AVALIAÇÃO DO SISTEMA REPRODUTIVO DE ANADENANTHERA FALCATA
BENTH., VOCHYSIA TUCANORUM MART. E XYLOPIA AROMATICA BAILL.
EM ÁREA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA - ESTADO DE
SÃO PAULO

REGINALDO BRITO DA COSTA

Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências Florestais.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1988.

Costa, Reginaldo Brito da
C837a Avaliação do sistema reprodutivo de *Anadenanthe*
ra *falcata* Benth., *Vocysia tucanorum* Mart. e *Xylopia*
aromatica Baill. em área de cerrado no município
de Itirapina-Estado de São Paulo. Piracicaba,
1988.

93p. Ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia

1. Angico-do-cerrado - Reprodução-Itirapina, SP.
2. Cerrado-Árvore florestal-Itirapina, SP. 3. Cin-
zeiro-Reprodução-Itirapina, SP. 4. Pindaíba-Repro-
dução-Itirapina, SP. I. Escola Superior de Agri -
cultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD - 634.97

AVALIAÇÃO DO SISTEMA REPRODUTIVO DE *Anadenanthera falcata*
Benth., *Vochysia tucanorum* Mart. E *Xylopia aromatica* Baill.
EM ÁREA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA - ESTADO DE
SÃO PAULO

REGINALDO BRITO DA COSTA

Aprovado em: 21/03/88

Comissão Julgadora

Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama

ESALQ/USP

Prof. Dr. Mário Tomazello Filho

ESALQ/USP

Prof. Dr. Luiz Antonio Rochelle

ESALQ/USP

Suplentes:

Prof. Dr. Mário Ferreira

ESALQ/USP

Prof. Dr. George John Shepherd

UNICAMP

Paulo Yoshio Kageyama
Orientador

*À Mirian, Regis e
Mirianne*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Dentre as pessoas e instituições que direta ou indiretamente tornaram possível a realização deste trabalho, desejo agradecer:

Ao Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama, pela exemplar dedicação e segura orientação, pelo respeito, pela amizade e pela fé em nosso trabalho.

Ao Regis e Mirianne de Souza Costa, pela alegria e motivação que me deram e à Mirian de Souza Costa que cuidou de nós com seu carinho, dedicação e paciência.

Ao Centro de Ciências Agrárias da UFMT, na pessoa do Prof. Marco Antonio de Araújo Pinto que providenciou o afastamento daquela Unidade para realização do Curso.

Ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo, representado Pelos Eng^{os}. Agrônomo Gonçalo Mariano e Edgar Giannotti pelo apoio logístico e sugestões durante a realização do trabalho de campo.

À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior pela bolsa de estudo concedida.

Uma deferência especial ao Prof. Carlos Ferreira de Abreu Castro pelas sugestões, apoio e amizade.

Aos colegas José Teodoro de Melo, Edson Seizo Mori e Benedito Alísio S. Pereira, pelas valiosas sugestões.

Aos Professores Mário Tomazello Filho, Luiz Antonio Rochelle, José Otávio Brito e João Luis Ferreira Batista pelo apoio e amizade durante o Curso.

À colega Hélida Bruno Nogueira Borges pela ajuda prestada no início dos trabalhos de campo.

Ao colega Antonio Carlos Gesta Melo e família pela amizade e apoio oferecidos.

Ao colega João Iijima pela ajuda prestada.

Ao pessoal do Laboratório de Sementes do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, Sueli, Elza e Lúcia pela ajuda na parte laboratorial do trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), Marialice Metzker Poggiani e Sueli Dressano pelo apoio sempre concedido.

A todos os funcionários do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP e do IPEF pelo apoio oferecido no decorrer do Curso.

A todos os colegas da Pós-Graduação do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
SUMMARY	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Aspectos gerais do cerrado	4
2.2. Reprodução	7
2.2.1. Sistema reprodutivo de espécies arbóreas	7
2.2.2. Fenologia de floração e frutificação	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Material	22
3.1.1. Descrição da área e caracterização climática	22
3.1.2. Escolha das espécies em estudo	25
3.1.3. Características gerais das espécies escolhidas	26
3.2. Métodos	34
3.2.1. Determinação do sistema de cruzamento	34
3.2.2. Observações complementares	36
3.2.3. Delineamento experimental	39

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1. Fenologia	42
4.2. Avaliações sobre a biologia floral	47
4.3. Sistema de cruzamento	55
4.4. Maturação dos frutos, dispersão e germina- ção das sementes	67
4.4.1. Maturação dos frutos e dispersão das sementes	67
4.4.2. Germinação das sementes	74
5. CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
APÊNDICE	92

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
1. Mapa da Estação Experimental de Itirapina-SP....	23
2. Dados climatológicos de precipitação em mm.mês ⁻¹ e temperatura	24
3. Aspectos da flor, ramo florífero com folhas, es- tames, fruto e sementes da espécie <i>Anadenanthe- ra falcata</i>	27
4. Aspectos do ramo florífero com botões florais, ramo com folhas e frutos fechados, botões flo- rais abertos e fechados, frutos fechados e aber- to e semente da espécie <i>Vochysia tucanorum</i>	32
5. Aspectos do ramo florífero, cálice floral, botão floral, flor semi-aberta, flor aberta, fruto e semente de <i>Xylopia aromática</i>	33
6. Diagrama fenológico das espécies <i>Anadenanthera falcata</i> , <i>Vochysia tucanorum</i> e <i>Xylopia aromática</i> .	43
7. Representação gráfica de desenvolvimento de fru- tos de <i>Anadenanthera falcata</i> , <i>Vochysia tucanorum</i> e <i>Xylopia aromática</i>	68
8. Representação gráfica da germinação de sementes de <i>Anadenanthera falcata</i> em laboratório	75
9. Representação gráfica da germinação de sementes de <i>Vochysia tucanorum</i> em laboratório	78

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
1. Resultados do experimento efetuado para verificação do sistema de cruzamento das espécies <i>Anadenanthera falcata</i> , <i>Vochysia tucanorum</i> e <i>Xylopia aromatica</i>	56
2. Resultados das análises de variância para as médias de produção de fruto em porcentagem para as espécies <i>Anadenanthera falcata</i> , <i>Vochysia tucanorum</i> e <i>Xylopia aromatica</i>	57
3. Valores do teste t para comparações pareadas entre tratamentos referentes ao número de sementes por frutos para as espécies <i>Anadenanthera falcata</i> , <i>Vochysia tucanorum</i> e <i>Xylopia aromatica</i>	59
4. Resultados da análise de variância conjunta para médias de produção de frutos em porcentagem para as espécies <i>Anadenanthera falcata</i> , <i>Vochysia tucanorum</i> e <i>Xylopia aromatica</i>	66
5. Resultados de germinação de sementes em laboratório para a espécie <i>Anadenanthera falcata</i>	93
6. Resultados de germinação de sementes em laboratório para a espécie <i>Vochysia tucanorum</i>	93

AVALIAÇÃO DO SISTEMA REPRODUTIVO DE ANADENANTHERA FALCATA
BENTH., VOCHYSIA TUCANORUM MART. E XYLOPIA AROMATICA BAILL.
EM ÁREA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA - ESTADO DE
SÃO PAULO

Autor: REGINALDO BRITO DA COSTA

Orientador: Prof. Dr. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

RESUMO

O presente estudo avalia o sistema reprodutivo das espécies *Anadenanthera falcata*, *Vochysia tucanorum* e *Xylopia aromatica*. Foram estudados aspectos do sistema de cruzamento, complementados pelas observações de fenologia, biologia floral, maturação de frutos, dispersão e germinação de sementes. O trabalho de campo foi realizado na Estação Experimental de Itirapina-SP (28°18' S, 47°45' W). O período de estudo foi de novembro de 1985 a novembro de 1987.

A ocorrência dos eventos fenológicos está associada aos fatores climáticos. As três espécies apresenta-

ram um período de floração na estação chuvosa, variando quanto ao início e duração do evento.

Destaca-se para as espécies *Anadenanthera falcata* e *Vochysia tucanorum* a provável síndrome de melitofilia e para *Xylopia aromatica* a síndrome de cantarofilia.

As três espécies apresentaram um sistema de cruzamento preferencialmente alogâmico, podendo existir uma estratégia alternativa para uma pequena produção de frutos por autogamia, observada em *Vochysia tucanorum*.

Um alto grau de auto-incompatibilidade genética foi demonstrado para as espécies *Anadenanthera falcata* e *Xylopia aromatica* que, associado à defasagem no tempo de receptividade dos órgãos masculino e feminino favorecem a polinização cruzada.

O padrão de maturação de frutos variou entre as espécies, apresentando um período longo (aproximadamente 10 meses) para *Anadenanthera falcata*, um período relativamente curto (aproximadamente 3 meses) para *Xylopia aromatica* e um período um pouco maior (aproximadamente 4 meses para *Vochysia tucanorum*).

O período de dispersão de sementes de *Anadenanthera falcata* (barocoria) coincide com o final da estação seca e início das chuvas, favorecendo a germinação e estabelecimento de plântulas. *Vochysia tucanorum* tem suas sementes (anemocóricas) dispersas na época seca, favorecendo

a dispersão. *Xylopia aromatica* (dispersão zoocórica), tem um período de dispersão irregular, abrangendo parte da estação chuvosa e início da estação seca.

A germinação de *Anadenanthera falcata* e *Vochysia tucanorum* foi rápida e em alta porcentagem, porém, para *Xylopia aromatica* não foram obtidos dados de germinação devido à imaturidade do embrião das sementes quando são dispersas e uma possível existência de inibidores.

As observações preliminares de regeneração natural de cada espécie demonstraram uma relação muito baixa para o número de plantas jovens e número de frutos produzidos.

REPRODUCTIVE SYSTEM EVALUATION OF ANADENANTHERA FALCATA
BENTH., VOCHYSIA TUCANORUM MART. AND XYLOPIA AROMATICA
BAILL. IN AREA OF CERRADO AT ITIRAPINA - STATE OF SÃO
PAULO.

Author: REGINALDO BRITO DA COSTA

Adviser: Prof. Dr. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

SUMMARY

The study of the breeding system of *Anadenanthera falcata*, *Vochysia tucanorum* and *Xylopia aromatica* is the main purpose of this work. Phenology, pollination, fruit maturation, seed dispersal and seed germination were studied to characterize the reproductive system of these three "cerrado" species. The field work was carried out at the Estação Experimental de Itirapina-SP (28°18' S, 47°45' W). The study period was from November, 1985 to November, 1987.

All three species flowered in the rainy season, showing variation in relation to the period and the

duration of the flowering. The patterns reflect the climatic conditions of the area, especially rainfall.

It stands out a probable melitophilly syndrome for *Anadenanthera falcata* and *Vochysia tucanorum* and a probable cantarophilly syndrome for *Xylopia aromatica*.

The three species showed a breeding system preferably xenogamic. It was observed in *Vochysia tucanorum* a small fruit production by autogamy, what could be considered as an alternative strategy.

A high degree of genetic self-incompatibility was demonstrated in *Anadenanthera falcata* and *Xylopia aromatica* which associated to its dicogamy patterns favours cross-pollination (xenogamy).

The pattern of fruit maturation varied among species, a large period (ca. 10 months) for *Anadenanthera falcata* and a relatively short period (ca. 3 months) for *Xylopia aromatica* and *Vochysia tucanorum* (ca. 4 months).

The period of seed dispersal for *Anadenanthera falcata* (barocory), occurs at the end of the dry season and the beginning of the rainy season, favoring the seed germination and establishment of the seedlings. *Vochysia tucanorum* has its seeds dispersed (anemocory) in the dry season favouring the seed dispersal. *Xylopia aromatica* (zoocoric dispersal), has its seed dispersal from the middle of the rain season to the beginning of the dry season.

The seed germination of *Anadenanthera falcata* and *Vochysia tucanorum* was high and fast. The germination of *Xylopia aromatica* seeds was not obtained due to embryo immaturity at the time of seed dispersal and to a possible presence of germination inhibitors.

The preliminary observations on natural regeneration for each species indicated a very low number of seedlings/fruit produced ratio.

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 1,5 milhões de km², cerca de 20% do território brasileiro, são cobertos por vegetação típica de cerrado. Embora, esteja presente em vasta extensão do Brasil e apesar de todos os estudos efetuados, pouco se conhece sobre este tipo de vegetação.

O cerrado tem uma fisionomia muito peculiar, distribuído sobre um tapete onde predominam gramíneas, desenvolvem-se árvores e arbustos, ora isolados ora em grupos, geralmente tortuosos, de cascas espessas com freqüentes sinais de queima, com folhas grandes, coriáceas, brilhantes ou revestidas de numerosos pelos (FERRI, 1969).

O Brasil se caracteriza atualmente como um país às voltas com a necessidade premente de produzir mais para exportar mais e, na agricultura, os aumentos de produção tem crescido, principalmente com a incorporação de novas áreas ao processo produtivo de que com o aumento de produtividade das áreas já cultivadas. Neste processo de abertura de novas fronteiras agrícolas, as áreas de cerrado têm sido preferencialmente eleitas e a pressão sobre estas áreas

se intensifica ano após ano. Dessa forma, GOODLAND & FERRI (1979) enfatizam que o cerrado deixou de ser um tema puramente acadêmico para tornar-se assunto de interesse cotidiano em vários setores.

A exemplo de outros tipos de vegetação brasileira como as matas do norte do Paran e a prpria Mata Atlntica, as reas de cerrado esto sujeitas a explorao indiscriminada, correndo-se o risco de desvistar completamente grandes reas, sem a preocupao de conhecer um pouco mais a vegetao as existente. Neste sentido, h uma grande preocupao por parte de estudiosos ligados pesquisa de cerrados sobre o exposto e que preconizam a necessidade de estudos para conhecer melhor os aspectos de comportamento das inmeras espcies que a existem.

No que se refere ao sistema reprodutivo das espcies arbreas do cerrado, h uma grande carncia de trabalhos que enfatizem esse aspecto importante, tanto na rea "core" como em regies perifricas deste bioma. Neste particular evidente o interesse de se investigar como se mantm e se multiplicam as suas espcies.

Os poucos trabalhos existentes, dentre eles os de BARBOSA (1983) e OLIVEIRA (1986), abordando aspectos particulares de biologia floral, sistema de cruzamento e interaes animais e plantas deste ecossistema trouxeram in-

formações muito valiosas, porém, outras pesquisas devem ser efetuadas.

Nesta linha de pensamento, a realização deste trabalho visa contribuir para a ampliação do quadro de conhecimento das espécies, tendo em vista a reprodução estar intimamente ligada à constituição da estrutura, distribuição e desenvolvimento de comunidades arbóreas.

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

a) Avaliar o processo reprodutivo das espécies *Anadenanthera falcata* Benth., *Vochysia tucanorum* Mart. e *Xylopia aromatica* Baill.;

b) Complementar com aspectos gerais da reprodução dessas espécies para uma melhor compreensão do processo como um todo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS DO CERRADO

O cerrado é um tipo de vegetação que, em sua conceituação, apresenta uma gama de formações fisionômicas que vão desde a florestal, conhecida por cerradão, até a campestre, como o campo cerrado ou o campo limpo. Há uma continuidade do gradiente fisionômico entre aqueles dois extremos, apesar de que muitos autores aceitam uma terminologia básica para classificar os trechos deste gradiente (GOODLAND & FERRI, 1979; COUTINHO, 1978; FERRI, 1977). Dessa forma, o cerrado como um todo seria constituído pelo gradiente cerradão, cerrado "sensu strictu", campo cerrado, campo sujo e campo limpo. Alguns autores como FERRI (1977), não incluem o campo limpo no conceito de cerrado.

A área "core" dos cerrados tem seu centro perto de Goiás Velho, a oeste de Brasília; daí o cerrado se estende ao sul do Maranhão, norte do Piauí, e a oeste da região do Pantanal estende-se até a sudeste da Bolívia. Há pequenas áreas descontínuas no nordeste do Brasil, em São Paulo e Paraná. Outras áreas menos típicas de cerrado, gran-

des ou pequenas, ocorrem ao norte e a oeste da área "core" de cerrado: Amapá, Roraima, Guiana, Suriname, Venezuela, Colômbia e em diversas partes do Amazonas (EITEN, 1972).

Os planaltos tropicais da porção centro-oeste do país constituem um domínio de paisagens morfológicas e fitogeográficas, inteiramente diferente do que se observa na paisagem de áreas montanhosas florestadas, como também é diferente do quadro de paisagem das depressões intermontanas semi-áridas, revestidos por diferentes tipos de caatingas. Quando se atinge as áreas típicas de Goiás e Mato Grosso, ao invés de encontrar florestas por todos os níveis de topografia, como é o caso do sudeste do Brasil, ou de encontrar caatingas extensas das depressões interplanálticas ou intermontanas, como seria o caso do nordeste semi-árido, depara-se com o arranjo homogêneo da paisagem característica de áreas de cerrado (AB'SABER, 1963).

Os fatores edáficos são, em geral, aceitos como principais responsáveis pela natureza do gradiente interno do cerrado (LOPES & COX, 1977; QUEIROZ, 1982). Contudo, o fogo é um concorrente a perturbar a interpretação de seus efeitos. Sabe-se que apesar de bastante resistente ao fogo, a vegetação do cerrado é alterada pelo mesmo, à medida em que as queimadas são mais ou menos freqüentes. O fogo atua sempre como fator no sentido de abrir mais e mais a vegetação, favorecendo em geral o componente herbáceo em detrimen-

to do lenhoso (HERINGER, 1971; EITEN, 1972). Dessa forma, mesmo que sua flora seja adaptada a algum fogo espontâneo de peso evolutivo, o fogo antrópico vem provavelmente, alterando aquela vegetação a milhares de anos (COUTINHO, 1976, 1980).

A questão da diversidade de espécies é ênfatizada em vários trabalhos realizados no cerrado.

OLIVEIRA FILHO (1984), em levantamento na Chapada dos Guimarães-MT, apresenta um número de espécies arbustivas e arbóreas elevado para uma área relativamente pequena, encontrando 128 espécies numa área estimada de 150 ha. O mesmo autor afirma que nos levantamentos realizados em cerrados do Estado de São Paulo, em áreas bem maiores, abrangendo municípios inteiros, geralmente apresentam pouco mais de 100 espécies.

Para os cerrados do nordeste de Mato Grosso, estudados por RATTER et alii (1973), foram encontradas 168 espécies arbustivas e arbóreas para um espectro de 11 subtipos de cerrados e cerradões, em uma área sensivelmente maior àquela estudada na Chapada dos Guimarães-MT.

Para a região de Mogi Mirim-SP, TOLEDO FILHO et alii (1984) encontraram 103 espécies abrangendo áreas de cerrado e cerradão. Neste mesmo contexto, os dados de GIANNOTTI (1988), apresentando 118 espécies para a área da Estação Experimental de Itirapina, são oportunos por se tratar da mesma área do presente estudo.

Diante da extensão (quase 20% do território nacional), o cerrado apresenta uma flora muito rica e variável e não resta dúvida de que informações sobre o sistema reprodutivo e a conseqüente eficiência de produção de sementes são de grande importância para uma compreensão maior desse tipo de vegetação.

2.2. REPRODUÇÃO

2.2.1. Sistema reprodutivo de espécies arbóreas

São poucos os trabalhos realizados especificamente enfocando o sistema reprodutivo relacionados com espécies de cerrado.

As pesquisas sobre os sistemas de cruzamento em floresta tropical têm se concentrado sobre as árvores, arbustos e algumas plantas cultivadas. O ponto de convergência das discussões tem sido os papéis da autofecundação e da fecundação cruzada nas florestas e seus impactos sobre a diferenciação e especiação, conforme relatos de BAKER et alii (1983), citando diversos autores.

ALLARD (1960) argumenta que experimentos para determinar se uma planta é de autopolinização ou de polinização cruzada devem consistir, em uma primeira etapa, no exame da estrutura floral e, num próximo passo, o isolamento de

flores e observação se há ou não produção de sementes. A não produção de sementes, enfatiza o autor, é uma indicação quase certa de que a espécie é alógama.

Citando alguns trabalhos anteriores, BAWA (1974) relata que, a princípio, a idéia predominante era de que as árvores da floresta tropical úmida poderiam ser autopolinizadas, já que suas flores não ocorriam em sincronia e a mobilidade de seus polinizadores era limitada a pequenas distâncias. Esta afirmação foi corroborada posteriormente ao enfatizar-se que, na complexa estrutura da floresta tropical úmida, um adequado movimento de polinizadores entre as árvores poderia ser impedido, resultando em árvores autopolinizadas e endogâmicas. Porém, cita o autor, trabalhos posteriores demonstraram que as árvores da floresta tropical eram predominantemente de polinização cruzada e JANZEN (1980) demonstrou que certos polinizadores podem fazer polinização cruzada a longas distâncias.

Segundo BAWA (1976), entre os principais componentes do sistema genético que influenciam no fluxo gênico e, portanto, na estrutura genética das populações, são o sistema de cruzamento e os padrões de dispersão de pólen e de sementes.

Dando ênfase ao relacionamento árvore e animais, KAGEYAMA & PATIÑO-VALERA (1985) enfatizam que a grande interação que ocorre, no que se refere à polinização e dis-

persão de sementes, está associado com a estrutura genética das populações florestais. Acrescentam, ainda, que a estrutura genética de uma espécie, considerada como seu padrão de variação existente dentro e entre populações, é determinada por numerosos fatores complexos e que parece existir um consenso de que os padrões de fluxo gênico através da dispersão de pólen e sementes tem uma alta correlação com os padrões de variação genética nas populações.

Dentre os trabalhos realizados sobre sistema reprodutivo das espécies arbóreas, o mais compreensivo sem dúvida foi o de BAWA (1974), estudando 34 espécies na Costa Rica, numa vegetação caracterizada como floresta tropical semi-decídua. Este autor observou que, das espécies estudadas, 27 foram caracterizadas como auto-incompatíveis e 7 como autocompatíveis, sendo que todas as espécies auto-incompatíveis apresentaram um sistema de incompatibilidade homomórfico. O autor sugere que barreiras à autopolinização são genéticas e não morfológicas; contudo, é possível que em muitas espécies autocompatíveis, um certo grau de cruzamento natural ocorra por dicogamia.

BAKER et alii (1983) relatam a existência de mecanismos físicos e de sincronismo facilitando os cruzamentos. Tais separações das anteras e estigmas (hercogamia), afirmam os autores, aumenta a possibilidade de polinização cruzada ou, ainda, a deiscência das anteras e receptividade

do estigma pode ser separada no tempo (dicogamia), com a liberação do pólen precedendo a receptividade do estigma (protandria), assim como, ao contrário (protoginia). Nestes aspectos, CRESTANA et alii (1982) verificaram assincronismo entre o período ativo do gineceu e androceu, evidenciando a ocorrência de protandria) na flor hermafrodita do guarantã (*Esenbeckia leiocarpa*) e CATHARINO et alii (1982), estudando biologia floral de bracatinga (*Mimosa scabrella*), observaram a existência de protoginia, já que os pistilos eram lançados dois dias antes da liberação de pólen.

Fazendo um levantamento mais abrangente, BAWA (1985) apresenta dados percentuais de espécies com flores hermafroditas, monóicas e dióicas da Costa Rica. Os resultados tornam-se mais interessantes, dado o número de espécies relacionadas, de 333 espécies analisadas quanto ao seu aspecto reprodutivo, 65,5% eram hermafroditas, 11,4% monóicas e 23,1% dióicas.

SCHEMSKE (1983), estudando o sistema reprodutivo e o efeito do habitat no componente de adaptação em três espécies do gênero *Costus*, efetuou autopolinização com pólen da mesma flor e também polinização cruzada, além de marcar galhos para obter dados de polinização natural. Observou que a produção de sementes por fruto foi menor nas autopolinizadas, em relação às de polinização cruzada, e a produção de sementes por fruto das polinizadas artificialmente foi menor que as de polinização natural. Esse autor con-

cluiu que a autofecundação reduziu a produção de sementes de 12 a 33% em relação à polinização cruzada, demonstrando o efeito de endogamia. Acrescenta, ainda, que houve pequena diferença de germinação e sobrevivência das plântulas, porém, aos 12 meses, resultou num efeito endogâmico altamente significativo em todas as três espécies.

Quanto ao aspecto variabilidade genética de plantas em função das características reprodutivas FONSECA (1982) sugeriu a relação entre a variância genética dentro de famílias e a variância genética entre famílias (σ^2_d/σ^2_p) para altura de plantas, como um indicador do tipo de cruzamento, argumentando que nas espécies alógamas essa relação tenderia sempre para valores maiores que dez. Dessa forma, afirma o autor, há a possibilidade de utilização da relação entre variâncias para inferir sobre o sistema reprodutivo de populações de espécies florestais. PIRES (1985) acrescenta que a relação entre as variâncias dentro de famílias e ambiental entre parcelas (σ^2_d/σ^2_e) parece apropriada para definição do sistema reprodutivo e da base genética de espécies florestais.

HAMRICK (1983) apresenta dados de variação genética entre e dentro de populações para diferentes tipos de espécies em função de suas características reprodutivas, como consta na tabela a seguir:

Características	Nº de estudos	Variância genética (dentro)	Variância genética (entre)
Autógamas	35	0,141	0,437
Alógama-animal	23	0,238	0,221
Alógama-vento	35	0,248	0,056

CAREY (1983) enfatiza que em espécies com características reprodutivas de autofecundação a sua variabilidade genética é diminuída ao longo do tempo, enquanto que em espécies de polinização cruzada há um número de forças seletivas que podem manter variabilidade genética na população.

KRESS (1983) estudando autocompatibilidade em 19 espécies de *Heliconia* na América Central, relata que as respostas foram desde a total rejeição até a autocompatibilidade. Apesar de serem poucas as espécies com total rejeição nessas plantas, o autor afirma que a eficiência de polinizadores de longas distâncias e a baixa produção diária de flores podem promover cruzamentos. BAWA (1974) lembra que a autocompatibilidade e a auto-incompatibilidade são os dois extremos de uma ampla gama de variação no sistema de cruzamento e que muitas espécies estão entre os dois extremos. Isso

vem de encontro às afirmações de BAKER et alii (1983) de que em muitas espécies as barreiras de incompatibilidade são ou incompletas ou facilmente quebradas. Citando o exemplo de *Cordia alliodora*, os autores relatam que na espécie há evidências experimentais de que algumas árvores são auto-incompatíveis, enquanto outras são autocompatíveis. O autor cita, ainda, o exemplo de *Birsonima crassifolia* (Malpighiaceae), na qual uma das árvores estudadas foi inicialmente caracterizada como auto-incompatível, porém, quando o período de florescimento estava próximo ao fim, flores autopolinizadas produziram frutos.

Comparando o sistema reprodutivo de floresta tropical e temperada, BAWA (1974) afirma que embora ambas as florestas sejam na maioria de polinização cruzada, os mecanismos de polinização são diferentes e, acrescenta, as árvores de floresta temperada são polinizadas pelo vento e na maioria monóicas, ao passo que a maioria das árvores de floresta tropical são polinizadas por animais e possuem flores perfeitas.

Embora as citações sejam raras, a anemofolia foi relatada por BAKER et alii (1983) e BAWA (1980) para algumas árvores de florestas decíduas margeando savanas, onde os fatores, como a queda das folhas de muitas espécies na estação seca, favorecem a circulação do vento proporcionando o vôo do pólen.

Especificamente em áreas de cerrado podem ser citados os estudos de BARBOSA (1983) determinando a biologia

reprodutiva de três espécies do gênero *Qualea* (Vocysieaceae) e de OLIVEIRA (1986) para espécies do gênero *Kielmeyera* (Guttiferae), ambos realizados na região de Brasília-DF.

MANTOVANI (1983), estudando composição, similaridade florística e fenologia do cerrado em Mogi Guaçu-SP, enfatiza que o período de floração influi na frutificação e terá um significado adaptativo na dispersão das diásporas. Este autor apresenta dados percentuais de síndrome de dispersão, demonstrando como as diferenças de floração estão relacionadas com a distribuição das espécies nos componentes herbáceo-arbustivo e arbustivo-arbóreo. Para o primeiro componente o autor encontrou 45,2% de espécies autocóricas e 36,4% anemocóricas, cabendo às zoocóricas o menor percentual (18,4%); para o segundo componente encontrou 54,5% de espécies zoocóricas, 31,7% anemocóricas e 13,8% autocóricas. Em floresta residual do planalto paulista, MATTHES (1980) observou 67,6% das espécies nativas com síndrome de dispersão por animais e 23,6% pelo vento. Esses dados são importantes quando correlacionados às características de floração e frutificação que, na realidade, envolvem todo o processo reprodutivo.

Sobre o aspecto eficiência da produção de frutos em função das características das espécies, JANZEN (1976) afirma que diferentes espécies de árvores apresentam períodos muito diferentes entre a ocorrência do florescimento e a frutificação, podendo uma árvore não formar nenhum fruto em

dado período de floração, sendo que o aparente complemento de frutos pertence ao período anterior. A sincronia de frutificação, enfatiza o autor, não é de modo algum uma consequência fisiológica obrigatória da sincronia de florescimento.

BAWA (1974), em trabalho realizado na floresta semi-decídua da Costa Rica, observou uma produção muito baixa de frutos na maioria das espécies nas quais efetuou autopolinização.

BIANCHETTI (1981) detectou diferenças quanto à eficiência da reprodução entre duas procedências de *Mimosa scabrella* Benth, encontrando a relação fruto/semente para as mesmas, com resultados de 2,55:1 e 3,15:1. A produção média de frutos por árvore encontrada pelo autor foi de 2535 e 3100, com uma produção média de sementes por árvore de 994 e 873 para as duas procedências estudadas.

HODGSON (1976), observando atividade de polinizadores em flores de *Eucalyptus grandis*, afirma que flores não emasculadas e que provavelmente foram polinizadas por abelhas produziram 8 sementes/cápsula, enquanto a produção de flores emasculadas, que resultou principalmente da polinização por outros agentes, foi de 4 sementes/cápsula. Por outro lado, MORA & FERREIRA (1978), em estudos com *Eucalyptus urophylla*, afirmam que há uma perda natural de botões

florais durante o processo de florescimento, fecundação e frutificação da ordem de 54,85%.

Avaliando o efeito de autofecundação em *Eucalyptus regnans*, ELDRIDGE & GRIFFIN (1983) efetuaram 5 tratamentos, sendo 3 de autofecundação, 1 de polinização cruzada em flores emasculadas e outro de polinização aberta. Os autores encontraram resultados para a relação flores/frutos da seguinte forma: a) autofecundadas emasculadas (5:1); b) autofecundadas não emasculadas (6,6:1); c) autofecundadas não emasculadas com insetos dentro da embalagem de isolamento (7,6:1); d) polinização cruzada em flores emasculadas (6,6:1) e; e) polinização aberta (5,5:1). A média de germinação por grama de sementes observadas pelos autores foi de 280 para autofecundação, 327 para as sementes de polinização aberta e 445 para as sementes de polinização cruzada.

Como se pode perceber, o estudo da biologia reprodutiva das espécies envolve diferentes eventos importantes, que não devem ser dissociados na discussão, já que estão inter-relacionados, muito embora alguns estudos evidenciem mais um evento do que os outros.

2.2.2. Fenologia da floração e frutificação

As informações sobre a fenologia de floração e frutificação são importantes e diretamente relacionadas aos aspectos que envolvem a reprodução das espécies, à medi-

da em que consideramos os fatores: a) época de ocorrência dos eventos; b) variação de ocorrência dos eventos entre árvores e na própria árvore; e c) as próprias características particulares de cada espécie.

Fenologia, segundo LIETH (1974), é o estudo da ocorrência dos eventos biológicos repetitivos, das suas causas de ocorrência em relação às forças bióticas e abióticas e de inter-relações entre fases característizadas por esses eventos na mesma ou em diferentes espécies.

Do ponto de vista de floração, Koriba¹, citado por MATTHES (1980), classifica de floração contínua, quando a produção de flores é constante: floração estacional, quando apresenta de uma a três floradas por ano, numa estação definida; floração simultânea, quando a floração ocorre ao mesmo tempo em todos os indivíduos de uma mesma espécie numa dada região e numa estação definida; floração estacional, quando é indefinida durante o ano, podendo variar de ramo para ramo e de planta para planta.

Diversos mecanismos biológicos podem causar a floração, tais como a perda de folhas, mecanismos intrínse

¹ KORIBA, K. On the periodicity of tree-growth in the tropics with reference to the mode of branching, the leaf-fall, and the formation of the resting bud. Gardens Bulletin, Singapore, 17:11-81, 1958.

cos do tipo relógio biológico (ASHTON, 1978) e genético, estes ainda pouco estudados.

Apesar de seu grande valor para análise de organização biológica das comunidades e ecossistemas, são ainda raros os estudos sobre a fenologia das espécies em ambientes tropicais, especialmente no Brasil (MATTHES, 1980).

Um aspecto de relevante importância no contexto de fenologia das espécies de floresta tropical é a ocorrência de periodicidade dos eventos. Pode-se citar o trabalho de PEREIRA & PEDROSO (1982), no qual apresentam dados fenológicos de 57 espécies que vegetam na Estação Experimental de Curuá-Una (Pará), onde observaram variação entre espécies na ocorrência dos eventos fenológicos de floração e frutificação durante o ano.

CARVALHO (1980), estudando a fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós, constatou que os períodos de floração, frutificação e disseminação variam dentro da espécie e entre espécies. Acrescenta, ainda, que a floração de 70% das espécies estudadas ocorre em época de verão e que a frutificação e disseminação dos frutos e sementes de 60% das espécies estudadas ocorrem no inverno (período chuvoso).

MATTHES (1980) observou em floresta residual do Planalto Paulista que ocorrem dois tipos de floração du-

rante o ano; um quando o sol está se aproximando e outro quando está se afastando do trópico. Acrescenta, ainda, que embora não haja praticamente diferença entre percentagem de espécies que frutificam no período chuvoso, a distribuição das espécies em um e outro período de frutificação está diretamente relacionado com o tipo de fruto (seco ou carnosos) e com o tipo de dispersão (Anemocoria, Autocoria e Zoocoria). As espécies de frutos carnosos geralmente frutificam no período chuvoso, enquanto que as espécies de frutos secos o fazem durante a época de seca.

BORCHERT (1983), enfocando aspectos fenológicos e de florescimento em árvores da floresta tropical, referentes às espécies *Cedrela mexicana*, *Cordia glabra*, *Erythrina poeppigiana*, *Tabebuia rosea* e *Tabebuia ochrea*, afirma que o controle de florescimento destas espécies, dada a sua variada posição entre as copas das árvores, é mais complexo que em plantas herbáceas. Enfatiza, ainda, que a periodicidade da antese em flores de árvores de floresta tropical é determinada em grande parte por mudanças climáticas, quantidade de água e pode ser também o resultado de seleção para uma interação árvore-polinizador.

Para o cerrado, já foi observado por diversos autores que muitas espécies florescem logo após cessar o fogo, mesmo no auge da seca. Este fato parece indicativo de que a falta de água não é tão rigorosa para essas plantas (GOODLAND & FERRI, 1979).

FERRI (1971), estudando modificação floral em *Cochlospermum regium* (Mart.) Pilger, observou que esta espécie apresenta um xilopódio no qual nascem alguns ramos aéreos que na época das chuvas possuem folhas que caem na seca. Observou, ainda, que cortando a sua parte aérea há desenvolvimento simultâneo de grande número de gemas que produzirão ramos com folhas ou ramos florais, dependendo da época. O autor tenta explicar o fenômeno observado por um mecanismo que envolveria fatores nutricionais hormonais.

COUTINHO (1976) reconheceu cinco padrões de comportamento quanto à resposta floral das espécies do estrato herbáceo-arbustivo, através de queimadas: 1) dependência qualitativa para florescer; floração muito intensa como resposta às queimadas em qualquer época; 2) dependência como no grupo anterior, mas a floração só ocorre quando a queimada é feita no período de seca, ou de dias curtos; 3) espécies que não dependem qualitativa e quantitativamente da queimada para a floração; a floração ocorre na época seca (dias curtos) haja ou não queimada; 4) espécies que não dependem qualitativamente da queimada para a floração; quantitativamente são prejudicadas pela queimada; a floração ocorre no período chuvoso, de dias longos; 5) espécies com ciclo de floração pluri-anual, não parecem ser estimulados pelas queimadas. O primeiro grupo, afirma o autor, é o que reúne maior número de espécies e, ainda, que a ação do fogo na indução floral des-

sas plantas não ocorre pelo efeito térmico durante a queima ou pelo maior aquecimento do solo, ou pela maior luminosidade disponível aos brotos, ou, ainda, pelos nutrientes minerais fornecidos pelas raízes. O que realmente parece ser importante é a eliminação dos ramos velhos de um possível inibidor de floração neles presentes.

Corroborando com os aspectos levantados por BORCHERT (1983), o estudo realizado por MANTOVANI (1983) demonstra que os comportamentos fenológicos das espécies ocorrem em resposta às mudanças climáticas, sendo adaptações que favorecem as ações de agentes polinizadores e dispersores, ou representam mecanismos de defesa contra o parasitismo, a herbivoria e os estresses hídricos, térmicos e nutricionais. O mesmo autor acrescenta, ainda, que as espécies arbustivo-arbóreas florescem em geral na primavera e produzem frutos na época de elevada pluviosidade e temperatura, que favorecem a duração e a atratividade dos frutos carnosos, zoocóricos, produzidos pela maioria daquelas espécies.

A fenologia é, portanto, uma ferramenta importante para avaliação de eventos biológicos das espécies de uma comunidade, tais como os de reprodução, permitindo inferências sobre estratégias adaptativas alcançadas pelas espécies e a comparação com outras já estudadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. Descrição da área e caracterização climática

O local de coleta dos dados do presente estudo é uma área de cerrado com aproximadamente 90 ha na Estação Experimental de Itirapina-SP, pertencente ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo, conforme a Figura 1. A referida área tem sido protegida do fogo antrópico há aproximadamente 15 anos.

O município de Itirapina tem a seguinte localização: latitude $22^{\circ}18'$ S; longitude $47^{\circ}45'$ W e altitude média de 610 metros.

Os dados pluviométricos apresentam uma média anual de 1.350 mm, com uma temperatura média anual de 20°C . Os dados mais detalhados de pluviometria e temperatura referentes ao período de janeiro de 1985 a julho de 1987 estão expressos na Figura 2 e foram obtidos na Estação Meteorolôgi

Figura 1. Mapa da Estação Experimental de Itirapina-SP.

Figura 2. Dados climatológicos de precipitação mensal em mm.mês⁻¹ e temperatura. Os pontos extremos no gráfico de temperatura expressam as máximas e mínimas do mês; os pontos intermediários correspondem às referidas médias do mês. Valores obtidos a partir de dados meteorológicos diários fornecidos pelo Departamento de Hidráulica/USP, São Carlos-SP.

ca do Departamento de Hidráulica/USP, São Carlos-SP. Convém salientar que a referida estação situa-se em área vizinha (ao lado) àquela do presente estudo.

Especificamente nesta área de cerrado, há um estudo realizado por GIANOTTI (1988), onde a referida área é caracterizada quanto à sua composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação.

3.1.2. Escolha das espécies em estudo

Para a escolha das espécies, observou-se, em levantamentos preliminares, aquelas que apresentavam uma distribuição regular de indivíduos na área, acrescentando-se informações sobre a ocorrência de florescimento nos anos anteriores e características de frutos e sementes. Para cada espécie foram selecionados três indivíduos adultos reprodutivos, os quais foram devidamente etiquetados. A distância mínima entre os indivíduos escolhidos foi de 300 m.

As espécies escolhidas foram as seguintes: a) *Anadenanthera falcata* Benth.; b) *Vochysia tucanorum* Mart.; c) *Xylopia aromatica* Baill..

A escolha das três espécies do cerrado da região de Itirapina é, na verdade, uma tentativa de representar uma pequena amostragem das espécies desse ecossistema, o que poderá oferecer subsídios importantes para orientar a

continuidade dos trabalhos no sentido de conhecer melhor a reprodução das espécies do cerrado.

3.1.3. Características gerais das espécies escolhidas

a) *Anadenanthera falcata* Benth., pertencente à família das Leguminosae, da sub.família Mimosoidae, chamada vulgarmente de angico do cerrado.

Esta espécie é descrita por RIZZINI (1962), como uma árvore típica de matas secas semi-decíduas, aparecendo também no cerrado em formações mais higrófilas. A casca é extremamente grossa, rígida, formando "picos" e canaliculada; o fuste pode chegar a 10 m, sendo a copa rala. A madeira é amarelada e produz goma.

As flores são pequenas (Figura 3a) em glomérulos brancos (Figura 3b), são actinomorfas, pentâmeras, heteroclamídeas unissexuais masculina ou hermafrodita; cálice tubuloso com cerca de 2 mm; corola dialipétala, com pétalas de 4 mm de comprimento; androceu diplostêmone (10 estames), longos com filetes brancos com cerca de 1,2 mm; anteras bitecas (Figura 3c), de deiscência rimosa; pólen pulverulento branco; gineceu formado por 1 pistilo simples, ovários com cerca de 2 mm; estilete longo, branco, cerca de 1,5 mm; estigma quase imperceptível.

Figura 3. *Anadenanthera falcata* Benth: a) flor; b) ramo florífero com folhas; c) estames; d) fruto; e) semente.
Adaptado da Flora Brasiliensis - Reimpressão (1967)

Os frutos são legumes achatados deiscentes (Figura 3d), com numerosas sementes escuras orbiculares (Figura 3e). A espécie está distribuída nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e alguns Estados do Sul do Brasil.

Na área em estudo, os dados de GIANNOTTI (1988) são oportunos, apresentando para a espécie uma densidade de 23 indivíduos por ha. Os três indivíduos estudados apresentaram um diâmetro médio de 26 cm, altura média de 13 m e copa rala.

b) *Vochysia tucanorum* Mart., pertencente à família das Vochysiaceae, chamada vulgarmente de cinzeiro no Estado de São Paulo e de cambarã em outras regiões.

Com relação a esta espécie, FERRI (1969) cita que as árvores podem atingir alturas de até 12 m; tronco de casca acinzentada, ramos angulosos com duas linhas decorrentes de bases foliares. A inflorescência é cilíndrica, alongada, terminal, partindo das axilas das folhas superiores, com 15 a 25 cm de comprimento e 4 a 5 cm de diâmetro (Figura 4a).

As flores são hermafroditas, zigomorfas, com 13 a 17 mm de comprimento, agudas ou obtusas, voltadas para baixo (Figura 4c); pedúnculos inferiores com 7 a 10 mm de comprimento; brácteas de 2 a 3 mm, lanceoladas-agudas; cálice com 4 lacíneas ciliadas de 2 mm de comprimento, porém a pos-

terior que tem cerca de 15 a 17 mm de comprimento por 5 mm de largura, é aguda oblonga; espora de 9 a 11 mm, cilíndrica, reta antes da abertura da flor, depois curvada para dentro; pétalas oblongas, obtusas ciliadas no ápice, a intermediária mede de 8 a 12 mm, quase o dobro das laterais; estame totalmente glabro ou com pilosidade curta; ovário de três faces, ovóides; estilete pouco engrossado no ápice, com estigma em capítulo; pólen pulverulento.

O fruto desta espécie é capsular com cerca de 2 cm de comprimento (Figura 4d), com sementes aladas (Figura 4e). Esta espécie distribui-se nas matas e capões dos Estados centrais e na região sudeste do Brasil.

Para a área em estudo, o trabalho de GIANNOTTI (1988) apresenta para esta espécie uma densidade de 611 indivíduos por ha, com uma frequência absoluta de 96% e a frequência relativa de 2,49%. Os três indivíduos estudados apresentaram um diâmetro médio de 29 cm, altura média de 11 m e copa medianamente densa.

c) *Xylopia aromatica* Baill., pertencente à família das Anonaceae, chamada vulgarmente de pindaíba, pimenta dos negros ou pimenta de macaco.

RIZZINI (1962) descreve a espécie como uma árvore esguia, apresentando ramos alongados e horizontais; folhas na face dorsal, densamente ferrugíneo-tomentosa, acuminadas. A entrecasca fornece fibras das quais podem ser feitas cordas e até mesmo redes. CORRÊA (1927) preconiza o uso das sementes como condimento.

Apresenta flores axilares (Figura 5a), actinomorfas, andróginas e tomentosas, com uma bráctea de aproximadamente 3 mm de comprimento e outra mais acima com o mesmo tamanho; pedúnculo floral de 5 mm de comprimento (Figura 5a), valvares; corola com 6 pétalas também valvares em duas séries; a primeira série constituída de 3 pétalas medindo cada uma de 40 a 41 mm de comprimento (Figura 5c), pilosas externamente, lanceoladas, de base alargada e avermelhada internamente; a segunda série é constituída de 3 pétalas de 25 a 36 mm de comprimento por 3 mm de largura, de forma aproximadamente acicular (Figura 5d), pilosa avermelhada na base externa e internamente; androceu polistêmone, estames amarelos claros, pequenos filetes; anteras bitecas, deiscência longitudinal (rimosa), grãos de pólen pulverulento; gineceu constituído de diversos ovários livres.

O fruto é um multifolículo (Figura 5f), apresentando-se internamente de cor vermelha bem ressaltada quando maduro, com diversos carpódios pedunculados, deiscente e

livres entre si. Sementes providas de arilo (Figura 5g) levemente avermelhado, testa preta, lisa e brilhante.

Esta espécie está distribuída desde as Guianas até Pernambuco; encontrada na região Centro-Oeste, São Paulo e Minas Gerais.

Para a área em estudo, GIANNOTTI (1988) apresenta para a espécie uma densidade de 401 indivíduos por ha, com frequência absoluta de 76% e a frequência relativa de 1,97%. Os três indivíduos estudados apresentaram um diâmetro média de 16 cm, altura média de 7 m e copa rala.

Figura 4. *Vochysia tucanorum* Mart.: a) ramo florífero com botões florais; b) ramo com folhas e frutos fechados; c) botões florais abertos e fechados; d) frutos fechados e abertos; e) semente. Adaptado de: FERRI (1969).

Figura 5. *Xylopiaromatica* Baill: a) ramo florífero; b) cálice floral; c) botão floral; d) flor semi-aberta; e) flor aberta; f) fruto (multifolículo); g) semente. (Desenho por CHIENO SUIMITSU).

3.2. MÉTODOS

As observações e experimentação do presente estudo consistiram das fases abordadas à seguir:

3.2.1. Determinação do sistema de cruzamento

Com o objetivo de conhecer o sistema de cruzamento de cada espécie foram realizados experimentos à nível de campo. A época de aplicação dos tratamentos foi aquela de máxima floração das espécie no período de 1986, levando-se em consideração o início da abertura das flores para que não ocorressem polinizações indesejáveis. Para *Anadenanthera falcata*, a aplicação dos tratamentos ocorreu no mês de setembro; *Vochysia tucanorum* no mês de fevereiro e *Xylopia aroma-tica* no mês de janeiro.

Na realização das observações e polinizações nas copas das árvores foram usadas escada e torres de madei-ra previamente construídas.

O número de flores manuseadas nos tratamentos variou entre os indivíduos em função da disponibilidade de flores e está indicado na Tabela 4.

Os tratamentos são descritos a seguir:

a) **Polinização aberta - controle (PAP):** as flores foram marcadas com arames coloridos para verificar a polinização em condições naturais;

b) **Polinização cruzada (PCR):** foram utilizadas flores protegidas com sacos de tecido não tramado no dia da antese. As flores foram emasculadas quando do isolamento e o pólen coletado de outro indivíduo da mesma espécie e realizada a polinização manualmente. Foram utilizadas flores no primeiro dia de abertura.

c) **Fechadas com filó (FFI):** as flores foram emasculadas e isoladas em sacos de filó para testar a existência ou não de fecundação com pólen trazido pelo vento;

d) **Autopolinização com pólen da mesma árvore-Gueitonogamia (AMF):** as flores foram emasculadas e ensacadas com tecido não tramado no momento da antese e polinizadas manualmente com pólen da própria árvore;

e) **Autopolinização com pólen da mesma flor (AMF):** as flores foram ensacadas com tecido não tramado no dia anterior à antese e mantidas assim durante o período receptivo;

f) **Agamospermia (AGA):** as flores foram apenas emasculadas e ensacadas com tecido não tramado no momento da antese para verificar possíveis mecanismos de apomixia.

Não foi aplicado o tratamento autopolinização com pólen da mesma flora (AMF) em espécies que apresentaram dicogamia.

3.2.2. Observações complementares

a) Fenologia da reprodução

Os dados fenológicos foram anotados semanalmente para os três indivíduos de cada espécie. O período de abrangência das observações foi de 01 de novembro de 1985 a 30 de novembro de 1987, abrangendo dessa forma duas estações reprodutivas das espécies. As anotações foram referentes a: botões florais, flores e frutos.

Considerou-se como período de floração, o espaço de tempo desde o aparecimento dos primeiros botões florais até a queda das últimas pétalas; o período de frutificação, desde o início do desenvolvimento dos frutos até a maturação completa e conseqüente dispersão das sementes.

Dados de comprimento de frutos no período de desenvolvimento até a maturação, foram anotados quinzenalmente.

b) Avaliação sobre a biologia floral

A nível de campo, as avaliações foram realizadas da seguinte forma:

b.1) Antese: definida por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979, como o início do período em que a flor expõe a antera e estigma aos agentes polinizadores. Com o objetivo de determinar o período de receptividade do estigma, foram coletadas 20 flores de cada espécie em vários estágios e examinadas na lupa para verificação de diferenças morfológicas entre elas. A presença de grãos de pólen aderidos à superfície do estigma foi registrada;

b.2.) Uma vez determinado o início da antese, foram marcadas 15 flores de cada espécie para observar o seu tempo de duração;

b.3.) Foram realizadas observações periódicas para determinar o horário de abertura das flores e o tempo em que permaneciam abertas;

b.3.) Para identificação dos visitantes das flores, foram realizadas observações em diferentes horários para interpretação da relação flor-inseto.

À nível de laboratório, as flores foram coletadas para análise a fresco ou fixadas em álcool 50%, avaliando-se o aspecto morfológico das mesmas.

A análise do pólen carregado pelos visitantes da flor foi realizada com auxílio de lupa e sob microscopia e, quando presentes, foram comparados ao pólen da espécie em questão para verificar se realmente pertencia a esta.

As avaliações realizadas visaram complementar as informações sobre o sistema de cruzamento, chegando à possível síndrome de polinização de cada espécie.

c) Maturação dos frutos, dispersão e germinação das sementes

Os processos de maturação e de abertura dos frutos, bem como a dispersão das sementes, foram observados à nível de campo para cada espécie, visando avaliar possíveis interações com os fatores bióticos e abióticos. As síndromes de dispersão de sementes foram também avaliadas à partir das características morfológicas dos frutos e sementes.

As análises de germinação foram realizados no Laboratório de Sementes Florestais, do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. Usou-se germinadores a 30°C e as sementes foram avaliadas por espécie e tratamento, classificando-as em porcentagens de sementes normais, anormais, não germinadas e presença ou não de genes marcadores (albinismo, nanismo, etc.).

3.2.3. Delineamento experimental

a) Produção de frutos

O delineamento experimental utilizado para cada espécie foi o de blocos ao acaso, com 6 tratamentos para a espécie *Vochysia tucanorum* e 5 tratamentos para *Anadenanthera falcata* e *Xylopia aromatica*, todas com 3 repetições, constituídas por 3 indivíduos de cada espécie. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey.

O quadro de análise de variância simples para cada espécie obedeceu o seguinte esquema:

F.V.	G.L.	SQ	QM	F
Repetição	(B-1)	SQ_1	$SQ_1/(B-1)$	QM_1/QM_3
Tratamento	(T-1)	SQ_2	$SQ_2/(T-1)$	QM_2/QM_3
Resíduo	(B-1)(T-1)	SQ_3	$SQ_3/(B-1)(T-1)$	
Total				

O quadro de análise de variância conjunta para as 3 espécies obedeceu o seguinte esquema:

F.V.	G.L.	SQ	QM	F
Repetição/espécie	E(B-1)	SQ ₁	SQ ₁ /E(B-1)	QM ₁ /QM ₃
Tratamentos	(T-1)	SQ ₂	SQ ₂ /(T-1)	QM ₂ /QM ₅
Espécies	(E-1)	SQ ₃	SQ ₃ /(E-1)	QM ₃ +QM ₅ /QM ₁ +QM ₄
Tratamento x espécies	(T-1)(E-1)	SQ ₄	SQ ₄ /(T-1)(E-1)	QM ₄ /QM ₅
Resíduo médio	E(B-1)(T-1)	SQ ₅	SQ ₅ /E(B-1)(T-1)	

b) Número de sementes por fruto e germinação em laboratório

Os dados referentes aos dois parâmetros deste item foram analisados pelo teste t pareado (COUTO, 1979):

$$t = \frac{\bar{Y}_a - \bar{Y}_b}{\sqrt{\frac{s^2_d}{r}}}$$

onde: $\bar{Y}_a$ e $\bar{Y}_b$ = médias dos tratamentos;

s^2_d = variância da diferença de A e B

r = número de parcelas (repetições pareadas)

c) Transformação de dados

Para atender às condições de normalidade exigidas para a análise estatística, os dados sofreram transformações:

a) Dados referentes à produção de frutos foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x + 0,5/100}$. Esta transformação foi igualmente usada para os dados de número de sementes por frutos para a espécie *Vochysia tucanorum*;

b) Dados referentes ao número de sementes por fruto para as espécies *Anadenanthera falcata* e *Xylopia aromatica* foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$. Esta transformação foi igualmente usada para os dados de germinação de sementes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações referentes à fenologia e biologia floral, embora neste estudo sejam dados que complementam a caracterização do sistema de cruzamento, são apresentados inicialmente para possibilitar uma melhor seqüência na discussão.

4.1. FENOLOGIA

Para as duas estações reprodutivas consideradas, os dados de cada espécie estão ilustrados na Figura 6 e apresentam-se da seguinte forma:

a) *Anadenanthera falcata*

Esta espécie tem um período aproximado de quatro meses desde a emissão dos primeiros botões florais até o término da floração, que abrange os meses de agosto a novembro. Em contrapartida, o período de frutificação é longo, aproximadamente 10 meses, até a maturação completa dos frutos, abrangendo os meses de dezembro a setembro do ano seguinte.

b) *Vochysia tucanorum*

Apresenta-se com um período aproximado de cinco meses desde a emissão dos primeiros botões florais até o término da floração, abrangendo os meses de novembro a março. Contrastando com a espécie do item anterior, esta tem um período de frutificação relativamente curto, aproximadamente os meses de março a maio.

c) *Xylopia aromatica*

Tem um período aproximado de seis meses desde a emissão dos primeiros botões florais, até o término da floração. Em relação às duas espécies abordadas anteriormente, esta apresenta-se com um período mais curto de frutificação em relação a *Anadenanthera falcata*. O tempo de maturação dos frutos é maior que aquele observado para *Vochysia tucanorum* porém, a época de maturação completa coincide com esta espécie (meses de maio a junho).

Uma característica marcante em *Xylopia* comparada às duas outras espécies, foi uma maior sobreposição de eventos fenológicos. Nos meses de janeiro, fevereiro e março, pode-se observar num mesmo indivíduo botões florais, flores abertas e frutos em desenvolvimento ou totalmente desenvolvidos.

d) Correlação com fatores climáticos

Com base nos dados climatológicos do período, pode-se situar as espécies da seguinte forma: a) *Anadenanthe ra falcata* tem o período de florescimento no início da estação chuvosa. O tempo longo de frutificação faz com que a maturação completa dos frutos aconteça num período em que as precipitações começam a ocorrer; b) *Vochysia tucanorum* tem o período de florescimento no decorrer da estação chuvosa. O curto tempo de frutificação faz com que os seus frutos estejam maduros no final do período chuvoso; c) *Xylopia aromatica*, embora tenha um período de floração um pouco maior que *Vochysia tucanorum* ocorre também dentro da estação chuvosa. A maturação completa dos frutos, semelhante à espécie do item anterior, ocorre no final do período chuvoso.

Os aspectos que caracterizam a fenologia das espécies e, em diferentes graus, que variam entre elas, refletem uma heterogeneidade existente à nível de comunidade, com implicações na interação biótica e abiótica.

Conforme dados de diversos autores sobre a fenologia em comunidades tropicais, a maioria das espécies florescem na estação seca, com poucas espécies apresentando esta atividade no início da estação chuvosa (JANSEN, 1967; CROAT,

1969; FRANKIE et alii, 1974), isto porque neste período a competição vegetativa é máxima (CROAT, 1969).

No contexto da vegetação do tipo cerrado, há carência de informações fenológicas de floração à nível de comunidade. Dessa forma, são pertinentes as observações de RIBEIRO et alii (1981) para cinco espécies do cerrado na área de Brasília, onde constatou a ocorrência de floração no início da estação chuvosa.

As causas de sazonalidade nas espécies de certas comunidades de regiões tropicais têm sido discutidas. Para alguns autores, esta sazonalidade é muito influenciada pelos fatores climáticos estacionais, principalmente pela temperatura e precipitação, adicionados a fatores ligados à própria diversidade das espécies e polinização (CROAT, 1969; HEITHAUS, 1974; GENTRY, 1974; FRANKIE et alii, 1974; SCHEMSKE, 1977).

São oportunas as observações de ALVIM (1965), enfatizando que nas regiões tropicais sujeitas a secas periódicas, a periodicidade do crescimento das plantas (envolvendo produção ou perda de folhas, crescimento do câmbio, floração e frutificação) está associada às chuvas, o que é uma realidade para as espécies aqui estudadas, no que se refere à floração.

Deve-se ressaltar que muito embora as 3 espécies tenham apresentado seu período de floração na estação

chuvosa, as mesmas diferem quanto à duração e mesmo quanto ao período dentro da estação chuvosa.

4.2. AVALIAÇÕES SOBRE A BIOLOGIA FLORAL

Os aspectos particulares da antese e visitantes das flores são apresentados para cada espécie:

a) *Anadenanthera falcata*

Antese: O processo de abertura da flor é relativamente rápido, começando às 07:00 horas e completando-se duas a três horas depois. A antera apresenta-se ativa espalhando pólen de imediato, porém o estigma ainda não está receptivo nesse período, fato este que só ocorrerá no dia seguinte, quando então a antera terá uma quantidade bem menor de pólen. Esta particularidade caracteriza a dicogamia do tipo protandria nesta espécie.

A ocorrência de defasagem no tempo de receptividade dos órgãos masculino e feminino é considerada como uma adaptação floral que favorece a polinização cruzada (BAKER et alii, 1983). Na espécie estudada esta particularidade importante é reforçada pela auto-incompatibilidade genética que minimiza a possibilidade de autofecundação. Na realidade, são dois lados atuando no sentido de favorecer a um sistema alogâmico para esta espécie, como é discutido no item 4.3. Esta particularidade é também relatada por MCDADE (1986) para a es

pêcie *Pentagonia macrophylla* (Rubiaceae) e para a espécie *Esenbeckia leiocarpa* (Rutaceae) por CRESTANA *et alii* (1982), as quais também apresentam protandria e auto-incompatibilidade.

A flor desta espécie dura cerca de dois dias na planta após a abertura, e à medida em que vai se tornando senescente, ocorre a queda do estame e finalmente a queda da pétala.

Uma particularidade importante a ser acrescentada diz respeito à inflorescência (pequenos glomérulos). Esta contém em média 120 flores, das quais apenas 20% são hermafroditas, sendo as demais flores unissexuais masculinas ou estaminadas. Neste aspecto, as observações de OLIVEIRA (1986) são oportunas. Este autor relata que a espécie do cerrado *Kielmeyera coriacea* também apresenta essas características, com 26% das flores estaminadas.

Segundo WILLSON (1983), a presença de flores estaminadas caracteriza um sistema de expressão sexual andrógeno. Nestes sistemas ocorrem flores masculinas em meio a flores hermafroditas, num mesmo indivíduo ou ainda em uma mesma inflorescência. A autora enfatiza que este sistema teria três resultados: a) aumentaria o sucesso reprodutivo das flores hermafroditas associadas; b) aumentaria a variedade de pólen depositado no gineceu das flores hermafroditas; c) aumentaria o sucesso da planta como doadora de pólen. Cita

ainda uma outra possibilidade, onde as flores estaminadas funcionariam como imitações das flores hermafroditas, diminuindo a predação do ovário.

Visitantes: as visitas iniciam-se logo após a abertura das flores, porém, concentram-se mais no período de 09:00 às 10:00 horas. O tamanho reduzido das flores dificulta o acesso dos visitantes ao nectário, com néctar em quantidade relativamente pequena, porém com cheiro suave e levemente adocicado.

Dos visitantes observados, abelhas diversas estavam presentes com muita frequência e em grande número. Identificou-se entre elas, *Apis melífera*, *Bombus* sp. e *Exomalopsis* sp., sendo esta última mais freqüente que as outras e com maior quantidade de pólen aderido às pernas anteriores, no tórax e em outras partes do corpo.

Foi também observada a presença, em número menor, de uma mosca escura, pequena, do gênero *Sirphidae*, carregando pólen aderido ao tórax, além de visitas esporádicas de *Trigona spinipes* e *Formicidae*, formigas de tamanho reduzido.

Levando-se em consideração as particularidades de flores brancas e antese diurna, citados por VAN DER PIJL (1982) e constatadas nesta espécie, acrescentando pelo cheiro discreto, sabor adocicado do néctar, e presença de grande quantidade e diversidade de abelhas visitantes com pólen ade-

rido ao corpo, e ainda por serem os angicos considerados como grande fonte de néctar para a apicultura, pode-se apontar as abelhas como as prováveis polinizadoras, caracterizando a síndrome de melitofilia. Esta suposição coincide com ARROYO (1981), onde enfatiza que as leguminosas de maneira geral são polinizadas por abelhas, citando alguns exemplos dentro da própria sub-família Mimosoideae à qual pertence a espécie em questão.

b) *Vochysia tucanorum*

Antese: Semelhante à espécie discutida no item anterior, o processo de abertura da flor é relativamente rápido, iniciando-se às 06:00 horas e completando-se três horas depois. A antera apresenta-se ativa logo após a abertura da flor, com uma grande quantidade de pólen presente. De forma diferente de *Anadenanthera falcata*, a espécie *Vochysia tucanorum* apresenta o estigma também receptivo logo após a abertura da flor, brilhante, bem visível e pegajoso.

O néctar produzido fica armazenado na espora da flor e quando aberta exala odor suave e o sabor é adocicado.

A flor desta espécie dura cerca de três dias na planta, após a abertura, e à medida que vai se tornando senescente, a pétala maior volta-se para trás, o estilete torna-se recurvado, a antera sem pólen, o estigma apresenta coloração escura e finalmente as pétalas começam a cair.

Visitantes: As visitas iniciam-se logo após a abertura das flores, porém, concentram-se no período de 10:00 às 11:00 horas.

Foram observados beija-flores visitando esta espécie em horários variados durante o dia. Para retirar néctar inserem rapidamente o bico na espora de cada flor. Não foi possível coletar nenhum indivíduo para verificar se carregavam pólen da espécie. Além desses visitantes foram observados vários insetos como a abelha *Apis mellifera* em quantidade maior e mais freqüente; em menor quantidade e freqüência a abelha do gênero *Bombus* sp.; ainda, visitas esporádicas de *Trigona spinipes* que tenta perfurar a parte externa da espora para obtenção de néctar e de uma borboleta do gênero *Ordinea* sp. que introduz a probóscida pela entrada da espora retirando néctar.

As características de fortes zigomorfismo das flores, antese diurna, plataforma de pouso, acrescentado por fatores importantes como cheiro discreto, sabor adocicado do néctar e presença de pólen aderido às abelhas visitantes, sugerem a polinização por abelhas, caracterizando a síndrome de

melitofilia. Esta suposição coincide com as observações de BARBOSA (1983) para espécies do gênero *Qualea*, pertencentes à mesma família da espécie em estudo, na qual a autora também apresenta as abelhas como polinizadores.

Embora a presença do nêctar em uma espora seja considerada como significativa no sistema de polinização devido ao seu poder de discriminar o tipo de inseto habilitado para retirar o nêctar (BAKER, 1963), nesta espécie, as abelhas, principalmente *Apis mellifera*, conseguem chegar até onde se encontra o nêctar mesmo não possuindo adaptação para isto, como por exemplo a probôscida mais desenvolvida dos lepidópteros.

c) *Xylopia aromatica*

Antese: Em relação às espécies discutidas nos dois itens anteriores, o processo de abertura da flor de *Xylopia aromatica* é bem mais rápido. A maioria dos botões florais observados a partir de 06:00 horas abriram-se totalmente em 20 minutos, porém já haviam flores que se abriram provavelmente algum tempo antes do início das observações. Os estigmas apresentam-se receptivos, brilhantes e pegajosos, imediatamente após a abertura das flores; entretanto, a antera nesse período não está ainda liberando pólen, o que só ocorre

no dia seguinte, quando os estigmas não apresentam características de receptividade. Esta particularidade, contrastando com a espécie *Anadenanthera falcata*, caracterizaria a dicogamia do tipo protoginia para *Xylopia aromatica*.

Como já foi enfatizado para a espécie *Anadenanthera falcata*, também para *Xylopia aromatica* a defasagem no tempo de receptividade dos órgãos masculino e feminino aumenta a possibilidade de polinização cruzada. De forma similar à espécie comparada, a auto-incompatibilidade genética constatada, vem diminuir ainda mais a possibilidade de autofecundação. Da mesma forma, são dois lados atuando no sentido de favorecer a alogamia, como é discutido no item 4.3. Estas particularidades são também relatadas por CATHARINO et alii (1982) para a espécie *Mimosa scabrella* e por BARBOSA (1983) para as espécies *Qualea parviflora* e *Qualea multiflora*.

A flor de *Xylopia aromatica* dura cerca de 3 dias na planta, após a sua abertura. À medida em que vai se tornando senescente as pétalas ficam mais recurvadas, a antera sem pólen e finalmente as pétalas começam a cair.

Visitantes: De forma bem diferente das espécies abordadas nos dois itens anteriores, as visitas às flores desta espécie são muito escassas.

Foram observados alguns besouros pertencentes à família Scarabaeidae, que visitam as flores pela manhã bem

cedo e no final da tarde. Alguns besouros foram observados saindo das flores logo após a antese, com uma quantidade considerável de pólen e partes do tecido das pétalas aderido ao corpo. Pressupõe-se que teriam penetrado forçando as pétalas em estágio de pré-antese. Estas flores apresentavam-se total ou parcialmente predadas.

Os aspectos referentes a visitas e polinização realizada por besouros são relatados por GIBBS *et alii* (1977), para a espécie *Talauna ovata* da família Magnoliaceae (considerada primitiva). Esses autores esclarecem que os besouros chegam ao anoitecer e forçam a entrada por entre as pétalas fechadas e permanecem na flor durante essa noite e o dia seguinte, alimentando-se do tecido das pétalas, saindo posteriormente em busca de outras flores. Além dos besouros, apenas formigas de tamanho reduzido foram observados visitando as flores.

As características desta espécie, pertencendo a uma família considerada primitiva, juntamente com as Magnoliaceae e Winteraceae, aliadas às particularidades das flores, sendo pouco profundas, a base em forma de tigela, de cor esbranquiçada, odor forte, inexistência de guias de nectário, acesso fácil ao pólen e néctar, são apontadas por FAEGRI & VAN DER PIJL (1982) como características que evidenciam a polinização por coleópteros. Essas evidências acrescentadas pelas observações prévias citadas, sugerem para esta espê-

cie a síndrome de cantarofilia, e que deve ser confirmada em estudos mais detalhados.

4.3. SISTEMA DE CRUZAMENTO

OS resultados dos experimentos realizados para determinar o sistema reprodutivo são apresentados a seguir para cada espécie:

a) *Anadenanthera falcata*

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de produção de frutos em função do número de flores marcadas, como no caso do tratamento de polinização aberta (PAB), e flores manuseadas nos demais tratamentos. Apresenta ainda resultados do número médio de sementes produzidas por fruto. Evidencia-se nesta tabela os resultados obtidos nos tratamentos de polinização aberta (PAB) e de polinização cruzada (PCR) pelo número elevado de frutos produzidos, em relação aos demais tratamentos onde não houve produção de frutos.

Os resultados da análise de variância para as médias de produção de frutos da espécie, contidos na Tabela 2, completam os dados da Tabela 1 e demonstram que estatisticamente há diferença altamente significativa entre tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Isto é compreensivo, tendo em vista as porcentagens médias elevadas dos tratamentos PAB e PCR em relação aos demais que simplesmente não produziram frutos.

Tabela 1. Resultados do experimento efetuado para verificação do sistema de cruzamento das espécies *Anadenanthera falcata*, *Vochysia tucanorum* e *Xylopia aromatica*.

Espécie	Tratamentos *	T O T A I S		Frutos/Flores (%)	Nº médio de sementes produzidas/fruto
		Nº de flores	Nº de frutos		
<i>Anadenanthera falcata</i>	PAB	729	555	76,13	5,90
	PCR	53	43	81,13	6,17
	FFI	125	00	0,0	-
	AMA	47	00	0,0	-
	AGA	145	00	0,0	-
<i>Vochysia tucanorum</i>	PAB	493	334	67,75	2,83
	PCR	39	30	76,82	2,86
	FFI	205	02	0,97	2,50
	AMA	39	02	5,13	2,50
	AMF	38	00	0,0	-
<i>Xylopia aromatica</i>	AGA	166	00	0,0	-
	PAB	141	75	53,19	6,80
	PCR	45	29	64,44	7,40
	FFI	139	00	0,0	-
	AMA	39	00	0,0	-
<i>Xylopia aromatica</i>	AGA	183	00	0,0	-

* PAB = Polinização aberta (controle); PCR = Polinização cruzada; FFI = Fechada com filó; AMA = Autopolinização com pólen da mesma árvore; AMF = Autopolinização com pólen da mesma flor; AGA = Agamospermia.

Tabela 2. Resultados das análises de variância para as médias de produção de frutos em percentagem (dados originais) para as espécies *Anadenanthera falcata*, *Vochysia tucanorum* e *Xylopia aromatica*.

Tratamento	E S P É C I E S		
	<i>Anadenanthera falcata</i>	<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Xylopia aromatica</i>
Floral*			
PAB	76,13 a	67,75 a	53,14 a
PCR	81,13 a	76,92 a	64,18 a
FFI	0,0 b	0,97 c	0,0 b
AMA	0,0 b	5,13 b	0,0 b
AGA	0,0 b	0,0 c	0,0 b
C.V. (%)	4,16	10,12	8,16
F para tratamento	2363,31**	149,99**	571,80**
F para repetição (árvores)	0,70 ns	3,35 ns	0,47 ns

* PAB = polinização aberta (controle); PCR = polinização cruzada; FFI = fechada com filô; AMA = autopolinização com pólen da mesma árvore; AGA = agamospermia.

Os valores utilizados nas análises de variância foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x+0,5/100}$.

** = significativo ao nível de 1% pelo teste de F.

ns = não significativo ao nível de 5%

abc = médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey.

O valor obtido para o coeficiente de variação experimental (CV %) é considerado baixo (4,16%), demonstrando boa precisão para o ensaio.

A resposta aos tratamentos aplicados foi semelhante entre as árvores consideradas (repetições), como é demonstrado pela não significância do teste F para (árvores), ao nível de 5% de probabilidade. Isto é importante no contexto em que estamos estudando, por demonstrar uma tendência clara em termos de sistema reprodutivo da espécie.

Os resultados de produção de frutos para a espécie sugerem um alto grau de auto-incompatibilidade genética que, associado à defasagem no tempo de receptividade dos órgãos masculino e feminino, constituem mecanismos importantes no sentido de favorecer a polinização cruzada, como já foi enfatizado no item 4.2.

Os dados relativos ao número de sementes produzidas por fruto, também apresentados na Tabela 1, demonstram pouca diferença entre os tratamentos que produziram frutos. A análise estatística realizada através do teste t pareado (COUTO, 1979), apresentados na Tabela 3, não detectou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre as médias do número de sementes produzidas por frutos no tratamento PAB (média de 5,90) em relação ao tratamento PCR (média 6,17). Existe, porém, uma certa tendência de diferença estatística à níveis mais baixos de significância (25%).

Tabela 3. Valores do teste t para comparações pareadas entre tratamentos referentes ao número de sementes por frutos para as espécies *Anadenanthera falcata*, *Vochysia tucanorum* e *Xylopia aromatica*.

Tratamento Floral*	E S P É C I E S		
	<i>Anadenanthera falcata</i>	<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Xylopia aromatica</i>
PCR x PAB	2,13 ns	1,51 ns	1,86 ns
PCR x AMA	-	2,24 ns	-
PCR x FFI	-	2,35 ns	-
PAB x AMA	-	1,99 ns	-
PAB x FFI	-	2,32 ns	-

* PCR = polinização cruzada; PAB = polinização aberta ; AMA = autopolinização com pólen da mesma árvore; FFI = flores fechadas em embalagens de filô.

ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

A tendência de diferença estatística observada vem, de certa forma, ressaltar um sucesso maior nas polinizações cruzadas manuais e uma efetiva fecundação da flor em relação à polinização aberta (natural). Isso contraria os dados apresentados por SCHEMSKE (1983), onde o número de sementes produzidas por fruto foi maior naquelas polinizadas naturalmente que nas polinizadas artificialmente. Há que se considerar, nos dados do referido autor, um certo grau de auto-compatibilidade demonstrada na produção de frutos e sementes por autopolinização, o que poderia proporcionar uma maior fecundação das flores quando expostas à polinização natural, re

cebendo pólen da própria flor, de flores da mesma árvore, além do pólen de outros indivíduos. Os resultados obtidos também estão ligados a um maior ou menor controle nas polinizações artificiais.

Os aspectos levantados refletem, na verdade, características que diferem entre as espécies nos diversos ecossistemas. Os resultados apresentados e discutidos sugerem para esta espécie um sistema de cruzamento preferencialmente alogâmico, porém não é descartada a possibilidade de uma eventual existência de baixas taxas de autofecundação.

b) *Vochysia tucanorum*

Os dados relativos à produção de frutos, em função do número de flores marcadas ou manuseadas por tratamentos, são apresentados na Tabela 1, bem como os resultados de número médio de sementes produzidas por fruto.

Ressalta-se, de maneira semelhante à espécie *Anadenanthera falcata*, um número elevado de frutos produzidos nos tratamentos de polinização aberta (PAB) e de polinização cruzada (PCR), com resultados superiores para o tratamento PCR.

Embora em número reduzido, deve-se ressaltar a produção de 02 frutos no tratamento com flores fechadas em embalagens de filô (FFI) e 02 frutos no tratamento de autopolinização com pólen da mesma árvore (AMA)

O valor obtido para o coeficiente de variação experimental (CV%) apresentado na Tabela 2 é considerado baixo (10,12%), demonstrando de maneira similar à espécie do item anterior, boa precisão para o ensaio.

O teste F para repetição (árvores), embora superior à espécie do item anterior, não foi significativo, demonstrando similaridade na resposta aos tratamentos nas repetições, da mesma forma que para a espécie anterior.

A nível de comparação entre percentagens médias dos tratamentos, PAB e PCR não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, porém, diferem dos demais tratamentos ao nível de 5% de probabilidade, o mesmo acontecendo com o tratamento AMA, que difere dos tratamentos FFI e agamos permia (AGA).

Os resultados obtidos por autopolinização sugerem que exista para esta espécie um certo grau de autocompatibilidade e esta tendência poderá repetir-se com maior frequência ao tomarmos um número maior de indivíduos.

Estes resultados não são isolados, como é enfatizado por BAWA (1974) ao constatar a presença de um ou dois indivíduos de espécies preferencialmente alógamas, dentre elas *Bourneria guirosii*, *Bauhinia urgulata*, *Pterocarpus* sp., *Luehea speciosa* e *Ochoma pyramidale*, produzindo frutos de flores autopolinizadas. Ainda, pode-se citar BARBOSA (1983) para a es

pêcie *Qualea multiflora*, onde constatou a produção de um fruto por autopolinização. Esta informação é muito importante por se tratar de uma espécie pertencente à mesma família (Vochysiaceae) da espécie discutida. Todas estas particularidades levantadas, seja para a espécie aqui estudada ou para aquelas citadas por outros autores, coincidem com as afirmações de BAKER et alii (1983) de que em muitas espécies as barreiras de incompatibilidade são ou incompletas ou facilmente quebradas.

Estes aspectos levantados podem refletir uma estratégia de sobrevivência da espécie quando ocasionalmente uma determinada semente venha cair e germinar em local isolado de outros indivíduos da mesma espécie, ficando desta forma prejudicada a polinização cruzada. Um sistema reprodutivo alternativo seria importante nesses casos.

Embora em termos percentuais os resultados obtidos no tratamento FFI (0,97%) sejam baixos, evidências de polinização pelo vento são apontadas por BAWA (1980) para a espécie arbórea *Trophis involucrata*, em floresta semi-decídua da Costa Rica. Para a espécie *Vochysia tucanorum* algumas hipóteses podem ser levantadas: a) insetos depositarem pólen na embalagem e chegar ao estigma; b) o vento ter trazido o pólen de flores do mesmo indivíduo ou de outro indivíduo da mesma espécie; c) a formação de frutos por agamospermia, caso não tenha havido fecundação da flor.

Os dados relativos ao número de sementes produzidas por fruto, também apresentados na Tabela 1, demonstram pouca diferença entre os tratamentos que produziram frutos. A análise estatística realizada através do teste t pareado, apresentado na Tabela 3, não detectou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. Existe, porém, de forma semelhante à espécie *Anadenanthera falcata*, uma certa tendência de diferença estatística à níveis mais baixos de significância (25%).

Os resultados apresentados e discutidos indicam para esta espécie, semelhantemente à *Anadenanthera falcata* um sistema de cruzamento preferencialmente alogâmico. Este resultado coincide com as conclusões de BARBOSA (1983) sobre as espécies *Qualea multiflora*, *Qualea parviflora*, *Qualea grandifolia*, pertencentes à mesma família (Vochysiaceae) da espécie aqui discutida, nas quais também foi indicada a alogamia como sistema de cruzamento.

c) *Xylopia aromatica*

Os dados referentes à produção de frutos em função do número de flores marcadas ou manuseadas por tratamento são apresentados na Tabela 1, bem como os resultados do número de sementes por fruto.

Ressalta-se, de forma semelhante às duas

espécies discutidas nos itens anteriores, um número elevado de frutos produzidos nos tratamentos de polinização aberta (PAB) e polinização cruzada (PCR) em relação aos demais tratamentos, onde não houve produção de frutos.

Os resultados da análise de variância para as médias de produção de frutos da espécie, contidos na Tabela 2, complementam os dados da tabela anterior e demonstram, de forma semelhante à *Anadenanthera falcata*, que há diferença altamente significativa entre tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Isto é coerente, tendo em vista as percentagens médias elevadas dos tratamentos PAB e PCR em relação aos demais tratamentos que simplesmente não produziram frutos.

O valor obtido para o coeficiente de variação experimental é considerado baixo (8,16%), demonstrando boa precisão no ensaio.

Da mesma forma que para a espécie *Anadenanthera falcata*, a resposta aos tratamentos aplicados foi semelhante entre as árvores consideradas (repetição), como é demonstrado pela não significância do teste F para repetição, ao nível de 5% de probabilidade. Isto demonstra, como nas espécies discutidas nos dois itens anteriores, uma tendência clara em termos de sistema de cruzamento para a espécie.

De forma similar à espécie *Anadenanthera falca*

ta, os resultados de produção de frutos de *Xylopia aromatica* sugerem para esta espécie um alto grau de auto-incompatibilidade genética que, associado à defasagem no tempo de receptividade dos órgãos masculinos e femininos constatada, constituem mecanismos importantes para favorecer a polinização cruzada.

Os dados relativos ao número médio de sementes produzidas por frutos, contidos na Tabela 1, demonstram pouca diferença entre os tratamentos que produziram frutos. A análise estatística através do teste t pareado, apresentados na Tabela 3, não detectou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. Da mesma forma que para as espécies discutidas nos dois itens anteriores, existe uma certa tendência de diferença estatística à níveis mais baixos de significância (25%).

OS resultados apresentados e discutidos sugerem para esta espécie, de forma similar às espécies *Anadenanthera falcata* e *Vochysia tucanorum*, um sistema de cruzamento preferencialmente alogâmico, o que coincide com as considerações de PIRES & PIRES (1987) em observações preliminares de *Xylopia* sp., no município de Viçosa-MG.

d) Análise conjunta para as três espécies

Com relação à análise conjunta realizada para as três espécies, os resultados estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados da análise de variância conjunta para médias de produção de frutos em percentagem para as espécies *Anadenanthera falcata*, *Vochysia tucanorum* e *Xylopia aromatica*.

Fonte de variação	Valores de F
Repetição (espécie)	2,66**
Tratamentos	1129,05**
Espécies	1,99ns
Tratamentos x espécies	7,76**
C.V. (%)	3,25
Média	77,74

Obs.: Os valores utilizados nas análises de variância individuais foram transformados em $\arcsin \sqrt{x+0,5/100}$.

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns = não significativo

É importante considerar o valor não significativo de F para espécies, demonstrando que o comportamento das espécies estudadas, em termos de produção de frutos, não diferiu estatisticamente. Isto deve ser creditado ao fato das espécies apresentarem uma mesma tendência para o sistema de cruzamento, ou de preferencial alogamia.

Diversos autores, dentre eles BAWA (1974; 1976), KRESS (1983), SCHEMSKE (1983) e BAKER (1983), têm chamado a

atenção para a existência de uma gradação para o sistema de cruzamento, desde espécies auto-incompatíveis até autocompatíveis. A alta significância detectada no valor de F para a interação tratamento x espécie vem demonstrar que nas espécies de cerrado aqui estudadas, embora o sistema reprodutivo seja preferencialmente alogâmico, pode existir uma estratégia alternativa para uma pequena produção de frutos, quando as condições exigidas para a polinização cruzada não forem total ou parcialmente atendidas.

4.4. MATURAÇÃO DOS FRUTOS, DISPERSÃO E GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

4.4.1. Maturação dos frutos e dispersão das sementes

Os dados de desenvolvimento dos frutos estão expressos na Figura 7 e demonstram comportamentos diferenciados nas espécies no que se refere ao tempo que levam para ter as sementes totalmente desenvolvidas e liberadas. Estas características particulares estão associadas a aspectos como morfologia dos frutos e sementes, fatores climáticos e agente dispersor. Os referidos aspectos são abordados a seguir para as três espécies em estudo.

a) *Anadenanthera falcata*

Apresenta frutos secos, deiscentes, sem atrati

Figura 7. Desenvolvimento de frutos de *Anadenanthera falcata*, *Vochysia tucanorum* e *Xylopia aromatica*. As linhas tracejadas correspondem ao desenvolvimento dos frutos de polinização aberta (controle) e as linhas cheias ao desenvolvimento dos frutos de polinização cruzada.

vos para os animais. São legumes achatados que se abrem apenas de um lado, expondo suas sementes, em geral em número de 5 a 6, que caem imediatamente após a deiscência dos frutos.

As sementes são leves, achatadas, escuras, discóides, de formato orbicular. A sua morfologia permite que sejam dispersas por vento forte a curtas distâncias (aproximadamente 5 m), por não possuírem aparato de vôo. Porém, com maior frequência, as sementes caem junto à árvore matriz ou muito próximo dela, ficando melhor caracterizada para esta espécie a síndrome barocórica (gravidade).

O período de dispersão das sementes, coincide com o final da estação seca (setembro), onde diversas espécies do cerrado estão com poucas folhas e algumas totalmente desprovidas delas. É importante lembrar que logo após o período de dispersão inicia-se a estação chuvosa, o que certamente deve favorecer a germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas.

b) *Vochysia tucanorum*

Apresenta frutos capsulares, de formato ovóide, sem atrativos para animais. O tamanho é de aproximadamente 3 cm, abrindo-se paulatinamente à partir do ápice, expondo suas sementes, em geral em número de 3, que caem imediatamente após a abertura ou durante a ocorrência de ventos mais fortes.

As sementes são leves (aproximadamente 3,8 mg), achatadas e providas de asas, A sua morfologia permite que sejam dispersas pelo vento a médias distâncias (aproximadamente 50 m), ou por ocasião de ventos mais forte a distâncias maiores (aproximadamente 100 m). Diante desses aspectos, fica caracterizada para esta espécie a síndrome anemocórica.

A dispersão das sementes ocorre num período onde o índice de precipitação é menor (maio/junho). Para a dispersão de diásporas anemocóricas é uma época ideal, já que ocorre maior incidência de ventos e diversas espécies do cerrado apresentam-se desprovidas de folhas, aumentando assim a possibilidade de circulação do vento. As observações de VAN DER PIJL (1982) são oportunas, enfatizando que as condições de baixa umidade e ventos favoráveis são consideradas ótimas para a dispersão de diásporas anemocóricas.

As limitações inerentes a fatores climáticos criam para as espécies anemocóricas dois padrões distintos de frutificação. O primeiro padrão é citado por RIBEIRO et alii (1981), onde o período de desenvolvimento dos frutos é longo, com frutos permanecendo até 12 meses na planta-mãe antes da maturação, como é o caso de *Qualea grandifolia*, pertencente à mesma família da espécie em discussão. O segundo padrão é citado por OLIVEIRA et alii (1982), no qual o desenvolvimento é mais rápido, como é o caso de *Vochysia tucanorum*, que floresce durante a estação chuvosa e maturam os frutos na estação seca do mesmo ano.

JANZEN (1975) enfatiza que os dois padrões citados podem ser encontrados em espécies de florestas sazonais da Costa Rica e sugere que sejam explicados como estratégias diferentes de acumulação de recursos pela planta. Para aquelas cujo processo de maturação é longo, o desenvolvimento dos frutos deve ser mantido pelo próprio produto fotossintético das folhas, que são funcionais durante a maior parte deste período. Para as espécies onde a maturação é mais rápida, o autor argumenta que o desenvolvimento dos frutos é mantido por recurso acumulado pela planta, tendo em vista nesse período as folhas estarem senescentes.

VAN DER PIJL (1982) cita que a anemocoria é uma forma de dispersão extensamente distribuída nas Angiospermas, mas não a mais importante, sendo que as diásporas dispersas pelo vento são capazes de chegar a distâncias maiores, mas a possibilidade de alcançarem locais mais favoráveis ao estabelecimento é, de forma geral, menor que a zoocoria.

A anemocoria é caracterizada como a forma de dispersão típica de vegetação de habitats mais secos (HOWE & SMALLWOOD, 1982). Três exemplos podem ser citados, um por FRANKIE et alii (1974), onde 31% das espécies eram anemocóricas em mata semi-decídua da Costa Rica, outro por MANTOVANI (1983) para área de cerrado em Mogi Guaçu-SP, com 31% das espécies

com a mesma síndrome de dispersão e por OLIVEIRA et alii (1982), para a região de Brasília-DF, com 41% das espécies com a referida síndrome de dispersão. Todos esses dados demonstram a grande importância da anemocoria no cerrado quando comparada a outros tipos de vegetação.

c) *Xylopia aromatica*

O fruto é um multifolículo constituído da agregação de pequenos folículos provenientes de uma mesma flor. Essas cápsulas, com número de 12 por infrutescência, são subcarnosas, deiscentes, de cor verde-avermelhado. Os frutos quando abertos apresentam-se internamente com uma cor vermelha muito ressaltada, expondo geralmente de 4 a 5 sementes por cápsula.

As sementes são escuras, alongadas ou mais ou menos cilíndricas. Numa das extremidades há um arilo marrom-avermelhado e suculento. Tudo indica que a cor bastante ressaltada do fruto quando aberto e o arilo funcionam como fatores de atração para o agente dispersor, provavelmente pássaros. Este aspecto é abordado também por PIRES & PIRES (1987), ressaltando que os frutos de *Xylopia* sp. são apreciados por pássaros, que devem promover a dispersão para áreas distantes da fonte. HOWE & SMALLWOOD (1982) afirmam que a morfologia dos frutos e sementes indicam o agente dispersor e que as se-

mentos com arilo ou tegumento colorido normalmente são dispersos por animais do tipo citado.

O período de dispersão das sementes abrange parte da estação chuvosa (janeiro, fevereiro e março) e adentra um período de menor precipitação (abril, maio). As observações realizadas para *Xylopia aromatica* coincidem em parte com aquelas relatadas por MATTHES (1980), que constatou ser o período chuvoso o de maior produção de frutos carnosos, em contraste com o período seco que é quando se registra uma maior produção de frutos de outros tipos.

A ocorrência de produção de frutos em um período de menor precipitação pode refletir uma estratégia da planta no sentido de ter parte de suas sementes dispersas numa época em que uma menor quantidade de frutos carnosos estão disponíveis, aumentando a possibilidade de dispersão, porém com um risco mais eminente de predação.

Os dados obtidos por MANTOVANI (1983), apontando 54,4% das espécies estudadas com características zoocóricas, demonstram a importância dessa forma de dispersão para o cerrado.

Diante de diferentes características de dispersão de sementes para as três espécies estudadas, torna-se bastante pertinente a discussão de KAGEYAMA (1987), com base em evidências constatadas em espécies de mata do planalto do Es-

tado de São Paulo. Esse autor sugere que espécies que tenham dispersão de sementes a curta distância e uma predação de sementes e plântulas não associadas à distância da árvore matriz devem ter uma distribuição de forma mais agrupada. Sugere, ainda, que as espécies cuja dispersão de sementes ocorra a longas distâncias e exista maior probabilidade de predação próximo à árvore matriz devem estar distribuídas de forma dispersa e distantes uma das outras.

Neste contexto, são muito oportunas as avaliações de GIANNOTTI (1988) a respeito da composição florística e estrutura fitossociológica da mesma área do presente estudo. Segundo suas informações, a espécie *Anadenanthera falcata* apresenta uma distribuição espacial mais agrupada, quando comparada a *Vochysia tucanorum* e *Xylopia aromatica*, as quais estão distribuídas de forma mais distante uma das outras. Estes dados são condizentes com a forma de dispersão de sementes dessas espécies.

4.4.2. Germinação das sementes

a) *Anadenanthera falcata*

As sementes produzidas nos tratamentos de polinização aberta (PAB) e polinização cruzada (PCR), submetidas a teste de germinação em laboratório, não apresentaram dormência e germinaram com rapidez e percentagem bastante elevada, como demonstra a Figura 8.

Figura 8. Germinação de sementes de *Anadenanthera falcata* em laboratório.

Embora os resultados, em termos percentuais, sejam altos para os dois tratamentos, foram obtidos valores inferiores, cerca de 84%, para o tratamento PAB em relação ao tratamento PCR, com 91% de germinação.

A análise estatística realizada através do teste t pareado, para comparação entre os dois tratamentos, não detectou diferença significativa ($t = 2,54$) a nível de 5% de probabilidade. Existe, porém, uma certa tendência de diferença estatística a níveis mais baixos de significância (25%) podendo indicar a ocorrência de algum grau de autofecundação natural.

Em observações preliminares de regeneração a nível de campo, realizados no sentido Norte-Sul e Leste-Oeste a partir de um indivíduo da espécie, abrangendo uma área de 1.200 m², foram encontrados 38 indivíduos jovens (altura até 1 m) vegetando ao longo dos transectos considerados. Estes dados são importantes quando associados ao número aproximado de 6.200 frutos estimados para a árvore, a partir de uma amostragem de 3 galhos representativos em termos de intensidade de flores e posição na árvore, para um total de 9 galhos existentes na árvore.

Embora as sementes germinem com facilidade, o número de indivíduos jovens encontrados é muito baixo quando comparado à produção de frutos. Várias podem ser as causas envolvidas e devem ser objeto de estudos posteriores.

b) *Vochysia tucanorum*

De forma semelhante à espécie do item anterior, as sementes produzidas nos tratamentos de polinização aberta (PAB) e polinização cruzada (PCR), submetidas a teste de germinação em laboratório, não apresentaram dormência e germinaram com rapidez, embora levando um tempo maior que *Anadenanthera falcata*, como é demonstrado na Figura 9.

Também nessa espécie, os resultados, em termos percentuais, foram altos, com valores maiores para PCR (92%) em relação a PAB com 83% de germinação.

A análise estatística realizada através do teste *t* pareado, para comparação entre os dois tratamentos, de forma similar a *Anadenanthera falcata*, não detectou diferença significativa ($t = 2,89$) a nível de 5% de probabilidade. Existe porém, uma certa tendência de diferença estatística a níveis mais baixos de significância (25%), podendo também, de forma semelhante à espécie do item anterior, indicar a ocorrência de algum grau de autofecundação natural.

Em observações preliminares de regeneração natural realizada de forma similar à espécie *Anadenanthera falcata*, foram encontrado apenas 17 indivíduos jovens (até 1 cm) vegetando ao longo dos transectos considerados. Estes dados são igualmente importantes quando associados ao número aproxi

Figura 9. Germinação de sementes de *Vochysia tucanorum* em la boratório.

mado de 7.800 frutos estimados para a árvore, à partir de uma amostragem de 3 galhos para um total de 18 existentes na árvore.

De forma bastante similar à espécie do item anterior, apresentando sementes com fácil germinação, o número de indivíduos jovens é baixo, quando comparado à produção de frutos. É válida, também para esta espécie, a suposição de que diversos fatores podem estar envolvidos, entre eles a própria característica de dispersão de sementes. Os fatores diversos envolvidos devem ser objeto de futuras pesquisas.

c) *Xylopia aromatica*

Para esta espécie, não foram obtidos dados de germinação. Esta semente apresenta-se semi-permeável à água e gases, porém a germinação em laboratório é problemática. Sementes colocadas para germinar em condições de laboratório não germinaram. É oportuna a observação de Beltrati², de que o embrião das sementes desta espécie está imaturo no momento da dispersão. Isto condiz com as informações de RIZZINI (1976) para a espécie *Anona classiflora*, da mesma família da espécie aqui discutida. Esse autor esclarece que as sementes com embrião imaturo são dispersas no final do verão - início do in-

² BELTRATI, C.M. (UNESP - Campus de Rio Claro-SP). Comunicação Pessoal, 1986.

verno e permaneceriam até o próximo verão, quando então completariam o desenvolvimento embrionário e germinariam.

Sementes de *Xylopia aromática* foram colocadas para germinar no início de maio, permanecendo em condições de viveiro até o final de novembro, também não apresentando emergência de plântulas.

BORGES et alii (1987), fazendo avaliações preliminares em *Xylopia sericea*, espécie com características similares a *Xylopia aromática*, apontam para a possibilidade da existência de inibidores nas sementes, dificultando a germinação.

Em dados preliminares de regeneração natural, foram encontrados apenas 6 indivíduos jovens vegetando ao longo dos transectos considerados. Esses dados são importantes quando associados ao número aproximado de 306 frutos estimados para a árvore, à partir de uma amostragem de 3 galhos para um total de 16 existentes na árvore.

Diversos fatores podem ser apontados como responsáveis pelo baixo número de indivíduos jovens em relação à produção de frutos, entre eles as características das sementes, no que se refere à sua difícil germinação e a própria forma de dispersão das diásporas. Esses e outros fatores envolvidos devem ser igualmente objeto de estudos no futuro.

É importante ressaltar que para as três espécies estudadas a relação plantas jovens e número de frutos produzidos é baixa. Isto nos remete a questões muito importantes no contexto do cerrado: a) que estratégias são utilizadas pelas espécies para a autorenovação?; b) que correlação existe entre as diferentes estratégias das espécies com as condições edafo-climáticas daquele ecossistema? Estas e outras questões, embora já tenham sido abordadas por alguns autores, ainda necessitam de estudos mais elucidativos.

5. CONCLUSÕES

O sistema de cruzamento detectado para as três espécies foi o alogâmico. Em *Vochysia tucanorum* houve também uma pequena produção de frutos por antogamia, possivelmente uma estratégia alternativa.

A polinização cruzada em *Anadenanthera falcata* e *Xylopia aromatica* é favorecida tanto pelo alto grau de auto-incompatibilidade genética quanto pela protandria e protoginia apresentadas.

O período de floração das três espécies ocorreu na estação chuvosa, variando quanto ao início e duração do evento.

Pôde-se destacar para as espécies *Anadenanthera falcata* e *Vochysia tucanorum* a síndrome de melitofilia e para *Xylopia aromatica* a síndrome de cantarofilia.

O padrão de maturação dos frutos e o período de dispersão de sementes variaram entre as espécies ao longo das estações do ano.

A germinação de sementes para *Anadenanthera falcata* e *Vochysia tucanorum* foi rápida e em alta porcentagem. Para *Xylopia aromatica* não foram obtidos dados de germinação devido a dormência de suas sementes.

As três espécies estudadas apresentaram uma relação muito baixa entre o número de plantas jovens e o número de frutos produzidos na área em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. São Paulo, EDUSP, 1963. p.118-24.
- ALLARD, R.W. *Princípios de melhoramento genético das plantas*. São Paulo, Edgard Blücher, 1960. 381p.
- ALVIM, P. de T. *Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais*. Itabuna, CEPLAC, 1965. 16p.
- ASHTON, P.S. The natural forest: plant biology, regeneration and tree growth. In: UNESCO. *Tropical forest ecosystems*. Paris, 1978. p.180-97.
- ARROYO, M.T.K. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In: POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. *Advances in legume systems*. London, Royal Botanic Gardens, 1981. p.723-69.
- BAKER, H.G.; BAWA, K.S.; FRANKIE, G.W.; OPLER, P.A. Breeding systems. In: GOLLEY, F.B. *Tropical rain forest ecosystems structure and function*. Amsterdam, Elsevier, 1983. p.183-216.
- BAKER, H.G. Evolutionary mechanisms in pollination biology. *Science*, 139: 877-83, 1963.

- BARBOSA, A.A.A. Aspectos da ecologia reprodutiva de três espécies de *Qualea* (Vochysiaceae) num cerrado de Brasília. Brasília, 1983. 92p. (Mestrado - Universidade de Brasília).
- BAWA, K.S. Breeding systems of tree species of a lowland community. *Evolution*, 28: 85-92, 1974.
- BAWA, K.S. Breeding of tropical hardwoods: an evaluation of underlying bases, current status and future prospects. In: BURLEY, J. & STYLES, B.T. *Tropical trees: variation, breeding and conservation*. London, Academic Press, 1976. p.43-59.
- BAWA, K.S. & CRISP, J.E. Wind pollination in the understorey of a rain forest in Costa Rica. *The Journal of Ecology*, 68: 871-6, 1980.
- BAWA, K.S. Patterns of flowering in tropical plants, In: JONES, E.J. & LITTLE, R.J. *Handbook of experimental pollination biology*. New York, Scientific and Academic, 1983. p.394-410.
- BIANCHETTI, A. Produção e tecnologia de sementes de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4, Curitiba, 1981. *Anais*. p.25-37.
- BORCHERT, R. Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica*, 15(2): 81-9, 1983.
- BORGES, E.E.L.; BRUNE, W.; CASSIA, R. de B.; OLIVEIRA, J.B. Avaliação de inibidor em sementes de pimenteira (*Xylopia sericea* St. Hill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, Gramado, ABRATES, 1987. *Resumo*. p.133.
- CAREY, K. Breeding system, genetic variability and response to selection in *Plecthritis* (Valerianaceae). *Evolution*, 37(5): 947-56, 1983.

- CARVALHO, J.O.P. Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós. *Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/CPATU*, Belém, (20): 1-15, 1980.
- CATHARINO, E.L.M.; CRESTANA, C.S.M.; KAGEYAMA, P.Y. Biologia floral da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16(1): 525-31, 1982.
- CORRÊA, M.P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura/IBDF, 1926. 6v.
- COUTINHO, L.M. Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração das espécies de cerrado. São Paulo, 1976. 228p. (Livre-Docência - Universidade de São Paulo).
- COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, 1: 17-23, 1978.
- COUTINHO, L.M. As queimadas e seu papel ecológico. *Brasil Florestal*, Brasília, 44: 7-23, 1980.
- COUTO, H.T.Z. do. Testes de significância: Teste t. In: IPEF *Práticas experimentais em silvicultura*. Piracicaba, 1979. p.C1-C7.
- CRESTANA, C.S.M.; DIAS, I.S.; KAGEYAMA, P.Y. Biologia floral do guarantã (*Esenbeckia leiocarpa* Engl.). *Silvicultura*, São Paulo, 8(28): 35-8, 1982.
- CROAT, T.B. Seasonal flowering behavior in Central Panama. *Annual Missouri Botanical Garden*, 56: 285-307, 1969.

- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*, 38(2): 201-341, 1972.
- ELDRIDGE, K.G. & GRIFFING, A.R. Selfing effects in *Eucalyptus regnans*. *Silvae Genetica*, Frankfurt, 32(5/6):216-21, 1983.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, *The principles of pollination ecology*. 3.ed. Oxford, Pergamon Press, 1979, 244p.
- FERRI, M.G. *Plantas do Brasil: espécies do cerrado*. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1969. 239p.
- FERRI, M.G. Modificação do hábito floral de *Cochlospermum regium* (Mart.) Pilger. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3, São Paulo, 1971. Edgard Blücher, 1971. p.164-5.
- FERRI, M.G. Ecologia do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4, São Paulo, 1977. São Paulo, Editora Itatiaia, 1977. p.15-33.
- FONSECA, S.M. da. Variações fenotípicas e genéticas em bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.). Piracicaba, 1982. 86p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 62 (3): 881-919, 1974.
- GENTRY, A.H. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Annals Missouri Botanical Garden*, 61: 728-59, 1974.
- GIANNOTTI, E. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina (SP). Campinas, 1988. 196p. (Mestrado - UNICAMP).

- GIBBS, P.E.; SEMIR, J.; CRUZ, N.D. Floral biology of *Talauna ovata* St. Hill (Magnoliaceae). *Ciência e Cultura*, 29(12): 1436-41, 1977.
- GOODLAND, R. & FERRI, M.G. *Ecologia do cerrado*. São Paulo, EDUSP, 1979. 193p.
- HAMRICK, J.L. The distribution of genetic variation within and among natural forest population. In: SCHONEWALD, C.M.; CHAMBERS, S.M.; MacBRYDE, B.; THOMAS, W.L. (eds). *Genetics and conservation*. London, The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1983. p.335-48.
- HEITHAUS, E.R. The role of plant-pollination interactions in determining community structure. *Annals Missouri Botanical Garden*, 61: 675-91, 1974.
- HERINGER, E.P. Propagação e sucessão de espécies arbóreas do cerrado em função do fogo, do cupim, da capina e do Aldrin. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3, São Paulo, 1971. São Paulo, Edgard Blücher, 1971. p.167-79.
- HODGSON, L.M. Some aspects of flowering and reproductive behavior in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. I. flowering, controlled pollination methods, pollination and receptivity. *South African Journal of Forestry*, Pretoria, (97): 18-28, 1976.
- HOWE, H.F. & SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology Systems*, 13: 201-28, 1982.
- JANZEN, D.H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, 21(3): 620-37, 1967.

JANZEN, D.H. *Ecology of plants in the tropics*. London, Edward Arnold, 1975. 79p.

JANZEN, D.H. Seedling patterns of tropical trees. In: *Tropical trees as living systems*. Cambridge, Cambridge University Press, 1976. p.83-128.

JANZEN, D.H. *Ecologia vegetal nos trópicos*. São Paulo, EDUSP, 1980. 79p.

KAGEYAMA, P.Y. & PATIÑO-VALERA, F. Conservacion y manejo de recursos geneticos forestales: Factores que influyen en la estructura y diversidad de los ecosistemas forestales. Piracicaba, ESALQ/DCF, 1985. 24p. (Mimeografado).

KAGEYAMA, P.Y. *Genetic structure of tropical tree species of Brazil*. Piracicaba, 1987. 29p. (não publicado).

KRESS, W.J. Self-incompatibility in Central America (Heliconia). *Evolution*, 37(4): 735-44, 1983.

LIETH, H. Introduction to phenology and modeling of seasonality. In: *Phenology and seasonality modeling*. Berlin, Springer Verlag, 1974. p.3-4.

LOPES, A.S. & COX, F.R. Cerrado vegetation in Brazil, and edaphic gradient. *Agronomy Journal*, 69: 828-31, 1977.

MANTOVANI, W. Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. Campinas, 1983. 147p. (Mestrado - UNICAMP).

- MATTHES, L.A.F. Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque dos Jequitibás. Campinas, 1980. 209p. (Mestrado - UNICAMP).
- MCDADE, L.A. Protandry, synchronized flowering and sequential phenotypic unisexuality in neotropical *Pentagonia macrophylla* (Rubiaceae). *Oecologia*, 68: 218-23, 1986.
- MORA, A.L. & FERREIRA, M. Estudo do florescimento em *Eucalyptus urophylla*. *Boletim Informativo. IPEF*, Piracicaba, 6 (19): 23-42, 1978.
- OLIVEIRA, P.E.A.M. Biologia de reprodução de espécies. de *Kielmeyera* (Guttiferae) de cerrados de Brasília, D.F. Campinas, 1986. 95p. (Mestrado - UNICAMP).
- OLIVEIRA FILHO, A.T. Estudos florísticos e fitossociológico em um cerrado da Chapada dos Guimarães - Mato Grosso. Uma análise de gradientes. Campinas, 1984. 133p. (Mestrado - UNICAMP).
- PEREIRA, A.P. & PEDROSO, L.M. Dados fenológicos das principais espécies florestais que ocorrem na Estação Experimental de Curuá-Una/Pará. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16A (parte 1): 1175-9, 1982.
- PIRES, I.E. & KAGEYAMA, P.Y. Caracterização da base genética de uma população de algaroba - *Prosopis juliflora*, existente na região de Soledade-PB. *IPEF*, Piracicaba, (30): 29-36, 1985.
- PIRES, I.E. & PIRES, C.A. Caracterização do sistema reprodutivo da "pimenteira" (*Xylopia* sp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, Gramado, 1987. Brasília, ABRATES, 1987. p.124 (Resumo).

- QUEIROZ NETO, J.P. Solos da região dos cerrados e suas interpretações. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 6(1): 1-12, 1982.
- RATTER, J.A.; RICHARDS, P.W.; ARGENT, G.; GIFFORD, D.R. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. I: The woody vegetation types of Xavantina-Cachimbo Expedition area. *Phil. Trans. R. Soc.*, 266:(880): 449-92.
- RIBEIRO, J.F.; GONZALES, M.I.; OLIVEIRA, P.E.A.M.; MELO, J.T. Aspectos fenológicos de espécies nativas do cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 22, Teresina, 1981. *Anais*. p.181-91.
- RIZZINI, C.T. *Preliminares acerca das formações vegetais e do reflorestamento no Brasil Central*. Rio de Janeiro, Serviço de Informações Agrícolas, 1962. 79p.
- RIZZINI, C.T. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos*. São Paulo, EDUSP, 1976. 327p.
- SCHEMSKE, D.W. Flowering phenology and seed set in *Claytonia virginia* (Portulacaceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 104: 254-63, 1977.
- SCHEMSKE, D.W. Breeding system and habitat effects on fitness components in three neotropical *Costus* (Zingiberaceae). *Evolution*, 37(3): 523-39, 1983.
- TOLEDO FILHO, D.V.; LEITÃO FILHO, H.F.; RODRIGUES, T.S. Composição florística da área de cerrado em Mogi Guaçu (SP). *Boletim Técnico. Instituto Florestal*, São Paulo, 38 (2): 165-75, 1984.
- VAN DER PIJL, L. *Principles of dispersal in higher plants*. 3.ed. Berlin, Springer-Verlag, 1982. 213p.
- WILSON, M.F. *Plant reproductive ecology*. New York, John Wiley & Sons, 1983. 282p.

APENDICE

Tabela 5. Resultados de germinação de sementes em laboratório para a espécie *Anadenanthera falcata*. Repetições com 25 sementes.

Tratamentos	Repetições	Sementes normais	Sementes anormais	% Germinação
Polinização Aberta (controle)	A	19	3	76
	B	23	—	92
	C	23	2	92
	D	20	1	80
Polinização cruzada	A	21	2	84
	B	24	—	96
	C	22	1	88
	D	24		96

Tabela 6. Resultados de germinação de sementes em laboratório para a espécie *Vochysia tucanorum*. Repetições com 20 sementes.

Tratamentos	Repetições	Sementes normais	Sementes anormais	% Germinação
Polinização aberta (controle)	A	16	1	80
	B	17	2	85
	C	18	—	90
	D	16	2	80
Polinização cruzada	A	18	1	90
	B	19	—	95
	C	18	1	90
	D	18	1	90