

BIOLOGIA DE POLINIZAÇÃO DE *Copaifera langsdorffii* Desf.  
(LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE), O "OLEO-DE-COPAIBA"\*

Cybele de Souza Machado CRESTANA\*\*  
Paulo Yoshio KAGEYAMA\*\*\*

RESUMO

Estudou-se a biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. a partir da observação de árvores em mata secundária no município de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo, durante três anos. O estudo foi desenvolvido em termos da descrição da estrutura da flor, acompanhamento da antese, observação do comportamento e identificação dos insetos visitantes. Os resultados concordam, em vários níveis, com o síndrome de melitofilia, evidenciado pela grande participação de *Apis mellifera* e *Trigona* sp. como vetores de pólen.

Palavras-chave: *Copaifera langsdorffii* Desf.; biologia de polinização; melitofilia.

ABSTRACT

This research focalizes the pollination biology of *Copaifera langsdorffii* from observation on secondary forest ("capoeira") during three years. The study was conceived in terms of the description of the flower structure, anthesis development, behavior observation of the visitors insects. The results confirm in several levels the mellittophily syndrome, evidenced by the great participation of *Apis mellifera* and *Trigona* sp. as pollen vectors.

Key words: *Copaifera langsdorffii* Desf.; pollination biology; mellittophily.

1 INTRODUÇÃO

*Copaifera langsdorffii* Desf., conhecida popularmente pelos nomes de "óleo-de-copaiba" e "pau-de-óleo", entre outros, ocorre no Brasil desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul (BARBOSA & GURGEL FILHO 1982) e é comum em todo o Estado de São Paulo, onde se encontra largamente distribuída tanto em vegetação de cerrado e cerradão (NOGUEIRA, 1977) como de mata e capoeira (ANGELY, 1970).

Árvore bastante alta quando na mata, porém com tronco baixa e larga copa umbeliforme, quando em locais abertos, é elemento característico do cerrado do Brasil Central e regiões adja-

centes (DUCKE, 1978).

A espécie é descrita como árvore frondosa de até 13 m ou pouco mais, cuja elegância torna-a recomendável à arborização urbana (PIO CORREA, 1984); árvore de tamanho e porte variável, conforme o terreno onde cresce, cuja altura, nas matas, atinge 20 m (HOEHNE et alii, 1941); bela árvore baixa, mas de copa longa (BRAGA, 1976) e árvore que alcança até 15 m de altura (RIZZINI, 1977) e que, embora não sendo considerada madeira-de-lei (PEREIRA, 1919) tem, ressaltado pela maioria dos autores, um uso generalizado.

(\*) Aceito para publicação em abril de 1989.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322 - 01051 - São Paulo - SP - Brasil. Bolsista do CNPq.

(\*\*\*) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. Caixa Postal 9 - 13400 - Piracicaba - SP - Brasil.

CRESTANA, C. S. M & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae), o "óleo-de-copaíba"

Tratando-se de espécie cuja fenologia, no Estado de São Paulo, não conta com observações mais detalhadas, sabe-se que o seu florescimento não é anual e que ocorre abundantemente em período situado entre os meses de outubro e março.

Estudos básicos como os de biologia floral, importantes para os planos de uso e de conservação das espécies, revelaram-se inexistentes no caso de *C. langsdorffii*.

Como elemento representativo das espécies arbóreas semi-decíduas, *C. langsdorffii* deve ser abordada no contexto do ecossistema tropical florestal. Nessa linha, GOMEZ-POMPA et alii (1972) chamam a atenção para as consequências imprevisíveis do desaparecimento de milhões de espécies, antes que qualquer aspecto de sua biologia tenha sido investigado, significando uma perda de milhões de anos de evolução a atingir a mais complexa comunidade biológica da Terra.

Na mesma direção colocam-se as considerações de S. P. Hubbel & R. B. Foster, apud KAGEYAMA & PATINO-VALERA (1985), para quem o conhecimento das florestas tropicais úmidas, que abrigam a maior diversidade biológica e genética do planeta, e a maciça destruição dessas matas se juntam tragicamente no tempo, quando os estudos sobre a organização, dinâmica e taxonomia de muitas espécies ameaçadas são ainda rudimentares.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

KUHLMANN & KUHN (1947)

Rev. Inst. Flor., São Paulo, 1(1):201-214, 1989

descrevem a espécie como um centro de atração para enxames de abelhas, atarefadíssimas em recolher o pólen oferecido pelas flores que, dispostas em panículas terminais, recobrem quase toda a copa.

Esta relação ainda não está descrita. Para fundamentá-la, teoricamente, é necessário recorrer a trabalhos realizados com outras espécies e que representam, nessa área, contribuições que vêm juntar ao conhecimento botânico, estudos de interação que exploram cada vez mais detalhadamente o processo biológico da polinização.

J. F. Giorgini & A. B. Gusman apud CAMARGO (1972) apresentam uma lista de plantas apícolas na qual associam elementos como nome vulgar, período de florescimento, tipo de recompensa oferecido, concentração do néctar em açúcares e outros produtos fornecidos pelas espécies, apresentando ainda referências a autores de trabalhos afins. Neste trabalho, os dados sobre *C. langsdorffii* limitam-se a nome vulgar, período de florescimento, recompensa oferecida, bem como à citação de um artigo publicado.

A propósito dos estudos de interação, EDWARDS & WRATTEN (1981) fazendo um retrospecto à luz dos conhecimentos atuais, lamentam o fato de que o progresso de certas áreas da Biologia tenha sido tolhido pela tradicional separação entre Botânica e Zoologia. Lembram que mesmo a Ecologia, que se ocupa das interrelações entre os organismos e seu ambiente, desenvolveu-se ao longo de caminhos separados - Ecologia vegetal e Ecologia animal. Em sua crítica, os autores abrem exceção aos estudos de polinização das



CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaíba".

fanerógamas pelos animais, e destacam a figura de Darwin como um dos primeiros biólogos a impressionar-se com a associação íntima entre as plantas e seus polinizadores e pelas adaptações admiráveis na estrutura e no comportamento de plantas e animais. No mesmo trabalho, os autores colocam que a semelhança de adaptações entre plantas com flores e seus polinizadores demonstram claramente os longos períodos de estreita associação entre esses organismos, no processo de coevolução. Sugerem, ainda, que o sucesso evolutivo das angiospermas pode ser atribuído, pelo menos em parte, à polinização cruzada, altamente efetiva, feita principalmente por insetos.

Também na linha de estudos de interação, PROCTOR & YEO (1979) e FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), apresentam quadro de relações insetos-plantas, indicando possíveis correspondências entre características das flores e dos agentes da polinização - conjuntos de caracteres que representam adaptações a tipos particulares de polinizadores. Estes autores, no entanto, resguardando-se da crítica ao caráter finalista desses síndromes, afirmam que devem servir apenas como hipóteses, requerendo confirmação através de observações.

R. Wiatt apud REAL (1983) reunindo, aos dados de FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), os resultados da pesquisa de PYKE & WASER (1981) em que estes abordam o consumo de néctar diluído por abelhas de mel e beija-flores, apresenta um quadro modificado ao qual acrescenta a recompensa variável alimentar, recomendando a observação não só do tipo de recompensa oferecida pela flor como também a da concentração em que

esta é verificada.

Os estudos de VOGEL (1983) em ecofisiologia da polinização entomófila oferecem detalhes a respeito dos atrativos florais. Como atrativos primários discutem pormenorizadamente os recursos alimentares oferecidos pelas flores e quanto aos secundários, abordam elementos como cor e odor, através da análise de pigmentos florais e exame de osmóforo, respectivamente. O autor se reporta ainda à consideração das secreções auxiliares, não ligadas à atração ou recompensa, as quais trata como instrumentos complementares da polinização.

O mesmo autor enfatiza que a caracterização mais profunda da relação planta-animal compreende, além de um mundo de adaptações estruturais, uma grande complexidade de processos fisiológicos e bioquímicos a serem estudados tanto do ponto de vista da planta como do animal.

Em suas pesquisas em biologia floral, PERCIVAL (1965), a exemplo de PROCTOR & YEO (1979) e FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), oferece uma relação de atributos como tamanho, cor, odor e forma para as espécies entomófilas, destacando que esses atributos são vistos, reconhecidos e memorizados pelos insetos. Para a autora, todas essas características têm, entretanto, importância secundária na biologia floral, uma vez que, essencial para o visitante, é a presença de alimento nas flores, seja ele néctar, pólen ou tecido alimentar.

FREE (1970) trabalha também ao nível de polinização por insetos em culturas econômicas, destacando e detalhando o comportamento forrageiro de abelhas me-

CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaiba".

líferas e mamangavas.

FRANKIE & BAKER (1974) propõem a importância da observação detalhada dos insetos como vetores de pólen, pelo exame de padrões comportamentais. Buscando determinar os padrões de movimentação de abelhas solitárias em interação com árvores tropicais estabelecem, como elementos a serem analisados, o relacionamento energético, o grupo forrageiro e a territorialidade.

Como contribuição à análise do comportamento dos insetos acrescenta-se a terminologia de INOUE (1980), da pilhagem das flores, para descrever os modos de coleta de néctar por visitantes florais que geralmente não são polinizadores. O autor distingue visitantes legítimos de ilegítimos, como aqueles que na busca de alimento realizam polinização ou não.

CATHARINO et alii (1982), em trabalho de ecologia de polinização da "bracatinga" (*Mimosa scabrella* Benth.) contrastam os comportamentos dos polinizadores *Apis mellifera* L. e *Trigona* sp, durante a antese, por meio de gráficos de frequência e variação de temperatura e umidade atmosférica. Outros insetos presentes nas flores, representantes de Diptera, Coleoptera e Lepidoptera, mostram segundo os autores, um comportamento de pilhadores.

Relacionando aos comportamentos de insetos as estratégias reprodutivas das espécies de sistemas tropicais e neotropicais, encontra-se entre outros trabalhos, a contribuição citada por KAGEYAMA & SOUZA DIAS (1985) sobre a leguminosa *Leucaena leucocephala*.

Nessa mesma linha de trabalho, PERRY & STARRET (1980) descrevem a ecologia de polinização de *Dipteryx panamensis*, relacionando a complexidade dos fatores ambientais e comportamentais dos insetos antófilos e flores, em que ressaltam os aspectos de competição, territorialidade, densidade de flores e estratégias de florescimento, levando à intensificação da troca de pólen, que remete à alogamia como sistema reprodutivo prevalescente.

Por último, com vistas à conservação de recursos genéticos de plantas, R. Borchet apud KAGEYAMA & PATINO-VALERA (1985), reúne, em trabalho, as contribuições feitas ao nível da complementariedade de um conjunto de fatores - clima, solo e bióticos - influenciando na estrutura e diversidade dos ecossistemas florestais. Reconhecendo a existência de estratégias específicas e com padrões complexos de sincronismo no florescimento que, registram, devem determinar padrões diferentes de fluxo gênico e de estrutura das populações, os autores referem-se à ausência de florescimento, em certos anos, como um fator seletivo importante para as florestas tropicais.

### 3 MATERIAL E METODOS

A biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. foi estudada a partir de observações em dois indivíduos adultos, numa área de transição entre mata e cerrado, na Estação Experimental de Moji-Guaçu, SP, onde a espécie é nativa e ocorre em associação na mata secundária. O clima da região é do tipo Cwa, segundo KOEPPEN (1948), latitude 22° 18' S, longitude 47° 13' W,

CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaíba".

altitude 600 m. O solo está classificado nos tipos LVa e LE.

O estudo foi desenvolvido em termos da descrição da estrutura da flor, acompanhamento da antese, observação de comportamento e identificação dos insetos visitantes. Os eventos de polinização foram acompanhados num intervalo de três anos. As observações foram realizadas em novembro de 1982, janeiro de 1983 e janeiro de 1985, durante o florescimento da espécie. Em 1984 os indivíduos em observação não floresceram. As duas árvores estiveram floridas plenamente durante cerca de sete dias, ao mesmo tempo que outras da mesma espécie, na região, e as observações se estenderam por aproximadamente cinco dias inteiros, em cada uma das florações referidas. O acesso às flores tornou-se possível pela instalação de torres de madeira, de sete e nove metros.

Para a descrição das estruturas florais utilizou-se material fresco, examinado ao microscópio estereoscópico.

As observações combinadas de horário, mudanças estruturais, período de funcionalidade das estruturas reprodutivas e amplitude da antese foram realizadas com o auxílio de lupa estereoscópica de campo.

A ocorrência de osmóforo na corola foi testada pela aplicação de solução de vermelho neutro 0,001M (YANAGIZAWA, 1983) em flores funcionais.

Para a verificação da existência de açúcares no néctar utilizou-se refratômetro de luz

manual.\*

Para a verificação da existência de glicose no néctar utilizou-se o método do papel indicador ou glicofita.\*

A natureza dos pigmentos florais foi observada através do teste com hidróxido de amônia a 24 %.\*

A receptividade do estigma foi observada pela deposição de gotículas de água oxigenada volume 20 e de Sudam IV sobre a superfície estigmática.\*

Na determinação dos locais de reflexão e absorção de radiação ultravioleta na flor, empregou-se solução de FeCl<sub>3</sub> a 1 % em éter sulfúrico a 1 % (VOGEL, 1983).

A viabilidade do pólen foi testada em solução de carmin acético, em que os grãos viáveis foram contados, por amostragem, sob microscópio (STORT, 1970).

O comportamento dos insetos e sua frequência, em função das mudanças de temperatura e umidade relativa, foram verificados mediante a observação e o auxílio de termômetro e higrômetro de campo. Posteriormente os insetos foram coletados com rede entomológica, mortos em câmara fria e conservados a seco para identificação.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 A flor

A flor de *C. langsdorffii* (FIGURA 1) é zigomorfa, apétalas, com quatro sépalas livres.

(\*) Marlies SAZIMA - comunicação pessoal.





FIGURA 1 - *Copaifera langsdorffii* Desf.

- a) pormenor de um ramo florido;
- b) detalhe da flor;
- c) detalhe dos botões florais.

CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaíba".

Mede 8 mm de diâmetro quando perfeitamente aberta e tem cor creme rosada. Os estames são 10, completos, de dois diferentes comprimentos (têm, em média, 5,5 e 4,5 mm) e apresentam-se implantados intercaladamente maiores e menores, em cada lado de um disco nectarífero de cor verde escura, localizado na base do ovário. As anteras são dorsifixas, de deiscência lateral e longitudinal. O gineceu é completo, com ovário verde claro coberto de pêlos sedosos e brilhantes. O estigma é esférico, papiloso em toda a superfície. O estilete é inclinado, de modo a formar pequeno ângulo no quarto superior.

As flores são reunidas em inflorescências paniculadas terminais multifloras. São perfumadas e efêmeras. Apresentam néctar e produzem grande quantidade de pólen.

#### 4.2 Antese e visitantes florais

A antese é diurna e inicia-se por volta das 6,00 horas, perdurando por um dia. As primeiras flores a se abrir são as da base dos ramos das panículas. Com o passar das horas outras flores também podem iniciar o processo de antese e o mesmo volta a ocorrer nos dias seguintes, com outras flores, até que entre o terceiro e quarto dias da florada todas as panículas exibam a explosão do florescimento. A copa, então, se apresenta como um aglomerado de flores intensamente perfumadas, expondo, em primeiro plano, suas múltiplas anteras, também perfumadas, e que oferecem pólen em grande profusão.

Há muitos insetos presentes. Os visitantes mais frue-

quentes às flores são *Apis mellifera* e *Trigona* sp. A frequência das visitas e o comportamento dos insetos variam durante a florada e durante a antese que, por sua vez, varia em conformidade com o grau de umidade e temperatura. TABELA 1 associa em detalhes, o desenvolvimento do processo internacional em função das variações de temperatura e umidade relativa.

Decorrido o primeiro dia, ainda que o néctar continue a ser produzido durante poucas horas do dia seguinte as flores mostram sinais de declínio: sépalas amareladas, anteras remanescentes vazias e retorcidas, estigma escurecido. A visitação por insetos é baixa, limitando-se a moscas, marimbondos e besouros. Isso se refere a cada flor. Em novas flores o processo se reinicia, até o término da florada. No que se refere à florada, ocorrências não esperadas podem aparecer. Depois de observadas as floradas em 1982 e 1983, no ano de 1984 ela não ocorreu, nas mesmas árvores. Em 1985, ano de florada mais abundante, no segundo dia os insetos mais frequentes, *A. mellifera* e *Trigona* sp. não apareceram, não mais retornando até o final das observações.

##### 4.2.1 Outros visitantes

Os insetos procuram as flores em busca de néctar e/ou pólen. Há grande diversidade de Hymenoptera esparsamente presentes durante e depois da antese, representados por vespídeos sociais:

*Polybia* (Myrapetra) *pau-*  
*lista* R. von Ihering  
*Polybia* (Myrapetra) *fas-*  
*tiosuscula* Saussure

TABELA 1 - Variações de temperatura e umidade relativa e processo internacional na antese de *Copaifera langsdorffii*.

PERIODO DE OBS. (HORAS)	TEMPERATURA (° C)	UMIDADE RELATIVA (%)	A N T E S E	VISITANTES E COMPORTAMENTOS
6	19	85	Início da antese: sépalas ligeiramente abertas, anteras íntegras, filetes iniciam movimento de desdobrar. Estigma voltado para baixo, sem brilho aparente.	Não há visitantes presentes.
7	21	86	Prossegue a separação de sépalas e filetes. Anteras íntegras. Estigma com aparência inalterada, sem exsudação.	Não há visitantes presentes.
8	22	81	Nenhuma alteração visível.	Início de visitação por <i>Apis mellifera</i> .
9	24	69	Primeiras gotículas de néctar aparecem próximo à base dos estames. Flores com perfume discreto. Movimento gradativo de sépalas e filetes.	<i>Apis mellifera</i> , presentes em grande número, movimentam-se nervosamente no interior das paniculas, provocando enorme zumbido. Curvando o corpo, lambem o néctar da superfície dos nectários. Início da visitação por <i>Trigona</i> sp.
10	26	55	Pequeno aumento na produção de néctar. Perfume das flores se torna mais ativo. Anteras esbranquiçadas, iniciando a deiscência. Estigma parece receptivo. Movimentação das estruturas reprodutivas prossegue.	Intensa visitação por <i>A. mellifera</i> à procura de néctar. Seu corpo apresenta-se coberto de pólen esparsos e principalmente nos pêlos ventrais. Aumenta a frequência de <i>Trigona</i> sp, pela procura de néctar e pólen. Ambos os insetos preferem as flores abertas no dia, embora nessa coleta contatem flores mais velhas.
11	28	54	Flor completamente aberta. Néctar continua a ser produzido. Um perfume adocicado exala das inflorescências. Anteras completamente abertas liberam pólen. Estilete acompanha o movimento de abertura floral, mas continua com o estigma voltado para baixo. Estigma ligeiramente brilhante. Anteras elevadas em relação às sépalas e bem expostas.	Aumentam as frequências de <i>A. mellifera</i> e <i>Trigona</i> sp, com predomínio das primeiras. Grande atividade de coleta, principalmente de pólen. <i>A. mellifera</i> transfere pólen para a corbícula.
12	26	51	Anteras expõem massa de pólen. Estigma apresenta-se brilhante. Demais elementos florais permanecem inalterados.	Aumento na frequência de <i>Trigona</i> sp, ainda que a presença de <i>A. mellifera</i> predomine. Outros insetos estão presentes, mas em baixa frequência: moscas, borboletas e marimbondos.
13	23	53	Anteras iniciam murchamento. Néctar continua a ser produzido. Grãos de pólen podem ser vistos aderidos ao estigma.	Nenhuma alteração visível.
14	26,5	54	Anteras, desprovidas de pólen, estão senescendo. Néctar apresentam gotículas sobre o nectário. Estigma aparentemente receptivo.	Presença de <i>A. mellifera</i> coletando néctar e pólen. O pólen pode ser observado em massa nas corbículas. Baixa a visitação por <i>Trigona</i> sp.
15	27	51	Progressivos sinais de declínio floral. Produção de néctar continua.	Diminuição gradativa de <i>A. mellifera</i> e <i>Trigona</i> . Presença ocasional de borboletas e marimbondos.
16	26	53	Algumas anteras sofreram abscisão. Sépalas permanecem na flor, a despeito da crescente senescência geral.	Visitação no geral diminuída. Predomínio de <i>Trigona</i> sobre <i>A. mellifera</i> .
17	26	59	Nenhuma mudança floral a registrar.	Visitação quase nula.
18	25	67	Nenhuma mudança floral a registrar.	Não há visitantes presentes.



CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaíba".

*Polybia (Trichotorax ignobilis)* (Halyday)

*Brachygastra* lecheguana (Latreille)

*Brachygastra* *augusti* (Saussure)

*Protonectarina sylveirae* (Saussure)

*Stelopolybia pallipes* (Olivier)

*Mischocyttarus* (Monocyttarus) *cassununga* (R. von Ihering)

*Mischocyttarus* (*Mischocyttarus*) *rotundicollis* (Cameron)

Os vespídeos sociais fazem visitas esparsas e rápidas as flores durante e, principalmente, depois da antese à procura de néctar. Essas vespas podem, eventualmente, realizar polinizações, mas devido ao seu comportamento, modo de pousar e baixa frequência não parecem ser polinizadores eficientes.

Diptera (Sciaridae e Syrphidae) foram observados em flores, principalmente no segundo dia da antese, quando o recurso alimentar disponível era o néctar, tendo então o comportamento de pilhadores.

Como roubador de néctar também se comporta um Lepidoptera (*Zygaenidae*) não identificado, pouco frequente nas flores de *C. langsdorffii*.

Comedores de pólen e partes florais foram os Coleoptera (*Scarabaeidae*, *Staphylinidae* e *Coccinellidae*) cujo comportamento, pouco ativo, dificilmente contribuiria para polinização.

#### 4.3 Testes

##### 4.3.1 Teste para detecção de osmóforo

O vermelho neutro coloriu as anteras e o anel nectarífero. A reação mais evidente se deu nos horários de intensa emissão de perfume floral, indicando que néctar e pólen exercem, na flor, as funções de atração e alimentação.

##### 4.3.2 Teste para açúcares

A observação do néctar ao refratômetro indicou a presença de açúcares na concentração de 25 %.

##### 4.3.3 Teste para glicose

O papel indicador (glicofita) reagiu com o néctar indicando presença de glicose na faixa de 1/4 %.

##### 4.3.4 Teste para pigmentos florais

Flores e hidróxido de amônio colocados em frasco fechado reagiram, tendo aquelas mudado de cor creme para amarela, mostrando a ocorrência de flavonol (óis) na face interna das sépalas.

##### 4.3.5 Teste de receptividade do estigma

O estigma não apresentou reação à amônia líquida. Na presença de Sudan IV a superfície estigmática coloriu-se de vermelho, evidenciando a funcionalidade da flor durante toda a antese.

##### 4.3.6 Teste da reflexão e absorção de radiação UV

As sépalas reagiram positivamente ao contato com  $FeCl_3$ , indicando que para abelhas, vespas, moscas e mamangavas as flores são visíveis nos limites da frequência ultravioleta.

CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaiba".

#### 4.3.7 Teste de viabilidade do pólen

O pólen coletado às 9,00, 11,00 e 13,00 horas em reação ao carmim acético, mostrou-se potencialmente viável. A viabilidade foi de 94,95 %, não tendo sido constadas diferenças significativas entre os horários examinados.

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados concordam, no caso de *C. langsdorffii*, com o síndrome de melitofilia. As características, segundo FAEGRI & VAN DER PIJL (1979) e segundo PROCTOR & YEO (1979) são coincidentes em vários pontos: a flor, zigomorfa, disposta em inflorescências tem efeito de profundidade, mecanicamente resistente, possui área de Pousso, odor adocicado e agradável, néctar abrigado e em quantidade moderada e pólen em grande quantidade.

Ao contrário do que o síndrome estabelece, em *C. langsdorffii* os órgãos reprodutivos não são abrigados, mas as anteras apresentam-se elevadas em relação ao nível das sépalas e bem expostas. Isso pode significar que as abelhas não são os responsáveis exclusivos pela polinização.

Confirmando o síndrome, a antese é diurna, com duração de vários dias.

Quanto aos insetos, observa-se predominância da presença de *A. mellifera* e *Trigona* sp, pertencentes a ordens de hábitos diurnos, visão bem desenvolvida, assim como o olfato. Os aparelhos bucais destes insetos são do tipo

sugador e também mastigador, no caso de *Trigona* sp. Os referidos insetos, principalmente *A. mellifera*, têm o corpo coberto de pêlos e têm corbícula, são bons voadores, versáteis, fortes, ágeis, inteligentes e bons polinizadores, confirmando as características apontadas por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979) e PROCTOR & YEO (1979).

Nota-se, pelas comparações dos comportamentos durante a antese, que *A. mellifera* é mais ativa que *Trigona* sp, iniciando mais cedo e terminando mais tarde a coleta, carregando mais pólen aderindo ao corpo, pois seu tamanho é maior em relação a *Trigona* sp e à flor. Atua no interior e ao redor das inflorescências. A atividade de *A. mellifera* parece inibir a presença de *Trigona* sp. Esta, apesar de ter o tamanho mais adaptado ao tamanho da flor, é polinizador menos eficiente, pois, sendo menor, carrega menos pólen, além de ser menos frequente. Realiza a coleta nas flores mais externas da inflorescência.

Analisando a combinação das observações registradas na TABELA 1 nota-se que a antese se inicia por volta das 6,00 horas, sob uma temperatura de 19° C e umidade relativa de 85 %. Até as 9,00 horas prossegue lentamente, com a separação de sépalas e filetes. Nestas primeiras horas da manhã a temperatura e a umidade já sofreram grandes alterações e, ainda não há indícios de funcionalidade nas estruturas florais, quando começa a visitação por *A. mellifera*. Esta primeira visita provavelmente tem a finalidade de localizar a fonte de alimento (FREE, 1980) pois as recompensas ainda não estão disponíveis. Em seguida começam a aparecer as primeiras gotículas de néctar e



CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaíba".

as flores apresentam ligeiro perfume. A presença de *A. mellifera* aumenta e continua a aumentar a medida que prossegue a antese, atingindo o máximo de visitação e atividade no interior das panículas entre 11,00 e 13,00 horas. Nesse intervalo situam-se também os pontos de máximo e mínimo de temperatura e umidade relativa. A visitação por *Trigona* sp começa um pouco mais tarde e declina mais cedo que a de *A. mellifera*, mas os horários de máxima visitação também coincidem. Depois desses pontos máximos a temperatura e a umidade sofreram ligeiras oscilações retomando a tendência anterior por volta das 15,00 horas, depois de que sofrem inversões. Observando as correspondências entre os fenômenos, infere-se que o primeiro ponto de máxima temperatura e umidade mínima favorece a manifestação do auge da antesa que coincide também com o auge de visitação. Já, o segundo ponto de temperatura máxima e umidade mínima parece ter como efeito o início da fase de senescência floral. Após as 15,00 horas, com a senescência, o único evento que se mantém e prossegue até as primeiras horas do segundo dia é a produção de néctar. A partir de 16,00 horas algumas anteras sofrem abscisão e o crescente declínio é acompanhado da diminuição e término das visitas.

Os resultados dos testes evidenciaram as compatibilidades ecofisiológicas do processo da antese e da visitação, já demonstradas na TABELA 1, constituindo elementos complementares à caracterização do síndrome.

Os testes referentes à manifestação e percepção da cor indicaram, quanto à natureza e localização dos pigmentos, a ocorrência de flavonol (óis) nas sé-

palas; estas, quando submetidas ao teste de reflexão e absorção de ultravioleta mostraram reação positiva e, portanto, que são viáveis a *Apis mellifera* e *Trigona* sp (P. G. Kevan, apud VOGEL, 1983).

A presença de osmóforo nas anteras e no anel nectarífero e a forte reação mostrada nos horários em que é mais intensa a emissão de perfume floral, confirmam a atratividade do pólen e do néctar, que por si constituem recursos primários na atração de polinizadores. Com relação ao pólen pode-se dizer que o comportamento da planta sugere a melitofilia. Com relação ao néctar, os resultados dos testes de concentração para açúcares e para glicose praticamente coincidem, o que sugere, em primeiro lugar, que a glicose é o principal componente do néctar. Em segundo lugar, o confronto da concentração de 25 % encontrada, com os dados da tabela de M. Percival apud VOGEL (1983) mostra que tal resultado se insere na faixa de variação correspondente à preferência de abelhas de mel.

Quanto às condições diretamente responsáveis pela polinização, os testes de receptividade do estigma e viabilidade do pólen mostraram a coincidência da funcionalidade durante toda a extensão da antese e da visitação.

As evidências de melitofilia podem ser examinadas, ainda, ao nível das ocorrências de visitação na seqüência da florada. Destaca-se nesse sentido a observação da ausência dos visitantes a partir do segundo dia da floração, em 1985. Segundo FREE (1980) a propósito de *A. mellifera*, a atratividade de uma determinada florada depende de muitos fatores



CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaiba".

que incluem a qualidade e quantidade do néctar produzido por flor, a abundância das flores, o número de insetos competidores e outros. No caso observado constatou-se a existência de floradas mais abundantes em árvores de *C. langsdorffii* nas proximidades daquelas observadas.

## 6 CONCLUSÃO

A biologia de polinização de *C. langsdorffii* evidencia em vários níveis as características de melitofilia. A estrutura da flor, o desenvolvimento da antese, o tipo e o comportamento dos visitantes, as interrelações ecológicas que se estabelecem, as particularidades da reação às recompensas florais indicam que provavelmente há grande participação de *Apis mellifera* e *Trigona* sp como vetores de pólen nas árvores observadas.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os limites desta pesquisa não permitem concluir a respeito do sistema reprodutivo. A difícil manipulação das flores, individualizadas ou nas panículas, a curta duração da florada, a irregularidade do fenômeno do florescimento, têm dificultado, até o momento, a montagem de experimento que possa fornecer a informação, com segurança, embora nos anos de 1985 e 1988 tenha-se realizado tentativas com esse objetivo.

Restaria, além disso, explorar mais demoradamente a ausência de florescimento observada no ano de 1984, que remete a considerações de caráter ecológico

mais amplo, envolvendo fatores de solo, clima e bióticos. Nesse contexto de espécie tropical, a ausência de florescimento, em certos anos, atuaria como estratégia dentro de mecanismos fisiológicos próprios da espécie, a serem investigados.

## 8 AGRADECIMENTOS

Os autores registram agradecimentos às seguintes pessoas: PqC. Gonçalo Mariano, do Instituto Florestal, pelas sugestões e auxílio nos trabalhos de campo; Dra. Vera Lúcia L. Machado, da UNESP-Rio Claro, pela identificação dos insetos; Bióloga Maria Aparecida Marin Morales e graduanda de Ciências Biológicas Marina Crestana Guardia da UNESP-Rio Claro, pelo auxílio na realização dos testes de laboratório.

## 9 LITERATURA CITADA

- ANGELY, J. 1970. *Flora analítica e fitogeográfica do Estado de São Paulo*. São Paulo, Edições Phytton. 456p. v. 2
- BARBOSA, O. & GURGEL FILHO, O. A. 1982. Estudos dos elementos anatômicos do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (I). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, Campos do Jordão - SP, set. 12-18, 1982. Anais ... *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16A:312-317. pt. 1 (Edição Especial)
- BRAGA, R. 1976. Plantas do nordeste, especialmente do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS TROPICAIS, 2, Mossoró - RN, jul. 18-24, 1976. (Coleção Mossoroense, v. 42)

- CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaíba".  
177:762-765.
- CAMARGO, J. M. F. de. 1972. *Manual de apicultura*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 255p.
- CATHARINO, E. L. M. et alii. 1982. Biologia Floral da bractéa - *Mimosa scabrella* Benth. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, Campos do Jordão - SP, set. 12-18, 1982. *Anais ... Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16A:525-531. pt. 1 (Edição Especial)
- DUCKE, A. 1978. Estudos botânicos no Ceará. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 31(2):211-308, jan.
- EDWARDS, P. J. & WRATTEN, S. D. 1981. *Ecologia das interações entre insetos e plantas*. São Paulo, EPU/EDUSP. 71p. (Coleção Temas de Biologia, 27)
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Oxford, Pergamon Press. 144p.
- FRANKIE, G. W. & BAKER, H. G. 1974. The importance of pollinator behavior in reproductive biology of tropical trees. *Anais Inst. Biol. Nacional Autónoma*, México, 45:1-10. (Série Botânica, 1)
- FREE, J. B. 1970. *Insect pollination of crops*. London, Academic Press Inc. 544p.
- \_\_\_\_\_. 1980. *A organização social das abelhas (Apis)*. São Paulo, EPU/EDUSP. 79p. (Coleção Temas de Biologia, 13)
- GOMEZ-POMPA, A. et alii. 1972. The tropical rain forest; a nonrenewable resource. *Science*, Lancaster, 177:762-765.
- HOEHNE, F. C. et alii. 1941. *O Jardim Botânico de São Paulo*. São Paulo, Secr. de Agr. Ind. e Com. - Dept<sup>o</sup> de Botânica. p. 438
- INOUYE, D. N. (s.d.) The terminology of floral larceny. *Ecology*, Ithaca, 6(5):1251-1253.
- KAGEYAMA, P. Y. 1987. Conservação "in situ" de recursos genéticos de plantas. *IPEF*, Piracicaba, (35). (Edição Especial)
- \_\_\_\_\_. & PATINO-VALERA, F. 1985. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales; factores que influyen en la estructura y diversidad de los ecosistemas forestales. In: CONGRESSO FORESTAL MUNDIAL, 9, México, 1985.
- \_\_\_\_\_. & SOUZA DIAS, I. de. 1985. The application of genetics concepts to native forest species in Brasil. *Information*, Roma, (13):2-11. (Forest Genetics Resources)
- KOEPPEL, W. 1948. *Climatologia*. México, Ed. Fondo de Cultura Económica.
- KUHLMANN, M. & KUHN, E. 1947. *A flora do Distrito de Ibiti*. São Paulo, Secr. Agr. - Inst. Botânica. 221p.
- NOGUEIRA, J. C. B. 1977. *Reflorestamento heterogêneo com espécies indígenas*. São Paulo, Instituto Florestal. 71p. (Boletim Técnico, 24)
- PERCIVAL, M. 1965. *Floral biology*. Oxford, Pergamon Press. 2p.

- CRESTANA, C. S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo-de-copaiba".
- PEREIRA, H. 1919. *Apontamentos sobre madeiras do Estado de São Paulo*. 6. ed. São Paulo, Secr. Agr. Com. e Obras Públicas. p.70
- PERRY, D. R. & STARRET, A. 1980. The pollination ecology and blooming strategy of a neotropical emergent tree, *Dipteryx panamensis*. *Biotropica*, Washington, 12(4):307-313.
- PIO CORREA, M. 1984. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura/IBDF. 373p. v. 2
- PROCTOR, M. & YEO, P. 1979. The pollination of flowers. In: *The new naturalist*. Glasgow, Willian Collins Sons & Co Ltd. 418p.
- PYKE, G. H. & WASER, N. M. 1981. The production of dilute nectars by hummingbirds and honeyeater flowers. *Biotropica*, Washington, 13(4):260-270.
- REAL, L. 1983. *Pollination bio-*
- logy*. London, Academic Press Inc. 338p.
- RIZZINI, C. de T. 1977. *Arvores e madeiras úteis do Brasil*. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN. (Série Paulo de Assis Ribeiro, 6)
- STORT, M. N. S. 1970. *Estudos em híbrido F<sub>1</sub> artificiais de orquídeas com vistas à esterilidade*. Piracicaba, ESALQ-USP. 164p. (Tese de Doutorado)
- VOGEL, S. 1983. Ecophysiology of zoophilic pollination. *Physiological Plant Ecology*, Berlin, 120:560-624.
- YANAGIZAWA, Y. 1983. *Aspectos da biologia floral de espécies de Arrabidaea e Jacarandá no município de Botucatu, S.P.* Campinas, Instituto de Biologia da UNICAMP. (Dissertação de Mestrado)