

MICB  
6395

21000897956  
625961

**PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA VIDA**

**PALMEIRAS: BIOLOGIA E POLINIZAÇÃO**

**ARMANDO CARVALHO DE OLIVEIRA MARTINS**

Trabalho de Conclusão  
de Curso para obtenção  
de grau de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

Orientadora: Msc. Maria Luiza Tucci  
Co-Orientadora: Msc. Claudia Eiko Yoshida

CAMPINAS  
2002

PUC - CAMPINAS  
Sistema de Bibliotecas  
e Informação - S.B.I.  
Fac. Ciências Biológicas

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu pai e a minha mãe, por terem proporcionado-me a oportunidade de cursar ciências biológicas, e estarem apoiando a minha carreira futura.

Devo agradecer também a Maria Luiza Tucci, que me orientou ao longo desse trabalho, com paciência e dedicação ímpares. Sem ela a conclusão dessa tarefa seria impossível.

Agradeço também a doutora Marilene Leão Alves Bovi, pelo incentivo, e por disponibilizar grande parte da bibliografia presente nesse trabalho.

Agradeço Francisco Henrique Mossignatto, por ter me recebido em sua propriedade rural em Mogi Guaçu, ter permitido que eu tirasse fotografias de sua cultura de pupunheiras e ter cedido o material que foi fotografado posteriormente em laboratório.

Agradeço aos meus amigos, que me deram incentivo e suporte informático, são eles: Alexandre Durigan, Alexandre Pitol, Carlos dos Santos, Eduardo Souza, Thomas Camargo e Tiago Ferraz.

## SUMÁRIO

### RESUMO

1. Introdução.....	1
2. Palmeiras.....	5
2.1. Classificação, distribuição geográfica e características gerais.....	5
2.2. Biologia floral.....	10
2.2.1. Inflorescência.....	10
2.2.2. Flores.....	15
2.2.3. Variação floral.....	16
2.2.4. Diversidade das partes florais.....	26
2.2.5. Tamanho da flor.....	28
2.2.6. Número de flores.....	28
2.2.7. Relação pólen/óvulo.....	29
2.2.8. Nectários.....	30
2.2.9. Atrativos florais.....	31
3. Palmeiras e polinização.....	35
3.1. Síndromes de polinização.....	36
3.1.1. Polinização anemófila.....	38
3.1.2. Polinização entomófila.....	40
3.2. Pólen.....	47
4. Palmeiras de importância econômica – a pupunheira ( <i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	48
4.1. Documentação fotográfica.....	52
5. Conclusão.....	64
6. Referências Bibliográficas.....	67

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Entidade Assíria fazendo polinização em uma tamareira (BUCHMANN & NADHAN, 1997).....6
- Figura 2: Antigo império assírio com a localização de exata da cidade de Palmira (BUCHMANN & NADHAN, 1997).....7
- Figura 3: *Trithrinax campestris* (A) Diagrama esquemático do perfil da inflorescência. (C) Flor em corte longitudinal médio. br = bráctea. (D) Diagrama floral com bráctea (br) envoltória acima.....13
- Figura 4: *Sabal palmetto* (A) Diagrama floral. (B) Flor em corte longitudinal. (C) Flores na ráquila (TOMLINSON, 1990).....17
- Figura 5: *Cocotrinax argendata* (A,B) Diagramas florais com 12 e 18 estames respectivamente. (C) Flor. (D) Flor em corte longitudinal (tomlinson, 1990).....18
- Figura 6: *Pseudophoenix sargentii* (A-C) Flor masculina; (D-F) Flor perfeita ou hermafrodita. (A) Flor com pistíolo reduzido. (B) Flor masculina em corte longitudinal. (C) Diagrama floral da flor masculina. (D) Diagrama da flor hermafrodita. (E) Flor hermafrodita. (F) Flor hermafrodita em corte longitudinal (tomlinson, 1990).....19
- Figura 7: *Metroxylon vitiense* (A) Díade floral. (B-C) Corte longitudinal da flor hermafrodita e da flor masculina respectivamente. (D) Flor perfeita aberta com gineceu removido. (E) Flor masculina com a mesma preparação (F) Gineceu em corte longitudinal. (G) Díade com flores removidas, só com as largas brácteas internas e externas visíveis (H) Bráctea. (I) Diagrama floral da Díade para mostrar as quatro brácteas (tomlinson, 1990).....20
- Figura 8: *Roystonea hipaniola*. (A) Flor masculina vista de cima. (B) corte lonfitudinal da flor masculina. (C) Diagrama Floral flor masculina. (D)

Tríade, com flor feminina ao centro e duas flores masculinas laterais. (E) Corte longitudinal flor feminina. (F) Diagrama floral da flor feminina (TOMLINSON, 1990).....	21
Figura 9: Morfologia floral da <i>Elaeis guineensis</i> ( A-C) Flor Masculina. (A) Diagrama Floral flor masculina. (b) Flor de perfil. (C) Corte longitudinal flor masculina. (D-F) Flores Fêmeas. (D) Digrama floral. (E) Flor com bráctea envoltora. (F) Corte longitudinal (TOMLINSON, 1990).....	22
Figura 10: <i>Cocos nucifera</i> (A-C) Flor masculina. (D-G) Flor feminina (A) Vista lateral da flor. (B) Corte longitudinal flor masculina. (C) Diagrama floral. (D) Vista de cima da flor na ráquila. (E) Gineceu na antese. (F) Corte longitudinal (TOMLISON ,1990).....	25
Figura 11: . Rota cianeto resistente em plantas TAIZ & ZEIGER (1998).....	33
Figura 12: Vista panorâmica de cultivo de pupunheiras em Mogi-Guaçu.....	55
Figura 13: Vista à margem da plantação de pupunheiras em Mogi-Guaçu.....	56
Figura 14: Na parte inferior observa-se o interior da cultura de pupunha; na parte superior pode-se visualizar a margem da plantação em questão por um ponto de vista mais aproximado.....	57
Figura 15: Aqui pode ser observado as inflorescências em diferentes estádios de desenvolvimento.....	58
Figura 16: Inflorescências colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento (superior),vista da inflorescência em antese (meio); visão aproximada das ráquillas na inflorescência.....	59
Figura 17: (superior) ráquillas imaturas, (inferior) proporção das flores masculinas e femininas na ráquila; aumento de 6X.....	61

Figura 18: Estigma receptivo (esquerda); Flor masculina e feminina (direita acima);  
flores masculinas (direita abaixo).....61

Figura 19: Antera integra (acima); antera macerada expondo pólen (abaixo).....62

## RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar a biologia da reprodução de palmeiras, tipos de polinização, possíveis polinizadores, bem como analisar a importância do impacto ambiental na relação tão intrincada entre palmeiras e polinizadores, além de caracterizar fotograficamente inflorescências e flores da palmeira pupunha de um plantio comercial, por meio de câmara fotográfica, lupa e microscopia eletrônica de varredura. As palmeiras estão entre as plantas mais antigas do globo, e seus vestígios remontam a mais de 120 milhões de anos. Hoje em dia são reconhecidas cerca de 3.500 espécies reunidas em mais de 240 gêneros. Apesar do mito o qual palmeiras são predominantemente de polinização anemófila, pelo fato de possuírem flores pequenas, pouco vistosas modernas estudos de campo têm demonstrado ampla variedade de mecanismos de polinização. Assim, a polinização anemófila representa apenas um, entre uma diversidade de mecanismos, os quais são discutidos. Ênfase é dada à caracterização floral e aspectos da polinização da palmeira pupunha, em função de sua importância econômica e principalmente de seu caráter conservacionista.

Palavras-chave: origem, distribuição, polinizadores, síndromes, pupunheira.

## 1. Introdução

Em sua instigante obra “The forgotten pollinators”, de 1996, os autores norte-americanos, Stephan L. Buchmann, pesquisador do Arizona-Sonora Desert Museum, e professor de entomologia na Universidade do Arizona em Tucson e Gary P. Nabhan, diretor científico do Arizona-Sonora Desert Museum e autor de inúmeros livros, propõem as seguintes questões: Em que ocasião, os humanos começaram a compreender que as abelhas e outros animais polinizavam as plantas? Quando os humanos, eles próprios, começaram a polinizar plantas a fim de obter maiores colheitas?

Então, eles nos remetem à mesma figura que apresentamos a seguir. Trata-se de aspecto de uma frisa em baixo-relevo, atualmente no Museu Metropolitano de Arte de Nova York, originária da antiga cidade de Nimrud, localizada próxima a Nínive, capital do antigo império assírio. Tal obra de arte (Figura 1), originalmente pertencente ao palácio do rei assírio Ahuir-nasir-pal II (883-859 a. C), representa uma divindade nitidamente realizando uma operação de polinização manual, coincidentemente em – uma palmeira!

Trata-se da tamareira (*Phoenix dactylifera*), cujas flores podem ser apreciadas à esquerda da figura, sendo polinizadas pela entidade mitológica, em cuja mão direita pode-se observar um recipiente contendo flores masculinas.

A figura, aproximadamente do ano de 800 a. C., na realidade constitui-se na mais antiga representação de uma prática de polinização manual de que se tem notícia.

Com efeito, a tamareira corresponde a uma das mais antigas plantas cultivadas. A palavra palmeira, originária de palma, de origem remotíssima, era aplicada à tamareira, palmeira originária da África Mediterrânea e do Oriente médio. Por influência árabe e aramaica, foi aplicada à antiga cidade turca de Palmira (Figura 2), significando “cidade onde havia palmas”.

As palmeiras estão entre as plantas mais antigas do globo, e seus vestígios remontam a mais de 120 milhões de anos. Nem sempre foram tropicais, pois, no oligoceno e mioceno, palmeiras que hoje estão limitadas às regiões da Ásia tropical, ocorriam na Europa Ocidental (LORENZI *et al.*, 1996).

Muito interessante mencionar que nosso país, em tempos ancestrais já foi Pindorama, como era chamado pelos índios tupinambás, que significa terra das palmeiras (LORENZI, 1996). Sevcenko (2000), refere-se a elas como sendo buritis.

Em 1753, Lineu nomeou 100 espécies de palmeiras verdadeiras, as quais havia anteriormente denominado ‘Principes’ - os príncipes entre as plantas (TOMLINSON, 1990). Hoje em dia são reconhecidas cerca de 3.500 espécies reunidas em mais de 240 gêneros (LORENZI *et al.*, 1996).

Além do evidente valor paisagístico que grande parte das espécies de palmeiras apresentam, muitas delas são economicamente importantes, por suas várias classes de produtos valiosos. Dentre as mais importantes estão: o dendezeiro (*Elaeis guineensis*), o coqueiro (*Cocos nucifera* L.),

a tamareira (*Phoenix dactylifera*), e as palmeiras produtoras de palmito, duas do gênero Euterpe (*E. edulis*, *E. oleracea*) e uma do gênero Bactris (*B. gasipaes* Kunth), a pupunheira.

Segundo TOMLINSON (1990), tem persistido um mito propagado por teóricos segundo o quais palmeiras são predominantemente de polinização anemófila, pelo fato de possuírem flores pequenas, pouco vistosas. No entanto, modernos estudos de campo têm dissipado esse mito, demonstrando continuamente uma ampla variedade de mecanismos de polinização, com a polinização anemófila representando apenas um, entre uma diversidade de mecanismos.

Assim, a polinização em palmeiras pode acontecer por meios abióticos ou bióticos. A polinização abiótica se dá especialmente pelo vento. Na polinização biótica os dispersores são animais (ERVIK & FEIL, 1997).

Segundo TOMLINSON (1990), experimentos são necessários para determinar mais precisamente a interação entre palmeiras e insetos e as visitas específicas às flores receptivas têm que ser quantificadas.

Os objetivos deste trabalho foram:

- 1) Através de levantamento bibliográfico, caracterizar a biologia da reprodução de palmeiras, tipos de polinização, possíveis polinizadores, bem como analisar a importância do impacto ambiental na relação tão intrincada entre palmeiras e polinizadores.

2) Caracterizar fotograficamente inflorescências e flores da palmeira pupunha de um plantio comercial, por meio de câmara fotográfica, lupa e microscopia eletrônica de varredura.

## **2. Palmeiras**

### **2.1. Classificação, distribuição geográfica e características gerais**

As palmeiras são plantas monocotiledôneas, pertencentes à família Palmae (Arecaceae) (TOMLINSON,1990). Moore (1973), citado por TOMLINSON (1990), reconheceu 15 'grupos principais', dentro da família Palmae, cujas características estão resumidas na Tabela 1.

As palmeiras distribuem-se em diversas áreas no mundo, verificando-se a maior ocorrência de gêneros e espécies nas regiões tropicais da Ásia, Indonésia, Ilhas do Pacífico e Américas. Ainda que o continente africano seja pobre em palmeiras, a ilha de Madagascar, localizada ao lado desse continente, conta com grande número de espécies (LORENZI *et al*,1996).

O Brasil é rico em espécies de palmeiras nativas. Considerando-se os híbridos naturais, variedades botânicas e subespécies, o número de palmeiras existentes pode ultrapassar trezentas (LORENZI *et al.*, 1996), justificando plenamente, o já mencionado nome dado ao país pelos seus primitivos habitantes.

Palmeiras do gênero *Syagrus*, chamadas de licurís ou jerivás, ocupam praticamente todo nosso território. Na região norte e nordeste ocorrem populações de carnaubeiras (*Copenicia cerifera*), tucumãs, representados pelo *Astrocaryum aculeatum*, marajás, em sua maioria do gênero *Bactris*, macaúbas (*Acromia aculeata*), burís (*Allgoptera campestris*).



**Figura 1: Entidade Assíria fazendo polinização em uma tamareira Fonte: BUCHMANN & NADHAN, 1997.**

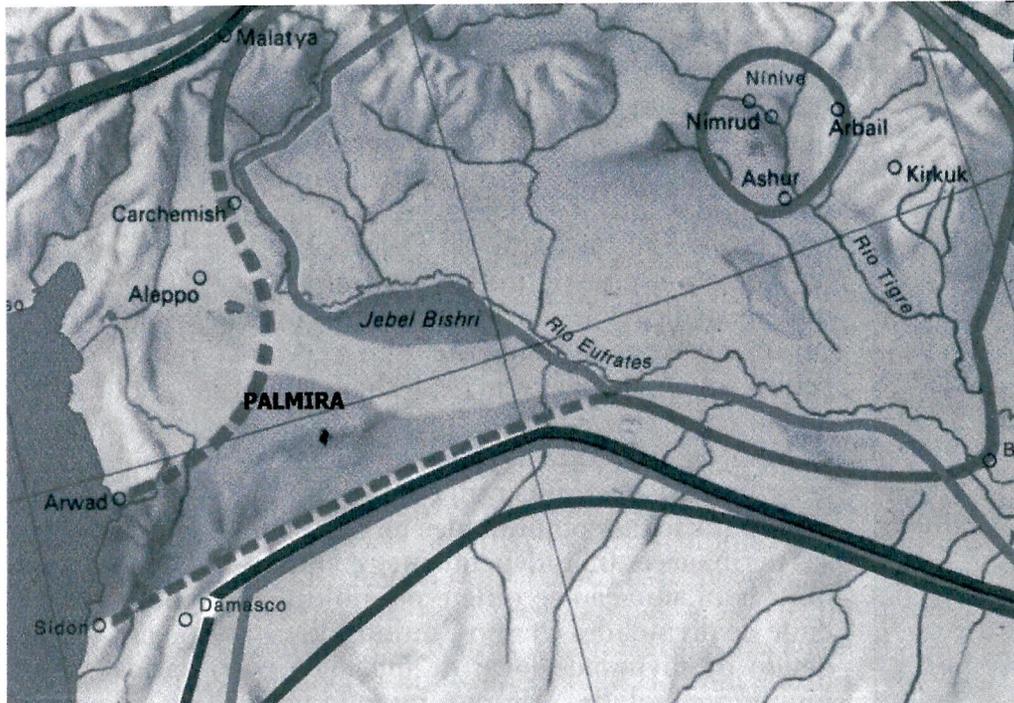


Figura 2: Antigo império assírio com a localização de exata da cidade de Palmira.  
Fonte: BUCHMANN & NADHAN 1997.

**Tabela 1. Principais grupos de palmeiras e suas características segundo MOORE (1973), citado por TOMLINSON (1990)**

Grupo	Distribuição geográfica	Distribuição sexual	Número de taxa (gêneros/espécies)	Morfologia foliar	Característica importante
Corfóide	Pantropical	Hermafrodita (monóica) (dióica)	31/322	Palhada (Costapalmada)	Muitas inflorescências ramificadas
Fenicóide	África-Indo-China	Dióica	1/17	Pinada	Espinhos da base dos folíolos
Borassóide	África-Nova Guiné	Dióica	7/56	Palhada	Eixos das inflorescências espessos
Cariotóide	Extremo-orient (Tópico)	Monóica	3/35	Pinada (Bipinada)	Folíolos dentados
Nipóide	Ceilão a Nova Guiné e Ilhas Ryukyu	Monóica	1/1	Pinada	Rizomatosa, pântanos salinos
Lepidocariotóide	Pantropical	Monóica	22/664	Pinada (raramente palmada)	Usualmente espinhosa, frutos escamosos
Pseudofenicóide	Caribe	Hermafrodita (polygamous)	¼	Pinada	Bráctea única, pseudopedicelo
Ceroxilóide	América do Sul, oceano Índico	Dióica	5/30	Pinada	Florescimento precoce
Chamaedoróide	New World e Mascarenes	Monóica, dióica	5/146	Pinada	Flores solitárias ou em séries lineares
Iriarteóide	América tropical	Monóica	6/52	Pinada	Frequentemente stilt-rooted
Podococoide	Oeste da África	Monóica	½	Pinada	Frutos curvos
Arecoide	Pantropical	Monóica	85/760	Pinada	Crown shaft frequent
Cocosóide	América tropical	Monóica	22/583	Pinada	Endocarpo duro com três poros
Geonomóide	América tropical	Monóica	6/92	Pinada	Flowers sunken in pits
Phytelphantóide	América	Dióica	3/15	Pinada	Numerosos estames por flor.

O babaçu (*Attalea apoda*) que como documentaram ANDERSON *et al.*, (1988) é freqüentemente dominante em florestas tropicais inalteradas úmidas e secas, em área total estimada em 196.370 km<sup>2</sup>, no leste da Bolívia e Guianas, de acordo com esses autores e LORENZI *et al.* (1996) também ocorre nas regiões centro e norte do Brasil. Parente do babaçú, a palmeira piassava (*Attalea funifera* Mart. ) é endêmica na Mata Atlântica, na Bahia, estando distribuída entre Valença e Canavieiras e entre Porto Seguro e Caraiva (VOELKS, 2002).

A palmeira juçara, *Euterpe edulis* Mart., é encontrada na região sudeste, onde é comum na mata atlântica (LORENZI *et al.*, 1996), enquanto a *Euterpe precatoria*, conhecida como açáida-mata, foi estudada por KÜCHMEISTER *et al.* (1997) na floresta da Reserva do Ducke perto de Manaus LORENZI *et al.* (1996).

Com relação às características gerais, as palmeiras podem apresentar estipe único como ocorre com a juçara ou então estipes múltiplos, formando uma touceira, tal como ocorre com o açazeiro e a pupunheira (BOVI, 1998). A altura pode variar de 1 a 50 metros, enquanto o diâmetro do tronco pode variar desde alguns centímetros, até mais de 1.80m de diâmetro (LORENZI *et al.*, 1996).

As folhas são grandes, representando as maiores do reino vegetal, podendo chegar a mais de 6 m. São formadas essencialmente por por três partes: bainha, pecíolo e lâmina (LORENZI *et al.*, 1996).

## 2.2. Biologia floral

### 2.2.1. Inflorescências

As palmeiras podem ser monóicas ou dióicas. São monóicas, como o dedeizeiro (HARTLEY, 1977) e a piassava (VOELKS, 2002), entre outras, quando apresentam flores masculinas e femininas, ou masculinas e hemafroditas na mesma planta. Se houver a formação de uma inflorescência de um sexo em uma planta e do sexo oposto em outra, como ocorre com a *Phytelephas seemanii* (BERNAL & ERVIK, 1996) e o babaçu (ANDERSON *et al.*, 1988), as palmeiras são dióicas.

As inflorescências juntamente com as flores constituem a parte reprodutiva das palmeiras. São formadas por um conjunto de flores localizadas em uma estrutura ramificada ou não. Provêm de gemas exclusivamente florais que se formam a partir da base das folhas e na maioria das palmeiras são laterais e axilares (LORENZI *et al.*, 1996).

De acordo com LORENZI *et al.*: (1996), as inflorescências das palmeiras são unissexuadas, quando formadas por flores exclusivamente masculinas ou femininas.

Há palmeiras que emitem inflorescências terminais, no ápice do tronco. São as palmeiras monocárpicas, que florescem uma única vez e morrem, o que é típico em espécies do gênero *Corypha*. As inflorescências terminais não se formam enquanto o tronco não completar seu desenvolvimento vegetativo e enquanto a gema vegetativa não transformar-se em reprodutiva. Com o florescimento e frutificação, o tronco exaure-se e a planta morre. Em *Corypha umbraculifera* são

necessários de 40 a 70 anos para ser atingido o estágio de florescimento, tempo necessário para o tronco atingir cerca de 20 metros de altura. Em *Raphia farinifera* são necessários de 20 a 30 anos, apresentando o tronco de 8 a 10 m de altura (LORENZI *et al.*, 1996).

Outra forma de florescimento monocárpico é apresentada por *Caryota urens*, de tronco simples estéril, até que inflorescências axilares começam a aparecer a partir do topo, seguidas de outras, sucessivamente, de cima para baixo em processo que demanda muitos anos, culminando com a morte da palmeira (LORENZI *et al.*, 1996).

As palmeiras são em sua maioria, polícarpas, isto é, as inflorescências formam-se sucessivamente durante todo o período da vida da planta (LORENZI *et al.*, 1996).

As inflorescências podem também ser intrafoliares, quando se formam abaixo das folhas; interfoliares, quando entre as folhas, e suprafoliares, acima das folhas (LORENZI *et al.*, 1996). O coqueiro (*Cocos nucifera*) apresenta inflorescências interfoliares (TOMLINSON, 1990), da mesma forma que o babaçu (ANDERSON *et al.*, 1988).

Com respeito à morfologia padrão básica, as inflorescências das palmeiras são caracterizadas pela presença das seguintes estruturas: pedúnculo, brácteas pedunculares, que também são chamadas de espadas, ráquis, e ráquias ou espigas florais (LORENZI *et al.*, 1996). No dendezeiro o robusto pedúnculo mede em torno de 30-45 cm (HARTLEY, 1977), enquanto o da pupunheira apresenta de 10 a 17 centímetros

de comprimento (MORA –URPÍ *et al.*, 1997) e o do babaçu de 56 a 180cm (ANDERSON *et al.*, 1988).

As brácteas são folhas modificadas, que de início envolvem inteiramente as inflorescências e ao longo de seu desenvolvimento podem cair ou persistir (LORENZI *et al.*, 1996). Apresentam camadas cujo número pode ser variável. No dedeizeiro ela é composta de duas camadas, uma interna e outra externa. A primeira camada, mais interna, inicia o processo de rompimento, seguida da segunda, assim expondo a inflorescência (HARTLEY, 1977). Nas pupunheiras, cuja fase de floração é extensa e de tempo indeterminado, as inflorescências se desenvolvem nas axilas das folhas, inicialmente cobertas por duas brácteas, uma externa, mais rígida, e outra interna (MORA –URPÍ *et al.*, 1997).

A ráquis é o eixo principal da inflorescência, podendo apresentar ramificações de diversas ordens como primárias, secundárias terciárias, etc, que correspondem às ráquias (LORENZI, *et al* 1996). Essas estruturas podem ser visualizadas com clareza na Figura 3. As espigas do dedeizeiro (HARTLEY, 1977), bem como as do babaçu (ANDERSON *et al.*, 1988), e de várias outras espécies de palmeiras, são dispostas em espiral em torno da ráquis central. Segundo MORA –URPÍ *et al.*, (1997), a ráquis da pupunheira apresenta de 31 a 75 centímetros de comprimento e pode apresentar de 0 a 16 ráquias estéreis e 25 a 145 férteis, cada uma medindo de 16 a 47 centímetros de comprimento. O fato de serem estéreis ou não, e a variação dos citados valores dependem de reguladores de crescimento como luz, nutrição da planta, umidade e genótipo.

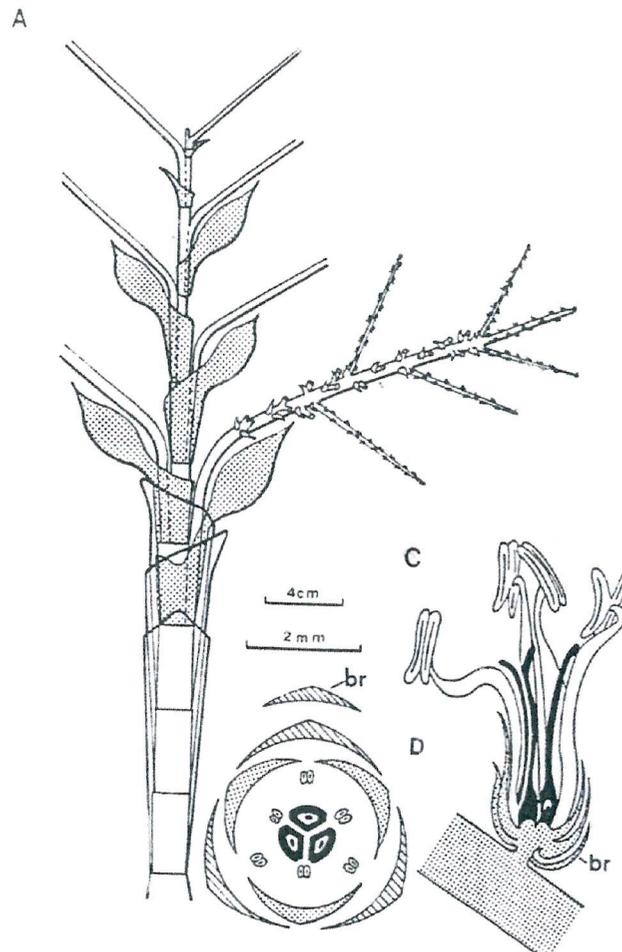


Figura 3: *Trithrinax campestris* (A) Diagrama esquemático do perfil da inflorescência. (C) Flor em corte longitudinal médio. br = bráctea. (D) Diagrama floral com bráctea (br) envoltora acima.

Fonte: TOMLINSON 1990.

Dependendo do sexo, essas medidas podem variar. As inflorescências femininas de *Phytelphas seemani*, medem 20 centímetros de comprimento enquanto as masculinas são mais longas atingindo 140 centímetros (BERNAL & ERVIK, 1996). A espiguetta feminina do dendezeiro é mais grossa e tem um aspecto mais macio que a masculina. Ambas diferem também

em comprimento. A espiguetta feminina mede por volta de 30 cm, a masculina varia de 10-20cm (HARTLEY, 1977).

Para entender a dinamica do desenvolvimento das inflorescências das palmeiras, é interessante que nos reportemos a MORA-URPÍ *et al.*, (1997), que referindo-se à pupunheira, observou que as gemas axilares se diferenciam do meristema apical quase ao mesmo tempo que as folhas. Com o crescimento do caule, as novas gemas axilares se diferenciam em inflorescências cada uma sustentada por uma folha em desenvolvimento. Nesse período distinguem-se três fases de desenvolvimento, que podem variar no tempo de duração, uma vez que dependem, segundo o autor, de reguladores de crescimento como luz, nutrição da planta, umidade e o genótipo.

Durante a primeira fase, de crescimento lento, a inflorescência cresce em tamanho e dura mais ou menos dois anos. Seguida dessa fase, inicia-se a segunda fase, na qual a bráctea peduncular se rompe e a folha que sustenta essa inflorescência normalmente entra em abscisão. Essa fase perdura por mais ou menos dois meses. A passagem da fase de crescimento lento para a fase de crescimento rápido só acontece se a planta estiver bem nutrida e se as inflorescências estiverem bem desenvolvidas. A fase de crescimento rápido só termina quando começa a antesis, que por sua vez perdura mais ou menos por dois dias (MORA –URPÍ *et al.*, 1997).

### 2.2.2. Flores

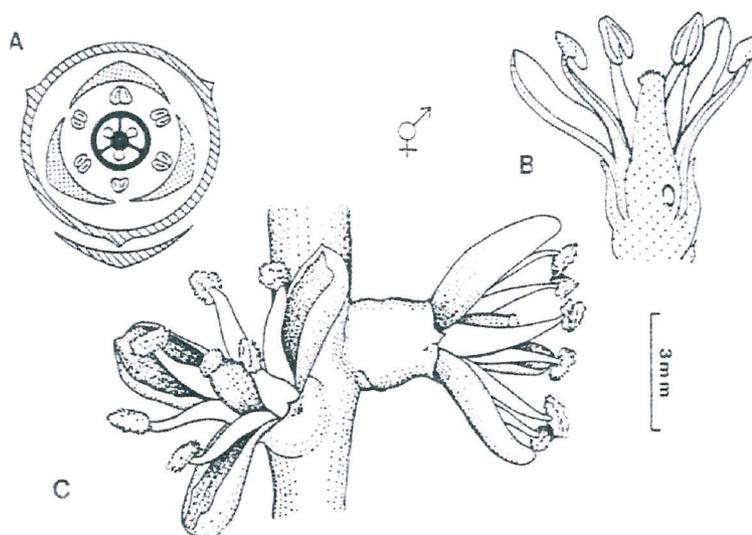
Segundo Magnano (1973) citado por TOMLINSON (1990), a flor de relativa simplicidade da espécie *Trithrinax campestris*, pode ser usada como modelo básico (Figura 3), para o estudo das flores das palmeiras. O envelope floral externo é verde com as sépalas fundidas em seu ponto médio, as três pétalas são contorcidas ou imbricadas. Os seis estames têm anteras versáteis, dorsifixadas e filamentos livres. Há três carpelos uniovulados cada um, com um longo estilete formando um largo canal estilar, o estigma é representado por um tufo de pelos unicelulares e o óvulo é descrito como basal.

Há alguma indicação de tecido secretor epidermal nas paredes carpelares internas, que faz parte do nectário, conhecido em palmeiras corifóides (TOMLINSON, 1990).

As flores das palmeiras apresentam construção trímera baseada na fórmula floral três sépalas, três pétalas, seis estames (em duas linhas de três) e três carpelos. As flores raramente são unidades funcionais isoladas, sendo a inflorescência, a unidade estrutural em biologia da polinização. Também o dimorfismo sexual condiciona grande parte da diversidade floral, com flores femininas aumentando em tamanho mas diminuindo em número e flores masculinas diminuindo em tamanho mas aumentando muito em número em cada inflorescência (TOMLINSON, 1990).

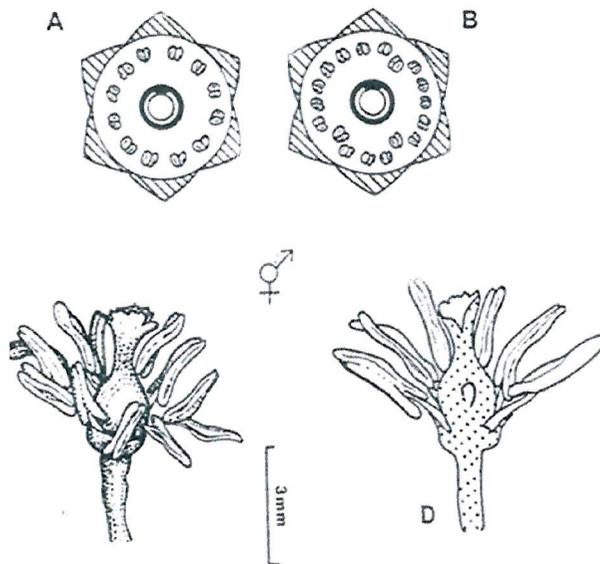
As flores das palmeiras são pouco atraentes por serem muito pequenas, geralmente desprovidas de colorido vistoso. Podem ser brancas, amarelas, rosadas, avermelhadas, ou esverdeadas, mas impressionam pelo grande número. As cores

hirsuto. As flores são nectaríferas e apresentam odor doce. O florescimento na Flórida (EUA), é sazonal com varias inflorescências abrindo em rápida sucessão em uma mesma árvore cada uma representando um conspícuo mostruário de muitas flores. A inflorescência representa o modelo paniculado básico das palmeiras (TOMLINSON, 1990).



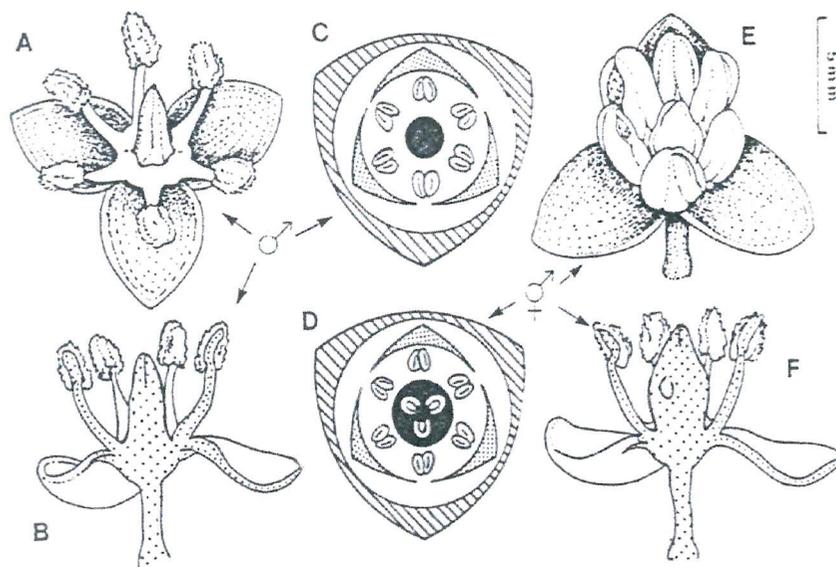
**Figura 4: *Sabal palmetto* (A) Diagrama floral. (B) Flor em corte longitudinal. (C) Flores na ráquila. Fonte TOMLINSON 1990.**

*Coccothrinax argentata* (Figura 5) outra palmeira nativa da Flórida retém numerosas flores perfeitas em sua inflorescência. Flores individuais retém um perianto tubular curto com seis lobos iguais. Estames são múltiplos de 12 e o gineceu é representado por um único carpelo com um estigma afunilado e um único óvulo basal. O período da antese é breve e parece que as flores são polinizadas pelo vento (TOMLINSON, 1990).



**Figura 5: *Cocotrinax argendata* (A,B) Diagramas florais com 12 e 18 estames respectivamente. (C) Flor. (D) Flor em corte longitudinal. Fonte: TOMLINSON 1990.**

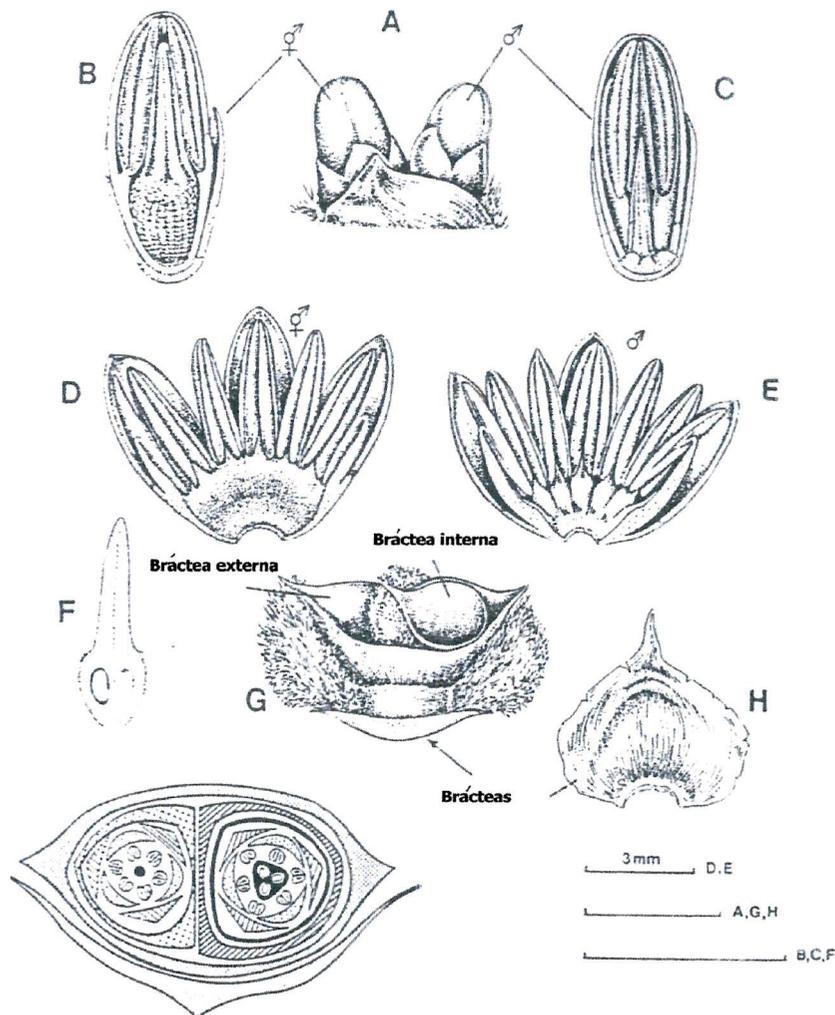
*Pseudophoenix sargentii* (Figura 6) mostra poligamia, com flores tanto masculinas quanto perfeitas na mesma inflorescência. As flores, perfeitas apresentam perianto bisseriado, com a camada interna alargada. O gineceu consiste de três carpelos dos quais todos podem se desenvolver. As flores masculinas apresentam um gineceu reduzido com uma coluna de tecido sólida central e ausência de óvulos. O mecanismo de polinização é desconhecido mas aparentemente é realizado por insetos. O florescimento é estacional e a antese estende-se por 2 a 3 semanas (TOMLINSON, 1990).



**Figura 6: *Pseudophoenix sargentii* (A-C) Flor masculina; (D-F) Flor perfeita ou hermafrodita. (A) Flor com pistíolo reduzido. (B) Flor masculina em corte longitudinal. (C) Diagrama floral da flor masculina. (D) Diagrama da flor hermafrodita. (E) Flor hermafrodita. (F) Flor hermafrodita em corte longitudinal Fonte TOMLINSON 1990.**

*Metroxylon* representa um exemplo de uma palmeira com flores perfeitas e masculinas associadas, formando uma díade como o complexo floral. Os dois tipos de flores não diferem em tamanho, mas apresentam redução do gineceu a um pistilódio na flor masculina, e tubo floral mais longo na flor perfeita. O gineceu funcional é trilocular, mas dois óvulos abortam. As bractéolas interna e externa são conspícuas e há duas bractéolas adicionais circundando a flor perfeita, das quais a mais interna é na maioria das vezes representada por um anel de pelos. A figura 7 representa uma díade, com a flor masculina à esquerda (TOMLINSON, 1990).

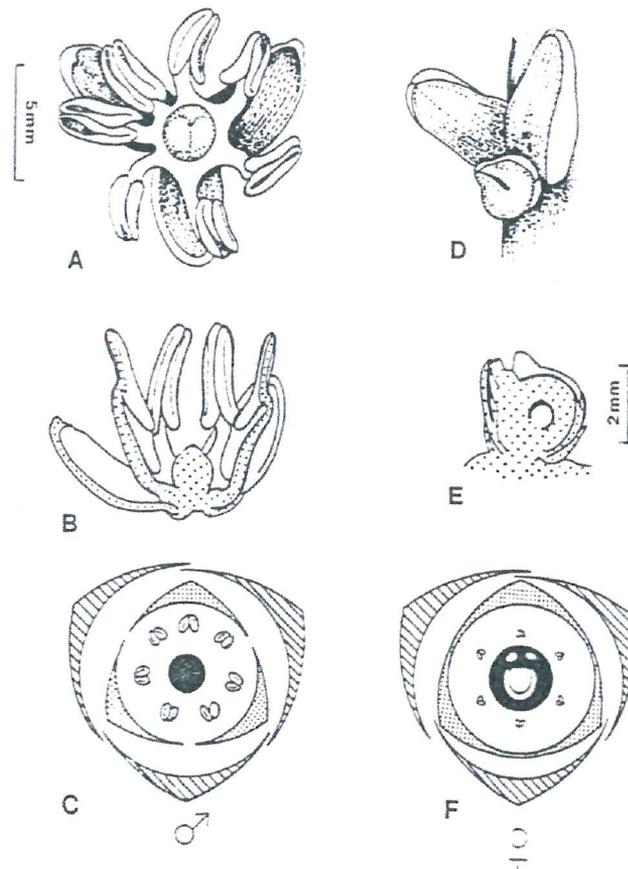




**Figura 7: *Metroxylon vitiense* (A) Díade floral. (B-C) Corte longitudinal da flor hermafrodita e da flor masculina respectivamente. (D) Flor perfeita aberta com gineceu removido. (E) Flor masculina com a mesma preparação (F) Gineceu em corte longitudinal. (G) Díade com flores removidas, só com as largas brácteas internas e externas visíveis (H) Bráctea. (I) Diagrama floral da Díade para mostrar as quatro brácteas. Fonte TOMLINSON 1990.**

*Roystonea hispaniolana* (Figura 8) apresenta estrita unissexualidade de flores, típica da maioria das palmeiras, com pequena diferenciação entre os sexos. As inflorescências expandem-se em uma seqüência regular que parece ser não-estacional. As flores ocorrem em tríades, com as masculinas precedendo as femininas em antese. As flores masculinas apresentam 6 estames funcionais e um pistilódio e nas

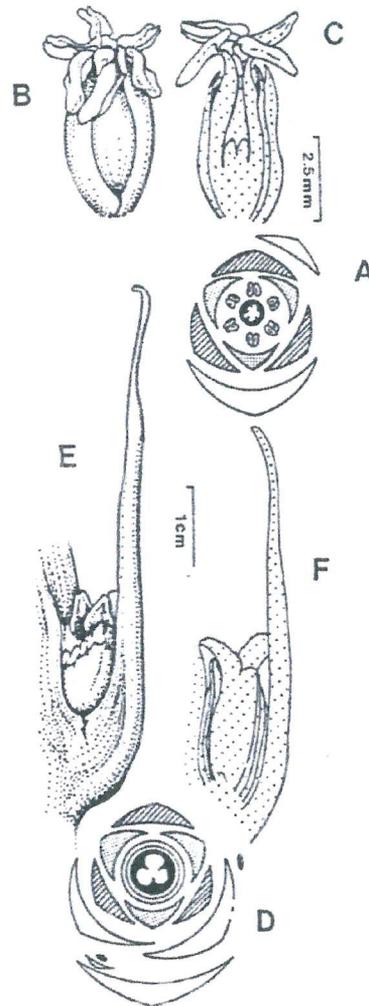
femininas, os seis estaminódios são vestigiais, o gineceu é tricarpelado, mas há abortamento precoce de dois carpelos. O estigma é lateral e emerge ligeiramente das pétalas que o envolvem (TOMLINSON, 1990).



**Figura 8: *Roystonea hipaniola*. (A) Flor masculina vista de cima. (B) corte lonfitudinal da flor masculina. (C) Diagrama Floral flor masculina. (D) Tríade, com flor feminina ao centro e duas flores masculinas laterais. (E) Corte longitudinal flor feminina. (F) Diagrama floral da flor feminina. Fonte: TOMLINSON 1990.**

No dendezeiro, *Elaeis guineensis*, há pronunciado dimorfismo tanto de flores como de inflorescências (FIGURA 9), com as flores masculinas, pequenas, aparecendo quase que exclusivamente em inflorescências totalmente masculinas, e flores femininas, maiores, em inflorescências femininas, mas

ocasionais quebras desse padrão podem ocorrer, com o aparecimento tanto de flores como de inflorescências bissexuais (Lloyd & Bawa, 1984; Willians *et al.*, 1970), citados por TOMLINSON (1990).



**Figura 9: Morfologia floral da *Elaeis guineensis* ( A-C) Flor Masculina. (A) Diagrama Floral flor masculina. (b) Flor de perfil. (C) Corte longitudinal flor masculina. (D-F) Flores Fêmeas. (D) Digrama floral. (E) Flor com bráctea envoltora. (F) Corte longitudinal Fonte: TOMLINSON 1990.**

A flor feminina apresenta ovário súpero tricarpelar sincárpico e androceu rudimentar envolto em um perianto duplo formado por seis segmentos de sepalóides (HARTLEY, 1977). De acordo com TADON (2001), o estigma é trilobular, e sua

parte receptiva, que é úmida e dotada de papilas, se estende linearmente na parte adaxial de cada lobo. A flor masculina apresenta um androceu composto de seis anteras, envoltas também por seis segmentos de sepalóides.

Cada flor masculina apresenta uma pequena bractéola, o androceu é tubular e encerra vestígios de três carpelos. Cada flor feminina é envolta por uma bráctea espinhosa alongada e tem duas bractéolas basais (HARTLEY, 1977).

Nas ráquias, as flores masculinas ou femininas estão localizadas da mesma maneira em uma pequena depressão na espiguetta chamada de alvéolo. De um lado a flor em questão (masculina, feminina ou hermafrodita) encontra-se margeada pela parede do alvéolo e de outro por uma bráctea que envolve a tríade (HARTLEY, 1977).

Investigações detalhadas das flores do dendezeiro, mostraram que os primórdios florais têm o potencial de produzir órgãos masculinos ou femininos, sendo que um ou outro permanece em estado rudimentar (HARTLEY, 1977). Cada flor feminina é flanqueada por outras duas flores masculinas, que na inflorescência feminina normalmente não se desenvolvem, mas com alguma freqüência, atingem um estado no qual o pólen pode ser produzido, tornando o conjunto hermafrodita, que é um fenômeno comum em plantas jovens. Na inflorescência masculina acontece exatamente o contrário, quem não se desenvolve é a flor feminina, ficando assim duas flores masculinas viáveis lado a lado (HARTLEY, 1977). HARTLEY, (1977) e o estudo de desenvolvimento realizado por Van Heel *et al.*, (1987) citado por TOMLINSON, (1990) mostram que essa é uma tríade do tipo usual.

A unidade floral do coqueiro (*Cocos nucifera*) (FIGURA 10) caracteriza-se por também ser uma tríade, mas essa construção é raramente retida. As flores masculinas têm seis estames funcionais e um pistilódio vestigial trilobado. As três pétalas são valvadas alongadas e protegem a flor. As flores femininas são cerca de 5 vezes maiores que as masculinas em diâmetro e retêm séries de bractéolos e sépalas justapostos, apresentando na maturidade apenas o ápice estilar exposto. O gineceu é trilocular mas somente um dos óvulos é funcional. Há pronunciada unissexualidade em operação na inflorescência, uma vez que as flores masculinas descarregam o pólen e sofrem abscisão, antes que as flores femininas tornem-se receptivas. Ainda que abelhas melíferas visitem a inflorescência para pólen e néctar, o principal vetor da polinização, parece ser o vento (TOMLINSON, 1990).

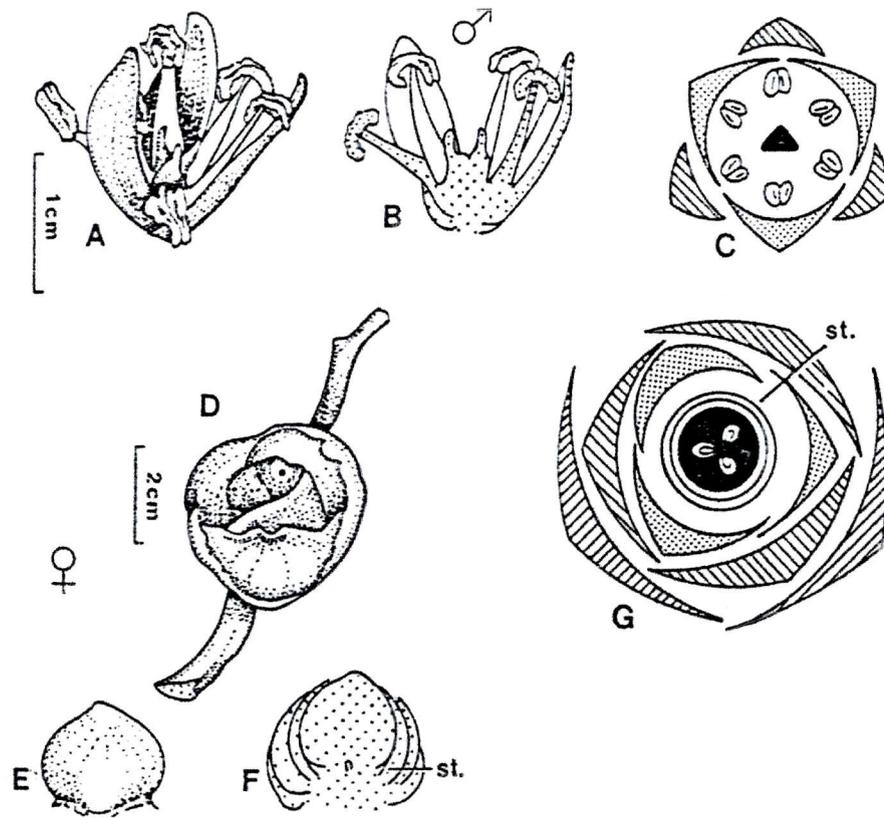


Figura 10: *Cocos nucifera* (A-C) Flor masculina. (D-G) Flor feminina (A) Vista lateral da flor. (B) Corte longitudinal flor masculina. (C) Diagrama floral. (D) Vista de cima da flor na ráquila. (E) Gineceu na antese. (F) Corte longitudinal . Fonte TOMLISON 1990.

As flores masculinas de *Phytelephas seemannii* caracterizam-se por apresentar de 250 a 354 estames. As sépalas e pétalas de cada flor medem cerca de 18 centímetros. Varia de 5 a 8 o número de estigmas, que apresentam de 5 a 7 centímetros de comprimento (BERNAL & ERVIK , 1996).

As flores estaminadas do babaçú são amareladas e perfumadas na floração. As 2 ou 3 pétalas são livres, apresentando entre 9,5-16,9 mm de comprimento. Os estames, que variam em número de 21 a 30 são livres, com filamentos medindo de 1 a 4,2 milímetros de comprimento e anteras longitudinais deiscidas são enroladas e torcidas de

maneira irregular. As flores com pistilos são de cor creme amarelado e não produzem aroma perceptível. As sépalas e pétalas são imbricadas e têm 2,3-5,0 cm de comprimento na antese. Não é constatada a presença de néctar (ANDERSON *et al.*, 1988).

## **2.2.4. Diversidade das partes florais**

### **2.2.4.1. Perianto**

O caráter trímero do perianto é quase universal em palmeiras, e exceções são raras. As sépalas são tipicamente imbricadas, mas as pétalas são comumente valvadas, especialmente quando são grossas e protetoras como nas palmeiras arecídes e cariotóides. Imbricação extensiva de componentes do perianto é importante na proteção de flores femininas. No coqueiro elas também protegem a base do fruto em desenvolvimento. As pétalas podem se diferenciar das sépalas, mas geralmente como órgãos maiores, protetores, em vez de estruturas atrativas e delicadas (TOMLINSON, 1990).

### **2.2.4.2. Androceu**

Seis é o número mais comum de estames, encontrado em mais da metade dos gêneros de palmeiras. Os estames são bastante uniformes e tipicamente apresentam filete fino, com uma antera basi ou dorsifixada. Os estames tipicamente são irrigados por um (menos comumente dois) feixe vascular. Os filetes estão ocasionalmente unidos na parte inferior e normalmente estão fundidos às pétalas. As anteras são

versáteis em alguns taxa polinizados pelo vento, como *Thrinax* (TOMLINSON, 1990). Na piassava (*Attalea funifera*), para aumentar a eficiência de seus polinizadores, as anteras das flores masculinas são aparentemente explosivas (VOELKS, 2002).

Nas flores femininas de muitas espécies, os estames podem estar tanto completamente ausentes, como ser representados por estruturas vestigiais, como a cúpula estreita, inconspícua da flor do coqueiro. Algumas vezes os estaminódios são conspícuos como na flor feminina de muitas palmeiras geonomóides e nesse caso eles desempenham importante função atrativa (TOMLINSON, 1990).

#### 2.2.4.3. Gineceu

A condição apocárpica, tricarpelada descrita para *Trithrinax* (Figura 1), também ocorre em gêneros correlatos na subtribo *Thrinacinae* (ex. *Chamaerops*, *Chelyocarpus*, *Cryosophila*, *Maxburretia*, *Rhapidophyllum*, *Rhapis*, *Trachycarpus*). Outros gêneros apocárpicos incluem *Phoenix* e *Nypa*. Um ovário tricarpelado, □imenópter com três lóculos uniovulados e três estigmas seja talvez a condição fundamental em palmeiras. Usualmente há apenas um carpelo funcional. Elaboração estilar não é pronunciada em palmeiras. Usualmente os estilos são curtos ou os estigmas são sésseis, mesmo nos gêneros de polinização anemófila (TOMLINSON, 1990).

O número de óvulos varia pouco, uma vez que rotineiramente há um óvulo por carpelo. Os óvulos apresentam orientação

variando de anátropa a ortótropa, geralmente apresentando posição lateral ou basal (TOMLINSON, 1990).

#### **2.2.5. Tamanho da flor**

Há uma correlação negativa entre tamanho da flor, representado pelo diâmetro médio da flor no momento da antese e o número de flores por inflorescência. Dimorfismo sexual está associado a uma tendência ao aumento da diferença de tamanho, entre flores masculinas e femininas, e um número progressivamente maior de flores masculinas. O paroxismo é observado em palmeiras cocosoides ou borassoides, com as flores femininas apresentando diâmetro até 10 vezes maior que as flores masculinas (TOMLINSON, 1990).

Segundo TOMLINSON, (1990) a correlação inversa entre tamanho e número de flores pode ser prevista em espécies dióicas, uma vez que um dado investimento floral pode ser canalizado para maior tamanho ou para maior número. A situação em espécies monóicas é mais complexa porque pode haver competição pelo mesmo recurso (fonte) na mesma inflorescência e a proporção de flores femininas e masculinas é determinada por fatores extrínsecos.

#### **2.2.6. Número de flores**

Em palmeiras, o número total de flores produzidas, pode ser bastante elevado. Estimativa para um espécime de *Corypha utan* cultivado no sul da Florida propiciou um valor entre 3 a 15

$\times 10^6$  flores, enquanto para *Corypha umbraculifera* foram estimadas  $23,9 \times 10^6$  flores. Em palmeiras monóicas e dióicas a relação flores masculinas:flores femininas é difícil de ser determinada por causa da variação dentro e entre as inflorescências. Em palmeiras dióicas é necessário também que se conheça a relação dentro de uma população e essa pode não ser unitária pela mortalidade diferencial de árvores femininas. Pode-se ter alguma estimativa da relação masculinas:femininas, a partir da distribuição de flores dentro da ráquila. Onde as flores aparecem em díades, a relação é unitária; em tríade, 2:1. Em palmeiras monóicas a relação flores masculinas:femininas é muito mais alta, como em palmeiras do grupo cocosoide nas quais as partes distais das ráquulas apresentam flores exclusivamente femininas, a relação podendo chegar a 100:1 (TOMLINSON, 1990).

A relação entre flores masculinas e femininas pode ser influenciada por fatores nutricionais como no dendezeiro, em que a proporção de inflorescências femininas para masculinas é dependente do balanço carbono/nitrogênio da palmeira. Aumento na proporção de inflorescências femininas, uma propriedade economicamente desejável em um cultivo comercial, pode ser obtido pela aplicação de fertilizantes (TOMLINSON, 1990).

### **2.2.7. Relação pólen/óvulo**

A relação entre quantidade de pólen (número de grãos) e número de óvulos pode ser considerada como estimativa da eficiência de polinização, uma vez que cada estrutura representa um gameta capaz de produzir um zigoto (Cruden,

1977). Relações altas, como as de *Astrocaryum vulgare* que é de 50.000:1 (CONSIGLIO & BOURNE.,2001), são características de plantas de polinização anemófila, e indicam um método relativamente ineficiente de polinização, uma vez que a maioria dos grãos de pólen, não terá contato com um gameta feminino. Valores baixos tendem a ser característicos de espécies polinizadas por animais e indicam métodos de polinização relativamente eficientes. O êxito da reprodução depende então da eficiência da transferência do pólen (TOMLINSON, 1990).

Caso curioso é o da razão pólen/óvulo em *Euterpe precatória* (4200:1), em que cada flor masculina produz em média 2100 grãos de pólen. Ambas as flores, masculina e feminina, emitem odor de óleo de *β*imenóp e produzem *β*imenó em nectários septados (KÜCHMEISTER *et al.*, 1997).

#### **2.2.8. Nectários**

Com a crescente compreensão da importância dos visitantes de flores na biologia reprodutiva das palmeiras, maior interesse foi despertado para a existência de estruturas secretoras de néctar. Conforme Schmid citado por TOMLINSON, (1990) observou em 1983, a princípio os pesquisadores ao observar nectários, freqüentemente falharam ao reconhecer sua função. Nectários em palmeiras, quando eles ocorrem, usualmente alinham-se na cavidade basal interna que resulta da fusão incompleta de carpelos adjacentes, que segundo KÜCHMEISTER *et al.*, (1997), são parcialmente fundidos.

Tais nectários tem sido reportados para *Arenga*, *Asterogyne*, *Borassus*, *β*imen, *Calyptrocalyx*, *Cocos*, *Corypha*,

*Geonoma*, *Hyophorbe*, *Hyphaene*, *Latania*, *Ptychosperma*, e *Sabal*. Os gêneros diferem quanto a localização das aberturas que comunicam o nectário com o interior da flor. Elas podem ser basais ou distais (TOMLINSON, 1990).

O tecido secretor, parece ser constituído de células epidérmicas modificadas, com paredes e cutículas bem finas. Em flores unissexuadas, tanto flores masculinas como femininas podem secretar néctar (TOMLINSON, 1990), que varia sua composição. Pode ser composto em grande parte, de sacarose ou hexose, ou até mesmo aminoácidos e  $\beta$ -glicose em concentração suficiente para nutrir seus respectivos polinizadores (HOWE & LYNN, 1989).

A concentração e a soma total do açúcar do nectário da flor feminina de *Euterpe precatória* (37% e 0,021mg, respectivamente) são significamente altas se comparadas com as da flor masculina (9% e 0.007mg). A falta de pólen na flor feminina como recompensa é compensada pela concentração três vezes maior de açúcar em seu néctar, o que colabora para aumentar sua atratividade (KÜCHMEISTER *et al.*, 1997).

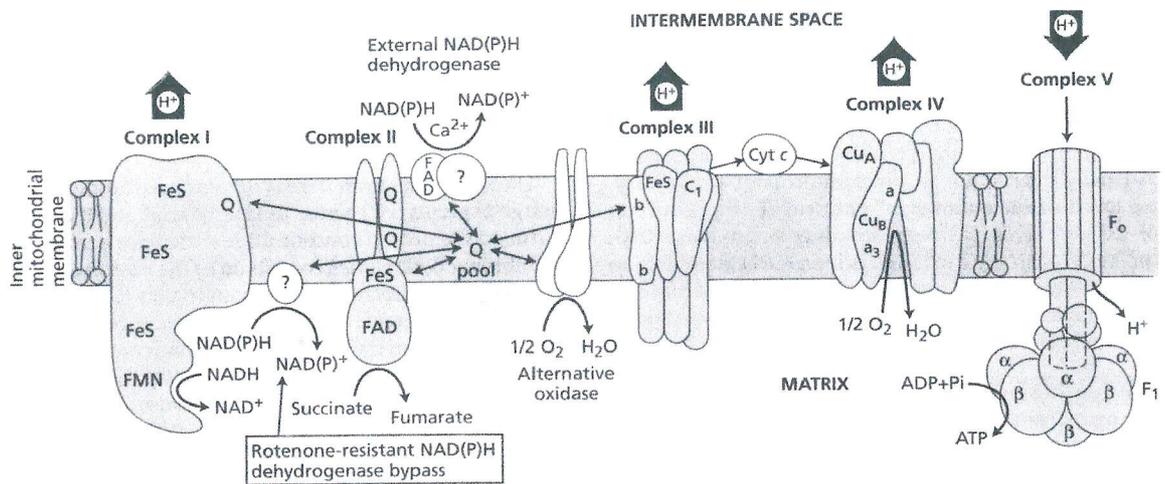
### **2.2.9. Atrativos florais**

A atração exercida pelas flores de palmeiras está não em sua aparência, se consideradas isoladamente, mas em seu conjunto nas inflorescências, que pode ser bastante conspícuo (TOMLINSON, 1990).

Atrativos florais em palmeiras incluem coloração (ou contrastes de cores), tamanho, odor, e aumento da

temperatura, acima da ambiente. Essa última modalidade de atrativo floral, denominada termogênese, corresponde a um aspecto extremamente interessante de fisiologia vegetal, que merece ser bem compreendido, razão pela qual será abordado em detalhes, a seguir.

Segundo TAIZ & ZEIGER (1998), grande parte dos tecidos vegetais apresenta um nível de respiração cianeto-resistente que pode representar de 10 a 25%, e em alguns tecidos até 100% da taxa do controle. A enzima responsável por essa fase da respiração mitocondrial, na realidade um by-pass no transporte eletrônico, foi identificada como uma oxidase cianeto-resistente, componente do transporte eletrônico, denominada oxidase alternativa (Figura 11). Quando elétrons passam através dessa rota alternativa, dois sítios de conservação de energia (complexos III e IV) são saltados e nenhum ATP é formado, e a energia livre que normalmente seria armazenada como ATP é perdida como calor. Os autores propõem então, a seguinte questão: “Como pode um processo aparentemente dissipador de energia, como a rota cianeto-resistente, contribuir ao metabolismo vegetal? Em seguida citam um exemplo específico desse funcionamento, que segundo vários autores, ocorre em palmeiras: logo antes da polinização, tecidos da inflorescência, exibem um dramático aumento na taxa de respiração através dessa rota alternativa e a temperatura da inflorescência pode sofrer aumentos consideráveis. Essa condição dura cerca de sete horas e essa extraordinária produção de calor volatiliza certos compostos como aminas e indols, cujo odor atrai insetos polinizadores.



**Figura 11: . Rota cianeto resistente em plantas TAIZ & ZEIGER (1998).**

As contrapartidas florais das palmeiras incluem pólen e néctar, enquanto as inflorescências podem propiciar proteção, locais para acasalamento e mesmo locais para nutrição de larvas (TOMLINSON, 1990), (LISTABARTH, 1996) e (MORA-URPÍ *et al.*, 1997).

As pétalas das flores das palmeiras são as vezes delicadas e coloridas (usualmente brancas, creme, amarelas, laranja ou róseas) e juntamente com os estames, podem tornar as flores individuais mais chamativas. Essa situação é característica de muitas palmeiras geonomóides e uma vez que elas geralmente ocupam o sub-bosque de florestas tropicais, as flores em formato de estrelas podem ser relativamente conspícuas nesse ambiente escuro (ocore em *Asterogyne*) (TOMLINSON, 1990).

As flores femininas, ao contrário das masculinas, não apresentam recompensa para seus visitantes. Por essa razão, insetos são provavelmente atraídos para a inflorescência feminina por um odor mimetizado, que pode ser observado em

várias espécies de palmeiras. A ocorrência de um odor mimetizado em *Phytelephas seemanii* é também sugerida pelo fato de que a maioria dos insetos deixa a inflorescência em pouco tempo, depois de “descobrirem” seu engano (BERNAL & EERVIK, 1996). Para o odor mimetizado funcionar, a competição entre inflorescências masculinas e femininas pelos insetos, tem que ser minimizada. Isso é realizado pela divergência nos tempos de abertura da espata, que nas femininas ocorre durante a noite e nas masculinas ocorre ao longo do dia (BERNAL & ERVIK, 1996).

As espatas das inflorescências de certas palmeiras, podem servir ao mesmo tempo como proteção e atração, como ocorre em *Bactris*, em que a superfície interna da espata é de cor creme-claro e parece advertir sobre a existência da inflorescência a besouros que vêm se alimentar (TOMLINSON, 1990).

Os aromas florais são estudados menos freqüentemente e, em geral, usam-se somente termos subjetivos para descrevê-los. No entanto, o aroma floral é um importante atrativo secundário e é especialmente importante em muitas plantas polinizadas por besouros (ERVIK *et al.*, 1999). Os aromas são volatilizados com a ocorrência da termogênese (KNUDSEN *et al.*, 2001).

Estudos recentes de BERGSTRÖM *et al.*, (1991), citado por ERVIK *et al.*, (1999), mostram que gorgulhos (*Coleoptera: Curculionidae*) também podem ser polinizadores altamente específicos atraídos pelas fragrâncias florais. Segundo ANDERSON *et al.*, (1988) as flores estaminadas do *Climacium* exalam uma fragrância doce na antese. As inflorescências de

*Phytelephas seemannii* têm capacidade de exalar cerca de 7mg de aroma por hora o que é extraordinariamente alto (ERVIK *et al.*, 1999). A temperatura da inflorescência pode atingir até 12°C acima da temperatura ambiente três dias após a ruptura da espata (BERNAL & ERVIK, 1996).

### 3. Palmeiras e polinização

Segundo TOMLINSON (1990), o conhecimento sobre a morfologia, anatomia, e desenvolvimento da flor e inflorescência das palmeiras transcorreu rapidamente nas ultimas décadas, acompanhado pelo crescente interesse a respeito da função da flor e da inflorescência e a despeito da antiga discussão sobre a possibilidade de insetos estarem envolvidos na transferência de pólen em palmeiras, por importantes naturalistas, tem persistido um mito propagado por teóricos segundo o qual palmeiras são predominantemente de polinização anemófila, pelo fato de possuírem flores pequenas, pouco vistosas.

Para o mesmo autor, o fenômeno bem conhecido da polinização anemófila da tamareira, observado na produção comercial de tâmaras desde a antiguidade, tem reforçado essa idéia. No entanto, modernos estudos de campo têm dissipado esse mito, demonstrando continuamente uma ampla variedade de mecanismos de polinização, freqüentemente enfatizando a inflorescência como a unidade funcional, com as flores atuando harmoniosamente, em conjunto. Assim, a polinização anemófila representa apenas um, entre uma diversidade de mecanismos.

Segundo o próprio TOMLINSON (1990), não é difícil encontrar evidência para polinização entomófila em palmeiras e a presença de grandes quantidades de abelhas em torno das inflorescências das palmeiras imperiais representam uma pista direta. O dendezeiro representa um bom exemplo da importância do conhecimento dos mecanismos de polinização em palmeiras.

Assim, a polinização em palmeiras pode acontecer por meios abióticos ou bióticos. A polinização abiótica se dá por vetores como o vento, água e gravidade. Este trabalho só fará menção à polinização anemófila, que está diretamente relacionada com a polinização de palmeiras citadas adiante. Na polinização biótica os dispersores são animais (ERVIK & FEIL, 1997).

### **3.1. Síndromes de polinização**

Desde sua origem há cerca de 100 milhões de anos, coleópteros, himenópteros e lepidópteros, têm diversificado seu alcance a diferentes tipos florais. Do mesmo modo muitos grupos vegetais, mudaram suas características físico-químicas para facilitar sua localização, e assim aumentar a chance de ser polinizados (BUCHMANN & NADHAN, 1997).

Essa premissa, de que certos tipos de animais têm fortes alianças com determinados tipos florais, foi formalmente documentada por Frederico Delpino entre 1868 e 1875, seguido por Paul Knuth em 1910. Stefan Vogel sugeriu que se reconhecido determinado padrão floral, biólogos poderiam

diferenciar quais seriam seus possíveis polinizadores legítimos (BUCHMANN & NADHAN, 1997).

Essas interrelações entre os referidos atributos animais e vegetais, cuja harmonia irá se consubstanciar em polinizações efetivas, são designadas como síndromes de polinização. No entanto, essas síndromes, são falíveis por muitas razões. Primeiro, a combinação de polinizador e a síndrome de atração adotada pela flor geralmente não é restrita. Ocasionalmente se se observar uma campina de flores constatar-se-á que geralmente os insetos estão nos tipos “errados” de flores, o que acaba por aumentar a diversidade de polinizadores. Segundo, algumas características florais são inconstantes, pois atraem diferentes polinizadores para diferentes indivíduos de uma mesma espécie (BUCHMANN & NADHAN, 1997). Nesse caso alguns ajustes adaptativos possibilitaram o uso de dois tipos de síndrome (HOWE & WESTLEY et al., 1989).

Exemplos podem ser encontrados em palmeiras como babaçu e *Astrocaryum vulgare*, que podem ser polinizadas pelo vento ou por insetos, pois são providas de pólen abundante, seco e leve, e também apresentam recompensas florais, características de polinização entomófila (ANDERSON et al., 1988; CONSIGLIO & BOURNE., 2001).

As palmeiras não apresentam um modelo floral característico, correspondendo a um mecanismo floral particular, como ocorre em plantas de algumas famílias como *Orchidaceae* (insetos especializados) e gramíneas (geralmente polinização anemófila), contudo algumas síndromes podem ser reconhecidas (TOMLINSON, 1990).

### 3.1.1. Polinização anemófila

As características comuns de palmeiras de polinização anemófila parecem ser a rápida descarga de pólen, maior ou menor grau de dimorfismo floral, protandria (TOMLINSON, 1990).

A natureza do pólen pode estar também diretamente relacionada com o tipo de polinização. O pólen para a dispersão anemófila caracteriza-se por ser leve e seco como o da piassava (VOELKS, 2002), em contraposição àquele para a polinização entomófila, que se caracteriza principalmente por ser pegajoso, o que faz com que acumule, impossibilitando a dispersão pelo vento (BERNAL & ERVIK, 1996).

As palmeiras do gênero *Cocos*, podem ser tanto polinizadas pelo vento quanto por insetos. A liberação do pólen é rápida e todas as flores masculinas caem antes que os estigmas da mesma inflorescência tornem-se receptivos. Na maioria das variedades de coqueiro, a fecundação cruzada é garantida pelo fato de que somente uma inflorescência é produzida por mês e não há sobreposição das duas fases sexuais de inflorescências sucessivas (TOMLINSON, 1990).

*Chamaedorea alternans* é independente de polinizadores para a formação de suas sementes, o que sugere como principal, a polinização anemófila. As flores masculinas sofrem intensa visitação depois da antese, o que não acontece com a inflorescências femininas. Os insetos entram nas flores e provocam a liberação de pólen, formando pequenas nuvens. Esse modo de polinização foi nomeada de polinização anemófila inseto induzida. Ambos os sexos florescem sincronicamente, de outubro a janeiro. Contudo, não são todas

as espécies desse gênero que são polinizadas pelo vento, como é o caso da *C. elatior*, *C. fragans*, *C. angustisecta*, entre outras (OTERO-ARANAIZ & OYAMA, 2001).

A polinização pelo vento pode ser importante em lavouras de pupunheira e dendezeiro, contudo não se mostra muito eficiente em ambiente selvagem, pois a maior parte de pólen acaba caindo muito perto da planta que o gerou (MORA – URPI *et al.*, 1997) e (HARTLEY, 1977), correspondendo a cerca de 50% dentro de um raio de 12 metros. Em comparação, o besouro curculionídeo, um dos principais polinizadores do gênero *Bactris*, tem um alcance de vôo de 100 a 500 metros entre as árvores (MORA – URPI *et al.*, 1997).

A predominância de inflorescências estaminadas em babaçu, grãos de pólen pequenos (20  $\mu\text{m}$  de diâmetro) e perfeitamente reticulados, e ausência aparente de néctar, sugerem polinização pelo vento (MOORE & UHL 1982). Contudo, a fragrância produzida pelas flores estaminadas do babaçu e a superfície interna brilhante de suas brácteas inflorescentes, sugerem também uma adaptação à polinização por insetos (ANDERSON *et al.*, 1988).

### **1.1.1. Polinização entomófila**

#### **1.1.1.1. Polinização por besouros (cantarofilia)**

BEACH (1984), estudou o comportamento de besouros, em relação a palmeiras do gênero *Bactris*. Palmeiras desse gênero são bem protegidas por espinhos, presentes também na superfície externa da espata que protege a inflorescência, durante sua exposição inicial. A inflorescência é uni-ramificada com flores aparecendo principalmente em tríades, porém existindo flores masculinas adicionais, espalhadas. Dimorfismo floral é apreciável, com as flores masculinas apresentando três pétalas grossas, fundidas na porção basal, seis estames e nenhum pistilódio; flores femininas apresentam perianto que forma cúpula escondendo a base do ovário trilocular com seus pequenos estigmas. Elevação da temperatura (termogênese, será discutida em capítulo posterior) precede a abertura das inflorescências que apresentam protoginia, com a antese das flores femininas ocorrendo logo após a abertura da espata, no fim da tarde. Elas são imediatamente atrativas a numerosos insetos, mas mais intensamente a besouros curculionídeos ou nitulídeos que aparecem em grande quantidade e permanecem na inflorescência durante a noite.

Os besouros se alimentam das flores masculinas ainda fechadas. Flores femininas são receptivas por cerca de 12 horas após a chegada dos besouros, e são presumivelmente polinizadas por pólen carregado por eles. As flores masculinas liberam pólen na tarde do segundo dia e assim os besouros continuam a se alimentar de pólen, que eles podem carregar quando eles finalmente partem para outra inflorescência. Mesmo que os besouros se alimentem de flores masculinas

fechadas eles não são muito destrutivos ao pólen porque as camadas internas das pétalas são fibrosas e somente a parte externa é consumida. Em contraste, flores femininas são muito mais esclerenquimatosas com a parte distal do ovário bem protegida por numerosos feixes fibrosos. O posicionamento seletivo de tecidos inibidores é indicado pela ausência de tanino nas pétalas. Taninos são conhecidos por ser desagradáveis aos herbívoros e são bastante abundantes em flores de palmeiras (TOMLINSON, 1990).

Segundo LISTABARTH (1996), o comportamento da floração é muito similar em todas as espécies de *Bactris* investigadas, e geralmente foi constatada cantarofilia.

A grande diversidade de insetos que visitam diferentes espécies de *Bactris* torna difícil a identificação do polinizador específico. Contudo, em *B. gasipaes* (pupunheira) e *B. porschiana*, dois visitantes comuns são, os curculionídeos *Phyllotrox megalops* e *Cyclocephala amazona*. Isso foi confirmado POR MORA-URPÍ & SOLIS (1982), na Amazônia brasileira e na Bolívia sugerindo haver uma forte associação. O mesmo curculionídeo, foi reportado por UHL & MOORE (1977), citados por TOMLINSON (1990) em *B. major* e *B. guineensis*, constituindo 90% dos visitantes das flores, tornando-os os polinizadores mais prováveis dessas plantas (TOMLINSON, 1990).

O curculionídeo *Andranthobius palmarum* é o principal polinizador na América Central e algumas espécies do gênero *Phyllotrox* são os principais polinizadores da região da bacia amazônica. Esses besouros, ovipositam na flor masculina, a larva se desenvolve até a flor sofrer abscisão, depois migra para o solo tornando-se pupa. As pupas darão origem a adultos

em apenas 11 dias, assim a cada época de floração há uma explosão populacional desses insetos (MORA-URPÍ, 1997). Outros besouros também agem como polinizadores, porém com menor expressão. São eles: *Epurea* (Nitidulidae) que ocorre no Peru, e *Cyclocephala* (Scarabaeidae) que pode ser encontrado na Costa Rica.

Estudos, em número limitado até o momento, indicam que a polinização pelo besouro é uma das síndromes predominantes em palmeiras. Alguns dos fenômenos comumente associados a essa síndrome, também observados em relação à palmeira babaçu, incluem inflorescências de cor creme ou marfim; flores estaminadas e pistiladas, maduras no momento da abertura da bráctea, protoginia, flores estaminadas comprimidas na ráquila e numerosos estames de vida curta, além de ausência de néctar (Henderson 1986), citado por (ANDERSON *et al.*, 1988).

Além das características descritas, as plantas polinizadas por besouros produzem quantidades enormes de pólen, o qual é consumido em grande parte por seus visitantes. Besouros mostram pequena modificação para visitação floral, que é descrita por um alongamento do protorax e do pescoço (FAEGRI & PIJL, 1971).

Escaravelhos com 7 ou 8 mm (*Cyclocephala distincta*), presentes ao longo do ano todo, são usualmente achados dentro de flores masculinas da palmeira piassava (férteis ou estéreis), geralmente procriando, e aparentemente mastigando sobre a corola. Exames feitos em espécimes coletados de flores femininas mostraram que carregavam pólen, p r m a

ausência do pólen nos estigmas sugere seu valor mínimo como polinizador (VOELKS, 2002).

O grande e peludo potó, *Xanthopygus* ( Staphylinidae) foi observado às dezenas nas inflorescências masculinas de palmeiras do gênero *Phyletelephas semanii*, escondendo-se entre os estames e caçando hóspedes menores, especialmente o Aleocharinae (Ervik *et al.*, 1999).

Por sua vez, as inflorescências de macaúba não possuem marcada protoginia, característica da síndrome básica de polinização por besouros. Os principais polinizadores são *Andranthobius sp* (Curculionidae), *Mystrops mexicana* (Nitidulidae) e *Cyclocephala forsteri* (Scarabaedae). A flor oferece comida, lugar para reprodução e e proteção aos polinizadores (SCARIOT *et al.*, 1991).

A palmeira *Astrocaryum vulgare* possui flores, que exibem traços típicos de polinização feita por besouros e pelo vento (CONSIGLIO & BOURNE, 2001). As inflorescências protogínicas produzem calor (termogênese) e odor durante a antese noturna. Dotada de numerosos estames, com abundante quantidade de pólen leve, a inflorescência é visitada por besouros que usam o local para reprodução e oviposição.

Outra característica de palmeiras polinizadas por curculionídeos, é o alto índice de sincronia e período mais curto de floração. O período de polinização para besouros, moscas e abelhas mostra-se regular. Os curculionídeos apresentam um período mais curto se comparado com as abelhas e moscas e outros tipos de besouros (HENDERSON *et al.*, 2000).

Pode-se tomar como exemplo a floração da macaúba que acontece na época de chuvas, entre agosto e novembro. Janzen e Schoener em 1968 notaram que a população de insetos nessa época aumenta, e em especial os besouros. A floração nessa época pode ser duplamente vantajosa, pois a população de insetos é aparentemente maior e a floração da maioria das outras plantas acontece na estação de seca, não ocorrendo portanto competição (SCARIOT *et al.* 1991).

#### **1.1.1.2. Polinização por moscas (miofilia)**

A polinização por drosófilas tem se mostrado pouco eficiente em palmeiras dado seu comportamento sedentário e sua tendência limitada de transitar entre as inflorescências (Borchsenius, 1997). Em alguns casos o único atributo que importa nas moscas é seu corpo peludo que facilita a fixação de pólen (FAEGRI & PIJL, 1971).

A polinização da palmeira *Nypa* envolve moscas drosófilas que podem se reproduzir no tecido da inflorescência, cuja estrutura é estreitamente relacionada à biologia da polinização (Uhl, 1972), citada por (TOMLINSON, 1990). Anteriormente à emergência do pistilo, o conjunto da inflorescência é percebido quente (termogênese) ao tato (Fong, 1986; Kraus, 1986). A fragrância da inflorescência tem pico ao alvorecer. A inflorescência apresenta protoginia, com as flores femininas tornando-se receptivas primeiro, apresentando uma secreção pegajosa nos estigmas no início da manhã e o período de receptividade dura de 3 a 4 dias. As flores masculinas apresentam três estames unidos a uma coluna

central que se alonga na antese. O pólen é pegajoso e somente pode ser transportado por insetos.

Moscas *Copestylum* sp foram observadas visitando flores femininas da palmeira *Prestoea schultzeana*, e carregando de 100 a 500 grãos de pólen, que foi observado em todas as partes corpóreas do inseto, especialmente nas pernas, o que a torna o principal polinizador dessa espécie (ERVIK & FEIL, 1997).

Moscas também foram considerada como sendo os mais prováveis polinizadores de *Asterogyne* na Costa Rica, ainda que entre outros visitantes estejam incluídos. As inflorescências apresentam protandria, com abertura de flores masculinas nas primeiras horas da manhã, que murcham em poucas horas. Essa situação dura de 2 a 6 dias e é seguida por um período de 1 a 2 dias, quando os estigmas estão receptivos. A atração na fase masculina inclui as pétalas e estames, e é provocada pelo néctar. Os estaminódios são órgãos atrativos em flores femininas, podendo também suprir néctar, ainda que a principal fonte seja nectário, que libera néctar dentro da base do tubo da corola, de tal forma que somente é acessível a visitantes providos de partes bucais apropriadas (TOMLINSON, 1990).

#### **1.1.1.3. Polinização por abelhas (melitofilia)**

Abelhas, especialmente as melíferas, são visitantes comuns em inflorescências de palmeiras, buscando por pólen e néctar. A *Apis mellifera*, embora existam outros insetos visitantes, é o principal polinizador da *Neodypsis decaryi* (RATSIRARSON & SILANDER, 1996).

Palmeiras do gênero *Roystonea*, cultivadas, caracterizam-se por apresentar verdadeiros enxames ao redor das inflorescências abertas. Contudo as abelhas podem representar apenas buscadores de pólen, uma vez que elas somente visitam inflorescências na fase masculina. Um exemplo particular no qual abelhas não melíferas podem ser polinizadores é *Ptychosperma*, descrita por Essig (1973). Para esse gênero, considera-se que abelhas *Nomia*, sejam os mais prováveis polinizadores na Nova Guiné (TOMLINSON, 1990).

Abelhas solitárias tem uma estação de vôo fixa e curta, que coincide com a época de floração de certas plantas, resultando em um mutualismo. Colônias de abelhas melíferas, por outro lado, que estão ativas o ano todo, não podem se especializar em um único tipo de planta, assim são obrigadas a aprender a visitar as flores disponíveis. Portanto são capazes de aprender a evitar o desconforto de ser contaminadas pelo pólen (condição *sine qua non* para a polinização) enquanto procuram por néctar (Westerkamp & Gottsberger, 2000).

O comportamento de floração da palmeira *Geonoma irena*, com poucas flores abrindo todos os dias por um período de tempo extenso, corresponde com o comportamento da abelha, que apresenta uma inspeção regular, voltando para a mesma inflorescência em intervalos iguais (BORCHSENIUS, 1997). Pequenas proporções de sacarose ou hexose são preferidas por abelhas (KÜCHMEISTER *et al.*, 1997).

## 1.2. Pólen

Estudos de pólen de palmeiras referentes à caracterização morfológica, germinação, fisiologia, têm sido realizados nas últimas décadas, envolvendo especialmente as palmeiras de importância econômica.

Seria interessante começar pelo dendezeiro. É importante lembrar que o pólen dessa espécie está adaptado tanto para a polinização entomófila quanto para anemófila. É dispersado principalmente à tarde, dificilmente à noite ou de manhã devido ao orvalho. O pólen perde sua viabilidade passados 6 dias na inflorescência. A densidade de pólen na atmosfera é ideal à altura da inflorescência. Dias de chuva podem diminuir essa densidade, pois a concentração de material suspenso na atmosfera torna-se menor e a inflorescência quando molhada não libera pólen. Investigações mostraram que sob condições ideais a polinização pelo vento é significativa até 35 metros do ponto de dispersão HARTLEY (1977).

Segundo TADON *et al.*, (2001), o pólen do dendezeiro germina dentro de duas horas, a formação do tubo polínico atinge a metade do estigma em 3h e a fecundação acontece 5 horas depois da polinização. Após 24 horas os lobos do estigma começam a sintetizar antocianina, cuja quantidade é inversamente proporcional à receptividade do estigma da flor em questão.

Estudos sobre o pólen de palmeiras serão abordados novamente, em outro capítulo deste trabalho.

## **2. Palmeiras de importância econômica – a pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth)**

Além do evidente valor paisagístico que grande parte das espécies de palmeiras apresentam, muitas palmeiras são economicamente importantes, por suas várias classes de produtos valiosos. Dentre as mais importantes estão: o dendezeiro (*Elaeis guineensis*), o coqueiro (*Cocos nucifera* L.), a tamareira (*Phoenix dactylifera*), e as palmeiras produtoras de palmito, duas do gênero *Euterpe* (*E. edulis*, *E. oleracea*) e uma do gênero *Bactris* (*B. gasipaes* Kunth), a pupunheira.

Detalhes da polinização e polinizadores dessas palmeiras foram mencionados em vários capítulos deste trabalho. Na realidade o dendezeiro, o coqueiro e a tamareira, têm sido muito estudados em praticamente todos os aspectos.

Neste capítulo, manteremos nossa atenção voltada à pupunheira, uma vez que durante este nosso trabalho, tivemos a oportunidade de pessoalmente, estudá-la mais de perto, nos aspectos relacionados à polinização, inclusive documentando nosso trabalho com fotos de grande interesse, que apresentaremos a seguir.

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth), desde tempos remotos era consumida pelos nativos de América tropical, que envolveram sua origem em lendas e mitos. Na época pré-colombiana era valorizada sobretudo por seus frutos, que possivelmente tenham sido o principal alimento de numerosas tribos MORA-URPÍ *et al.*, 1997).

Essa palmeira, além de frutos nutritivos, produz palmito de boa qualidade (BOVI, 1998), tendo despertado a atenção de instituições brasileiras de pesquisa, que desde o início da década de 70, iniciaram trabalhos sobre o cultivo da espécie. A década seguinte, foi marcada pelo interesse de empresários agrícolas em cultivar a pupunheira em larga escala para a produção de palmito, impulsionados de um lado, pelos resultados iniciais, bastante favoráveis obtidos pela pesquisa com material sem espinho, e de outro pelo fato de que a produção de palmito, até então proveniente da exploração predatória de palmeiras nativas, especialmente *Euterpe edulis* Mart. (palmitreiro) e *Euterpe oleracea* Mart. (açazeiro), as havia colocado naquela época entre as espécies ameaçadas de extinção (BOVI, 1998). A PARTIR DE 1988, o cultivo da pupunheira para palmito no Brasil teve expansão considerável, assumindo caráter empresarial, com crescente interesse por parte dos produtores (BOVI, 1998).

Na realidade, a pupunheira apresenta-se bastante adequada para ser cultivada para produção de palmito, devido a certas características de espécie: é uma planta precoce entrando em produção muito mais cedo que as palmeiras tradicionais, é rústica, apresentando alta sobrevivência no campo (BOVI, 1998). Pelo fato de produzir perfilhos, tem caráter de cultivo permanente, podendo em certas regiões constituir-se em nova opção, em substituição aos cultivos tradicionais (BOVI, 1998). Além disso, o fato de o palmito de pupunheira não escurecer depois de colhido (MORA-URPI *et al.*, 1997), pode proporcionar ao agricultor outras formas de comercialização, que poderão agregar valor ao produto final.

Segundo MORA-URPÍ *et al.*, (1997) somente cerca de 20% do palmito exportado pelos países produtores em 1995, foi proveniente de pupunheiras cultivadas. Mas o autor considera perspectivas que apontam para a rápida alteração dessa situação, uma vez que, além de a legislação proteger as espécies nativas, consumidores nacionais e internacionais, imbuídos de espírito conservacionista, estão começando a preferir o produto cultivado.

Comparada com outras palmeiras de importância econômica, a pupunheira tem sido estudada, tanto no Brasil, quanto nos demais países produtores.

Contudo, existem alguns trabalhos importantes da pupunheira relacionados à polinização, que merecem ser citados.

A pupunheira geralmente começa a florescer em 3 a 5 anos. Segundo HENDERSON *et al.*, (2000), normalmente as palmeiras do gênero *Bactris* florescem durante a estação de chuvas e no começo da estação seca, aproximadamente de dezembro até julho, estendendo-se por quase dez meses. Algumas de entre agosto e novembro. Quando se consideram todos os taxa pode-se observar que há florescimento conjunto no dado período. Porém quando se consideram “parentes” próximos, pode-se observar que a floração ocorre separadamente. Por exemplo das três variedades de *B. acanthocarpa*, a var. *exscapa* tem o pico em janeiro, a var. *intermedia* tem o pico em fevereiro, e a var. *trailiana* em maio ou depois.

6395

Essa sequência sazonal de floração tem implicações para os polinizadores. Durante a estação de seca besouros podem mudar para outras espécies de palmeiras, assim são supridos o ano todo. A sequência de eventos na inflorescência é similar em todo o taxa, porém cada espécie apresenta idiosincrasia própria, além de cada uma também apresentar sua própria fauna entomológica, embora muitas espécies de insetos tenham sido observadas em comum (HENDERSON *et al.*, 2000).

O ciclo de polinização da pupunheira dura em torno de três dias. A antese feminina coincide com a abertura da espata, que ocorre aproximadamente as 17:30 horas. Vinte e quatro horas após a antese feminina, tem início a antese masculina. Parte do pólen liberado permanece sobre a ráquila até a manhã seguinte. No terceiro dia do ciclo, quando o pólen está suficientemente seco, o vento faz seu papel de polinizador. Há três agentes responsáveis pela dispersão de pólen na pupunheira: insetos, no primeiro e segundo dia; vento e gravidade, no terceiro dia (MORA-URPÍ & SOLÍS, 1979).

A temperatura da inflorescência aumenta (termogênese, já mencionada), e geralmente no final da tarde do primeiro dia a bráctea peduncular se rompe expondo as flores femininas. A antesis começa nesse momento e as flores que não foram fertilizadas ficam receptivas por mais de 24 horas. Os estigmas das flores fertilizadas secam. No fim da tarde do segundo dia a antesis feminina normalmente acaba e dá-se início a antesis masculina (MORA-URPÍ *et al.*, 1997).

A pupunheira é predominantemente alógama, podendo ocorrer autofecundação, o que proporciona a plantas geograficamente isoladas a produção de descendentes. A

autofecundação pode acontecer se na mesma inflorescência ocorrer a antese masculina quando a feminina ainda não tenha terminado. A autofecundação pode ocorrer entre inflorescências do mesmo estipe, ou entre inflorescências diferentes perfilhos da mesma planta. No primeiro caso a autopolinização pode ser alta se ainda não tiver havido polinização efetiva antes da antesis masculina, rara no segundo caso ainda que as inflorescências se abram em seqüência e comum no terceiro caso (MORA –URPÍ *et al.*, 1997).

## 2.1. Documentação fotográfica

A caracterização fotográfica, dos aspectos da pupunheira ligados à polinização, bem como a coleta de inflorescências para posterior exame em laboratório, foram realizadas em um cultivo comercial de pupunha em uma propriedade particular, localizada no município de Mogi-Guaçu (SP), a 22° 23' S, 45° 56' W, 593 m, s.n.m. As fotos, bem como os trabalhos em laboratório foram realizados em setembro de 2002,. As fotos foram tiradas com uma câmera digital Sony, modelo F505 de 2.1 megapixels.

As plantas que compõem o cultivo são pupunheiras de sete anos, em produção, provenientes de sementes de Yurimáguas, Peru, plantadas em espaçamento adequado à produção de palmito (2 x 1 m). A área cultivada é de aproximadamente um hectare, correspondendo a aproximadamente 5.000 plantas. Dessas, cerca de 200 plantas foram deixadas como matrizes, para futura produção de sementes.

As Figuras de 12 a 14, correspondem a fotografias realizadas a campo na propriedade de Mogi-Guaçu (SP). Na Figura 12 (superior) podemos observar a plantação comercial de pupunha vista de uma distância aproximada de 500 m, de forma a mostrar o ambiente no qual a cultura está inserida. Na mesma figura (inferior), aspectos da mesma plantação, podendo-se observar que entre as pupunheiras já em produção, foram deixadas cerca de 200 plantas crescendo livremente para florescimento e produção de sementes.

Na Figura 13 podem ser observados os mesmos aspectos, porém a uma distância menor.

A Figura 14 (superior) mostra aspecto das pupunheiras observadas da margem da plantação e aspecto do interior da mesma (inferior),

Na Figura 15 podem ser observadas inflorescências em dois estádios de desenvolvimento: logo após a emergência (superior) e com as flores expostas, após a ruptura da espata (inferior).

A Figura 16 representa aspectos das inflorescências da pupunheira em diferentes estádios de desenvolvimento.

A Figura 17 (superior) mostra duas ráquias em diferentes estádios de maturação, podendo-se observar as flores femininas e masculinas. Na foto inferior pode-se observar visão mais aproximada (6 X), das flores na ráquila: nota-se à esquerda a flor feminina (verde) e das flores masculinas

abertas, após antese. Essa foto foi obtida por meio de observação em lupa Zeiss.

As fotos da Figura 18, foram obtidas em lupa Zeiss. À esquerda na parte superior observa-se flor feminina receptiva (25 X). À direita na parte superior, flor feminina e masculina. À esquerda abaixo, conjunto de flores masculinas antes da antese.

O preparo do material para as fotos de laboratório foi realizado no Centro de Horticultura – Plantas Tropicais, do Instituto Agrônômico (IAC).

Após a realização da fotos em laboratório foi colhido material para fotos em microscopia eletrônica. O material foi fixado em 2,5% de glutaraldeído – 2,5% de formaldeído em 0,05 M tampão cacodilato de sódio (pH 7,2, seguido de pós-fixação em 1% tetróxido de ósmio em tampão cacodilato de sódio (pH 7,2). As amostras foram coladas em stubs de alumínio e recobertas de camada de ouro.

O exame visual da superfície das anteras foi realizado por microscopia eletrônica de varredura (MEV), em microscópio eletrônico Zeiss DSM 940 A, usando aceleração de 10 kV.

A Figura 19 , representa aspectos da antera da flor da pupunheira.



**Figura 12: Vista panorâmica de cultivo de pupunheiras em Mogi-Guaçu**



**Figura 13: Vista à margem da plantação de pupunheiras em Mogi-Guaçu**



**Figura 14: Na parte inferior observa-se o interior da cultura de pupunha; na parte superior pode-se visualizar a margem da plantação em questão por um ponto de vista mais aproximado**



**Figura 15: Aqui pode ser observado as inflorescências em diferentes estádios de desenvolvimento**



**Figura 16: Inflorescências colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento (superior), vista da inflorescência em antese (meio); visão aproximada das ráquulas na inflorescência**



**Figura 17: (superior) ráquias imaturas, (inferior) proporção das flores masculinas e femininas na ráquila; aumento de 6X.**



**Figura 18: Estigma receptivo (esquerda); Flor masculina e feminina (direita acima); flores masculinas (direita abaixo)**



**Figura 19: Antera integra (acima); antera macerada expondo pólen (abaixo).**

### 3. Conclusão

A polinização em muitas espécies vegetais, tal como nas palmeiras, foi resultado de milhões de anos de coevolução com seus respectivos polinizadores. Estes muitas vezes mostraram-se indispensáveis para uma boa produção de sementes viáveis, que é de incontável valor para a colonização de novas áreas (Buchmann & Nadhan, 1997).

Os mecanismos de polinização, ainda que sejam essenciais para a sobrevivência da maioria das espécies vegetais, são pouco conhecidos ou inadequadamente monitorados (Buchmann & Nadhan, 1997). Para agravar esse problema, a paisagem vegetal vem sendo moldada pela falta de polinizadores, ocasionada pela derrubada indiscriminada de matas silvestres e uso incontrolável de defensivos agrícolas. Segundo Spears, (1987), citado por Buchmann & Nadhan, (1997) a escassez de polinizadores age como filtro, inibindo a colonização por espécies com estruturas florais e sistemas reprodutivos que requisitam a polinização animal. Em se tratando de palmeiras a situação fica agravada pois várias espécies animais dependem de seus frutos para se alimentar.

Edward O. Nilson, do Museu de Zoologia Comparativa da Universidade de Havard, quando prefaciou o livro "The forgotten pollinators" (Buchmann & Nadhan, 1997) vaticinou que "se o último polinizador de uma determinada espécie de planta for extinto, por uso de pesticidas ou distúrbios ambientais, essa população irá declinar ou simplesmente desaparecer".

Assim é necessário que tomemos plena consciência dessa situação, e que deixemos definitivamente de nos interessar por questões às quais atribuímos soluções imediatistas, sobretudo se forem moldadas sob a égide de filosofia desvinculada do caráter intrincado que caracteriza a interrelação ambiente – planta – polinizador.

Não temos o direito de conduzir uma espécie, tanto animal quanto vegetal, à extinção. Primeiro porque não podemos criá-la, apenas conservá-la. Segundo porque talvez um dia poderemos utilizá-la, extraíndo dela um benefício imprevisível na atualidade (Dorst, 1973).

Nem sempre lucro imediato, característico de uma sociedade industrialista, será a melhor alternativa. Segundo Buchmann & Nadhan, (1997), produtores dos Estados Unidos introduziram a abelha *Apis mellifera* na tentativa de aumentar sua produção agrícola. Nesse país estava sendo usada como principal polinizador, contudo, essa espécie de abelha é predada por duas espécies de ácaro (*Acarapis woodii* e *Varroa jacobsonii*) e uma de abelha. A abelha *Apis mellifera*, além de visitar a flor sem desencadear a polinização, desencoraja e desaloja outras espécies polinizadoras. A população de *Apis mellifera* declinou e consigo a produção de mel, frutos e sementes. Assim produtores agrícolas voltaram-se para técnicas de polinização artificial, que muitas vezes eram caras e ineficientes (WESTERKAMP & GOTTSBERGER, 2000).

Dinheiro pode ser economizado com o conhecimento e aplicação de métodos apropriados para polinização. Quanto mais ecologicamente correto for o método, também será mais economicamente vantajoso (WESTERKAMP & GOTTSBERGER,

2000). Estudos mostram que culturas comerciais situadas nas proximidades de reservas florestais, são beneficiadas na produção de frutos e sementes.

Dentro desse contexto, o que seria mais viável? Uma sociedade capitalista, sem perspectivas de futuro, voltada inteiramente para a obtenção de lucros e intoxicada com defensivos agrícolas, ou uma sociedade, com futuro, sadia, em harmonia com a natureza?

#### 4.Referências Bibliográficas

ANDERSON, A. B.; OVERAL, W.; ANDERSON, A. Pollination Ecology of a Forest- Dominant Palm (*Orbignya phalerata* Mart.) in Northern Brazil. **Biotropica**, v.20, n.3, p. 192-205, 1988.

BERNAL, R.; ERVIK, F. Floral Biology and Pollination of the Dioecious Palm *Phytelephas seemanii* in Colombia: An adaptation to *Staphylinid* Beetles. **Biotropica**, v.28, n.4b, p.682-696, 1996.

BHAT, .S.S.; RATNAMBAL, M. J. FACTORS AFFECTING IN VITRO GERMINATION AND STORAGE OF COCONUT POLLEN. **JOURNAL OF PLANTATION**, v.25, N.1 , 1997.

BORCHSENIUS, F.; Flowering biology of *Geonoma irena* and *G. cuneata* var. *sodiroi* (Arecaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v.208, p. 187-196, 1997.

BOVI, M.L.A. **Palmito pupunha: informações básicas para cultivo**. Campinas, Instituto Agronômico, 1998. 50p. (Boletim Técnico).

BUCHMANN, S.L.; NADHAN, G.P. **The forgotten Pollinators**. 1<sup>a</sup>ed. Washington D.C.: Island Press, 1997. p.292

BÚRQUEZ, A.; SARUKHÁN, J. K.; PEDROZA, A.L. Floral biology of a primary rain forest palm, Liebm. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.94, p. 407-419, 1986.

CONSIGLIO, T. K.; BOURNE, G.R. Pollination and breeding system of a neotropical palm *Astrocaryum vulgare* in Guyana : a test of the predictability of syndromes. **Journal of Tropical Ecology**, v.17, p. 577- 592, 2001.

DORST, J. **Antes que a natureza morra**. São Paulo: Guanabara Koogan, 1973. p. 394

ERVIK, F.; FEIL, P.J. Reproductive biology of the monoecious understory palm *prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador. **Biotropica**, v.29, n.3, p.309-317, 1997.

ERVIK, F.; TOLLSTEN, L.; KNUDSEN, J. T. Floral scent chemistry and pollination ecology In phytelephantoid palms (*Arecaceae*). **Plant Systematics and Evolution**, v.217, p. 279-297, (1999).

FAEGRI, K.; PIJL, L. V. D. **The principles of polination ecology** . 2<sup>a</sup>.ed. Alemanha: Pergamon Press Ltd, 1971. p.291.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Atlas de história do Mundo**. São Paulo: 1995, p.320.

HARTLEY, C.W.S. **The oil Palm** (*Elaeis guineensis* Jacq.). 2<sup>a</sup>ed, Nova York: Longman, 1977. p.806

HENDERSON, A.; PARDINI, R.; REBELLO, F. S.; VANIN, S.; ALMEIDA, D. Pollination of *Bactris* (Palmae) in Amazon forest. **Brittonia**, v.52, n.2, p.160-171, 2000.

HOWE, H. F.; WESTLEY, L. C. *Ecology of Polination and Seed Dispersal*

In: CRAWLEY, M. J., **Plant Ecology**, Canadá:Oxford University Press, 1989. cap.6, p.185-216.

KNUDSEN, J. T.; ANDERSSON, S.; BERGMAN, P. Floral scent attraction in *geonoma macrostachys*, an understory palm of the Amazonian rain forest. **OIKOS**, v.85, p.409-418, 1999.

KÜCHMEISTER, H.; GOTTSBERGER, I. S.; GOTTSBERGER, G. Flowering, pollination, nectar standig crop, and nectaries of *Euterpe precatória* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. **Plant Sistematics and Evoluion**, v. 206, p. 71-97, 1997.

LIOW, L.H.; SODHI, N. S.; ELMQVIST, T. Bee diversity along a disturbance gradient in tropical lowland forests of south-east Asia. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, p. 180-192, 2001.

LISTABARTH, C. Pollination of *Bactris* by *Phyllotrox* and *Epurea*. Implications of the Palm Breeding Beetles on Pollination at the Community Level. **Biotropica**, v.28, n.1, p.69-81, 1996.

MORA –URPÍ, J. Polinización en *Bactris gasipaes* H.B.K. (Palmae): Nota adicional. **Revista de Biología Tropical**, v. 30, n.2, p.174-176, 1982.

MORA –URPÍ, J.; SOLÍS, E. M. Polinización en *Bactris gasipaes* H.B.K. (Palmae). **Revista de Biología Tropical**, v.28, n.1, p.153-174, 1980.

MORA –URPÍ, J.; Weber, J. C.; Clement, C. R. **Peach Palm *Bactris gasipaes* Kunt.** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 20. International Plant Gentic Resources Institute, 1997.

OTERO-ARNAIZ, A.; OYAMA, K. Reproductive phenology, seed set and pollination in *Chamaedorea alternans*, an understorey dioicous palm in rain forest in Mexico. **Journal of Tropical Ecology** , v.17, p.745-754, 2001.

PERCIVAL, M. **Floral Biology**. Inglaterra: Pergamon Press Ltd, 1966. p.243.

RATSIRARSON, J.; Jr. SILANDER, J. A. Reproductive Biology of the Threatened Madagascar Triangle Palm: *Neodypsis decaryi* Jumelle. **Biotropica**, v.28, n.4b, p.737-745, 1996.

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

SEVCENKO, N. **Pindorama Revisitada**. São Paulo: Peirópolis, 2000. p.116

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2<sup>a</sup>ed. Massachusetts: Sinauer, 1998. p.789.

TADON, R.; MANOHARA, T. N.; NIJALINGAPPA, B. H. M.; SHIVANNA, K. R. Pollination and Pollen- pistil Interaction in Oil Palm. *Elaeis guineensis*. **Annals of Botany**, v. 87, p.831-838, 2001.

VOELKS, A (2002). *Reproductive ecology of the Piassava palm (Attalea funifera) of Bahia, Brasil*, **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p. 121-136, 2002.

WESTERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. Diversity Pays in Crop Pollination, **Crop Science**, v.40, n.5, 2000.