuição da planta estaminada no sistema reprodutivo onde o pólen parente afeta a morfologia e desenvolvimento dos frutos nestas palmeiras. Em *M. flexuosa* deve ocorrer um mecanismo de rejeição de pólen de indivíduos aparentados e talvez este seja um dos fatores para explicar o grande número de abortos ocorridos (TABELA 5).

Também em polinizações artificiais feitas em *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* (Geonomeae: Arecaceae), (Cunningham, 1996) verificou que a produção de frutos por polinização manual de frutos foi cinco vezes maior quando comparada com a produção de frutos em condição natural e ainda que o número de frutos por inflorescência é afetado significativamente pelo suprimento de pólen. A produção de frutos maduros por inflorescência foi baixo em *M. flexuosa*, resultado este semelhante ao encontrado por Storti (1993) para esta espécie em Manaus. Vários fatores podem explicar a baixa produção de frutos encontrada. Entre estes destacam-se aqueles relacionados à falta de recursos energéticos da planta para suprir a demanda necessária à maturação de todos os frutos que iniciam desenvolvimento, aborto seletivo de frutos ou falhas na polinização. Considerando os resultados obtidos no sucesso de frutificação nas polinizações manuais em comparação com o controle, é pouco provável que estejam ocorrendo falta de recursos energéticos da planta. É muito provável que o polinizador seja um fator limitante, se considerarmos que sua frequência na planta estaminada e pistilada é baixa na área de estudo mas contudo, esta eficiência deve ser melhor testada em estudos futuros.

Após oito meses os frutos cessam o crescimento, indicando o início da maturação. Os frutos só começam a cair após 12 meses. Ao cair os frutos ainda estão com o pericarpo firme e só finalizam o processo de maturação quando estão no solo (FIGURA 6).

**FIGURA 6** – Variação de tamanho do fruto de *Mauritia flexuosa* de maio de 2000 a junho de 2001



A comparação do sucesso reprodutivo de *M. flexuosa* em duas áreas de Vereda com diferentes graus de perturbação, demonstrou que na área menos perturbada pela ação antrópica o sucesso reprodutivo (50,3%) é maior que na área mais perturbada (35,6%) (TABELA 6). Embora ambas as áreas estejam no terceiro estágio de evolução (Carvalho, 1991), a área menos perturbada ainda apresenta alguns pontos com características que tendem ao segundo estágio, o que pode ser um fator para explicar esta diferença (vide Capítulo 1, p. 15). O estado de conservação das veredas podem influir no sucesso reprodutivo se considerarmos que em ambiente mais natural a abundância e variedade dos visitantes florais pode ser maior, possibilitando assim que o mecanismo de polinização funcione eficientemente. Este resultado pode estar relacionado também com uma sensibilidade desta espécie à área fragmentada de tamanho restrito, como são as duas áreas estudadas, sofrendo portanto com o conseqüente aumento dos efeitos de borda, que podem atuar no rendimento reprodutivo através do aumento da exposição ao vento, insolação e dessecação (Aizen &

Feinsinger, 1994; Scariot, 1999). Outro aspecto a ser analisado é a existência de grande quantidade de espécies exóticas no ambiente de Vereda do Parque do Sabiá, que pode interferir na biologia da flora e fauna nativas (Frankie, 1975 apud Newstrom *et al.*, 1993).

**TABELA 6** - Comparação do sucesso reprodutivo de *Mauritia flexuosa* em Vereda no Parque do Sabiá, com a Vereda situada no Córrego do Mogi, Uberlândia, MG. O número de flores está expresso em valores numéricos e entre parênteses em porcentagem. (1) – área mais perturbada, (2) - área menos perturbada. A contagem de frutos foi feita após a maturação. \* As cicatrizes foram aqui consideradas como indício de ocorrência de abscisão de flores e aborto de frutos desenvolvidos.

Local	Flores	Frutos	Cicatrizes*
	n	n (%)	n(%)
Parque do Sabiá (1)	1237	441 (35,6)	796 (64,3)
Córrego do Mogi (2)	1099	553 (50,3)	546 (49,7)



## 6 - CONCLUSÕES

*Maurita flexuosa* apresenta várias características florais que estão associadas a entomofilia: presença de néctar, cor e odor e grande produção de pólen associada à característica de pollenkitt.

Como não ocorreu a formação de frutos em inflorescências isoladas conclui-se que esta espécie é dependente dos visitantes florais para esse processo.

O sucesso reprodutivo é maior quando cruzaram-se entre indivíduos mais distantes entre si é menor entre indivíduos mais próximos entre os quais a probabilidade de parentesco é maior. O sucesso reprodutivo em condições naturais é baixa.

## 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERLY, D. D.; RANKIN-DE-MERONA, J. M.; RODRIGUES, W. 1990. Tree densities and sex ratios in breeding population of dioecious Central Amazonian Myristicaceae. **Journal of Tropical Ecology**, n.6, p.239-248.
- AIZEN, M. A.; FEINSINGER, P. 1994. Forest fragmentation, pollination and plant reproduction Chaco Dry Forest, Argentina. **Ecology**, v.75, n.2, p.330-351.
- BALTHAZAR, M. V.; ENDRESS, P. K. 1999. Floral bract function, flowering process and breeding systems of *Sarcandra* and *Cloranthus*. **Plant Syst. Evol.**, n.218, p.161-178.
- BAWA, K. S.; OPLER, P. A. 1975. Dioecism in Tropical Forest Trees. **Evolution**, n.29, p.167-179.
- \_\_\_\_\_ 1980a. Evolution of dioecy in flowering plants. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, n.11, p.15-39.
- \_\_\_\_\_ 1980b. Mimicry of male by female flowers and intrasexual competition for pollinators in *Jacaratia dolichaula* (D.Smith) Woodson (Caricaceae). **Evolution**, v.34, n.3, p.467-474.
- BAWA, K. S.; WEBB, C. J. 1984. Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. **Amer. J. Bot.**, v.71, n.5, p.736-751.

- BERNAL, R.; ERVICK, F. 1996. Floral biology and pollination of the dioicous Palms *Phytelephas seemannii* in Colombia: an adaptation to Staphylinide Beetle. **Biotropica**, v.28, n.4b, p.682-696.
- CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. D. 1997. Photosynthesis, stomatal, conductance, transpiration and osmotic adjustment of buriti plants subjected to water stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, n.2, p.117-123.
- CORRÊA, P. M. 1926. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. v.1, p.338-340.
- CRUDEN, R. W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, n.31, p.32-46.
- CUNNINGHAM, S. A. 1996. Pollen supply limits fruit initiation by a rain forest understorey palm. **Journal of Ecology**, n.84, p.185-194.
- DAFNI, A. 1992. **Pollination ecology – A practical approach**. Oxford: Oxford University Press.
- DEMASON, D. A.; SEKHAR, K. N. 1988. The breeding system in the date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) and its recognition by early cultivators *Advances in Economic Botany*. In: BALICK, Michael J. (ed.). **Tree of life: biology, utilization and conservation: proceedings of a symposium at the 1986. New York: Annual Meeting for Economic Botany held at the New York Botanical Garden**. p.20-35.
- ERVICK, F. and FEIL, J. P. 1997. Reproductive Biology of the Monoecious Understory Palm *Prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador. **Biotropica**. V.29, n.3, p. 309-317.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. 1979. **The principles of pollination ecology**. Oxford: Pergamon Press. 244p.

- FRITZ, A. L.; NILSSON, L. A. 1996. Reproductive success and gender variation in deceit-pollinated orchids. In: LLOYD, David G.; BARRETT, Spencer C. H. (eds.). **Floral biology: studies on floral evolution in animal-pollinated plants**. New York: Chapman & Hall. 319p.
- HEDSTRÖM, I. 1986. Pollen carries of *Cocos nucifera* L. (Palmae) in Costa Rica and Ecuador (Neotropical region). **Rev. Biol. Trop.** v.34, n.2, p.297-301.
- KAHN, F. 1988. Palm Brief – A distichous *Mauritia flexuosa*. **Principes**, v.32, n.2, p.88,.
- KAY, Q. O. N.; LACK, A. J.; BAMBER, F. C.; DAVIES, C. R. 1984. Differences between sexes in floral morphology, néctar production and insect visits in a dioecious species, *Silene dioica*. **The New Phytologist** , p.515–529.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. 1993. **Techniques for pollination biologists**. Colorado: University Press of Colorado. 583p.
- KRESS, W. J.; BEACH, J. H. 1994. Flowering plant reproductive systems. In: MCDADE, L. A.; BAWA, K. S.; HARTSHORN, G. S. (eds.). **La selva: ecology and natural history of a Lowland Tropical Rainforest**. Chicago: University of Chicago Press. p.161-182.
- KÜCHMEISTER, H. C.; HOPKINS, M. J. G.; HENDERSON, A.; SCARIOT, A. 1999. **Flora da Reserva Ducke – Guia de Identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Inpa: DFIF. 800p.
- LISTABARTH, C. 1993. Pollination in *Geonoma macrostachys* and Three Congeneres, *G. acaulis*, *G. gracilis*, and *G. interrupta*. **Bot Acta**. n.106, p. 496-506.
- LORENZI, H. 1996. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Ed. Plantarum. p.112-113.

- MARTINS, R. C. 2000. **Arecaceae (Palmae) no Distrito Federal, Brasil**. 104f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.
- MEAGHER, T. R. 1981. Population biology of *Chamaelirium luteum*, a Dioecious Lily. II. Mechanisms Governing Sex Ratios. **Evolution**, v.35, n.3, p.557-567
- MOORE JR., H. E.; UHL, N. W. 1982. Major trends of evolution in Palms. **The Botanical Review**, n.48, p.1-69
- OYAMA, K.; DIRZO, R. 1988. Biomass allocation in the dioecious tropical Palm *Chamaedorea Tepejilote* and its life history consequences. **Pl. Sp. Biol.**, n.3, p.27-33.
- PERES, C. A., 1994. Composition, density and fruiting phenology of arborescent Palms in na Amazonian Terra Firme Forest. **Biotropica**, v.26, n.3, p.285-294.
- RAMIREZ, N.; BRITO, Y. 1990. Reproductive biology of a tropical palm Swamp Community in the Venezuelan Llanos. **Am. J. Bot.**, v.77, n.10, p.1260-1271.
- SCARIOT, A. O.; Lleras, E. and HAY, J. D. 1991. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. **Biotropica**, v.23, n.1, p.12-22.
- SCARIOT, A. 1999. Forest fragmentation effects on palm diversity in central Amazonia. **Journal of Ecology**, n.87, p.66-76.
- SHPIGEL, E.; ROIZ, L; GOREN, R.; SHOSEYOV, O. 1998. Bacterial cellulode-binding domain modulates in vitro elongation of different plant cells. **Plant Physiol.**, n.117, p.1185-1194.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1990. Pollination and evolution in palms. **Phyton**, Austria, v.30, n.2, p.213-233.

- SILVA, G. S. D. 1996. *Cylindrocladium pteridis*, causal agent of leaf spot of buriti (*Mauritia flexuosa*). **Fitopatologia Brasileira**, v.21, n.4, p.523.
- STORTI, E. F. 1993. Biologia floral de *Mauritia flexuosa* Lin. Fil. na região de Manaus, AM., Brasil. **Acta Amazônica**, v.23, n.4, p.371–381.
- UHL, N. M.; DRANSFIELD, J. 1988. Genera Palmarum, a new classification of palms and its implications. **Advances in Economic Botany**, n.6, p.1-19.
- VILLALOBOS, M.P. 1994. **Guilda de frugívoros associada com o buriti (*Mauritia flexuosa* : Palmae) numa vereda no Brasil Central**. UNB. Brasília. Tese de Mestrado. 99p
- WYATT, R. 1983. **Pollinator – Plants interactions and the evolution of breeding systems**. *Pollination Biology*. Academic Press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, 1983.

### **CAPÍTULO 3 - POLINIZAÇÃO DE *MAURITIA FLEXUOSA* L. (ARECACEAE)**

## 1 - RESUMO

A espécie *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) foi estudada, quanto aos seus visitantes, durante o período de estudo compreendido entre setembro de 1999 a abril de 2001, em uma área de Vereda no Município de Uberlândia, MG, no Parque do Sabiá (18° 57'50" S e 48° 14' W). As espécies dos visitantes registradas nas flores de *M. flexuosa* pertencem a três ordens: Coleoptera, Hymenoptera e Diptera. Os besouros visitam preferencialmente as flores estaminadas e raramente as flores pistiladas. As vespas e alguns dos coleópteros fazem visitas irregulares e alguns insetos se comportam como pilhadores coletando néctar sem contatar o estigma, não contribuindo para o sucesso da polinização de *M. flexuosa*. Os visitantes mais frequentes foram *Trigona* sp (Apidae) e *Ornidia obesa* (Syrphidae), que foram ativos principalmente na parte da manhã. O tempo gasto nas flores variou consideravelmente para estas duas espécies. Para *Trigona* sp a média foi de  $31,4 \pm 16,7$  segundos e *Ornidia obesa*  $12,9 \pm 3,7$  segundos. Na maior parte do tempo as visitas de *O. obesa* foram rápidas e foram gastas sobre o exterior da corola, e visitavam preferencialmente as flores pistiladas contactando o estigma. A espécie *Trigona* sp foi considerada como polinizador potencial pois visitou com frequência as inflorescências estaminadas e também as pistiladas nas quais foi observada contactando o estigma com o corpo sujo de pólen. As moscas e os coleópteros foram considerados polinizadores eventuais e as vespas como pilhadores. A hipótese de ocorrência de anemofilia dominante nesta espécie foi descartada, uma vez que o teste com as lâminas evidenciaram presença de poucos grãos de pólen. Em razão disso o vento foi considerado como vetor adicional na polinização. *M. flexuosa* foi considerada uma espécie melitófila.



## 2 - ABSTRACT

The species *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) was studied, regarding to its visitors, during the study period from September 1999 to April 2001, in an area of Palm swamp in Uberlândia, State of Minas Gerais, in the reserve of the Park of Sabiá (18° 57'50 " S and 48° 14 ' W). The visitors' species registered in the flowers of *M. flexuosa* belong to three orders: Coleoptera, Hymenoptera and Diptera. The beetles prefer to visit the staminate flowers and rarely visit the pistillate ones. The wasps and some of the coleoptera make visits irregularly and some insects behave as nectar robbing without contacting the stigma, not contributing to the success of the pollination of *M. flexuosa*. The most frequent visitors were *Trigona* sp (Apidae) and *Ornidia obesa* (Syrphidae), that were active mainly in the morning. The time spent in the flowers varied considerably for these two species. For *Trigona* sp the average was of  $31.4 \pm 16.7$  seconds and *Ornidia obesa*  $12.9 \pm 3.7$  seconds. Most of the time the visits of *O. obesa* were fast and were worn-out on the exterior of the corolla, and they visited preferentially the pistillate flowers contacting the stigma. The species *Trigona* sp was considered as a potential pollinator because it visited the staminate inflorescences frequently and also the pistillate ones in which it was observed contacting the stigma with the body, dirty of pollen. The flies and the coleoptera were considered eventual pollinators and the wasps as nectar robbing. The hypothesis of occurrence of dominant anemophily in this species was discarded, once the test with the sheets evidenced the presence of few pollen grains. For that reason the wind was considered as an additional vector in the pollination. *M. flexuosa* was considered an melittophilous species.

### 3 - INTRODUÇÃO

São poucos os estudos de polinização em palmeiras. A partir de uma revisão feita por Henderson (1986), Silberbauer-Gottsberger (1990) e Medeiros-Costa (1994), juntamente com os estudos em *Acrocomia aculeata* (Scariot *et al.*, 1991), *Phytelephas seemanni* (Bernal & Ervick, 1996), *Euterpe precatoria* (Küchmeister *et al.*, 1997) e *Cocos nucifera* (Hedström, 1986), foi possível levantar informações referentes à biologia floral e polinização de algumas espécies de palmeiras, e destas somente duas são dióicas.

Em levantamento sobre estudos realizados com palmeiras, Henderson (1986) e Silberbauer-Gottsberger (1990) encontraram que a exclusividade da polinização pelo vento nesta família é pouco consistente. O que parece é que o vento é um vetor adicional no processo. A polinização pelo vento ocorre em palmeiras primitivas, sendo que nas espécies anemófilas as brácteas são abertas durante a floração, ocorre protandria, redução de sépalas e pétalas e o ovário com um só carpelo desenvolvido (Silberbauer-Gottsberger, 1990). Os estudos mais recentes têm demonstrado que as palmeiras são mais freqüentemente polinizadas por insetos do que pelo vento e a família parece ter se originado como um grupo entomófilo (Henderson, 1986).

Certas características das suas inflorescências e flores de Arecaceae parecem adaptações para um grupo de insetos predominante, principalmente pertencentes às ordens Coleoptera e Hymenoptera. Contudo, na maioria das espécies, o mais geral é que prevaleçam as características entomófilas, como por exemplo *Phoenix dactylifera* e *Chamaedorea costaricana* (Henderson, 1986), *Syagrus loefgrenii* e *Butia leiospatha* (Silberbauer – Gottsberger, 1990) e *Euterpe edulis* (Mantovani & Morellato, 2000).

Storti (1993) registrou, para *Mauritia flexuosa*, na região da Amazônia, que os visitantes predominantes foram besouros das famílias Curculionidae e Nitidulidae, que poderiam ser os polinizadores, em vista da sua maior frequência em ambas as flores, estaminadas e pistiladas, em relação aos visitantes de outros grupos.

Muitas palmeiras têm se especializado em determinadas síndromes de polinização, às vezes com um espectro de visitantes restrito. No Cerrado, a maioria estudada é especializada num grupo predominante de visitantes, os coleópteros. Como exemplo: *Acrocomia aculeata* (Scariot *et al.*, 1991), onde os principais polinizadores são *Andranthobius* sp (Curculionidae), *Mystrops cf. mexicana* (Nitidulidae) e *Cyclocephala forsteri* (Scarabaeidae) e também *Orbignyia eichleri* e *O. phalerata* (Henderson, 1986) polinizadas exclusivamente por coleópteros *Mystrops* sp (Nitidulidae). A associação íntima entre palmeiras e certos coleópteros sugere que a polinização cantarófila é ancestral (Henderson, 1986). As espécies que são cantarófilas, em geral, raramente possuem nectários (Dafni, 1992; Faegri & Van der Pijl, 1979; Kückmeister *et al.*, 1997; Silberbauer-Gottsberger, 1990).

Além de coleópteros, outros grupos têm sido encontrados como polinizadores de palmeiras. Dentre estes, representantes de Hymenoptera, como por exemplo abelhas do gênero *Trigona*, cujo forrageamento pode cobrir 1 km de distância (Faegri e Van der Pijl, 1979; Endress, 1994). Neste gênero existem espécies que são as principais polinizadoras de *Cocos nucifera* (Hedström, 1986; Henderson, 1986), *Chamaedorea flagrans* (Henderson, 1986) e *Butia leiospatha* (Silberbauer-Gottsberger, 1990), todas produtoras de néctar. As abelhas normalmente conseguem reter a imagem da flor, dos locais explorados e conseguem detectar excepcionalmente a presença de pólen nas anteras. Espécies de *Trigona* têm língua curta e retiram néctar de flores de corola curta. Em flores com cálice tubular podem perfurar a base no cálice para coletar néctar, comportando-se neste caso como pilhadoras (Kay *et al.*, 1984).

Estudos de biologia floral têm registrado que as espécies de palmeiras podem apresentar odor (Scariot *et al.*, 1991; Storti, 1993) e recursos do tipo néctar a pólen além de local de acasalamento para coleópteros (Bernal & Ervick, 1996). Na região da Amazônia ambas as flores, estaminadas e pistiladas, de *M. flexuosa*, têm forte emissão de odor (Storti, 1993).

Com relação à produção de néctar, as palmeiras primitivas secretavam pouco néctar, produzido em nectários superficiais ou nos tecidos secretores de néctar, situados externamente nos carpelos. Nas palmeiras atuais, com gineceu sincárpico, o néctar é produzido por nectários septais, que estão localizados nos espaços entre a fusão incompleta dos carpelos e no início da base do ovário ou acima como uma cratera trirradiada.

A maioria das espécies tropicais floresce no início da estação chuvosa, permitindo a ação dos polinizadores, a regulação de um tempo ótimo de germinação, escape de predadores, ótimo tempo de alimentação das larvas dos polinizadores e muitos outros aspectos da história de vida dos animais. O florescimento e a polinização se interagem. O florescimento é influenciado pela dinâmica de população dos polinizadores e a atividade dos polinizadores influenciam no sucesso reprodutivo da planta, nos padrões reprodutivos e no fluxo gênico. Isto é, os polinizadores desenvolvem estratégias de forrageamento e ciclo de vida em resposta à hora e à abundância dos recursos da planta, e vice-versa (Küchmeister *et al.*, 1997; Silberbauer-Gottsberger, 1990).

O objetivo deste estudo foi o de determinar os visitantes florais de *M. flexuosa* a frequência de cada um bem como distinguir entre eles os polinizadores eventuais, potenciais e pilhadores.

#### 4 - MATERIAL E MÉTODOS

O estudo referente aos visitantes de *Mauritia flexuosa* foi desenvolvido em Vereda, no Parque do Sabiá (18° 57'50" S e 48° 14' W), no município de Uberlândia, MG.

Foram feitas observações focais do comportamento dos visitantes durante todo o período de estudo. Para as observações quantitativas foram acompanhados dois indivíduos estaminados e dois pistilados, com coletas realizadas durante 24 horas não consecutivas. Essas observações foram feitas em boas condições climáticas (temperatura amena, sem vento forte e sem chuva). No período noturno a observação foi feita somente nos indivíduos pistilados.

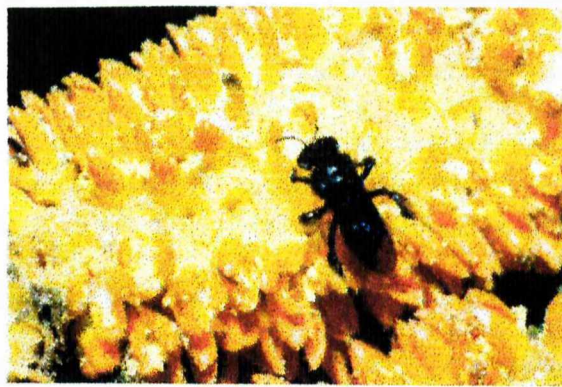
A frequência dos visitantes foi realizada coletando indivíduos nos meses de março e abril de 2001. A frequência foi baseada no número de visitantes florais coletados durante 15 minutos em cada hora, em dois indivíduos estaminados, e dois indivíduos pistilados, em quatro dias consecutivos. Um visitante foi considerado **muito freqüente** quando ocorria mais que 15 visitantes por ráquila, **freqüente** 10-15 indivíduos por ráquila; menos que 10 indivíduos por ráquila foi considerado **raro** (Pombal & Morellato, 2000). Os visitantes foram separados em três categorias: **polinizador potencial** (visitantes freqüentes e muito freqüentes em flores dos dois sexos e que contactam o estigma), **polinizador eventual** (os visitantes freqüentes e muito freqüentes presentes preferencialmente em um dos sexos observados contactando o estigma) e **pilhadores** (visitantes presentes apenas nas flores de um dos sexos e/ou que não contactam o estigma). Para as observações foram utilizados: escada que se estende até 7 metros, binóculo e lupa de mão.

A coleta de microcoleópteros foi feita ensacando-se rapidamente parte da inflorescência (ráquila) com flores em antese e cortando-a em seguida para análise. Esta ráquila ensacada foi então colocada dentro de uma caixa plástica com éter, imediatamente fechada e só aberta no laboratório, para contagem do número de indivíduos. Os insetos maiores foram coletados com auxílio da rede entomológica. Parte dos insetos capturados foram depositados em frascos rotulados para posterior identificação. Os besouros grandes e as moscas, logo que foram capturados nas inflorescências pistiladas, eram checados com lupa de bolso para verificação da presença de grãos de pólen em seus corpos. No caso das abelhas e de moscas, foram fixadas em álcool 70%, e o carregamento de pólen foi analisado no laboratório, onde foi feita a montagem do pólen encontrado no corpo dos visitantes para comparar com o pólen da espécie em estudo. O álcool do frasco foi centrifugado por cinco minutos a 2000 rpm e posteriormente analisado sob o microscópio para verificar a presença de grãos de pólen de *M. flexuosa* (Bernal e Ervick, 1996; Ervich e Feil, 1997).

Para testar a importância da anemofilia em *M. flexuosa* foram distribuídas 3 lâminas untadas com glicerina em cada uma de quatro palmeiras pistiladas, em diferentes alturas na planta, num total de 12 lâminas. As lâminas foram penduradas em frente às inflorescências pistiladas e coletadas após 24 horas. Foram também efetuadas preparações microscópicas para análise e identificação dos grãos de pólen. Para esta avaliação estabeleceu-se uma comparação entre o número total de grãos de pólen produzidos (N) e o número de grãos de pólen trazidos pelo vento e aderidos na lâmina em relação a área da superfície estigmática (a) e a superfície da lâmina (A):  $n/N \sim a/A$  (fórmula baseada em Faegri & Van der Pijl (1979)). O número total de grãos de pólen foi calculado multiplicando o número de grãos de pólen por antera pelo número de anteras pelo número de flores por inflorescência pelo número de inflorescências.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As abelhas *Trigona* sp (Apidae) foram consideradas as principais visitantes das flores estaminadas e pistiladas de *M. flexuosa*. Esta espécie inicia as atividades ao redor das 6:30 horas e foi mais ativa no período da manhã, com um pico de atividade entre 10 e 11 horas e um pico menor entre 14 – 15 horas. A espécie *Trigona* sp foi muito freqüente, tanto nas flores estaminadas, como nas flores pistiladas, onde recolhiam néctar (TABELA 1). Ao retirar néctar contactaram o estigma com as peças bucais, com a cabeça e às vezes também com as pernas dianteiras (FIGURA 1). A análise dos grãos de pólen contidos nos corpos de vários indivíduos de *Trigona* sp revelou a presença de grãos de pólen de *M. flexuosa*, sendo portanto considerada polinizador potencial. *Chamaedorea flagrans* (Henderson 1986), uma outra espécie de palmeira dióica, nas quais as flores também possuem cor alaranjada, odor adocicado e suave, possui como um dos visitantes das suas flores pistiladas e estaminadas as abelhas do gênero *Trigona*, que neste caso são também os polinizadores.



A

B

**FIGURA 1** – Abelhas da espécie *Trigona* sp (Meliponini – Apidae) visitando as flores pistiladas (A) e as flores estaminadas (B). Foto: Christiano Peres Coelho.

Alguns estudos com palmeiras corroboram com os dados obtidos no presente estudo com *M. flexuosa*: *Butia leioatha* (Silberbauer -Gottsberger, 1990, *Cocos nucifera* (Hedström,

1986 e Henderson 1986), *Syagrus loefgrenii* (Silberbauer-Gottsberger, 1990 e *Geonoma macrostachys* (Listabarth, 1993), todas têm abelhas meliponas como polinizadores e especialmente *Butia leiohata* (Silberbauer-Gottsberger, 1990) e *Cocos nucifera* (Hedström, 1986) têm abelhas do gênero *Trigona* como principais polinizadores.

Abelhas da espécie *Apis mellifera* L. foram muito freqüentes nas flores estaminadas e pouco freqüentes nas flores pistiladas, onde nestas últimas as visitas foram rápidas, e raramente contactavam o estigma, sendo consideradas polinizadores eventuais.

As moscas da espécie *Ornidia obesa* (Syrphidae) visitam as flores pistiladas no mesmo horário das abelhas e também utilizaram o néctar (TABELA 1). Para remover o néctar, as moscas moveram sua língua ao redor do pistilo, contactando o estigma algumas vezes. Nas flores estaminadas foram observados indivíduos removendo pólen. Quando visitam as flores estaminadas, contactam as anteras com a probóscide, onde grãos de pólen se aderem. Ao visitarem a flor pistilada todo o seu corpo fica para o lado de fora da flor e somente sua língua, às vezes suja de pólen, toca o estigma. A maioria das suas visitas é rápida, embora tenham sido muito freqüentes nas flores pistiladas (n = 21 indivíduos) e pouco freqüentes nas flores estaminadas (n = 11 indivíduos). Muitos dípteros são visitantes florais e demonstram uma grande variedade de modos de polinização, nas quais caracterizam a síndrome de miofilia e sapromiofilia (Faegri & Van der Pijl, 1979). A família Syrphidae é considerada a mais importante família dos Diptera, no que diz respeito à polinização. *Ornidia obesa* (Syrphidae) foi considerada aqui como polinizador eventual de *M. flexuosa* por visitar preferencialmente as flores pistiladas. Em outras palmeiras, como *Asterogyne martiana* (Wendl.) Wendl. ex. Henseley (Geonomeae), os sirfídios foram considerados como polinizadores principais (Henderson, 1986, Silberbauer & Gottsberger, 1990). No entanto, Proctor *et al.* (1996) consideraram a polinização por moscas irregular e incerta, pois esses insetos não alimentam sua prole com recursos florais, utilizando outras fontes alimentares, e



também porque as plantas visitadas por moscas são também visitadas por uma grande variedade de insetos. Já para Faegri & Van der Pijl (1979), os dípteros podem ser importantes polinizadores, pois geralmente estão presentes ao longo de todo o ano, ao contrário de outros vetores, que podem apresentar períodos mais restritos de atividade.

Os pequenos coleópteros da família Nitidulidade e Mycetophagidae utilizaram pólen de *M. flexuosa* como principal recurso, pois esses visitantes permanecem muito tempo na inflorescência estaminada e apresentaram grãos de pólen por todo o corpo. No entanto, embora sejam extremamente abundantes e ativos nas flores estaminadas, foram muito raros nas flores pistiladas (TABELA 1). A preferência de besouros por flores estaminadas está associada à reprodução na qual suas larvas são grandes devoradoras de pólen. Esses besouros, quando encontrados nas inflorescências pistiladas, não entravam nas flores. Os coleópteros da família Curculionidae também são mais freqüentes nas flores estaminadas e são muito sedentários, permanecendo nas dobras das inflorescências por muitas horas, não passando para a inflorescência pistilada. Os coleópteros da família Nitidulidae foram muito freqüentes nas flores estaminadas ( $n = 138$  indivíduos/ráquila) e também raros nas flores pistiladas ( $n = 9$  indivíduos/ráquila). A atividade dos coleópteros nas flores estaminadas é bem mais visível e atinge o máximo entre 10-11 horas e 16-18 horas, com uma tendência para maior atividade na parte da tarde. Neste horário foi observado, nas flores estaminadas em antese, grande número de pequenos coleópteros fazendo revoada em torno da inflorescência estaminada, retornando em seguida para a mesma inflorescência, voltando a percorrer constantemente as flores.

**TABELA 1** – Composição e frequência dos visitantes florais nas flores de *M. flexuosa*, em Vereda, Uberlândia, MG. A abundância relativa está indicada da seguinte forma: *Muito freqüente* (+++); *freqüente* (++); *raro* (+). S = sim; N = não; n.obs = não observado.

Ordem/Família	Espécies	Flor Estaminada	Flor Pistilada	Duração visita (segundos)	Contacta estigma (S/N)
<b>COLEOPTERA</b>					
Nitidulidae	<i>Mystrops palmarum</i> Bondar, 1940	+++	+	—	N
	<i>Mystrops</i> sp	+++	+	—	N
Mycetophagidae	<i>Typhaea</i> sp	++	+	—	N
Curculionidae	<i>Conotrachelus</i> sp	++	+	—	N
	<i>Dactylocrepis</i> sp	++	+	—	n.obs
<b>HYMENOPTERA</b>					
Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linneu	+++	+	28,6 ± 13,4	S
	<i>Trigona</i> sp	+++	+++	31,4 ± 16,7	S
Formicidae*	<i>Camponotus crossus</i>	+	+++	—	N
	<i>Camponotus aff.blondus</i>	+	++	—	N
Vespidae	<i>Polistes</i> sp	+	++	22,6 ± 12	S
	<i>Polybia</i> sp	+	++	—	N
<b>DIPTERA</b>					
Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>	++	+++	8,9 ± 5,1	S

\* não entraram nas flores

Os microcoleópteros (Nitidulidae e Curculionidae) estão presentes na inflorescência com botões estaminados ainda em pré-antese. Bernal & Ervick (1996) relatam que *Mystrops* sp (Nitidulidade) são visitantes que chegam aos botões das flores de *Phytelephas seemannii* (Arecaceae) dois dias antes da antese e entram nas flores. Foram encontradas larvas nos botões estaminados de *M. flexuosa* na fase de pré-antese e estas foram identificadas como sendo larvas de coleópteros das famílias Curculionidae e Nitidulidae. As larvas de coleópteros não foram encontradas nas flores pistiladas. Apesar da raridade dos coleópteros nas flores pistiladas, estes foram considerados como polinizadores eventuais.

No presente estudo não foi observada a relação entre parasitismo e polinização em *M. flexuosa*, pois nas flores pistiladas estudadas os coleópteros das famílias Nitidulidae e Curculionidae são raros e suas larvas não foram encontradas. No entanto, em espécies de *Elaeis* (Arecaceae), especialmente na América, os insetos do gênero *Mystrops* (Nitidulidade) se reproduzem em flores estaminadas e relata-se que participam na polinização (Genty *et al.*, 1986; Silberbauer-Gottsberger, 1990); um tipo de simbiose também ocorre em *Phytelephas seemannii* (Bernal e Ervick, 1996) e nos gêneros *Attalea*, *Orbignya*, *Butia* e *Syagrus* (Küchmeister *et al.*, 1997; Silberbauer-Gottsberger, 1990).

No segundo ano de acompanhamento do florescimento de *M. flexuosa*, quando o índice pluviométrico foi menor, pois choveu quase 100 mm a menos que no ano anterior (veja Capítulo 1), foi observada uma quantidade muito maior de indivíduos do coleóptero *Mystrops* sp e também uma infestação maior das larvas de pequenos coleópteros nos botões florais estaminados em relação ao ano anterior. As larvas desenvolvem-se nos botões estaminados e quando a quantidade de larvas é grande, a predação do pólen causa prejuízos pois provoca a abscisão de botões na fase de pré-antese. Este fato ocorreu no segundo ano de florescimento

coincidentemente com a menor precipitação pluvial. Genty *et al.*, (1986) verificaram que o gênero *Mystrops* é abundante nas inflorescências estaminadas em *Elaeis guineensis* e afirmaram que a estação chuvosa pode ser adversa às populações de *Mystrops* por causa da rápida decomposição do pólen. Comprovou que, durante um aguaceiro, ou imediatamente após, a atividade desses insetos na inflorescência é nula. Temporadas mais secas são mais favoráveis para o desenvolvimento de suas populações.

As vespas foram freqüentes nas flores pistiladas e raras nas flores estaminadas e foram consideradas aqui como pilhadoras (TABELA 1). No entanto, alguns indivíduos da espécie *Polistes* sp foram observados contactando o estigma. As vespas foram mais ativas no período da manhã. Os indivíduos de *Polistes* sp foram freqüentes nas flores pistiladas (n = 12 indivíduos/ráquila) e raros nas flores estaminadas (n = 5 indivíduos/ráquila). Vespas do gênero *Polybia* também foram freqüentes nas flores pistiladas (n = 15 indivíduos/ráquila), mas não se apresentavam sujas de pólen, sendo consideradas pilhadoras.

As formigas *Camponotus crossus* e *Camponotus aff. blondus* foram encontradas nas ráquias e ao redor das flores pistiladas, sem que apresentassem pólen aderido ao corpo. Não contactavam os órgãos reprodutivos das flores de *M. flexuosa* e também foram consideradas pilhadoras (TABELA 1).

As flores estaminadas e pistiladas de *M. flexuosa*, em Manaus, ao contrário do observado em Uberlândia, emitem odor forte e têm como possíveis polinizadores os coleópteros das famílias Nitidulidae, Curculionidae e Cucujidae, são muito freqüentes em ambas as flores estaminadas e pistiladas (Storti, 1993). As abelhas, inclusive do gênero *Trigona*, foram vistas somente visitando as flores estaminadas de *M. flexuosa* (Storti, 1993). Essas divergências estão ligadas às diferenças regionais pois, segundo Genty *et al.*, (1986) e Silberbauer-Gottsberger (1990), a predominância de besouros e sua relativa eficiência de

polinização dependem do clima e da região geográfica. As discordâncias também poderiam estar relacionadas com a fisionomia fragmentada da Vereda, pois limitam as espécies de plantas e animais que ocorrem nesses ambientes, de modo que espécies generalistas tendem a ser favorecidas (Aizen & Feinsinger, 1994).

De maneira geral, em *M. flexuosa* foi observado um número muito maior de visitantes nas flores estaminadas do que nas pistiladas e os visitantes apresentaram uma maior atividade nas flores estaminadas. O grande número de abortos florais que ocorre em *M. flexuosa*, pode estar relacionado com a baixa frequência dos polinizadores, que visitam com menor frequência a planta pistilada. Circunstâncias onde há variação na abundância do polinizador podem resultar numa limitação de pólen e podem contribuir para a baixa produção de frutos (Sutherland, 1986; Cunningham, 1996). O dimorfismo floral observado em *M. flexuosa*, com flores pistiladas maiores e em menor número que as flores estaminadas, (veja Capítulo 2) e a diferença no tipo de recurso floral entre os sexos pode estar associado a atração de visitantes preferencialmente num determinado sexo. Com relação aos recursos oferecidos temos os coleópteros que visitaram preferencialmente as plantas estaminadas em busca de pólen e as moscas que visitaram com maior frequência as plantas pistiladas parecendo possuir interesse maior em néctar. Em outras espécies dióicas de outras famílias, como por exemplo em *Silene dióica* (Chenopodiaceae), o polinizador principal prefere as flores estaminadas de manhã e visitam as flores pistiladas à tarde. A explicação encontrada para este fato está relacionada com o recurso oferecido pelas plantas. Embora ambas as flores dos dois sexos produzam néctar, as flores pistiladas produzem um volume consideravelmente maior (Kay *et al.*, 1984).

O dimorfismo não é total entre as flores de *M. flexuosa* pois algumas semelhanças existem: mesma coloração e odor entre flores de ambos os sexos e a presença de estaminódios, sendo que estas características remetem a supor que elas poderão atrair os mesmos visitantes como ocorreu efetivamente com *Trigona*.

Analisando a relação  $n/N \sim a/A$ , ou seja  $12,7/2,0 \times 10^{11} \sim 0,78/2000$  o vento não foi considerado um vetor importante porque: **primeiro**, a média de  $12,7 \pm 6,0$  grãos de pólen (n) aderidos na área da lâmina foi considerada insuficiente pois sendo a área estigmática de 0,78 mm (a) e a da lâmina com vaselina de 2000 mm (A) (a área da segunda 2560 vezes maior que a primeira) haveria a necessidade de um número bem maior de grãos que o encontrado para o mecanismo funcionar; **segundo**, o número de grãos aderidos à lâmina é muito baixo também em relação ao número total de grãos produzidos por planta que é da ordem de  $2,0 \times 10^{11}$  grãos (N); **terceiro**, conhecendo a natureza lipídica e espinescente do grãos de pólen atesta-se que este não é adaptado ao transporte pelo vento. O vento pode estar funcionando como um fator adicional, assim como ocorre em *Acrocomia aculeata* (Scariot e Lleras, 1991), em *P. seemannii* (Bernal e Ervik, 1996) e em *Euterpe precatoria* (Küchmeister *et al.*, 1997), todas elas com excessiva produção de pólen, onde a polinização pelo vento pode ocorrer em adição à entomofilia, embora seja rara.

As características dos grãos de pólen fornecem algumas evidências para distinguir anemofilia de entomofilia. Nos grãos de pólen de *M. flexuosa* a ocorrência de lipídios juntamente com uma grossa camada de exina espinescente, é de grande importância na aderência destes ao corpo dos polinizadores, e este é um dado que leva a confirmar a entomofilia nesta espécie. DeMason & Sekhar (1988) concluíram que em *Phoenix dactylifera* (Arecaceae) os grãos de pólen estão adaptados tanto para anemofilia quanto para entomofilia. Devido à ausência de exina, o grão é totalmente liso, mas ao mesmo tempo com a presença de lipídios.

Anderson & Anderson (1983), estudando *Orbignya martiana* (babaçu) no Maranhão, cujo sistema sexual é o de dioiccia funcional com polinização cruzada obrigatória, indicaram

que a polinização pelo vento pode ser efetiva em local aberto e em habitats perturbados, mas não é conhecida qual a eficiência do vento para esta espécie em ambiente artificiais.

A cor alaranjada das flores de *M. flexuosa* parece atrair um largo espectro de visitantes florais. De acordo com Silberbauer & Gotsberger (1988) as cores branco, amarelo, laranja ou creme das flores favorece a atração de uma grande variedade de insetos.

A cor laranja das pétalas, odor adocicado das flores, a receptividade estigmática por vários dias e a dioiccia são características de *M. flexuosa* que também foram observadas em *Chamaedorea* (Arecaceae) (Henderson, 1986), a qual é considerada uma espécie entomófila.

As características florais de *M. flexuosa*, como odor suave e adocicado, presença de estaminódios, também foram relatadas para outra espécie de palmeira, *Geonoma macrostachis* (Listabarth, 1993), onde os principais visitantes são abelhas do gênero *Melipona* e moscas da família Syrphidae. Contudo, *G. macrostachis* não produz néctar. Portanto as flores pistiladas de *M. flexuosa*, ao produzirem néctar, contam com mais um atrativo que, somado aos outros, viabiliza a atração de uma variedade maior de insetos.

Em *M. flexuosa* constatou-se que as inflorescências estaminadas e pistiladas em antese têm uma temperatura 3°C superior à temperatura ambiente. A termogenia pode ocorrer em outras espécies de palmeiras, como por exemplo nas flores pistiladas de *P. seemannii*, que durante a antese atingiu uma temperatura de 8 a 12°C acima da temperatura ambiente (Bernal & Ervik, 1996). Ao contrário do que foi verificado em *M. flexuosa*, o odor em *P. seemannii* é forte e sentido a vários metros de distância. A termogenia tem sido considerada como um processo biológico que acentua a emissão de odor (Endress, 1994) e esta elevação da temperatura em Arecaceae é considerada como importante condição ecológica para a síndrome de cantarofilia (Henderson, 1986). No presente estudo constatou-se que os fatores relacionados com a polinização por besouros, como termogenia e emissão de odor ocorreram

levemente, o que pode explicar a preferência dos coleópteros pelas inflorescências estaminadas, uma vez que nelas o odor é um pouco mais acentuado do que nas inflorescências pistiladas (observação pessoal).

Finalizando, algumas das características relacionadas com a síndrome de melitofilia estão presentes em *M. flexuosa* tais como: odor adocicado, flor colorida, poucos estames, presença de estaminódios e produção de néctar (Henderson, 1986). Esta espécie exibe também algumas características relacionadas com a síndrome de cantarofilia, como por exemplo termogenia (ainda que não tão acentuada), inflorescências densamente ramificadas e flores coriáceas (Henderson, 1986; Silberbauer-Gottsberger, 1990). A diversidade de características florais, a discordância de algumas características desta espécie em diferentes regiões geográficas, a grande variedade de visitantes e finalmente o florescimento na estação chuvosa, onde há maior oferta de insetos polinizadores, levam a concluir que *M. flexuosa* é uma espécie melitófila devido a predominância de abelhas *Trigona* sp e a entomofauna talvez esteja se adaptando à polinização desta espécie e vice-versa.



## 6 - CONCLUSÕES

A interpretação morfológica da flor demonstraram que as flores desenvolvem mecanismos para atrair polinizadores: cor e odor, pólen do tipo "pollenkitt" e néctar.

A análise do comportamento dos visitantes evidenciou o caráter melitófilo de *Mauritia flexuosa* na área de estudo.

As abelhas *Trigona* sp devem desenvolver mecanismos de comportamento em relação as flores de *Mauritia flexuosa* baseados na distinção da cor e odor e atração pelos recursos oferecidos.

Em *M. flexuosa* fica clara a dependência que a espécie apresenta em relação à fauna uma vez que tem floração sincrônica, é xenogâmica, não apresenta apomixia e o vento tem o papel apenas de um vetor adicional na polinização. Essas características representam sinais ecológicos importantes, pois demonstram a fragilidade desta espécie em relação a alguma mudança ambiental ou antrópica que possa interferir negativamente nos mecanismos de polinização.

## 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZEN, M. A.; FEINSINGER, P. 1994. Forest fragmentation, pollination and plant reproduction in Chaco Dry Forest, Argentina. *Ecology*, v.75, n.2, p.330-351.
- ANDERSON, A. B.; ANDERSON, E. S. 1983. **People and the Palm Forest** – Biology and utilization of babassu forests in Maranhão, Brazil. Washington: Final report to USDA Forest Service, Consortium for the Study of Man 's Relationship with the Global Environment, D.C. ✕
- BAKER, H. G. 1978. Chemical aspects of the pollination biology of woody plants in the tropics. In: TONSILON, P. B.; ZIMMERMAN, M. (eds.). **Tropical trees as living system**. New York: Cambridge Univ. Press., p.57-82.
- BEACH, J. K.; BAWA, K. S. 1980. Role of pollination in the evolution of dioecy from distyly. *Evolution*, v.34, n.6, p.1138-1142.
- BAWA, K. S. 1980a. Evolution of dioecy in flowering plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, n.11, p.15-39.
- \_\_\_\_\_ 1980b. Mimicry of male by female flowers and intrasexual competition for pollinators in *Jacaratia dolichaula* (D.Smith) Woodson (Caricaceae). *Evolution*, v.34, n.3, p.467-474.
- BAWA, K. S.; BULLOCK, S. H.; PERRY, D. P.; COLVILLE, R. E.; GRAYUM, M. H. 1985. Reproductive biology of tropical trees. II. Pollination Systems. *Amer. J. Bot.*, v.72, n.3, p.346-356.

- \_\_\_\_\_. 1994. Pollinators of tropical dioecious angiosperms: a reassessment? No, not yet. *American Journal of Botany*, v.81, n.4, p.456-460.
- BERNAL, R.; ERVICK, F. 1996. Floral biology and pollination of the dioecious Palms *Phytelephas seemannii* in Colombia: an adaptation to Staphylinide Beetle. *Biotropica*, v.28, n.4b, p.682-696.
- CUNNINGHAM, S. A. 1996. Pollen supply limits fruit initiation by a rain forest understory palm. *Journal of Ecology*, n.84, p.185-194.
- DAFNI, A. 1992. *Pollination ecology – A practical approach*. Oxford: Oxford University Press.
- DEMASON, D. A.; SEKHAR, K. N. 1988. The breeding system in the date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) and its recognition by early cultivators *Advances in Economic Botany*. In: BALICK, Michael J. (ed.). *Tree of life: biology, utilization and conservation: proceedings of a symposium at the 1986. New York: Annual Meeting for Economic Botany held at the New York Botanical Garden*. p.20-35.
- ENDRESS, P. K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flower*. Cambridge: University Press, 511p.
- ERVICK, F.; FEIL, J. P. 1997. Reproductive biology of the monoecious understory Palm *Prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador. *Biotropica*, v.29, n.3, p.309-317.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Oxford: Pergamon Press, 244p.
- GENTY, P.; GARZÓN, A.; LUCCHINI, F. Y.; DELVARE, G. 1986. Polinización entomófila de la palma africana en América tropical. *Oléagineux*, v.41, n.3, p.99-112.

- HENDERSON, A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. **Bot. Rev.**, v.52, n.3, p.221-259. X
- \_\_\_\_\_ 1988. Pollination biology of economically important palms. The palm *Advances in Economic Botany* 6. In: BALICK, Michael J. (ed.). **Tree of life: biology, utilization and conservation**. New York: Annual Meeting for Economic Botany held at the New York Botanical Garden, p.36-41.
- HEDSTRÖM, I. 1986. Pollen carries of *Cocos nucifera* L. (Palmae) in Costa Rica and Ecuador (Neotropical region). **Rev. Biol. Trop**, v.34, n.2, p.297-301.
- KAY, Q. O. N.; LACK, A. J.; BAMBER, F. C.; DAVIES, C. R. 1984. Differences between sexes in floral morphology, néctar production and insect visits in a dioecious species, *Silene dioica*. **The New Phytologist**, p.515-529.
- KÜCHMEISTER, H.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. 1997. Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae) na Amazonian rain forest palm. **Pl. Syst. Evol.**, n.206, p.71-97.
- LISTABARTH, Ch. 1993. Pollination in *Geonoma macrostachys* and three congeners, *G. acaulis*, and *G. interrupta*. **Bot. Acta**, n.106, p.496-506.
- MEDEIROS-COSTA, J. T. 1994. A review on the occurrence of Arecaceae (Palmae) in Brazilian Cerrado Vegetation. **Acta Horticulturae**, n.360, p.73-80. X
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BARKER, H. G.; COLWELL, R. K. 1993. Diversity of long-term flowering patterns. In: MCDADE, L. A.; BAWA, K. S.; HARTSHORN, G. S. (eds.). **La selva: ecology and natural history of a Lowland Tropical Rainforest**. Chicago: University of Chicago Press, p.142-160.

- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. 1996. **The natural history of pollination**. London: The Bath Press.
- SCARIOT, A. O.; LLERAS, E.; HAY, J. D. 1991. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. **Biotropica**, v.23, n.1, p.12-22.
- SCARIOT, A. O.; LLERAS, E.; HAY, J. D. 1995. Flowering and fruiting of the Palm *Acrocomia*: Patterns and Consequences. **Biotropica**, v.27, n.2, p.168-173. (X)
- SILBERBAUER-GOTTSBERGUER, I.; GOTTSBERGER, G. 1988. A polinização de plantas do Cerrado. **Rev. Brasil. Biol.**, v.48, n.4, p.210-226.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1990. Pollination and evolution in palms. **Phyton**, Austria, v.30, n.2, p.213-233.
- STORTI, E. F. 1993. Biologia floral de *Mauritia flexuosa* Lin. Fil. na região de Manaus, AM., Brasil. **Acta Amazônica**, v.23, n.4, p.371-381.
- SUTHERLAND, S. 1986. Floral Sex Ratios, Fruit-Set, and Resource Allocation in Plants. **Ecology**, v. 67, n.4, p. 991 - 1001.
- UHL, N. M.; DRANSFIELD, J. 1988. Genera Palmarum, a new classification of palms and its implications. **Advances in Economic Botany**, n.6, p.1-19.

## CONCLUSÕES FINAIS

A super produção de flores estaminadas é importante para a atração dos polinizadores, mas parece estar ainda ocorrendo uma adaptação dos vetores à polinização.

O grande número de abscisões florais abortos de frutos imaturos podem estar relacionados com o comportamento dos polinizadores, que visitam em menor número a planta pistilada.

A não ocorrência de frutos apomíticos e de anemofilia dominante em *Mauritia flexuosa*, associados às características entomófilas são sinais ecológicos importantes, pois provam a fragilidade desta espécie em relação a alguma mudança ambiental ou antrópica que possa interferir negativamente nos mecanismos de polinização.