

Universidade Federal de Uberlândia
Centro de Ciências Biomédicas
Curso de Ciências Biológicas

**Polinização e Reprodução de
Caesalpinia peltophoroides (Leguminosae-Caesalpinioideae)**

Maria Regina Zanetti

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Ciências Biológicas, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do Grau
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG
Dezembro – 1993

Universidade Federal de Uberlândia
Centro de Ciências Biomédicas
Curso de Ciências Biológicas

**Polinização e Reprodução de
Caesalpinia peltophoroides (Leguminosae-Caesalpinioideae)**

Maria Regina Zanetti

Prof. Paulo Eugênio A.M. Oliveira
Orientador

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Ciências Biológicas, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do Grau
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG
Dezembro – 1993

Polinização e Reprodução de
Caesalpinia peltophoroides (Leguminosae-Caesalpinioideae)

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM ___/___/___

Paulo E. Oliveira (Orientador)

Ana Angélica Barbosa (1º Conselheiro)

Ivan Schiavini (2º Conselheiro)

Uberlândia – MG
Dezembro – 1993

Aos meus pais Antônio Erci Zanetti e Ana Maria G. Zanetti, pela vida,
dedicação e carinho constantes...

ofereço.

A Elson Antônio Borges e a Ana Luisa Zanetti, pela ajuda, compreensão e
paciência...

dedico.

A Paulo Eugênio Oliveira, pela orientação constante...
A Ivan Schiavini e Ana Angélica Barbosa, pela prontidão e solicitude...
A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, ajudaram na elaboração
deste trabalho...

agradeço.

ÍNDICE

RESUMO.....	i
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	3
Local de estudo.....	3
Fenologia	3
Biologia Floral	4
Visitantes.....	4
Sistema de Reprodução	4
RESULTADOS	6
Fenologia	6
Biologia Floral	6
Estrutura da flor	6
Eventos florais	10
Visitantes.....	12
Sistema de reprodução.....	12
DISCUSSÃO	16
Fenologia	16
Biologia floral	16
Visitantes.....	17
Sistema de reprodução.....	18
CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

RESUMO

Foram realizados estudos de fenologia, biologia floral e reprodução de Caesalpineia peltophoroides, uma espécie nativa de matas tropicais largamente cultivada em arborização pública. O trabalho foi realizado em Uberlândia-MG, entre os meses de março e novembro de 1993. Dados fenológicos revelaram irregularidades no ciclo de vida da espécie, inclusive com mais de um pico de floração no ano. As características morfológicas da flor, tais como zigomorfia, guias de néctar, e néctar protegido sugerem uma síndrome adaptativa para melitofilia. Os principais visitantes e polinizadores potenciais são realmente abelhas grandes da família Anthophoridae, dos gêneros Xylocopa e Centris. Estas abelhas têm um comportamento especializado na flor, afastando a carena para ter acesso ao néctar, e parecem ser bons polinizadores. Polinizações controladas entre indivíduos de uma população resultaram numa baixa taxa de formação de frutos independente do tratamento. Apesar da população parecer frutificar abundantemente, mesmo flores marcadas para estimar polinização natural resultaram num número muito pequeno de frutos. Pistilos fixados após a polinização e observados utilizando-se microscopia de fluorescência poucas vezes mostraram crescimento de tubos polínicos até o ovário. Nestes caso presença de tubos polínicos e/ou fertilização foi observada após 24 horas tanto para auto-polinização quanto polinização cruzada, revelando um crescimento rápido.

INTRODUÇÃO

A maior diversidade de sistemas de polinização originada nas Angiospermas pode ser encontrada nas plantas de florestas tropicais (Bawa, 1990). Padrões semelhantes de diversidade de sistemas de polinização e sistemas de reprodução predominantemente xenogâmicos parecem existir mesmo em áreas não florestais como o cerrado (Oliveira, 1991).

Uma família muito importante no cenário tropical de todo o mundo é a das Leguminosas. Elas apresentam ampla distribuição geográfica com 650 gêneros e mais de 18.000 espécies (Barroso, 1984). Segundo Raven (1974 apud Arroyo 1981), esta família se originou no final do Cretáceo, aproximadamente 70 milhões de anos atrás.

As Leguminosas têm incalculável importância econômica e ocupam posição especial dentro das Angiospermas. Sua evolução floral se caracteriza por uma clara tendência à maximização do pólen-e economia de néctar. Isso tem resultado em um desenvolvimento seletivo que aumenta o número de polinizadores especialistas e elimina os não especialistas (Arroyo, 1981).

A família Leguminosae pode ser dividida em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Faboideae (Barroso, 1984). Estas três subfamílias se diferenciaram antes do Mioceno e sofreram adaptação aos polinizadores independentemente (Arroyo, 1981). Segundo Barroso, (1984) a subfamília Caesalpinioideae é bastante comum, com cerca de 152 gêneros e aproximadamente 2.800 espécies espalhadas principalmente em regiões tropicais e subtropicais. A distribuição desta subfamília, que ocorre na América do Sul, África Tropical e Sudeste da Ásia, sugere que após os primeiros ancestrais surgidos no final do Cretáceo, houve ainda um intercâmbio entre essas regiões, principalmente entre América do Sul e África. Depois do Paleoceno, a evolução se deu independentemente nas duas áreas, em resposta a condições locais diferentes (Cowan, 1981).

Num contexto ecológico, flores de Caesalpinioideae são menos especializadas que as das outras duas subfamílias, sendo as flores usualmente abertas ou promíscuas (sensu Richards, 1986), com pólen e néctar disponível para vetores especialistas e não especialistas (Arroyo, 1981). As unidades de atração em Caesalpinioideae podem ser flores individuais livres ou pequenas flores

organizadas em inflorescências (Arroyo loc.cit.). Os polinizadores destas plantas variam desde pequenos insetos, e.g. Copaifera langsdorfii Desf. (Crestana, 1989), até morcegos, e.g. Hymenaea spp. (Lee & Langenheim, 1975, Oliveira, 1991).

Muitas espécies da subfamília apresentam xenogamia, apesar de ocorrerem sistemas de reprodução variados, incluindo autogamia e mesmo casos de apomixia (Arroyo, 1981). Características do estigma e estudos reprodutivos básicos já realizados indicam a presença de sistemas de incompatibilidade de natureza gametofítica (Arroyo, 1981, Owens, 1989). Estudos de crescimento de tubos polínicos indicam, entretanto, a ocorrência de mecanismos de incompatibilidade de ação tardia (Seavey & Bawa, 1986), com tubos alcançando o ovário independentemente do tipo de polinização (Seavey & Bawa, 1986, Oliveira, 1991).

Este trabalho teve como objetivo estudar a fenologia e a natureza dos sistemas de polinização e reprodução em Caesalpinioideae utilizando Caesalpinia peltophoroides Benth., como modelo experimental. C. peltophoroides é uma árvore abundantemente cultivada na cidade de Uberlândia, onde é possível encontrar indivíduos de grande porte e provavelmente com dezenas de anos de idade. A árvore tem sido cultivada em função de sua bela folhagem e florada amarelo-ouro, produzindo sombra quase o ano inteiro. A espécie parece ser originalmente nativa da mata atlântica (Lorenzi, 1992).

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo: O presente trabalho foi realizado em áreas urbanas do município de Uberlândia-MG, principalmente nas vizinhanças do Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia. A região se caracteriza por um clima Aw, segundo a classificação de Köopen, com invernos secos e verões chuvosos, com temperatura média no mês mais frio igual ou superior a 18°C (Schiavini, 1992). A vegetação na região é dominada por cerrados, mas apresenta uma certa complexidade, com ocorrência de outros tipos de vegetação associadas a solos melhores e diferentes geomorfologias (Ivan Schiavini, Com.pessoal). O período de estudos esteve compreendido entre março e novembro de 1993.

Fenologia: Para os estudos fenológicos de Caesalpinia peltophoroides foram escolhidos dez indivíduos adultos em idade reprodutiva . Desse total cinco indivíduos localizavam-se no campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e os outros cinco no bairro General Osório. Os indivíduos foram visitados quinzenalmente para a observação das seguintes fenofases: brotação, botões, flores, frutos e caducifolia. As observações foram feitas visualmente através de notas que indicavam a intensidade da fenofase, como indicado abaixo:

Brotação:	0-ausência de brotação 1-pouca brotação (1 a 10 ramos) 2-média brotação (10 a 50 ramos) 3-muita brotação (mais de 50 ramos)
Botões e Flores:	0-ausência 1-pouco (1 a 10 inflorescências) 2-médio (10 a 50 inflorescências) 3-muito (mais de 50 inflorescências)
Frutos:	0-ausência 1-pouco (1 a 10 unidades) 2-médio (10 a 100 unidades) 3-muito (mais de 100 unidades)
Caducifolia	0-ausência 1-pouca

2-muita

3-total

Essa classificação foi utilizada para se observar a fenologia de Copaifera langsdorfii (Zanetti, 1993) com resultado satisfatório.

Biologia Floral: Os estudos de biologia floral de Caesalpinia peltophoroides foram realizados no campus Umuarama da UFU, devido à facilidade e disponibilidade dos equipamentos necessários ao trabalho.

Para as observações da morfologia floral, foram utilizadas flores fixadas em álcool a 70% ou FAA. Esses estudos morfológicos foram realizados através de observação das flores em estereomicroscópio binocular e microscópio ótico. Foram feitas medidas das partes florais de uma amostra de 40 flores e calculada a média e desvio padrão das medidas. Flores foram também fotografadas e filmadas a fresco com o objetivo de complementar os estudos da morfologia. Detalhes das partes florais foram desenhados com o auxílio de câmara clara.

O horário de ântese, a duração das flores na inflorescência e o número de flores abertas por dia, foram determinadas através de observações visuais.

Para se medir a quantidade de néctar, algumas inflorescências foram coletadas e mantidas em laboratório, em recipiente com água, envolvidas com saco plástico incolor. No dia seguinte, tubos capilares foram utilizados para medir a quantidade de néctar produzido pelas flores recém abertas. A sua concentração em equivalente de sacarose (sensu Inouye et.al., 1980) foi determinada através de refratômetro de mão.

O período de receptividade do estigma foi determinado pelo método de atividade peroxidásica utilizando-se água oxigenada (Zeisler, 1938 apud Kearns & Inouye, 1993). Foram utilizados também testes de germinabilidade dos grãos de pólen em lâminas com sacarose a 2% , 10% e solução fisiológica.

Visitantes: Os visitantes foram observados e coletados, na medida do possível, utilizando-se rede entomológica. Além disso foram utilizadas fotografias e filmes de vídeo para documentação do seu comportamento. Os visitantes coletados foram identificados até o nível possível, por comparação com coleções existentes no Departamento de Biociências. Os exemplares foram montados e preparados para depósito em coleções zoológicas.

Sistema de Reprodução: Para a determinação do sistema de reprodução, foram realizadas polinizações controladas. Com essa finalidade, foram escolhidos cinco indivíduos em início de floração no campus Umuarama da UFU. Em cada um desses indivíduos, foram ensacadas nove inflorescências, em fase de botão e pré-ântese com sacos de organza de nylon. Em cada indivíduo, foram efetuados testes de auto-polinização manual, polinização cruzada e formação de frutos por apomixia, sendo utilizadas três inflorescências para cada tratamento. Outras três inflorescências tiveram suas flores simplesmente marcadas, servindo como controle de polinização natural.

O pólen utilizado nas autopolinizações foi retirado da mesma flor e no caso das polinizações cruzadas o pólen pertencia a flores de outros indivíduos da mesma população. Para a realização das polinizações cruzadas, as inflorescências doadoras de pólen foram coletadas com um dia de antecedência e mantidas em vaso com água em laboratório para se evitar contaminação e perda de pólen pela ação de visitantes.

As flores para polinizações cruzadas e apomixia foram emasculadas depois da abertura, mas antes do pólen começar a ser liberado. No caso de apomixia as flores foram emasculadas e mantidas isoladas para observação da formação de frutos.

Cada uma das flores, ao receber algum tipo de tratamento, foi marcada no pedicelo com uma gota de cola colorida como código de marcação referente ao tratamento efetuado.

Algumas flores auto-polinizadas e de polinização cruzada foram coletadas após períodos de 24 , 48 e 72 horas pós-polinização e fixadas em FAA (50%). Seus pistilos foram observados em microscopia de fluorescência para verificar a formação e crescimento de tubos polínicos (Martin, 1959). Para observação de eventos pós-fertilização foram utilizadas técnicas de diafanização dos óvulos (Herr, 1971). Além disso, pistilos de flores abertas a polinização natural (controle), assim como alguns iniciando a formação de frutos, foram coletados e observados, com as técnicas de microscopia mencionadas, para visualização de crescimento de tubos polínicos e fertilização.

As flores restantes foram mantidas ensacadas na planta para a observação do sucesso na formação de frutos dos diversos tratamentos.

RESULTADOS

Fenologia: Os dados acerca da fenologia de Caesalpinia peltophoroides revelaram uma floração irregular no período de estudos (Fig. 1). Esta floração teve início antes do começo da coleta de dados e apresentou um pico de intensidade nos meses de setembro e outubro. Além disso, observações prévias indicaram que alguns indivíduos floresceram mais de uma vez durante o ano. A população observada permaneceu com floração abundante por um período de mais de três meses.

A presença de botões já era observada no início das coletas de dados e sua curva no gráfico (Fig. 1) acompanha as mesmas flutuações da curva de floração. Sua intensidade diminuiu chegando a zero nos meses de junho e julho e atinge seu ponto máximo em setembro, voltando a cair abruptamente depois disso.

Os frutos estavam presentes em grande quantidade no início das observações, o que indica que já havia ocorrido uma floração antes disso e que esta foi efetiva. A intensidade de frutificação diminuiu até o final das observações, mas frutos estavam presentes durante todo o período de estudo.

A caducifolia também não deixa de existir na população, mas teve um pico acentuado no mês de julho e uma queda bastante forte em outubro.

Biologia Floral

Estrutura da flor: As flores de C. peltophoroides apresentam-se reunidas em inflorescência tipo racemo, com cerca de cem flores que se abrem da base para o ápice (Fig. 2). Essas flores são zigomorfas, com cinco pétalas, coloração amarela, com a carena apresentando manchas avermelhadas diferenciadas (Fig. 3).

A figura 4-a mostra a forma das cinco pétalas. O tamanho médio de cada uma delas está apresentado na tabela 1 que usa a numeração de referência apresentada no esquema da figura 4-a.

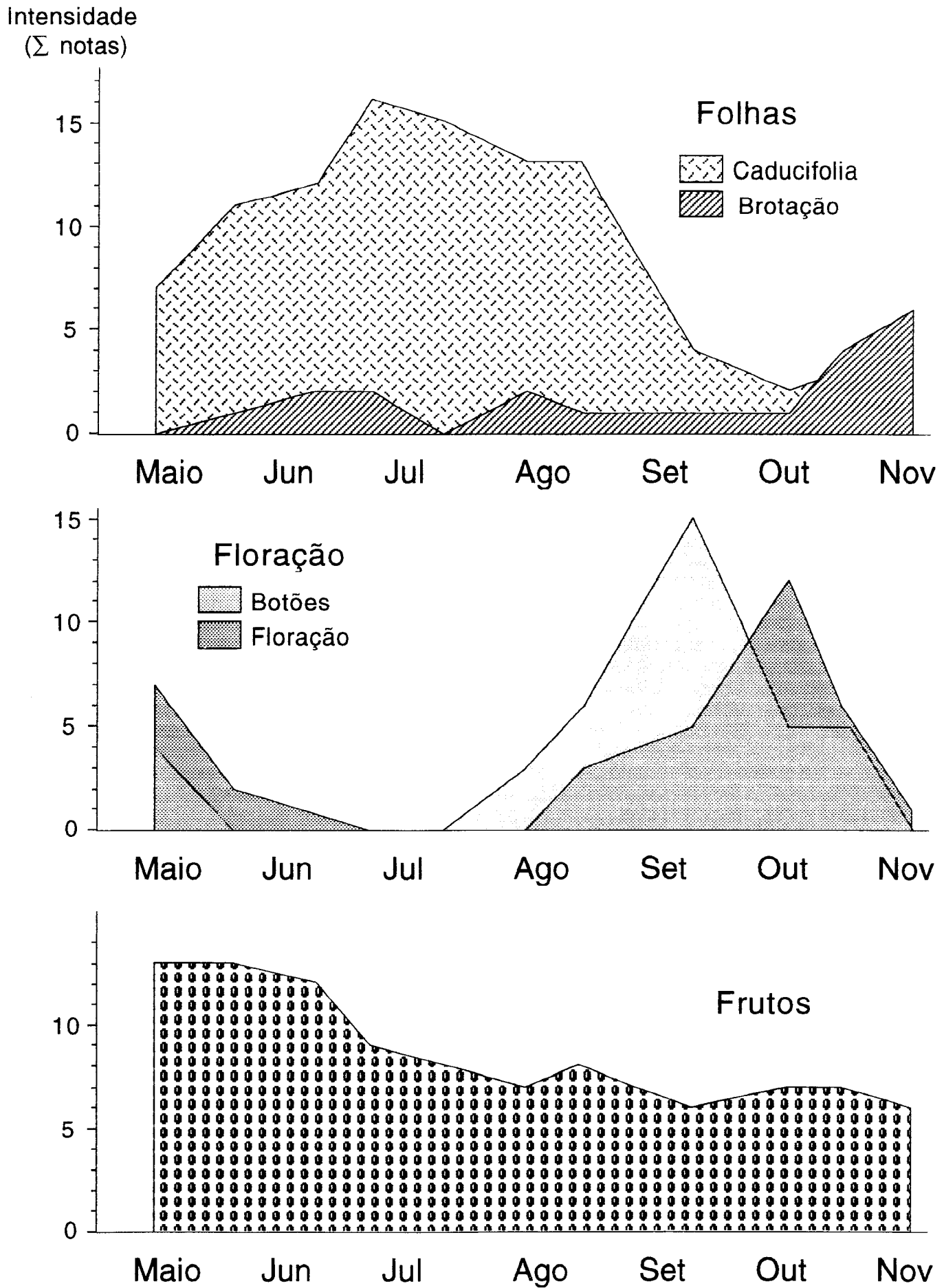


Figura 1. Fenograma de *Caesalpinia peltophoroides* durante o período de estudo. Os dados de intensidade de cada fenofase são as somatórias das notas atribuídas a cada indivíduo (ver metodologia para maiores detalhes).



Figura 2. Inflorescência de *Caesalpinia peltophoroides* com botões e flores abertas.



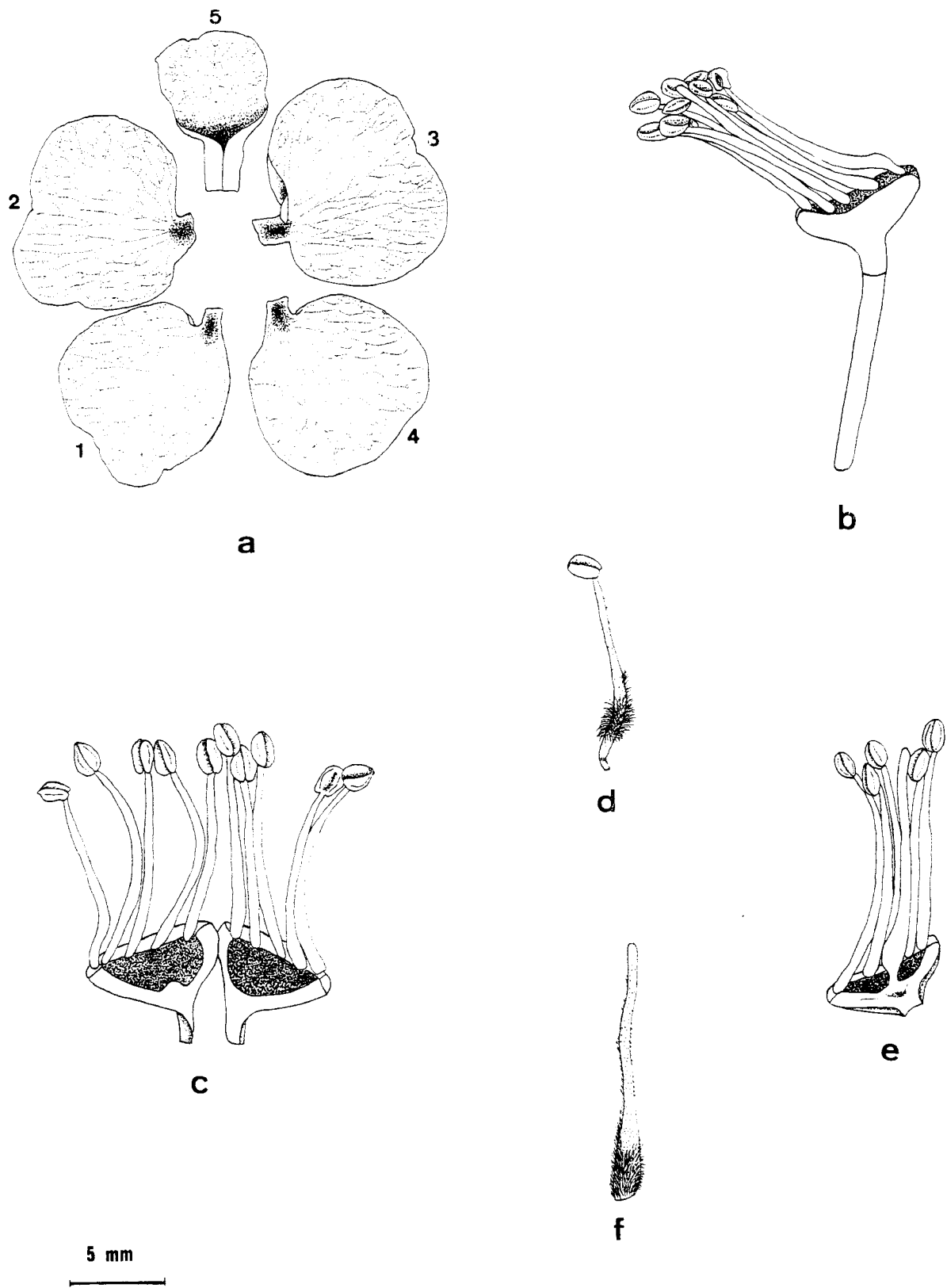


Figura 4. Partes florais de *Caesalpinia peltophoroides* desenhadas em câmara clara: a) forma e disposição das pétalas (numeração de referência foi usada para a tabela de medidas); b) flor com o perianto removido; c) Corte longitudinal do hipanto e tubo estaminal. O pistilo foi retirado; d) detalhe de um estame; e) corte longitudinal do hipanto e tubo estaminal destacando a posição do pistilo; e f) detalhe do pistilo.

Tabela 1. Estatísticas básicas das medidas das partes florais de 40 flores de *Caesalpinia peltophoroides*. (l) - Largura, (c)- Comprimento.

Parte floral		máxima	mínima	média	desvio
	1 l	11,00	06,00	08,80	01,19
	c	13,00	09,00	10,56	01,06
	2 l	12,50	07,00	10,17	01,30
	c	12,00	08,50	10,44	01,12
Pétalas	3 l	13,00	07,00	10,25	01,33
	c	12,00	08,00	10,49	01,16
	4 l	12,00	06,00	08,77	01,33
	c	13,00	09,00	10,66	01,22
	5 l	07,00	05,00	05,80	00,83
	c	12,00	07,00	09,41	01,29
estames		17,00	12,00	14,60	01,08
pistilo		16,50	11,00	13,82	01,44
ovário		06,00	03,00	04,32	00,67

Os estames são em número de dez e aparecem inseridos no hipanto formando um tubo que se mantém relativamente unido pela presença de um grande número de pêlos existentes em sua base (Fig. 4 b,c,d). Esse tubo estaminal bloqueia a entrada do hipanto, que contém o néctar, restando apenas dois pequenos orifícios por onde se pode atingi-lo (Fig. 5). Os estames também apresentam pelos glandulares no estilete. As anteras são dorsifixas e possuem deiscência longitudinal.

O ovário é estipitado, com estípete assentado no fundo do hipanto (Fig.4-e). Apresenta-se muito piloso na base, com pêlos glandulares em toda a extensão do estilete, como mostra a figura 4-f. O estigma é crateriforme (sensu Owens, 1989), formando uma cavidade rodeada de pequenos pêlos finos (Fig. 6).

Eventos florais: A figura 3 mostra que, quando a antese se inicia, a flor expõe primeiramente o estigma, logo que as pétalas começam a se separar. Os estames são expostos um pouco mais tarde. O horário de antese é variável principalmente de um indivíduo para outro, ocorrendo desde antes das 8:00 h. até cerca de 10:00 h.

Em cada inflorescência podem abrir de cinco a dez flores por dia. Cada flor permanece na inflorescência aproximadamente três dias, embora no segundo e terceiro dias apresentem-se murchas. Caem com grande facilidade após este período, só se mantendo então na inflorescência aquelas flores fertilizadas que formarão frutos (Fig.7).

A produção média de néctar por flor é de 0,8 μ l (n=5) com uma concentração em equivalente de sacarose (sensu Inouye et. al., 1980) de



Figura 5. Detalhe da flor de *Caesalpinia peltophoroides* destacando os dois orifícios que permitem o acesso ao hipanto (seta).

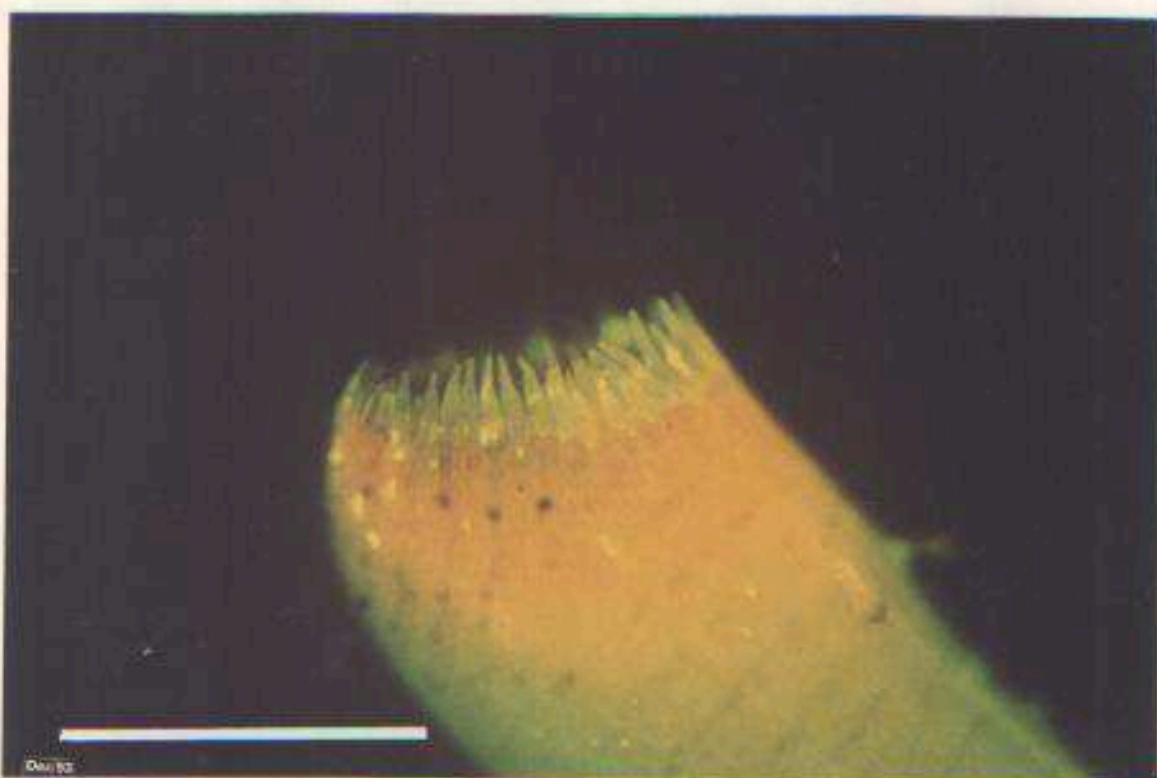


Figura 6. Estigma de *Caesalpinia peltophoroides* observada em

cerca de 35-40% (n=2). Esse néctar produzido em pequena quantidade fica alojado no hipanto, por onde só é atingido através de dois orifícios na base dos estames (Fig.5).

O pólen encontra-se disponível em grande quantidade nas flores e é liberado logo após a antese ou somente no final da manhã, dependendo do indivíduo. Em apenas um indivíduo foi encontrado pólen disponível no botão em pré-antese.

O estigma apresentou reação positiva no teste de peroxidase e encontra-se receptivo desde o início da antese, assim permanecendo até o segundo dia.

Visitantes

Os visitantes coletados nas flores foram:

- Xylocopa cf hirsutissima Maild.(Anthophoridae)
- Centris cf nitens Lepeletier (Anthophoridae)
- Centris sp (Anthophoridae)
- Apis mellifera L. (Apidae)
- Ornidia obesa (Syrphidae)

Xylocopa foi o visitante mais comum (Fig.8). Em suas visitas, pousava sobre os estames, forçava a carena com a cabeça, deixando descobertos os dois orifícios na base dos estames e introduzia então sua probóscide para coletar o néctar. Ao pousar sobre os estames a abelha também contactava o estigma que fica entre os estames na flor totalmente aberta. Xylocopa visitava várias flores da mesma inflorescência e várias inflorescências próximas antes de voar para outros indivíduos. Nos exemplares coletados foi encontrado muito pólen, provavelmente da planta estudada, aderido ao corpo do inseto.

As espécies de Centris apresentavam um vôo rápido e de difícil observação, mas pareciam ter um comportamento de visita semelhante ao de Xylocopa.

Apis pousava nos estames e andava sobre eles, provavelmente coletando pólen, mas sem ter acesso ao néctar. Neste processo pode tocar o corpo no estigma e atuar transportando pólen.

Ornidia obesa foi observada voando em torno das flores, mas não foi observada visitando efetivamente as flores.

Sistema de reprodução: A tabela 2 apresenta os resultados das polinizações controladas realizadas e mostra que houve sempre uma pequena porcentagem de frutos formados.

Nos pistilos fixados e analisados em laboratório (Tab.3), observou-se a presença de grãos de polén em grande parte dos estigmas e na maioria deles havia crescimento de tubos polínicos. No entanto, tubos polínicos no ovário só



Figura 7. Inflorescência de *Caesalpinia peltophoroides* destacando flores que permaneceram para desenvolver frutos.



Tabela 2. Percentagem de produção de frutos por flores de Caesalpinia peltophoroides submetidas a polinizações controladas ou marcadas para observação de polinização natural. Entre parêntesis o número de frutos formados/número de flores utilizadas.

Tratamentos	Plantas				
	01	02	03	04	Total
Auto-Polinização	0%(0/65)	2,4%(2*/74)	0%(0/12)	0%(0/11)	1,2%(2*/162)
Polinização cruzada	0%(0/63)	0%(0/46)	0%(0/29)	0%(0/61)	0%(0/199)
Apomixia	0%(0/29)	0%(0/0**)	0%(0/24)	0%(0/23)	0%(0/76)
Controle	0%(0/111)	8,3%(4*/48)	0%(0/27)	0%(0/52)	1,7%(4*/238)

* Ovários em início de desenvolvimento (os de auto polinização já tinham sofrido abscisão quando coletados).

** As inflorescências com os tratamentos foram arrancadas.

Tabela 3. Pistilos de Caesalpinia peltophoroides fixados e observados em microscopia de fluorescência com diferentes intervalos após a polinização.

Tratamento	Auto polinização			Polinização cruzada		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
Pistilos observados	17	17	15	10	12	04
Estigmas com pólen germinando	16	17	04	08	00	04
Tubos polínicos no ovário	02	00	00	02	00	00
Tubos polínicos no óvulo	01	00	00	01	00	00

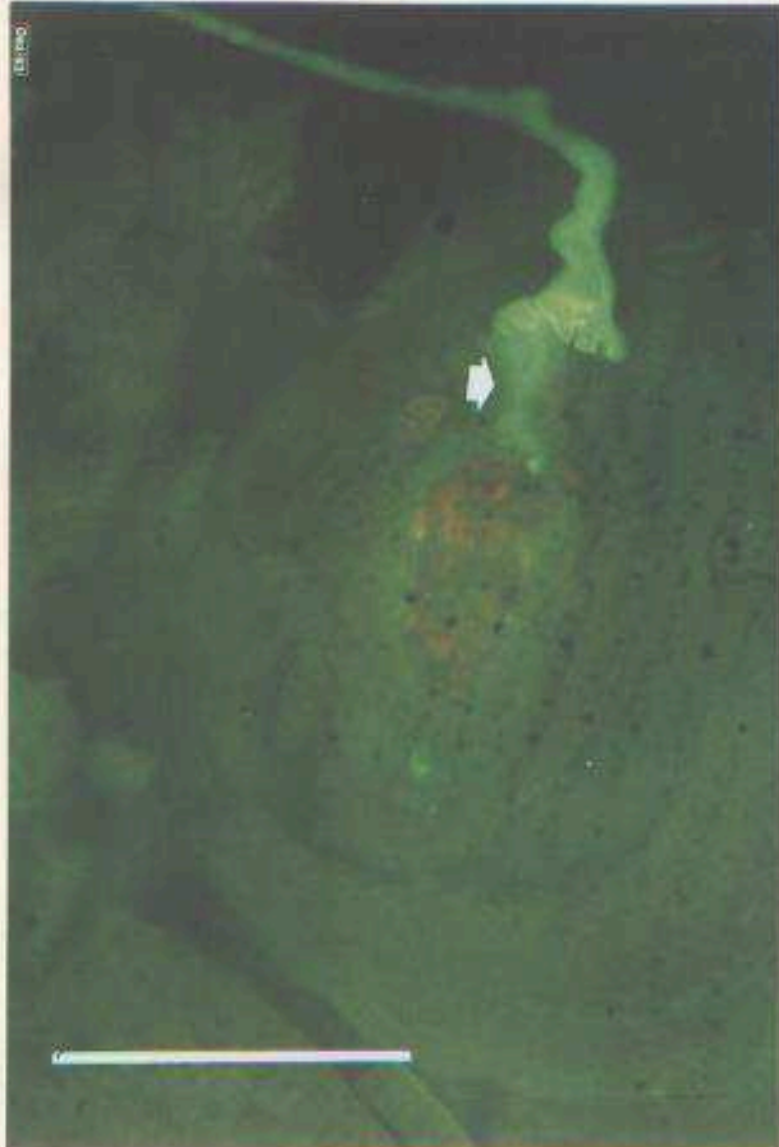


Figura 9. Fertilização em Caesalpinia peltophoroides observada sob microscopia de fluorescência. A seta mostra o final do tubo polínico no interior do óvulo. Escala gráfica = 0,2mm.

DISCUSSÃO

Fenologia: Caesalpinia peltophoroides é uma planta nativa de matas neotropicais (Lorenzi, 1992). No entanto parece acompanhar o ciclo de vida de plantas de cerrado, mostrando caducifolia e rebrotação no final da estação seca e floração ocorrendo predominantemente logo após as primeiras chuvas. Neste ano de estudos, a espécie apresentou ainda um segundo período de floração semelhante ao que ocorre esporadicamente em outras espécies de cerrado como Caryocar brasiliense (Gribel, 1993). Entretanto, as populações estudadas de C. peltophoroides apresentaram uma fenologia bastante irregular no que diz respeito a sincronia de floração entre indivíduos nas populações observadas.

Essas irregularidades no período de reprodução podem ser explicadas por vários fatores. Um período de chuvas seguindo um período seco, pode servir de estímulo à floração de plantas tropicais, de acordo com Alvim (1964). Essa variação de umidade é comum na região de cerrados e pode ser uma provável explicação para o primeiro surto de floração, observado durante o primeiro semestre. Outro fator importante, principalmente no que diz respeito à assincronia de floração entre os indivíduos, pode ser a modificação do fotoperíodo. C. peltophoroides é utilizada como planta ornamental principalmente na arborização de ruas e praças que ficam iluminadas por luz artificial durante toda a noite. Tal iluminação pode alterar o fotoperíodo.

As flores de C. peltophoroides apresentam-se reunidas em inflorescências racemosas bastante grandes, com muitas flores, que se abrem pouco a pouco, mantendo um período de floração longo, semelhante ao que Gentry (1974) descreve como "cornucopian plants", plantas que oferecem muito recurso a polinizadores, durante longo tempo.

Biologia floral: De um modo geral, as flores da sub-família Caesalpinioideae são menos evoluídas que as de Mimosoideae e Papilionoideae. Normalmente suas flores são actinomorfas, individuais e abertas, expondo pólen e néctar disponível a vetores especialistas e não especialistas (Arroyo, 1981). No entanto, Caesalpinia apresenta características bastante evoluídas dentro do grupo como zigomorfismo acentuado, néctar protegido e presença de guias de néctar. O receptáculo formando uma cavidade (hipanto), onde se aloja o néctar, parece ser também uma característica derivada dentro das Leguminosae-Caesalpinioideae. Tal estrutura obriga um comportamento especializado dos visitantes, como o de empurrar a carena para expor o acesso a câmara nectarífera formada no hipanto.

Dentro do gênero Caesalpinia, as flores aparecem com morfologia bastante variada. A forma da corola, a disposição das peças florais, bem como a composição do néctar, são variações que sugerem uma irradiação adaptativa a vários agentes polinizadores como abelhas, pássaros, borboletas e morcegos. Esse tipo de radiação parece ter ocorrido, independentemente, várias vezes dentro do grupo, sendo que a adaptação para polinização por abelhas (melitofilia) parece ser a síndrome básica e mais frequente no gênero (Cocucci et al., 1992).

Visitantes: Algumas características florais de Caesalpinia peltophoroides indicam uma síndrome de melitofilia (sensu Wyatt, 1983), tais como ântese diurna, zigomorfia, presença de guias de néctar e concentração do néctar de cerca de 41%. Apesar disso, apresentam também características que não concordam com essa síndrome, como a não existência de odor perceptível.

Abelhas grandes (sensu Frankie et al., 1983) incluiriam abelhas maiores que 12mm. Estas abelhas são polinizadoras de 32% das espécies de cerrado, de acordo com Oliveira (1991). Elas também podem ser polinizadoras de Caesalpinia, já que esta espécie apresenta características semelhantes àquelas de flores polinizadas por abelhas grandes, tais como flores diurnas, relativamente grandes, coloridas, hermafroditas, zigomorfas e com néctar protegido. No entanto, apresenta uma concentração do néctar bem superior à média descrita para esse tipo de abelha que é de 24% (Frankie et al., 1983).

Na espécie estudada, o visitante mais comum e polinizador mais importante é Xylocopa hirsutissima. Segundo O'Toole & Raw (1991), estas abelhas carpinteiras do gênero Xylocopa são abelhas grandes e solitárias da família Anthophoridae, que fazem seus ninhos em madeira morta. Essa espécie é bastante comum, de acordo com Oliveira & Sazima (1990), em espécies de Kielmeyera e importante polinizador de muitas plantas tropicais. Além das características que podem indicar flores polinizadas por abelhas grandes, as flores de Caesalpinia peltophoroides também apresentam um mecanismo de proteção do néctar que parece restringir à Xylocopa, e outras abelhas grandes, o acesso a este recurso, tornando-a adaptada à polinização.

Espécies de Centris também foram coletadas em Caesalpinia. Essas abelhas também são da família Anthophoridae, de vôo muito rápido e fazem seus ninhos em buracos escavados no solo (O'Toole & Raw, 1991). Abelhas de diferentes grupos de Anthophoridae podem visitar uma mesma espécie de planta e a polinização por abelhas grandes envolve guildas de polinizadores e plantas sem relações estritamente especializadas (Frankie et al., 1983, Bawa, 1990). Estas abelhas podem estar estacionalmente distribuídas e em Costa Rica, Centris está muito associada à estação seca (Frankie et al., 1983).

Os outros visitantes menores observados, provavelmente têm papel secundário na polinização. Apis mellifera visita as flores mas parece coletar somente pólen, já que o mecanismo de proteção do néctar apresentado pela flor, parece não permitir que uma abelha pequena possa alcançá-lo. Esta abelha pode tocar o estigma durante as visitas e pode ser um polinizador secundário importante. A mosca Ornidia obesa provavelmente estava na flor somente

recolhendo restos de pólen e néctar, embora Vockeroth & Thompson (1987), afirmem que Syrphidae podem ser polinizadores significativos de muitas plantas.

Sistema de reprodução: As polinizações controladas revelaram uma baixa porcentagem de frutos formados. Esse fato é bastante intrigante, já que, em condições naturais de campo, a espécie produz muitas flores formando uma quantidade razoável de frutos. Apesar disso, as flores mantidas como controle de polinização natural formaram poucos frutos (1,7%). Pode ter acontecido do número de tratamentos de polinizações controladas ter sido pequeno, uma vez que a porcentagem de frutificação apresentou-se baixa, dificultando as análises e conclusões acerca do sistema de reprodução. O "fruit-set" é baixo em árvores tropicais e Oliveira (1991) mostra que de 46 espécies estudadas na região de Brasília, 12 apresentaram porcentagem de formação de frutos menor que de Caesalpinia. O baixo fruit-set pode estar associado também a padrões de fecundidade intrínscos às plantas escolhidas para os tratamentos. Observações não quantitativas sugerem que tal idéia pode ser verdadeira, mas mesmo na planta 2, onde foram observados mais frutos, os tratamentos e os controles de polinização natural resultaram em baixo fruit-set. Cruzamento feito para populações da espécie em Brasília também falharam em formar frutos (Paulo Oliveira, com.pessoal)

Segundo Wyatt (1983), várias características de Caesalpinia peltophoroides sugerem um sistema de reprodução baseado em polinização cruzada, como grande quantidade de flores, pedicelos longos, presença de nectários e guias de néctar, grãos de pólen em grande número e área estigmática protegida por pelos ou papilas (Wyatt, 1983).

Outra consideração importante é que, apesar dos grãos de pólen terem germinado na maioria dos estigmas analisados, poucos tubos polínicos foram encontrados no ovário das flores. Esse fato poderia sugerir auto-incompatibilidade e poderia ser explicado se os indivíduos da população fossem resultado de propagação vegetativa de um mesmo indivíduo ou progênie de uma planta ou pequeno grupo de plantas. Tal situação poderia causar depressão endogâmica nas plantas da população. Esta hipótese poderia ser testada utilizando-se pólen proveniente de populações mais distantes para novos cruzamentos. Mas Caesalpinia parece ser plantada a partir de mudas produzidas de sementes (Lorenzi, 1992) e um número grande de frutos parece se formar nas populações naturais, sugerindo que endogamia talvez não seja um fator importante.

Outro resultado observado foi a presença de tubos polínicos no ovário após 24h, o que revela uma germinação bastante rápida. No entanto, as observações foram difíceis, porque esses tubos eram finos e coravam-se fracamente, não sendo possível acompanhar sua trajetória ao longo do estilete.

O aparecimento de tubos polínicos penetrando nos óvulos de pistilos auto-polinizados e de polinização cruzada, indicam que a planta pode ser auto-compatível ou apresentar mecanismo de auto-incompatibilidade de ação tardia, bastante comum entre as Leguminosas (Seavey & Bawa, 1986, Oliveira, 1991).

CONCLUSÃO

Caesalpinia peltophoroides, apesar de não ser uma planta nativa do cerrado, parece estar bastante adaptada a esta região, florescendo e frutificando normalmente. O estudo parece mostrar uma interrelação entre plantas e insetos ocorrendo numa planta cultivada em ambiente urbano que proporcionaria serviços de polinização para a planta e manutenção das populações de insetos. No entanto, polinizações controladas resultaram numa baixa formação de frutos sem que as observações efetuadas pudessem explicar claramente as razões de tais resultados. Apesar das abelhas grandes parecerem ser eficientes polinizadores, mesmo as flores observadas para polinização natural (controle) também resultaram em poucos frutos. Novos estudos, incluindo indivíduos de outras populações seriam necessários para obter uma visão mais completa da reprodução de Caesalpinia peltophoroides.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvin, P.T. 1964. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. *In* Anais do XV Congresso da Sociedade Botânica do Brasil Sociedade Botânica do Brasil, Porto Alegre. p. 405-422.
- Arroyo, M.K. 1981. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. *In* Advances in Legume Systematics (R.M. Polhill, & P.H. Raven ed.). Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond. p. 723-769.
- Barroso, G.M. 1984. Sistemática de Angiospermas do Brasil. v. 2. Imprensa Universitária. Viçosa-MG.
- Bawa, K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annu.Rev.Ecol.Syst.* 21: 399-422.
- Cowan, R.S. 1981. Caesalpinioideae. *In* Advances in Legume Systematics (R.M. Polhill, & P.H. Raven ed.). Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond. p. 57-64.
- Crestana, C.S.M., & Kageyama, P.Y. 1989. Biologia de polinização de Copaifera langsdorffii Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). O Oleo de Copaiba. *Rev.Inst.Flor.*, São Paulo 1: 201-214.
- Frankie, G.W., Haber, W.A., Opler, P.A., & Bawa, K.S. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. *In* Handbook of Experimental Pollination Biology (C.E. Jones, & R.J. Little ed.). Van Nostrand Reinhold Co., New York. p. 411-447.
- Gentry, A.H. 1974. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Ann.Missouri Bot. Gard.* 61: 728-759.
- Gribel, R. 1993. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. *J.Trop.Ecol.* 9: 199-211.
- Herr, J.M. 1971. A new clearing-squash technique for the study of ovule development in Angiosperms. *Amer.J.Bot.* 58: 785-790.
- Inouye, D.W., Favre, N.D., Lanun, J.A., Levine, D.M., Meyers, J.B., Roberts, M.S., Tsao, F.C., & Wang, Y.Y. 1980. The effect of non-sugar nectar constituents on estimates of nectar energy content. *Ecology* 61: 992-995.
- Kearns, C. A. & Inouye, D.W. 1993. Techniques for Pollination Biologists. University Press of Colorado, Niwot.
- Lee, Y., & Langenheim, J.H. 1975. Systematics of the Genus Hymenaea L. (Leguminosae, Caesalpinioidea, Detarieae). University of California Press. Berkeley.

- Lorenzi, H. 1992. *Árvores Brasileiras*. Editora Plantarum. Nova Odessa.
- Martin, F.N. 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. *Stain Tech.* 34: 125.
- O'Toole, C., & Raw, A. 1991. *Bees of the World*. Blandford. London.
- Oliveira, P.E. 1991. *The Pollination and Reproductive Biology of a Cerrado Woody Community in Brazil*. PhD, University of St. Andrews (Scotland).
- Oliveira, P.E., & Sazima, M. 1990. Pollination biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) from Brazilian cerrado vegetation. *Pl. Syst. Evol.* 172: 35-49.
- Owens, S. 1989. Stigma, style, pollen and the pollen-stigma interaction in Caesalpinioideae. *Monogr.Syst.Bot. Missouri Bot.Gard.* 29: 113-126.
- Raven, P.H. 1974. *Erythrina* (Fabaceae): Achievements and opportunities. *Lloydia* 37: 321-331.
- Richards, A.J. 1986. *Plant Breeding System*. George Allen & Unwin. London.
- Schiavini, I. 1992. *Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da estação ecológica do Panga (Uberlândia-MG)*. Doutorado, Universidade Estadual de Campinas.
- Seavey, S.R., & Bawa, K.S. 1986. Late-acting self-incompatibility in Angiosperms. *Bot. Review* 52: 195-219.
- Vockeroth, J.R., & Thompson, F.C. 1987. Syrphidae. *In* *Manual of Nearctic Diptera*. vol.2 (J.F. McApine ed.). Agriculture Canada-Research Branch, Hull. p.
- Wyatt, R. 1983. Pollinator-plant interactions and the evolution of breeding systems. *In* *Pollination Biology* (L. Real ed.). Academic Press, New York. p. 51-95.
- Zanetti, M.R. 1993. *Biologia de polinização e reprodução de Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioidea). Manuscrito. Relatório de Iniciação Científica-CNPq.
- Zeisler, M. 1938. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. *Beihefte zum Botanisches Zentralblatt A* 58: 308-318