



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

Este exemplar corresponde a redação final da
tese defendida pela Candidata Lucia Helena Piedade
e aprovada pela comissão julgadora
Nun Tavares 3/6/91

BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE
***Galipea jasminiflora* Engler**
(RUTACEAE)

LUCIA HELENA PIEDADE

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biologia da
Universidade Estadual de
Campinas para obtenção do
título de Mestre em
Ciências Biológicas, área
de Biologia Vegetal.

Orientadora: Prof^a Dra. NEUSA TARODÁ RANGA

CAMPINAS

1991



UNICAMP

P589b

14069/BC

BC/9105698

Aos meus pais e
a toda família pelo
carinho e apoio
sempre constantes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, especialmente:

A professora Neusa Taroda Ranga pela orientação e apoio sempre presentes,

Aos professores George J. Shepherd, Reinaldo Monteiro e Ângela B. Martins pela leitura crítica e sugestões durante a pré-banca,

A professora Eliana F. Martins pelo auxílio nas fotomicrografias,

A professora Marlies Sazima pelas valiosas sugestões durante o trabalho,

Ao professor Keith Brown Jr. pela identificação dos lepidópteros,

As técnicas de laboratório Maria Odete F. Pedrossanti e Wilma C. Ferraz pelo auxílio durante a coleta de dados,

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq) pelo apoio financeiro,

A Maria Eugênia C. do Amaral pelo auxílio nas fotografias de campo e pela amizade,

A Andrea M. L. Franco pela execução dos desenhos,

Ao Vagner Kiill pela valiosa ajuda nos trabalhos de campo,

A Yone M. S. Boaventura pela colaboração durante a montagem do trabalho,

Aos demais amigos que participaram da elaboração deste trabalho pelo respeito, interesse e incentivo.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
ABSTRACT.....	X
RESUMO.....	XIII
1. - INTRODUÇÃO.....	01
2. - MATERIAL E MÉTODOS.....	09
3. - RESULTADOS.....	16
3.1. - CARACTERÍSTICAS GERAIS DE <i>Galipea jasminiflora</i>	16
3.2. - BIOLOGIA FLORAL.....	20
3.2.1. - DESENVOLVIMENTO DO BOTÃO E COMPORTAMENTO DAS FLORES DURANTE E APÓS A ANTESE.....	20
3.2.2. - GRÃO DE PÓLEN.....	24
3.2.3. - NÉCTAR.....	25
3.2.4. - INDICADORES INDIRETOS DE ATRAÇÃO DE VISITANTES.....	26
3.3. - VISITANTES DAS FLORES.....	26
3.3.1. - VISITANTES DIURNOS E SEUS COMPORTAMENTOS DE VISITA.....	28
3.3.1.1. - LEPIDÓPTEROS.....	29
3.3.1.2. - DíPTEROS.....	34
3.3.1.3. - HIMENÓPTEROS.....	35

3.3.2. - VISITANTES NOTURNOS E SEUS COMPORTAMENTOS DE VISITA.....	35
3.3.2.1. - GEOMETRÍDEOS.....	36
3.3.2.2. - PIRALÍDEOS.....	39
3.3.2.3. - NOCTUÍDEOS.....	39
3.4. - SISTEMA DE REPRODUÇÃO.....	41
3.4.1. - EXPERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO.....	41
3.4.2. - CRESCIMENTO DE TUBO POLÍNICO.....	42
3.4.3. - PROPORÇÃO PÓLEN/ÓVULO.....	43
3.4.4. - TAXA DE ABORTO.....	43
3.5. - FENOLOGIA.....	44
3.5.1. - CRESCIMENTO VEGETATIVO E FLORAÇÃO.....	44
3.5.2. - FRUTO.....	47
3.5.3. - SEMENTES.....	50
3.6. - GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS..	51
4. - DISCUSSÃO.....	53
4.1. - MORFOLOGIA.....	53
4.2. - BIOLOGIA FLORAL.....	57
4.2.1. - PÓLEN.....	59
4.2.2. - NÉCTAR.....	60
4.2.3. - INDICADORES INDIRETOS DE ATRAÇÃO.....	62
4.3. - VISITANTES.....	63
4.3.1. - VISITANTES DIURNOS.....	66
4.3.1.1. - LEPIDÓPTEROS.....	66
4.3.1.2. - DíPTEROS.....	68

4.3.1.3. - HIMENÓPTEROS.....	69
4.3.2. - VISITANTES NOTURNOS.....	70
4.3.2.1. - GEOMETRÍDEOS.....	70
4.3.2.2. - PIRALÍDEOS.....	73
4.3.2.3. - NOCTUÍDEOS.....	74
4.4. - SISTEMA DE REPRODUÇÃO.....	75
4.4.1. - TAXA DE ABORTO.....	79
4.5. - FENOLOGIA.....	81
4.5.1. - SEMENTES.....	83
5. - CONCLUSÕES.....	85
6. - BIBLIOGRAFIA.....	87

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. *G. jasminiflora* no início da floração.....17
- FIGURA 2. Posição das inflorescências.....17
- FIGURA 3. Corte longitudinal da flor A-fase masculina B.-fase feminina.....19
- FIGURA 4. A-flor na fase masculina. B-flor na fase feminina...23
- FIGURA 5. Frequência de visitas registradas.28
- FIGURA 6. *Morvina fissimacula* em visita à flor.....33
- FIGURA 7. *Astraptes fulgerator* em visita à flor.....33
- FIGURA 8. Muscídeo em visita à flor na fase masculina.....38
- FIGURA 9. Geometrídeos visitando a flor.....38
- FIGURA 10. Crescimento de tubo polínico de flores provenientes de polinização cruzada.....42
- FIGURA 11. Dados fenológicos e climatológicos.....46
- FIGURA 12. Detalhe de um fruto aberto.....47
- FIGURA 13. sequência do processo de germinação das sementes....52

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Viabilidade dos grãos de pólen.....	24
- TABELA 2. Visitantes diurnos das flores.....	29
- TABELA 3. Visitantes diurnos das flores e seus respectivos totais e porcentagens de visitas.....	31
- TABELA 4. Visitantes noturnos.....	36
- TABELA 5. Resultados dos experimentos de polinização.....	41
- TABELA 6. Taxas de aborto obtidas nos diferentes experimentos de polinização.....	44
- TABELA 7. Números de sementes por fruto.....	48
- TABELA 8. Análise das sementes intactas e danificadas.....	51

ABSTRACT

The present study is concerned with some aspects of reproductive biology of *Galipea jasminiflora* Engler, particularly pollination and dispersal. Field work was carried out in the Santa Genebra Forest Reserve (Campinas, São Paulo State), from february 1989 to december 1990. Morphological and funcional aspects of the flower were studied, together with the behaviour of the most important diurnal and nocturnal visitors. The reproductive systems, the development of fruits and their maturation were also studied, as well as seeds dispersal and germination.

The flowering period of *G. jasminiflora* starts in february and extends until april. The flowers are tubular, zygomorphic, hermaphrodite, whitish and exhale an agreeable odour. Anthesis is crepuscular (about 06:00 p.m.) and the life time of flower is approximately 48 hours. In the first 24 hours the flower exhibits the male phase, with the anthers exposed and the stigma and style included in the corola tube. During the remaing 24 hours the flower enters the female phase, the anthers detach down the filaments and the style extends and exposes the stigma. The nectar exsudes in small quantities, but its production is continuous during both phases.

The flowers of *G. jasminiflora* are visited by several diurnal and nocturnal insects. In the first group, butterflies stand out with 70, 19% of the visits in this period, followed by diptera and hymenoptera. Among the lepidoptera, *Astraptes fulgerator* is apparently the floral visitor best adapted to the

pollination of this Rutaceae. It is attracted to the flower by the continuous nectar resource, and stigma during visits touches the anthers and stigma, and appears to be an effective pollinator. The other butterflies are considered nectar thieves. Diptera and hymenoptera are considered to be pollen thieves, since they visit flowers only during in the male phase, were seen to collect pollen and did not touch the stigma.

Several other insect species visit the flowers of *G. jasminiflora* after sunset. Among them the geometrids, whose visits begin about 07:00 p.m. and extend until 08:00 p.m., are the nocturnal visitors best adapted to the pollination of flowers. They are attracted by the odour and continuously produced nectar. The other nocturnal visitors (pyralids and noctuids), as a consequence of their behaviour, are considered nectar and/or pollen thieves.

With regard to the reproductive system, hand-pollination experiments suggest that *G. jasminiflora* is predominantly xenogamous, although it is self-compatible. In all experiments a high proportion of abortion is observed, which may be a results of lack of resources for high production of fruits. The abundant flowers function as pollinator attractants and/or act as pollen donors.

The flowering patterns of *G. jasminiflora* resembles the strategy known as "steady state", with relatively few flowers produced during a long period of time. This strategy, with limited nectar production per flower, compels the visitor to perform several visits to satisfy their energetic necessities, favoring cross-pollination.

The fruit of *G. jasminiflora* is a capsule with 5 locules which has the typical structure of the autochorous syndrome. The endocarp acts as an efficient dispersal mechanism. The seeds are produced in small quantities, with a maximum of 5 per fruit. During germination it is observed that the seeds only germinate when they are covered with a thin layer of soil. Cracking of the testa occurs on the 15th day, following by the emergence of the radicle (17th day) and the beginning of development of the hypocotyl (20th day).

RESUMO

No presente trabalho são abordados alguns aspectos da biologia reprodutiva de *G. jasminiflora* Engler, com relação à sua polinização e dispersão. O trabalho de campo foi realizado na Reserva Florestal da Mata de Santa Genebra (Campinas, SP), entre fevereiro de 1989 e dezembro de 1990. Além da descrição morfológica e funcional da flor, foi registrado o comportamento dos principais visitantes diurnos e noturnos, obtidos dados sobre o sistema de reprodução, e observado o desenvolvimento do fruto até sua deiscência. Considerações também foram feitas sobre o modo de dispersão das sementes e seu processo de germinação.

A floração de *G. jasminiflora* inicia-se em meados de fevereiro e estende-se até abril. As flores são tubulosas, zigomorfas, hermafroditas, de cor branca e exalam odor agradável. A antese é crepuscular (em torno das 18:00 horas), e o tempo de vida da flor é de aproximadamente 48 horas. Embora a maturação dos órgãos reprodutivos seja simultânea, nas primeiras 24 horas a flor se apresenta em fase masculina, com anteras expostas e estigma e estilete incluídos no tubo da corola. Nas 24 horas restantes, a flor se apresenta em fase feminina, quando então o estilete se distende e o estigma ocupa a posição anteriormente ocupada pelas anteras já caídas. O néctar é produzido em quantidades pequenas, porém sua produção é contínua em ambas as fases.

As flores de *G. jasminiflora* são visitadas por vários insetos diurnos e noturnos. No primeiro grupo destacam-se as borboletas com 70,19% do total de visitas neste período, seguida

pelos dípteros e himenópteros. Dentre os lepidópteros, *Astraptes fulgerator* é a mais adaptada à polinização desta rutácea. Ela é atraída pela fonte contínua de néctar, toca as anteras e estigma durante suas visitas, efetuando a polinização. As demais borboletas são consideradas pilhadoras de néctar; os dípteros e himenópteros, devido ao comportamento apresentado, visitando somente flores em fase masculina, são considerados pilhadores de pólen.

A partir do crepúsculo, outros lepidópteros visitam as flores de *G. jasminiflora*. Dentre eles, os geometrídeos, cujas visitas se iniciam em torno das 19:00 horas e estendem-se até as 20:00 horas, são os visitantes noturnos mais adaptados à polinização das flores, sendo atraídos pelo odor exalado e também pela fonte contínua de néctar. Os demais visitantes (piralídeos e noctuideos), em consequência do comportamento apresentado, são considerados pilhadores de néctar e/ou pólen.

Com relação ao sistema de reprodução, *G. jasminiflora* reproduz-se provavelmente por xenogamia, apesar de ser auto-compatível. Em todos os experimentos foi observada uma alta taxa de aborto que pode ser consequência da falta de recursos para a produção massiva de frutos. Assim, a grande produção de flores atuaria como atrativo e/ou como doação de pólen.

O padrão de floração de *G. jasminiflora* assemelha-se ao tipo "estável estável", como produção diária de poucas flores durante um período relativamente longo. Com esta estratégia, associada com a baixa produção de néctar por flor, a espécie

condicionaria os visitantes a realizarem uma série de visitas diariamente, favorecendo a polinização cruzada.

Os frutos de *G. jasminiflora* são cápsulas loculicidas, cujas sementes possuem estruturas típicas da síndrome da autocoria, onde o endocarpo atua como um eficiente mecanismo dispersor. As sementes são produzidas em pequenas quantidades, no máximo 5 por fruto. Durante o processo de germinação verificamos que estas só germinam quando enterradas próxima à superfície do solo. A rachadura da testa se dá no 15º dia, seguida da emissão da radícula (17º dia) e posteriormente inicia-se o desenvolvimento do hipocótilo (20º dia).

1. - INTRODUÇÃO

A família Rutaceae inclui cerca de 150 gêneros com 1500 espécies amplamente distribuídas pelas regiões tropicais e temperadas do mundo todo, sendo mais abundantes na América tropical, sul da África e Austrália (PORTER & ELIAS, 1979). Segundo ENGLER (1931) CRONQUIST (1981) e BARROSO (1984), o número de espécies chega a 1600. Nas Américas é representada por 32 gêneros e 422 espécies (ALBUQUERQUE, 1985) e, para o Brasil, são referidos cerca de 29 gêneros e 182 espécies (BARROSO, 1984).

As Rutaceae constituíram, desde seu estabelecimento, uma família taxonomicamente bastante confusa. Os antigos botânicos ora tratavam diversas das tribos atuais como ordens separadas, ora transferiam gêneros desta família para outros gêneros de outras famílias (ALBUQUERQUE, 1976). A primeira conceituação de Rutaceae apareceu com BENTHAM & HOOKER (1862), que subdividiram a família em 7 tribos. Posteriormente, ENGLER (1874, 1896 e 1931), em uma série de trabalhos sobre as Rutaceae, descreveu a família sob o ponto de vista morfológico e anatômico, assim como forneceu sua distribuição geográfica e taxonômica em 7 subfamílias, com 10 tribos e 25 subtribos. Este tratamento taxonômico foi seguido pelos botânicos subsequentes e utilizado até hoje.

Os trabalhos mais recentes relativos à taxonomia das Rutaceae no Brasil são os de ALBUQUERQUE (1968, 1976 e 1985), que realizou estudo da família no âmbito de alguns estados do país. O primeiro trabalho refere-se às Rutaceae do antigo estado da

Guanabara, o segundo às do Amazonas e, por último, às de Goiás. Segundo este último, as espécies desta família são adaptadas aos mais variados tipos de habitat com maior ou menor grau de umidade ambiental, podendo-se citar mangues, floresta pluvial estacional tropical do planalto centro-sul, floresta caducifolia tropical do planalto centro-oeste, floresta pluvial estacional de encostas do planalto nordestino, cerrado, floresta de galeria, entre outros.

Mais recentemente, tem sido devotada à esta família uma atenção especial pelos quimiotaxonomistas, dado a riqueza de compostos, óleos essenciais, curaminas e alcalóides nela existentes, embora muitos gêneros ainda sejam pouco conhecidos sob este ponto de vista (GIBBS, 1974). PRICE (1963) considera as Rutaceae como a mais versátil de todas as famílias das plantas superiores, com relação aos alcalóides. WATERMAN (1975), na sua revisão da distribuição e importância sistemática dos alcalóides em Rutaceae discorda da classificação feita por ENGLER (1931), principalmente em relação as tribos Toddalidae, Zanthoxyleae e Cuspariae.

Com relação à morfologia e anatomia florais, podem ser citados os trabalhos referentes à natureza do disco nectarífero. MOORE (1936) considera esta estrutura como um verticilo de carpelos estéreis. Segundo TILAK & NENE (1976) o disco pode ser considerado como uma proliferação de eixo floral entre o androceu e o gineceu. GUT (1966), no entanto, admite a hipótese de proliferação do eixo floral, porém com o envolvimento dos tecidos carpelares na formação

do disco. O autor ainda ressalta que todos os membros de Rutaceae analisados apresentavam semelhanças na estrutura do endocarpo, na construção geral do carpelo, na posição dos óvulos, como também no papel desempenhado pelo eixo floral no interior da flor.

NENE & TILAK (1977) estudando a placentação de algumas espécies pertencentes à esta família, correlacionaram, com certas reservas, o tipo de placentação com a condição apocárpica do ovário e com a unissexualidade das flores. Dados sobre a estrutura interna das sementes são representados por MARTIN (1946) que, de acordo com sua classificação, coloca as Rutaceae dentro do grupo que apresenta sementes espatuladas.

A ocorrência de poliembrionia na família é citada para o gênero *Citrus*. De acordo com BACCHI (1943) são referidos para este gênero: 1) poliembrionia esporofítica com a formação de embriões adventícios, que são resultantes do desenvolvimento de células da nucela, próximas à micropila - para a iniciação do processo é necessário que haja polinização, porém não é certo que a fertilização seja requerida (CAMERON & SODST, 1969); 2) poliembrionia por clivagem que, por fissão do embrião generativo, originaria duas plantas, que seriam gêmeas idênticas e procedentes de uma única semente; 3) poliembrionia com formação de dois embriões zigóticos, resultante do desenvolvimento de dois gametófitos normais em um mesmo óvulo.

Quanto à polinização, as Rutaceae, que em sua grande maioria apresentam flores com disco nectarífero e corola geralmente

vistosa, são entomófilas (ENGLER, 1931), sendo a maioria das espécies indígenas de acordo com KÜHLMANN & KÜHN (1947) polinizadas por moscas e vespas. Para esta família, a literatura sobre este assunto é muito escassa sendo raros os trabalhos específicos sobre polinização.

A dispersão dos frutos e sementes na família, em consequência dos diversos tipos de frutos aí encontrados, se processa de várias maneiras. Em *Esenbeckia* e *Metrodorea*, a dispersão ocorre através de processos mecânicos, onde o endocarpo elástico das cápsulas atua como um eficiente dispersor das sementes. *Citrus* e gêneros afins tem seus frutos comestíveis dispersos por animais, enquanto que em *Zanthoxylum*, são as sementes cobertas por polpa comestível que atraem numerosos tipos de aves. Muitos frutos estão adaptados à dispersão a pequena distância pelo vento como, por exemplo, as cápsulas aladas de *Ptelea*, *Helietta* e *Balforodendron*; ou ainda as próprias sementes são aladas como em *Dictyoloma* (KÜHLMANN & KÜHN, 1947).

Estudos palinológicos na família foram realizados por ERDTMANN (1952) que descreveu grãos de pólen de diversas espécies. BARTH (1980, 1983 e 1985) estudou o pólen de Rutaceae brasileiras pertencentes aos gêneros *Zanthoxylum*, *Dictyoma* e *Hortia*, e *Pilocarpus*. SINGHAL et al. (1983) em seus estudos citopalinológicos de algumas espécies desta família, verificaram que não há correlação do tamanho dos grãos com o número cromossômico da espécie.

Com relação a dados citológicos, poucos registros de números cromossômicos são encontrados em literatura para a família, e o único estudo citotaxonômico extensivo feito por SMITH-WHITE (1954) está limitado à tribo australiana *Boronieae*. Um grande número de observações citogenéticas têm sido feitas na tribo *Aurantiae* devido especialmente ao interesse comercial de muitas de suas espécies, tais como laranjas e limões. EHRENDORFER (1976), em uma revisão dos padrões de diferenciação cromossômica em sementes de plantas lenhosas, usou as *Rutaceae* para ilustrar a típica diferença de fases da evolução cromossômica encontradas em uma família de angiospermas lenhosas. Segundo SINGHAL et al. (1983), somente 25% das espécies desta família foram analisadas quanto à contagem cromossômica. Os autores ainda afirmam que a heterogeneidade cromossômica na família ($2n = 14 - 162$), juntamente com séries diplóides de números básicos ($x = 7 - 19$) confirmam que a poliploidia e aneuploidia têm desempenhado um papel considerável na especiação.

A família *Rutaceae* apresenta inúmeros representantes de interesse medicinal. Merecem destaque: - os jaborandis (*Pilocarpus jaborandi*, *P. pauciflorus*, *P. pinifolius* e *P. selleanus*), que fornecem o alcalóide pilocarpina, muito conhecido no mercado de drogas; - a "arruda" (*Ruta graveolens*), que possui um princípio antiespasmódico, a rutina, mas que também é tóxica. A casca de certas espécies de *Erythroxylon* são usadas popularmente como vermífugo, enquanto que raízes de espécies de *Zanthoxylum* são

usadas como estimulante e tônico. A casca amarga de espécies de *Esenbeckia* e *Galipea* são usadas no preparo das conhecidas "angosturas", que tem propriedades anti-febris (HOEHNE, 1939; ALBUQUERQUE 1976; JOLY, 1975; KAASTRA, 1982).

Diversos membros desta família fornecem madeiras que são utilizadas para vários fins econômicos, mas em geral não têm grande importância comercial e são apenas de uso local. Podem ser citadas *Euxylophora paraensis*, popularmente conhecida como "pau amarelo" da Amazônia, que é empregada na indústria madeireira, principalmente na fabricação de tacos (LOUREIRO & SILVA, 1968); *Zanthoxylum rhoifolium* ("tamanqueira de terra firme") usada pela indústria papeleira; as arapocas (*Raputia* spp. e *Galipea* spp.) o guarantã (*Esenbeckia leiocarpa*), e o pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*), que é tido como a madeira mais importante das Rutaceae brasileiras (RIZZINI, 1971; ALBUQUERQUE, 1976). O gênero *Citrus* merece destaque especial, por ser cultivado em todo o mundo para a produção de frutas como laranja, limão, tangerina, cidra, mexirica, entre outras.

Recentemente algumas espécies tem sido empregadas como plantas ornamentais, destacando-se *Poncitrus*, *Phellodendron*, *Ptelea*, *Zanthoxylum*, *Dictamus* e *Hortia* (JOLY, 1975; ALBUQUERQUE, 1985).

O gênero *Galipea* pertence à subtribo neotropical Cuspariinae, que compreende aproximadamente 22 a 24 gêneros intimamente relacionados cujos limites não estão claramente definidos, apresentando distribuição restrita principalmente na América sul tropical (KALLUNKI, 1988). A subtribo é caracterizada por apresentar folhas compostas com 1 a 5 folíolos, sendo raramente simples. As flores variam de regulares a zigomorfas, frequentemente com corola fundida e tubulosa. Os estames são geralmente 5, estando também presentes estaminódios. Quanto aos carpelos variam de 4 a 5, com 2 óvulos colaterais por lóculo, onde um deles se encontra levemente superposto ao outro. O embrião varia de curvado a uncinado, com pouco ou nenhum albúmem, enquanto a radícula é caracterizada por estar retraída entre os cotilédones (ELIAS, 1970).

AUBLET (1775) foi quem primeiramente descreveu *Galipea* com uma espécie, *G. trifoliata*. Posteriormente, novas espécies foram descritas, principalmente no Brasil. Assim, o gênero conta hoje com cerca de 8 a 10 espécies, com centro de distribuição no norte da América do Sul (ELIAS, 1970). Apenas três espécies são referidas para a América Central, sendo 2 delas (*G. trifoliata* e *G. panamensis*) descritas para o Panamá, e a outra (*G. granulosa*) descrita para a Nicarágua e Costa Rica (PORTER & ELIAS, 1979; KALLUNKI, 1988). Segundo ELIAS (1970) as espécies *G. guatemalensis* e *G. nicaraguensis*, não pertencem a este gênero, mas sim a *Angostura* (= *Cusparia*).

De acordo com ENGLER (1896) o gênero *Galipea* é caracterizado por apresentar cálice cupular pentadentado, corola

tubular, com dois estames férteis e 3 a 5 estaminódios inseridos próximos ao ápice do tubo. As anteras são basifixas e o ovário é constituído por 5 carpelos lateralmente ligados, que formam um fruto capsular.

Além das descrições morfológicas do gênero *Galipea* e de suas espécies, raros são os trabalhos encontrados em literatura, principalmente aqueles que se referem a biologia floral e sistema de reprodução. Assim este trabalho tem como objetivo estudar a espécie *Galipea jasminiflora*, nativa na Reserva Florestal da Mata de Santa Genebra (Campinas), sob os seguintes aspectos:

-BIOLOGIA FLORAL: que engloba estudos da morfologia das flores, bem como a verificação dos agentes polinizadores e sua adaptação relativa às estruturas reprodutivas da planta.

-SISTEMA DE REPRODUÇÃO: para verificar se a espécie tem como estratégia reprodutiva a agamospermia, autopolinização ou polinização cruzada. Desta forma, foram realizados vários experimentos de polinização, complementados com observações de crescimento do tubo polínico no estigma de flores polinizadas, bem como observações do desenvolvimento dos frutos resultantes dos diferentes mecanismos de reprodução da espécie.

-FENOLOGIA E DISPERSÃO: que abrange observações sobre a floração e crescimento vegetativo, além de estudos referentes ao modo de dispersão da espécie e germinação de suas sementes na área de estudo, procurando assim completar todo o ciclo da espécie.

2. - MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no município de Campinas, sudeste de São Paulo, em populações naturais de *Galipea Jasminiflora* na Reserva Florestal da Mata de Santa Genebra (22° 49'S , 47° 06'O), que apresenta vegetação mesófila, latifoliada e semidecídua. As populações de *G. Jasminiflora* em estudo, ocorrem as margens da estrada que corta a Reserva, onde se localiza o marco de fundação da mesma.

Os trabalhos de campo desenvolvidos compreenderam observações, execução e acompanhamento dos experimentos envolvendo 40 indivíduos de *Galipea Jasminiflora*, no intervalo de fevereiro de 1989 a dezembro de 1990, no período diurno entre 06:00 e 18:00 horas, e no período noturno, entre 18:00 e 06:00 horas .

Para o estudo de morfologia, as flores foram observadas em diferentes estádios de desenvolvimento, desde botão até sua antese, no campo e em laboratório, neste último com o auxílio de microscópio estereoscópio.

Para determinar a estratégia reprodutiva da espécie, foram realizados os seguintes testes:

1) Controle: para estimar a proporção flor-fruto em condições naturais. Cerca de 318 flores em antese foram,

aleatoriamente marcadas com etiquetas para posterior observação do seu comportamento.

2) Auto-polinização espontânea: para verificar a possível formação de frutos sem a interferência de agente externo. Para isso 104 botões foram ensacados e assim mantidos em observação.

3) Agamospermia: neste experimento foram ensacados botões previamente emasculados, por volta de 24 horas antes da antese, para posterior análise. Foram observados 103 botões.

4) Polinização artificial: as flores nestes experimentos foram emasculadas e protegidas em pré-antese (cerca de 24 horas antes da antese). Posteriormente, foram levados ao estigma recém emergido da flor:

- pólen obtido de flores da mesma inflorescência que a flor a ser tratada (geitonogamia). Para isso 100 flores foram analisadas.

- pólen obtido de flores de indivíduos diferentes que o da flor a ser tratada (xenogamia). Aqui 101 flores foram observadas.

Logo após as polinizações as flores foram reensacadas e assim mantidas em observação.

Para os experimentos de auto-polinização espontânea, agamospermia e xenogamia, foram escolhidas inflorescências que apresentavam a maioria de suas flores já abertas, e conseqüentemente com poucos botões, para facilitar o isolamento de cada botão a ser usado. O botão escolhido foi tratado e coberto com um pedaço de tecido de nylon, para evitar interferência de

visitantes e contaminação com pólen de outras flores. Para o experimento de geitonogamia, os botões escolhidos foram tratados e então marcados com linha na base do cálice e toda a inflorescência foi protegida com saco de papel manteiga de 9 cm de largura e 15 cm de comprimento. O pólen usado em todos os testes foi obtido de flores cobertas com pedaços de tecido de nylon para evitar possíveis contaminações com o de flores vizinhas.

A concentração de açúcares do néctar foi medida com o auxílio de um refratômetro de bolso BELLINGHAM & STANLEY (0 - 50%). Estas medidas foram tomadas no período da manhã (entre 08:00 e 10:00 horas) e no período da tarde (entre 17:00 e 18:00 horas). O néctar foi coletado de 20 flores de 3 inflorescências, previamente ensacadas, em dois indivíduos da população.

Os visitantes foram observados no período diurno (06:00 às 18:00 horas), e noturno (18:00 às 06:00 horas), sendo anotadas a frequência, duração e horário de suas visitas, bem como o comportamento dos visitantes mais frequentes. Alguns visitantes foram capturados, fixados e mantidos a seco, para posterior identificação taxonômica e exame dos locais de deposição do pólen.

Para uma análise mais detalhada do comportamento, foram tomadas várias fotografias com auxílio de flash. A frequência de visita às flores foi obtida em diferentes sessões de observação, realizadas em dias não consecutivos. Cada sessão de observação corresponde à observação contínua de uma inflorescência durante uma hora, num determinado período do dia ou da noite (Ex: 08:00 às

09:00 horas). Durante essas sessões foram registrados todos os visitantes à planta. Para verificar em que período do dia ou da noite as visitas eram proporcionalmente mais frequentes, o total de visitas obtido nas diversas sessões de observação de um determinado período foi dividido pelo número de sessões feitas desse mesmo período. As sessões noturnas foram realizadas sob condições locais de luminosidade (lunar), restringindo-se o uso de lanternas para não induzir alterações no comportamento dos visitantes.

Em laboratório, foram realizados testes de viabilidade dos grãos de pólen de vários indivíduos da população, com Carmin Acético 1,2% (MEDINA & CONAGIN, 1964), utilizando-se pólen maduro, coletado no dia da antese, em flores (3 a 4 flores por indivíduo) mantidas em placas de Petri com papel de filtro, umedecido com água destilada.

Para estimar o número de grãos de pólen produzidos por flor, lâminas com as duas anteras foram preparadas em Carmim Acético 1,2%, e todo o campo foi analisado.

A relação pólen/óvulo foi determinada dividindo-se o número de grãos de pólen estimado por flor pelo número de óvulos contados na mesma flor.

Para determinar o tempo de germinação dos grãos de pólen, bem como a ocorrência ou não de autoincompatibilidade, foram depositados sobre o estigma de flores recém-abertas, grãos de pólen do próprio indivíduo (geitonogamia) ou grãos de pólen de indivíduos distintos (xenogamia).

Após estes tratamentos, toda a estrutura reprodutiva feminina foi coletada em intervalos de tempo de 1, 2, 3, 4, 5, 9, 12, 24, 48 e 72 horas, fixada em F.A.A. 80% e posteriormente corada com Azul de Anilina (MARTIN, 1959). O material foi então observado em microscopia de fluorescência.

Para detectar a presença de odor dos verticilos florais, estes foram colocados separadamente, em recipientes hermeticamente fechados. Após uma hora, estes recipientes foram destampados e cheirados imediatamente.

Com a finalidade de avaliar a existência de indicadores indiretos de atração de visitantes, os seguintes testes foram feitos com flores de *G. jasminiflora*:

- deteccão de pigmento: foram desenvolvidos testes com a corola da flor, em câmara de vapores de amoníaco (VOGEL, 1949; HESS, 1983).
- deteccão e localização de osmóforos: para isso flores de *G. jasminiflora* foram submetidas ao teste de Vermelho Neutro (VOGEL, 1962).
- absorção de ultra-violeta: aqui foi empregada a técnica de reação com Cloreto de Ferro (VOGEL, 1983).

Foram feitas observações periódicas para determinar o tempo de desenvolvimento da inflorescência, bem como o início da abertura das primeiras flores, até o término da floração.

Com o objetivo de avaliar o período necessário ao desenvolvimento total do fruto, até sua queda, as flores foram marcadas no dia da abertura e observadas até o fruto atingir a deiscência.

Para a germinação das sementes, foram efetuados experimentos nas seguintes condições:

1) Germinação em diversos substratos: onde as sementes foram colocadas

- dentro de água: usando-se recipientes de vidro.
- sobre a terra: usando-se recipientes plásticos com terra da própria Reserva.
- placas de Petri com papel de filtro.

2) Germinação no escuro: onde as sementes foram colocadas em

- placas de Petri com papel filtro, as quais foram revestidas de papel preto e colocadas no interior de caixas de papelão.
- em terra, usando-se recipientes plásticos com terra da própria Reserva, onde as sementes foram enterradas a 2 cm da superfície.

Em cada experimento foram colocadas 20 sementes, sendo todos eles umedecidos com água destilada e as observações feitas diariamente.

Para comparar os eventos fenológicos da espécie em estudos com relação aos fatores abióticos, foram utilizados os dados climatológicos da Seção de Climatologia do Instituto Agrônomo de Campinas, durante o período de experimentação.

3. - RESULTADOS

3.1. - CARACTERÍSTICAS GERAIS DE *Galipea jasminiflora*

Os 40 indivíduos de *Galipea jasminiflora* estudados estavam localizados no interior da mata, distribuídos ao longo de uma faixa de 1500m de comprimento e, aproximadamente, 3m de largura.

Os indivíduos observados possuem porte subarbustivo, medindo de 1,5 a 4 m de altura. As folhas são opostas-cruzadas, compostas, trifolioladas, com folíolos desiguais, elípticos, acuminados, com acúmem obtuso, emarginado, sem estípulas. A maioria das plantas apresentava botões e flores em diversas fases de desenvolvimento (FIGURA 1), sendo que o mesmo ocorre com a frutificação.

As flores reúnem-se em inflorescências terminais, do tipo panícula, situadas na parte superior da copa (FIGURA 2). O número de botões por inflorescência é muito variável, sendo de no mínimo 25 e no máximo 250. As flores são relativamente pequenas, hermafroditas, pêntameras, pediceladas, com pétalas e estames dispostos bilateralmente.



FIGURA 1. — PARTE DA COPA DE UM INDIVÍDUO DE *G. jasminiflora* NO INÍCIO DA FLORAÇÃO (ESCALA 1:10).



FIGURA 2. — POSIÇÃO DAS INFLORESCÊNCIAS DE *G. jasminiflora* (ESCALA 1:4).

O cálice de cor verde clara é cupuliforme, possuindo 5 lacínias bem evidentes e um comprimento médio de 2 mm.

A corola é hipocraterimorfa, de cor branca, com um tubo de 15 a 17 mm de comprimento, que corresponde a $\frac{3}{5}$ de comprimento total da flor, e cerca de 3 - 4 mm de diâmetro. Os lobos da corola, em número de 5, são triangulares, e medem cerca de 6 - 8 mm de comprimento e 1,5 mm de largura na base. Na flor totalmente aberta, um dos lobos permanece na posição vertical, enquanto que os outros 4 tomam a posição horizontal formando um ângulo reto em relação ao tubo da corola, servindo como plataforma de pouso aos visitantes.

O androceu é constituído de 2 estames férteis, e 5 estaminódios. Os estames apresentam anteras inicialmente de cor branca, passando à cor amarela quando maduras, e filetes também de cor branca. As anteras são bitecas, introrsas, com deiscência longitudinal, basifixas. Os filetes dos estames são soldados entre si, e estão inseridos na fauce da corola, mais especificamente na base do lobo que permanece na posição vertical, o que confere uma certa zigomorfia à flor. Juntamente com os estaminódios, os filetes formam um anel em torno da fauce da corola, (FIGURA 3A).

Os estaminódios também são de cor branca, livres no ápice, apresentam-se como se fossem filetes sem anteras e encontram-se rebatidos sobre a plataforma de pouso formada pelos lobos da corola.

Quanto ao gineceu, este é de cor verde clara. O estigma é capitado, com 3 - 5 lobos. O estilete é simples, filiforme, com comprimento médio de 2 cm (FIGURA 3B). O ovário é

globoso, súpero, pentacarpelar, pentalocular, com comprimento médio de 1,5 mm. Cada lóculo apresenta 2 óvulos, com placentação axilar.

O nectário apresenta-se na forma de um disco carnososo, hipógino, de cor amarela.

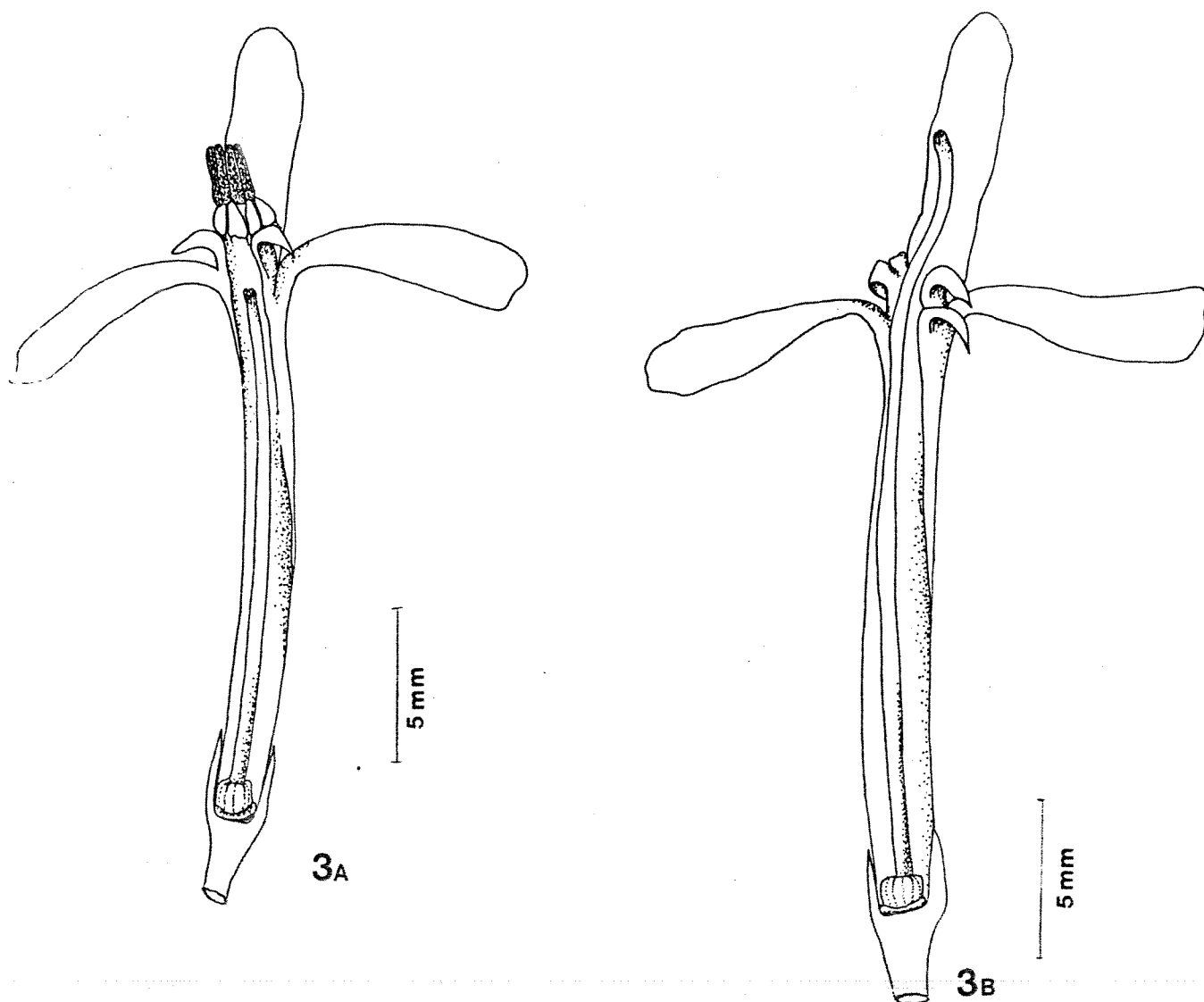


FIGURA 3. - CORTE LONGITUDINAL DA FLOR DE *G. jasminiflora*. A - flor na fase masculina mostrando a posição dos estames e estaminódios e o estigma ainda incluído na corola. B - flor na fase feminina, mostrando a posição do estigma agora fora do tubo da corola.

3.2.- BIOLOGIA FLORAL

3.2.1. - DESENVOLVIMENTO DO BOTÃO E COMPORTAMENTO DAS FLORES E APÓS A ANTESE

O processo do desenvolvimento dos botões de *G. jasminiflora* ocorre lentamente, e tem início em dezembro quando as inflorescências já estão praticamente formadas. Por aproximadamente 30 a 45 dias, os botões se mantêm sem alterações externas, estando totalmente recobertos pelo cálice, que apresentam cor verde clara.

Durante o novo período de observação, o amadurecimento dos botões inicia-se por volta da segunda quinzena de janeiro, quando algumas alterações na forma e tamanho começam a ocorrer. Externamente, o botão ainda se apresenta recoberto pelo cálice e, internamente, os órgãos sexuais estão densamente agrupados, envoltos pela corola. Este amadurecimento não é sincrônico em todos os botões de uma inflorescência. Os botões localizados na base amadurecem primeiro, estando os botões mais jovens localizados na ápice da inflorescência.

O botão envolto pelo cálice, assim se mantém por aproximadamente 7 dias. Posteriormente, a corola começa a se distender, e as estruturas reprodutivas continuam seu desenvolvimento.

O tubo da corola continua se distendendo, e com ela os estames se deslocam, ficando posicionados acima do estigma. Nesta fase, os órgãos sexuais já estão maduros, as anteras começam a

abrir, e o nectário inicia a produção de néctar. O botão é aqui considerado em fase de pré-antese.

O processo de abertura das flores também ocorre lentamente, levando cerca de 8 horas para atingir a sua plenitude. Em torno das 10:00 horas, os dois lobos centrais da corola (lobos opostos aos estames férteis) apresentam-se ligeiramente separados um do outro. Por volta das 14:30h., esta separação torna-se mais nítida, e os outros lobos começam a se despregar. Após duas horas (16:30h.), os dois lobos centrais apresentam-se totalmente rebatidos expondo parcialmente as anteras que já estão totalmente abertas, com pólen disponível.

Por volta das 18:00 horas, os lobos já estão totalmente separados, sendo que quatro deles (dois centrais e dois laterais) apresentam-se rebatidos, formando um ângulo reto com o tubo da corola, enquanto o quinto lobo mantém-se erguido, protegendo os estames (FIGURAS 3A e 4A). Simultaneamente, um odor agradável, adocicado, começa a ser exalado pela flor, e o néctar produzido se acumula na base da corola.

A flor, neste estágio, assim permanece por aproximadamente 24 horas, ou seja, até por volta das 18:00 horas do dia seguinte, quando então os estames caem, e o estilete começa se distender, ficando exposto cinco milímetros acima do tubo da corola (FIGURAS 3B e 4B). Nesta fase, estigma e parte do estilete ocupam a posição espacial anteriormente ocupada pelos estames, ficando alojados no quinto lobo. A flor assim se mantém por cerca de vinte horas, ou seja, aproximadamente até as 16:00 horas do dia seguinte, quando então corola, estilete e estigma caem ficando somente o

ovário e o cálice, que agora apresenta cor marrom e permanece envolvendo o ovário até o desenvolvimento do fruto.

O tempo de vida da flor é de, aproximadamente, 48 horas, e embora a maturação dos órgãos sexuais seja simultânea, nas primeiras 24 horas ela se apresenta em fase masculina e nas 24 horas restantes em fase feminina.

A abertura das anteras, bem como a distensão do estilete, estão ligados aos fatores ambientais. Em dias ensolarados e quentes estes fenômenos ocorrem como descritos anteriormente, porém em dias nublados ou chuvosos, os mesmos sofrem um atraso de até duas horas.



FIGURA 4. - DETALHE DA FLOR DE *G. jasminiflora*. A - FLOR NA FASE MASCULINA, MOSTRANDO ANTERAS COM PÓLEN DISPONÍVEL (3x). B - FLOR NA FASE FEMININA, COM ESTIGMA FORA DO TUBO DA COROLA (3x).

3.2.2. - GRÃOS DE PÓLEN

Em *G. jasminiflora* os grãos de pólen são subprolato, com exina rugosa e possuem 3 aberturas não muito distintas. Os grãos são liberados na forma de mônades, secos, sendo produzidos em média 618 grãos por flor ($N = 20$), embora uma variação muito grande de no mínimo 159 e no máximo 1 117 tenha sido observada.

Os grãos de pólen viáveis, quando corados com Carmim Acético 1,2% apresentaram uma coloração uniforme. Foram analisados 3914 grãos, dos quais 3236 eram viáveis, o que corresponde a um índice de viabilidade de 82,68%. Porém, a análise da viabilidade em indivíduos separadamente, mostra que este índice pode variar de 46,8% a 96,6% (TABELA 1).

TABELA 1. VIABILIDADE DOS GRÃOS DE PÓLEN EM INDIVÍDUOS DE *G. jasminiflora*.

NÚMERO DO INDIVÍDUO	NÚMERO TOTAL DE PÓLEN	PÓLEN VIÁVEL	%
1	500	483	96,6
2	314	244	48,8
3	500	461	92,2
4	500	482	96,4
5	500	473	94,6
6	600	459	76,5
7	500	297	59,4
8	500	337	67,4
TOTAL	3914	3236	

3.2.3. - NÉCTAR

O início da produção de néctar ocorre em flores em pré-antese, juntamente com o início da abertura das anteras. A produção de néctar é contínua ao longo do dia, acumulando-se na base da corola; entretanto, o volume produzido (volume total) é muito pequeno. Foi observada uma variação na quantidade de néctar produzida em flores da mesma inflorescência, sendo que, em algumas, esta quantidade se restringia a pequenas gotículas, ao passo que em outras o néctar acumulado na base da corola chegava até a umedecer a porção do estilete próxima ao ovário. No entanto, não foram observada diferença significativa na quantidade de néctar produzida em flores na fase masculina e feminina.

Devido ao volume de néctar produzido por flor, muitas flores (em torno de 20 a 30) eram necessárias para medir a concentração de açúcares no refratômetro utilizado. Entretanto, era difícil encontrarmos tantas flores disponíveis, devido à própria estratégia de abertura das flores desta espécie. Assim, a concentração de açúcares do néctar foi avaliada em dois indivíduos da população, que apresentaram concentrações de 24 a 21% em cerca de 20 flores analisadas para cada um.

3.2.4.- INDICADORES INDIRETOS DE ATRAÇÃO DE VISITANTES

Três testes neste sentido foram feitos:

- Deteccão de Pigmentos: A mudança da cor da corola, que originalmente era branca e neste teste adquiriu a cor amarela, indica a presença do pigmento flavonol neste tecido.
- Absorção de ultra-violeta: Neste teste verificou-se que o cálice, o androceu e gineceu não coraram, o que não aconteceu com a corola que ficou intensamente corada, indicando que somente este tecido absorve a luz ultra-violeta.
- Deteccão e localização de Osmóforo: Com exceção do cálice e ovário, as demais partes da flor, incluindo as estruturas reprodutivas, ficaram intensamente corada, indicando assim a presença de osmóforos nas mesmas.

3.3.- VISITANTES DAS FLORES

Desde o início da antese até a queda da corola, as flores de *G. jasminiflora* podem receber vários visitantes noturnos e diurnos. No sentido de caracterizar as possíveis relações entre flor e visitante analisamos os visitantes noturnos, cujas visitas foram registradas no intervalo das 18:00 às 06:00, e visitantes diurnos com visitas registradas entre 06:00 e 18:00 horas, separadamente.

De acordo com a FIGURA 5, verificamos uma grande variação na frequência de visitas às flores. No período diurno, a maior frequência ocorreu no período das 09:00 às 10:00 horas com um total de 28 visitas registradas em 11 observações. A menor frequência foi encontrada no período das 06:00 às 07:00 horas, onde nenhuma visita foi observada. No período noturno a maior frequência de visitas ocorreu entre 19:00 e 20:00 horas, com 9 visitas em 10 observações, sendo a menor frequência registrada para os períodos das 22:00 às 23:00 e das 03:00 às 04:00 horas, sem nenhuma visita. Porém, quando comparamos as frequências de visitas diurnas e noturnas, verificamos que, de um modo geral, a primeira é bem maior que a segunda. Quando comparamos os picos de visitas entre os dois períodos, esta diferença se torna mais evidente, onde a maior frequência diurna chega a ser aproximadamente 3 vezes maior que a noturna.

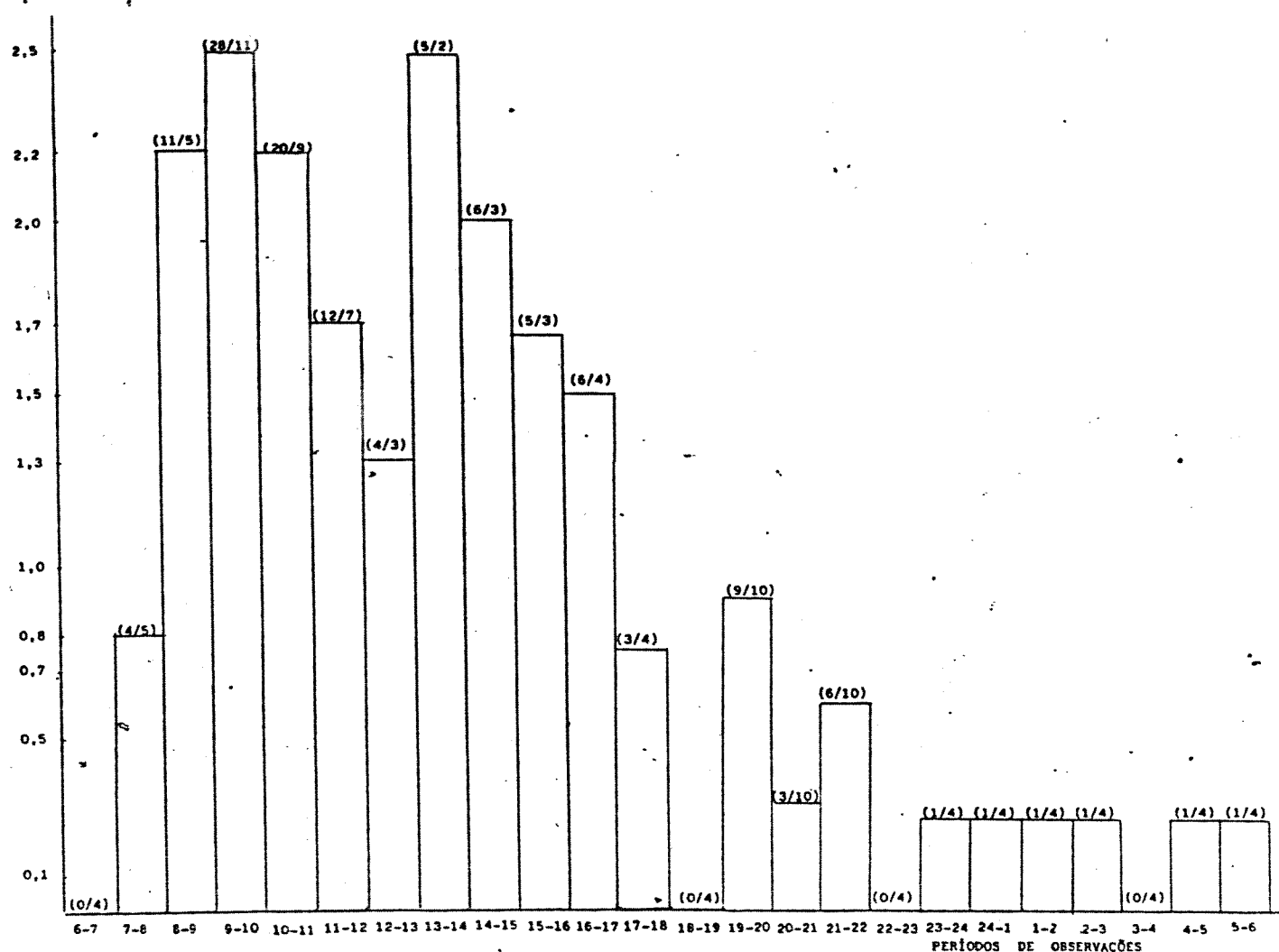


FIGURA 5. -FREQUÊNCIA DE VISITAS REGISTRADAS PARA OS DIFERENTES HORÁRIOS DE OBSERVAÇÃO. OS NÚMEROS ENTRE PARÊNTESES ACIMA DE CADA BARRA INDICAM O TOTAL DE VISITAS REGISTRADAS NO PERÍODO / E O NÚMERO DE SESSÕES DE OBSERVAÇÕES REALIZADAS.

3.3.1 - VISITANTES DIURNOS E SEUS COMPORTAMENTOS DE VISITA

Ao longo do dia, as flores de *G. jasminiflora* são visitadas com frequência por três grupos de insetos: borboletas, moscas e abelhas. No primeiro grupo, foram observadas cerca de 10 espécies pertencentes a 4 famílias, que são responsáveis por 70,19%

do total de visitas (TABELA 2). Entre os dípteros, encontramos apenas duas espécies, com 25,96% do total de visitas, e apenas uma espécie de himenóptero com 3,85%.

Cada grupo foi observado separadamente, anotando-se horário, frequência e comportamento de suas visitas às flores de *G. jasminiflora*.

TABELA 2. VISITANTES DIURNOS DAS FLORES DE *G. jasminiflora* E SEUS RESPECTIVOS TOTAIS E PORCENTAGENS DE VISITA.

ORDEM	NÚMERO DE FAMÍLIA	NÚMERO DE ESPÉCIES	TOTAL DE VISITAS	% TOTAL DE VISITAS
LEPIDOPTERA	04	10	73	70,19
DIPTERA	02	02	27	25,96
HIMENOPTERA	01	01	04	03,85
TOTAL	07	13	104	100,0

3.3.1.1. - LEPIDÓPTEROS

Durante as observações de campo foram registradas visitas deste grupo de insetos às flores de *G. jasminiflora* ao longo de quase todo período diurno, com início por volta das 07:00 horas e término, aproximadamente, às 17:15 horas. Neste intervalo foi verificado que as espécies *Morvina fissimacula*, *Artines acquilina*, *Astrartes fulgerator*, *Urbanus teleus*, *Phoebis argante* e

Heliconius ethilla, realizaram visitas ao longo de todo o período, não sendo registrada uma maior preferência por determinados horários. Já as espécies da família Papilionidae, *Parides anchises*, *Parides agavus* e *Papilio astyalus*, bem como a espécie *Aeria olena* da família Nymphalidae, realizaram visitas em determinados períodos, sendo raras as visitas nos outros períodos. Assim, foram registradas visitas das três primeiras espécies entre 10:00 e 15:00 horas, e da última entre 08:00 e 09:00 horas, não sendo observada nenhuma visita antes ou depois destes horários, mesmo em dias quentes e ensolarados.

Quanto à localização das flores na planta, também foi observada uma diferença de comportamento entre esses dois grupos. As espécies de Papilionidae preferem flores localizadas no sol e situadas acima de 2 m de altura. Já *A. olena*, visita somente flores até aproximadamente 50 cm de altura, não havendo preferência por flores no sol ou na sombra. Quanto às demais espécies, estas parecem não ter preferência por flores localizadas no sol ou na sombra, ou mesmo em determinadas alturas.

Quanto à frequência de visitas, do total de 70,19% registrado para o grupo, as borboletas *M. fissimacula* e *A. fulgerator* foram as mais abundantes (TABELA 3), e que apresentaram maior frequência, com 21,15% e 18,27% respectivamente. As demais espécies ocorrem em frequência bem menores, variando de 0,96 a 8,65% (TABELA 3).

TABELA 3. VISITANTES DIURNOS DAS FLORES DE *G. jasminiflora* E SEUS RESPECTIVOS TOTAIS E PORCENTAGENS DE VISITAS.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	TOTAL DE VISITAS	%
LEPIDOPTERA	Pieridae	<i>Phoebis argante</i>	01	0,96
	Nymphalidae	<i>Aeria olena</i>	03	2,89
		<i>Helimius ethilla</i>	03	2,89
	Papilionidae	<i>Papilio astyalus</i>	08	7,69
		<i>Parides agavus</i>	04	3,85
		<i>Parides anchises</i>	02	1,92
		<i>Hesperidae</i>	02	1,92
	Hesperiidae	<i>Urbanus teleus</i>	02	1,92
		<i>Morvina fissimacula</i>	22	21,15
		<i>Astrartes fulgerator</i>	19	18,27
		<i>Artines acquilina</i>	09	8,65
DIPTERA	Caliphoridae		22	21,15
	Muscidae		05	4,81
HYMENOPTERA	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	04	3,85
TOTAL	07	13	104	100,0

O comportamento de visitas para essas espécies é muito semelhante, com poucas variações entre elas. Deste modo, descrevemos o comportamento apenas das duas espécies mais abundantes.

M. fissimacula aproxima-se da inflorescência, sobrevoa as flores de uma inflorescência e pousa numa determinada flor. Ao pousar, a borboleta agarra-se aos lobos da corola e introduz a

probóscide no interior da corola, mantendo sempre as asas abertas (FIGURA 6). Enquanto pousada, a borboleta permanece com a probóscide no interior do tubo da corola, realizando curtos deslocamentos para frente e para trás, sem contudo tocar os órgãos reprodutivos. Esta sequência comportamental dura cerca de 5 a 10 segundos, após o que a borboleta levanta vôo, visitando a seguir outras flores da mesma inflorescência ou de inflorescência próximas, ou então abandonando a planta.

Astraptes fulgerator, geralmente ao se aproximar da planta, pousa inicialmente em folhas próximas às inflorescências, onde permanece por um curto período (não cronometrado). A seguir sobrevoa a inflorescência, pousando numa determinada flor. Ao pousar, a borboleta agarra-se com as patas em torno do tubo da corola, fecha as asas e introduz a probóscide no interior do tubo (FIGURA 7). Enquanto pousada, esta borboleta também realiza curtos deslocamentos para frente e para trás. Nesta operação, parte da cabeça toca os órgãos reprodutivos, sendo que os grãos de pólen ficam espalhados nestas regiões. Este comportamento tem uma duração que pode variar de 10 a 15 segundos, dependendo de alguns fatores, tais como vento forte ou aproximação de outros visitantes, que parecem interferir no comportamento desta espécie. Posteriormente, *A. fulgerator* visita flores próximas ou então abandona a planta.



FIGURA 6. - *Morvina fissimacula* EM VISITA À FLOR DE *G. jasminiflora* (1,5x).



FIGURA 7. - *Astraptes fulgerator* EM VISITA À FLOR DE *G. jasminiflora* (2,5x).

Com exceção das espécies de Papilionidae, as demais espécies citada, apresentaram comportamento semelhante ao descrito para *A. fuligator*, sem contudo ter sido observado o contato com os órgãos reprodutivos. As espécies de Papilionidae, devido ao seu grande tamanho com relação à flor, e pelo seu comportamento de manter as asas sempre em movimento durante as visitas, mesmo quando pousadas na flor, podem eventualmente tocar as anteras e o estigma com a parte frontal da cabeça, porém raramente foi observado pólen aí depositado.

3.3.1.2. - Dípteros

As duas espécies de dípteros, pertencentes às famílias Califoridae e Muscidae, observadas em visita às flores de *G. jasminiflora* possuem padrões comportamentais muito semelhantes. Suas visitas iniciam-se logo pela manhã, por volta das 07:00 horas, e estendem-se até aproximadamente às 17:00 horas. A maior atividade destes insetos, no entanto, foi registrada nos intervalos das 07:00 às 08:00 horas e entre 16:00 e 17:00 horas, sendo raras as visitas nos outros períodos. O Califorídeo foi muito mais freqüente, realizando 22 visitas, o que corresponde a 21,15%, enquanto o Muscídeo realizou apenas 5, ou seja, 4,81% do total de visitas registradas para este grupo (TABELA 3).

Durante as observações de campo, ambas espécies visitaram somente flores na fase masculina, pousando diretamente nos lobos da corola e contactando as anteras com a probóscide, onde

provavelmente lambiam o pólen (FIGURA 8). Posteriormente, o visitante abandonava a flor, pousando a seguir em outra flor próxima, ou então caminhava sobre a inflorescência, visitando outras flores. A permanência do visitante na flor variou de 10 a 30 segundos, sendo a duração da visita a uma inflorescência um pouco mais longa, variando de 50 a 70 segundos.

3.3.1.3. - HIMENÓPTEROS

Raramente foram registradas visitas deste grupo às flores de *G. jasminiflora* onde apenas a espécie *Apis mellifera* foi observada realizando visita. As atividades desta abelha foram registradas somente no período das 10:00 às 11:00 horas, em dois dias de observações, onde a mesma realizou 4 visitas, ou seja 3,85% do total de visitas (TABELA 3). Esta espécie também visitou somente flores que se encontravam na fase masculina. Após sobrevoar a inflorescência, a abelha pousava sobre os lobos da corola, contactava as anteras com o aparelho bucal, provavelmente coletando pólen. A duração da visita não foi cronometrada e, após a coleta de pólen de uma ou duas flores, *A. mellifera* geralmente abandona a planta.

3.3.2. - VISITANTES NOTURNOS E SEUS COMPORTAMENTOS DE VISITA

Ao longo da noite, as flores de *G. jasminiflora* são visitadas por lepidópteros pertencentes às famílias Geometridae, Pyralidae e Noctuidae. De acordo com a TABELA 4, verificamos que a primeira família é representada por uma única espécie, com 16,67%

do total de visitas; já os piralídeos são representados por 2 espécies com 8,33% e os noctuídeos com 5 espécies e 75%. Infelizmente não foi possível identificar estes insetos a nível de espécie.

Analisando a FIGURA 5, observamos que de um modo geral os visitantes noturnos apresentaram maior frequência de visitas no início da noite, entre 19:00 e 20:00 horas, sendo poucas visitas registradas fora deste período.

TABELA 4. VISITANTES NOTURNOS DAS FLORES DE *G. jasminiflora* E SEUS RESPECTIVOS TOTAIS E PORCENTAGENS DE VISITAS.

ORDEM	FAMÍLIA	NÚMERO DE ESPÉCIES	TOTAIS DE VISITAS	%
LEPIDOPTERA	Geometridae	01	04	16,67
	Piraliidae	02	02	08,33
	Noctuidae	05	18	75,00
TOTAL	03	08	24	100,00

3.3.2.1. - GEOMETRÍDEOS

Durante nossas observações, foram registradas visitas dos Geometrídeos às flores de *G. jasminiflora*, somente no período de maior frequência de visita, ou seja, das 19:00 às 20:00 horas. Neste intervalo, verificamos que a espécie apresenta um comportamento de visita característico, pois cada indivíduo visita uma inflorescência uma única vez, e uma vez pousados na inflorescência, os geometrídeos visitam todas as flores abertas,

caminhando por todo eixo da inflorescência. A duração da visita à inflorescência variou de 10 a 15 minutos, sendo este tempo diretamente proporcional ao número de flores disponíveis, ou seja, quanto maior o número de flores abertas, maior a duração da visita.

Durante a visita a uma dada flor, estes geometrideos apresentaram comportamento muito semelhante ao descrito para as borboletas. Ao pousar, estes insetos agarravam-se na corola da flor, ou no eixo das inflorescências e/ou flores próximas, dependendo da posição da flor visitada. Posteriormente, introduziam a probóscide no interior do tubo da corola, mantendo sempre as asas fechadas (FIGURA 9). Enquanto pousado, estes lepidópteros permaneciam com a probóscide no interior do tubo, realizando curtos deslocamentos para frente e para trás. Em consequência do seu tamanho (4 mm de diâmetro torácico), ao realizar tais movimentos, este lepidóptero contactava os órgãos reprodutivos com a cabeça e parte dorsal do tórax, onde os grãos de pólen ficavam depositados. O tempo de visita a uma flor variou de 1 minuto e 5 segundos a 2 minutos e 41 segundos. Posteriormente, o Geometrídeo ou caminhava sobre a inflorescência visitando outras flores ou abandonava a inflorescência.



FIGURA 8. - MUSCÍDIO EM VISITA A UMA FLORA DE *G. jasminiflora* (2,5x)

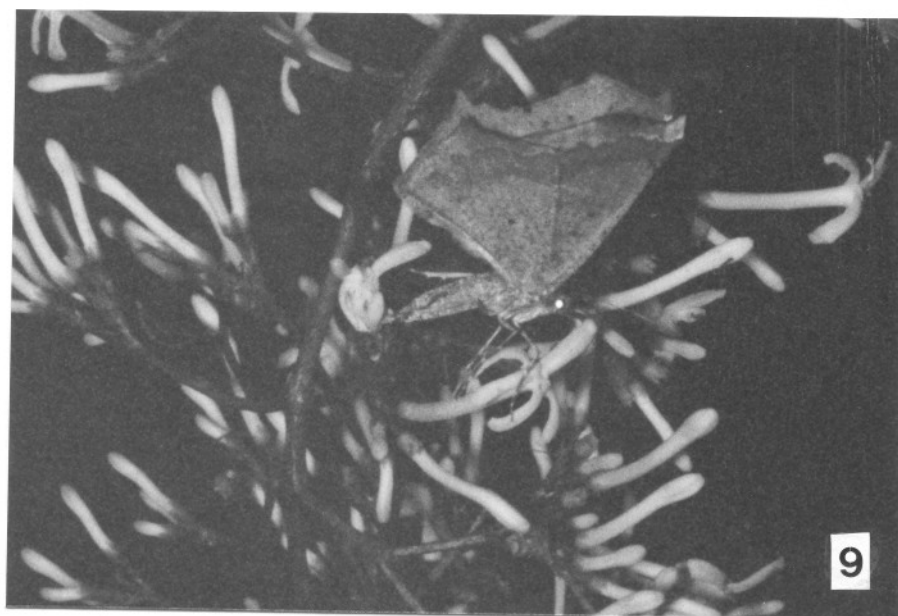


FIGURA 9. - GEOMETRÍDEO, EM VISITA À FLOR DE *G. jasminiflora* (1,5x).

3.3.2.2. - PIRALÍDEOS

As duas espécies de piralídeos observadas em visita às flores de *G. jasminiflora*, apresentaram padrões comportamentais semelhantes. Suas visitas tiveram início por volta das 19:30 horas, estendendo-se até as 20:30 horas, sendo raras as visitas nos outros períodos. Durante nossas observações, poucas visitas destas espécies foram registradas (8,33%) e, quando estas ocorriam, poucas flores eram visitadas, sendo em média duas ou três por inflorescência.

Em virtude de seu pequeno tamanho (imm de diâmetro torácico) em relação à flor, ambas as espécies pousavam diretamente nos lobos da corola e permaneciam com as asas abertas. Uma vez pousadas, introduziam a probóscide no interior do tubo da corola, e assim permaneciam, sem realizar deslocamentos. Em consequência do pequeno tamanho e do comportamento apresentado, esses lepidópteros não contactavam as anteras nem o estigma. A permanência dos visitantes na flor variou de 1 a 2 minutos, sendo que posteriormente os mesmos abandonavam a flor, pousando a seguir em flores próximas ou abandonavam a planta.

3.3.2.3. - NOCTUÍDEOS

Entre os visitantes noturnos de *G. jasminiflora*, estes lepidópteros são os mais representativos em número de espécies e porcentagem de visita. Durante as observações de campo, foram registradas visitas deste grupo praticamente ao longo de toda noite

(19:30 às 05:00 horas). Entre as cinco espécies observadas, verificou-se que duas delas realizam visita somente entre 19:30 e 23:30, sendo raras as visitas nos outros períodos. Já as outras três espécies, iniciam suas visitas por volta das 24:00 horas, estendendo-se até as 05:30 horas.

O primeiro grupo é formado por noctuídeos maiores (2 mm de diâmetro torácico) quando comparado com o segundo grupo (1 mm de diâmetro). As duas espécies do primeiro grupo são muito semelhantes em tamanho e comportamento, sendo muito difícil distingui-las durante as observações de campo. Quanto ao comportamento de visita, estes lepidópteros pousavam diretamente nos lobos da corola, permanecendo sempre com as asas abertas. Em seguida introduziam a probóscide no interior do tubo, também realizando deslocamentos para frente e para trás. Contudo, não foi observado nenhuma dessas espécies contactando os órgãos reprodutivos da flor. Quanto à duração da visita a uma dada flor, esta variou de 11 segundos a 2 minutos.

O segundo grupo de noctuídeos é formado por espécies pequenas, de tamanhos variáveis, e também de difícil identificação durante as visitas. De um modo geral, estas espécies apresentaram comportamento de visita muito semelhante entre si e similar ao descrito para o outro grupo. A única diferença observada foi que durante a visita, estes noctuídeos algumas vezes retiravam e introduziam a probóscide várias vezes do tubo da corola ou então tateavam os lobos da corola, provavelmente procurando pólen. A duração de uma visita variou de 40 segundos a 31 minutos.

3.4. - SISTEMA DE REPRODUÇÃO

3.4.1. - EXPERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO

Os resultados obtidos nos diferentes experimentos de polinização realizados em *G. jasminiflora* estão na TABELA 5.

Os dados obtidos confirmam que esta espécie é auto-compatível, com 38% de sucesso nos experimentos de geitonogamia e 5,77% em experimentos de auto-polinização espontânea. A maior porcentagem de sucesso foi obtida com polinização cruzada (xenogamia) com 47,52%, e a menor taxa foi observada em condições naturais (controle) com apenas 3,15% de sucesso. Os resultados também nos mostram que nesta espécie ocorre a formação de frutos agamos permicos, com uma porcentagem de 7,77%.

TABELA 5. RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO EM FLORES DE *G. jasminiflora*.

TRATAMENTO	NÚMERO DE FLORES TRATADAS	NÚMERO DE FRUTOS FORMADOS	% DE SUCESSO OBTIDA
CONTROLE	318	10	3,15
AUTO-POLINIZAÇÃO ESPONTÂNEA	104	06	5,77
AGAMOSPERMIA	103	08	7,77
POLINIZAÇÃO ARTIFICIAL			
Geitonogamia	100	38	38,0
Xenogamia	101	48	47,52

3.4.2. - CRESCIMENTO DO TUBO POLÍNICO

Através de observações do crescimento do tubo polínico no interior do estilete, verificamos que em aproximadamente 5 horas, os tubos atingem a metade do estilete (FIGURA 10), e em aproximadamente 9 horas, os mesmos atingem o ovário, tanto nas flores auto-polinizadas como nas provenientes de polinização cruzada.

Comparando os dados obtidos com flores auto-polinizadas e de polinização cruzada após seis horas de polinização, verificamos que os tubos polínicos das primeiras flores se apresentavam ligeiramente mais curtos, indicando um crescimento mais lento, contudo não sendo caracterizada nenhuma reação de incompatibilidade a nível do estigma e estilete.

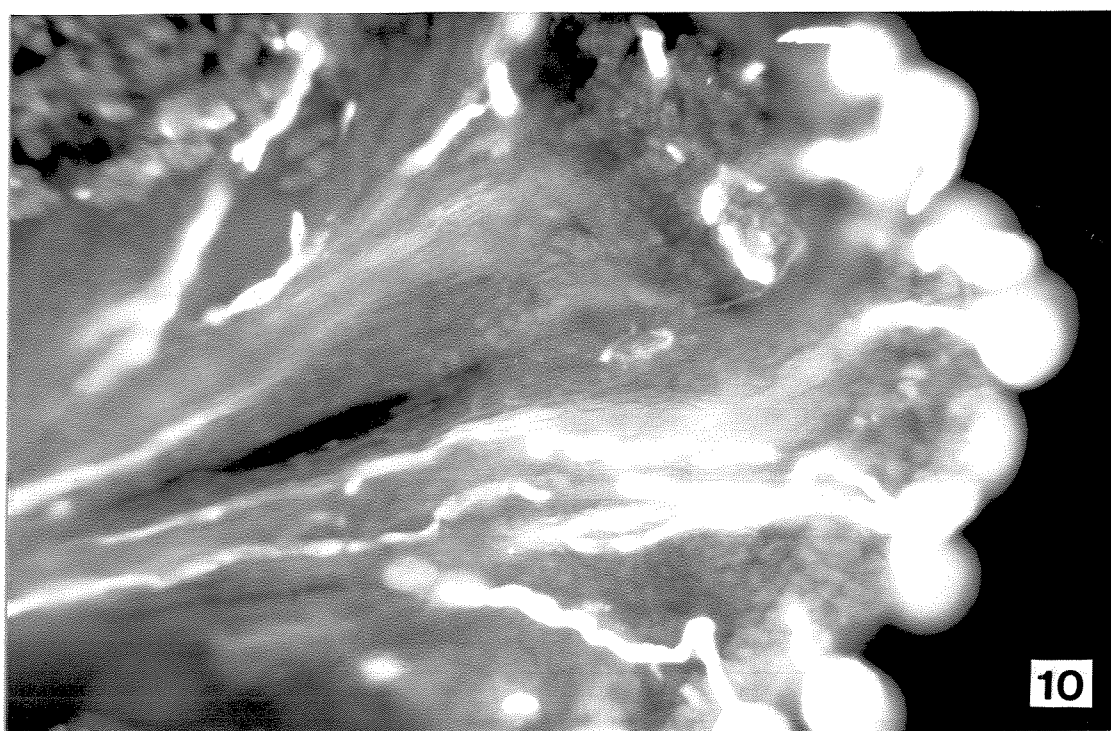


FIGURA 10. - CRESCIMENTO DO TUBO POLÍNICO EM FLORES PROVENIENTES DE POLINIZAÇÃO CRUZADA APÓS 5 HORAS (290,6x).

3.4.3. - PROPORÇÃO PÓLEN/ÓVULO (P/O)

De acordo com os dados obtidos, são produzidos em média 618 grãos de pólen por flor ($N = 20$), porém quando analisamos cada flor separadamente, encontramos uma variação de 159 a 1117 grãos produzidos. Como a espécie apresenta um número constante de 10 óvulos por flor, a proporção média de pólen/óvulo (p/o) de *G. jasminiflora* seria de 61,8, podendo variar de 15,9 a 111,7.

Para uma melhor análise desta proporção, os parâmetros máximo e mínimo foram feitos com base nas três proporções p/o maiores e nas três menores. Assim, encontramos para esta espécie $p/o = 109,2$ no limite superior, e $p/o = 21,3$ no limite inferior.

3.4.4. - TAXA DE ABORTO

Analisando o conteúdo da TABELA 6, verificamos que no início do desenvolvimento dos frutos (primeiros meses), há uma porcentagem de aborto, superior a 50%, em todos os tratamentos realizados. A maior taxa foi observada nos tratamentos controle com 96,85%, ao passo que a menor taxa ocorreu em frutos provenientes de polinização cruzada, com 52,42% de aborto. No final da frutificação verificamos um aumento nessas taxas, que agora são superiores a 65%. Porém, quando comparamos as duas taxas em cada experimento separadamente, verificamos que no intervalo dos primeiros meses até o fim da frutificação a menor diferença entre as taxas foi encontrada no tratamento controle, com um aumento de apenas 0,32% em relação à primeira porcentagem obtida. A maior

diferença foi encontrada nos frutos procedentes de geitonogamia, com 26% de aborto no período analisado.

TABELA 6. NÚMEROS TOTAIS DE FRUTOS FORMADOS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS DE ABORTO NOS DIFERENTES EXPERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO.

TRATAMENTO	NÚMERO TOTAL DE FLORES ANALISADAS	INÍCIO DA FRUTIFICAÇÃO		FIM DA FRUTIFICAÇÃO		DIFERENÇA ENTRE AS %
		NÚMERO TOTAL DE FRUTOS	% DE ABORTO	NÚMERO TOTAL DE FRUTOS	% DE ABORTO	
CONTROLE	318	10	96,85	09	97,17	0,32
AUTO-POLINIZAÇÃO	104	06	94,23	02	98,08	3,85
AGAMOSPERMIA	103	08	92,23	05	95,15	2,92
GEITONOGAMIA	100	38	62,0	12	88,0	26,0
XENOGAMIA	101	48	52,48	32	68,32	15,84

3.5. - FENOLOGIA

3.5.1. - CRESCIMENTO VEGETATIVO E FLORAÇÃO

O crescimento vegetativo em *G. jasminiflora* durante o ano é evidenciado por dois períodos (FIGURA 11). O primeiro, ocorre em maio, com a emissão de quatro e seis gemas foliares no ápice dos ramos e ao redor de eixos de inflorescências, que agora já apresentam frutos em início de desenvolvimento. Entre essas quatro a seis gemas, geralmente duas delas têm desenvolvimento mais

rápido que as demais. Ao atingirem cerca de 3 cm, já é possível visualizar a separação dos folíolos, porém o ápice com acúmen emarginado geralmente é visualizado em estádios posteriores. Este crescimento vegetativo é observado até fim de junho, quando a espécie entra em dormência vegetativa. O segundo período, ocorre em novembro, com a chegada das primeiras chuvas, e simultaneamente com as gemas foliares surgem as gemas florais. Este crescimento, no entanto, ocorre nos ramos com e sem gemas florais, e seu desenvolvimento é observado durante a formação das inflorescências.

Observou-se, também, que a espécie apresenta perda de folhas entre julho e início de agosto, que coincide com a estação mais seca e fria do ano.

A espécie floresce de fevereiro a abril, compreendendo parte do verão e outono, porém o pico da floração é atingido no início de março (FIGURA 11), quando então toda a população está em flor. A floração de *G. jasminiflora* é sincrônica a nível de população, apresentando uma discreta variação relativa ao número de dias para o início e término do período.

A emissão dos primórdios das inflorescências ocorre no início de novembro, coincidindo com a chegada das primeiras chuvas. Embora a emissão de todas as inflorescências seja sincrônica a nível de indivíduo, o desenvolvimento dos botões ocorre em tempos diferentes. Desta forma a abertura das flores dá-se gradativamente nas inflorescências, com o amadurecimento, primeiramente, dos botões basais.

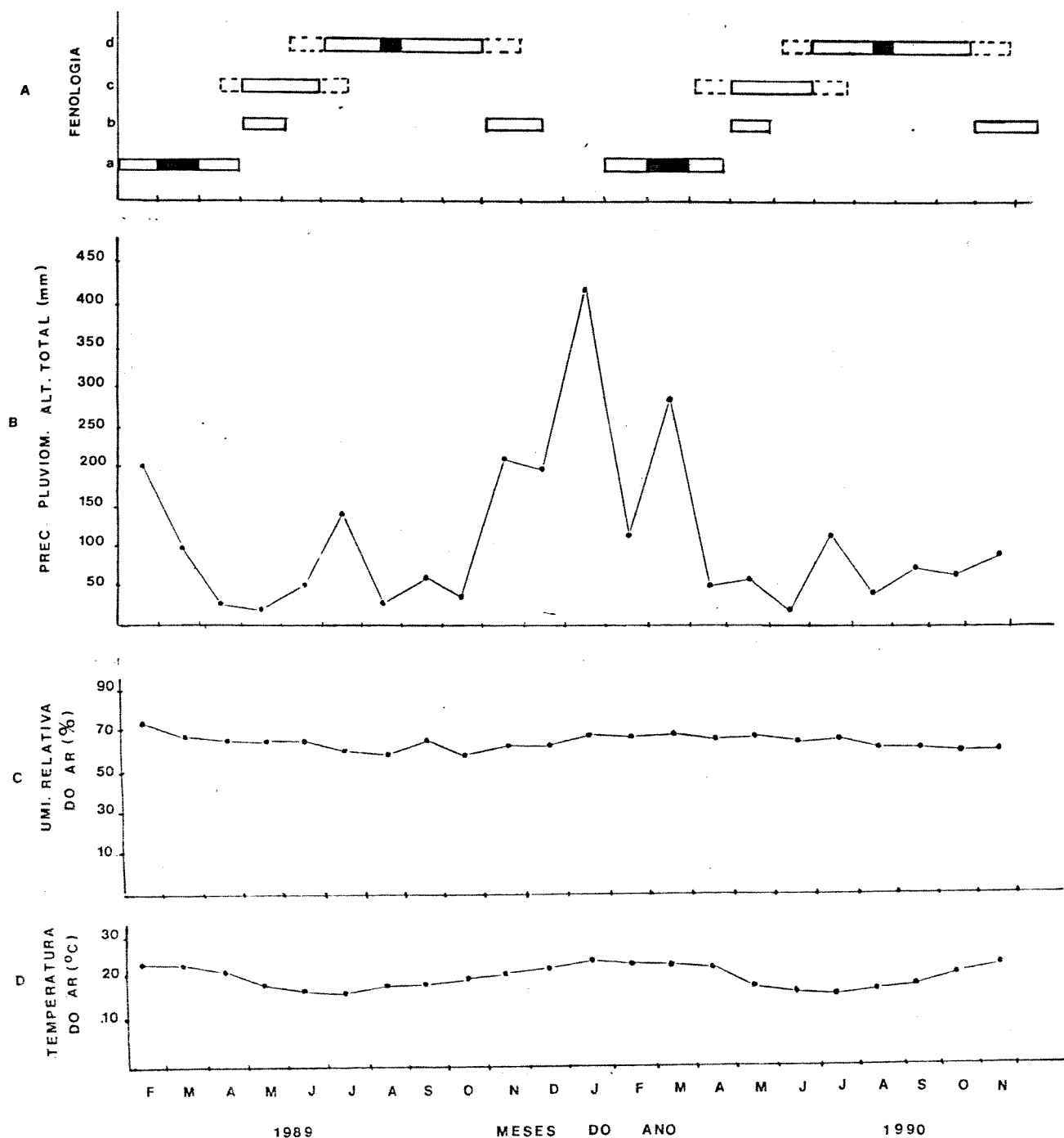


FIGURA 11. - A) FENOLOGIA DE *G. jasminiflora*: a - PERÍODO DE FLORACÃO, b - CRESCIMENTO VEGETATIVO, c - PERÍODO DE AMADURECIMENTO DOS FRUTOS, d - PERÍODO DA LIBERAÇÃO DAS SEMENTES. ÁREA EM PRETO - PICO DA PRODUÇÃO DE FLORES E DA LIBERAÇÃO DAS SEMENTES. ÁREA PONTILHADA - ANTECIPAÇÃO E PROLONGAMENTO DO PERÍODO DE AMADURECIMENTO DOS FRUTOS E DA LIBERAÇÃO DAS SEMENTES B, C E D) DADOS CLIMATOLÓGICOS.

O número de flores encontrado por inflorescência é muito variável, sendo de no mínimo 25 e no máximo de 250. Com isso, o tempo gasto na produção de flores de um inflorescência também varia e está diretamente relacionado com o número de flores existentes.

O ritmo diário de flores também varia, e assim pode-se encontrar diferentes números de flores na fase masculina e na fase feminina, em uma mesma inflorescência.

3.5.2. - FRUTO

O fruto de *G. jasminiflora* é uma cápsula loculicida, abrindo-se até a metade de cada carpídio lenhoso (FIGURA 12). A cápsula é formada por 5 carpídios e tem cor verde escura, podendo ou não adquirir a cor verde clara ou marrom, ao longo de seu desenvolvimento.



FIGURA 12. - DETALHE DE UM FRUTO ABERTO DE *G. jasminiflora* (2,5x).

O fruto leva cerca de quatro a cinco meses para alcançar sua maturação. Nos primeiros 20 dias, seu desenvolvimento é muito lento, não se observando mudanças externas. Após este período observa-se um crescimento no sentido longitudinal até que o fruto atinge cerca de 4mm de comprimento. A partir deste estágio o crescimento em diâmetro é mais acentuado, quando então há a ruptura do cálice.

O diâmetro e o comprimento dos frutos são muito variáveis, indo de 5 a 13mm e 5 a 10mm respectivamente. Contudo, de acordo com nossas observações, os frutos com 10 x 10mm são os mais frequentes entre os frutos analisados.

O número de sementes formadas por fruto também é variável, podendo ocorrer de uma a cinco sementes, mas somente uma por lóculo é formada. Os dados da TABELA 7 indicam que os frutos com 3 sementes são os mais frequentes (31,05%).

TABELA 7. NÚMERO DE SEMENTES FORMADAS POR FRUTO DE *G. jasminiflora*.

FRUTOS	NÚMERO DE FRUTOS ANALISADOS	%
com 1 semente	33	10,78
com 2 sementes	81	26,47
com 3 sementes	95	31,05
com 4 sementes	55	17,97
com 5 sementes	42	13,73
TOTAL	306	100,00

Também foi avaliado o número de frutos formado por inflorescência. Inflorescências com 1 até 20 frutos foram observadas, sendo que as que apresentam 2 frutos as mais frequentes.

Durante nosso período de observação uma grande formação de frutos com carpídios de crescimento desigual foi observada entre os diversos frutos analisados. Estes frutos, em sua maioria, não completam seu desenvolvimento, e podem entrar em processo degenerativo em diferentes fases do crescimento. Alguns frutos, no entanto, completam seu desenvolvimento, porém somente os carpídios com maior desenvolvimento é que se abrem e que contem sementes no seu interior. Os carpídios menores, por estarem atrofiados, geralmente não sofrem deiscência por não conterem sementes.

O início da liberação das sementes ocorre de julho a outubro, atingindo seu pico máximo em fins de agosto. A deiscência pode ocorrer ao longo do dia, entre 08:00 e 16:00 horas, expondo as sementes que estão parcialmente envoltas pelo endocarpo, que é um tecido resistente.

O mecanismo de dispersão ocorre por processos mecânicos; os carpídios, ao sofrerem deiscência, pressionam a base da semente, que está envolta pelo endocarpo. Este último, ao ser pressionado, funciona como uma "alavanca" lançando a semente a uma distância, que pode variar de poucos centímetros até 80 - 90 cm. O mecanismo de dispersão não é simultâneo para todas as sementes de um fruto, havendo uma sequência de dispersão, ou seja, uma semente é dispersa de cada vez.

3.5.3.- SEMENTES

As sementes de *G. jasminiflora* são obovado-oblongas, de cor marrom escura, com comprimento e largura variáveis (4)-5-(6)x(2)-3-(4) sendo aquelas com 5 x 3 mm mais frequentes.

O embrião é reto e constituído por um hipocótilo delgado cilíndrico, com cotilêdones foliáceos e planos.

Durante a coleta das sementes, observou-se que muitos frutos, bem como as sementes apresentavam pequenos furos na base o que provocou a análise mais detalhada dos mesmos. Assim, sete coletas entre julho e setembro de 1990 foram feitas em diferentes indivíduos e das 910 sementes coletadas, 708 (77,80%) apresentavam-se total ou parcialmente danificadas, e apenas 202 (22,20%) estavam intactas (TABELA 8). Em alguns frutos e sementes danificados observamos a presença de pequenas larvas que se alimentavam de todo o conteúdo da semente, deixando apenas os tecidos mais externos. Larvas foram coletadas e mantidas em observação na tentativa de identificação das mesmas, porém sem sucesso. As únicas informações obtidas são de que as larvas coletadas são de pequenos coleópteros que após se alimentarem das sementes, perfuram a base do fruto, deixando-o (João Vasconcellos, comunicação pessoal).

TABELA 8. ANÁLISE DE 7 COLETAS DE SEMENTES DE *G. jasminiflora* FEITAS ENTRE JULHO E SETEMBRO DE 1990.

COLETA	SEMENTES INTACTAS	SEMENTES DANIFICADAS	SUB-TOTAL
1	016	139	155
2	102	190	292
3	020	049	069
4	004	066	070
5	001	033	034
6	012	078	090
7	047	153	200
TOTAL	202	708	910
%	22,20	77,80	100,0

3.6. - GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS:

A ausência aparente de plântulas próximas aos indivíduos adultos observados, associada com a falta de literatura referente ao aspecto morfológico da germinação e desenvolvimento de plântulas de *G. jaminiflora*, nos levou a estudar estes aspectos em laboratório.

Através dos diversos ensaios de germinação realizados com as sementes intactas, verificou-se que estas só germinam quando colocadas a, aproximadamente, 2 cm da superfície da terra. Nos demais experimentos, apesar de se observar embebição, as sementes apodreciam após oito a dez dias.

Dentre as sementes analisadas, verificou-se que 80% do total eram viáveis, desenvolvendo plântulas. Os 20% restantes compreendem sementes totalmente inviáveis, que em alguns casos só possuíam o tegumento externo.

Durante a germinação, observou-se que por 13 dias as sementes aparentemente não sofrem alterações. A rachadura da testa se dá por volta do décimo quinto dia; decorridos 17 dias ocorre a emissão da radícula e, o início do desenvolvimento do hipocótilo é visualizado após 20 dias. A testa se mantém presa ao hipocótilo sob a forma de uma luva, com os cotilédones inclusos. À medida que o hipocótilo se desenvolve, a testa vai se deslocando para a extremidade até que se desprende, liberando os cotilédones (FIGURA 13). Esta passagem ocorre em torno de 30 dias, e após 40 dias, a plântula apresenta o primeiro par de folíolos.

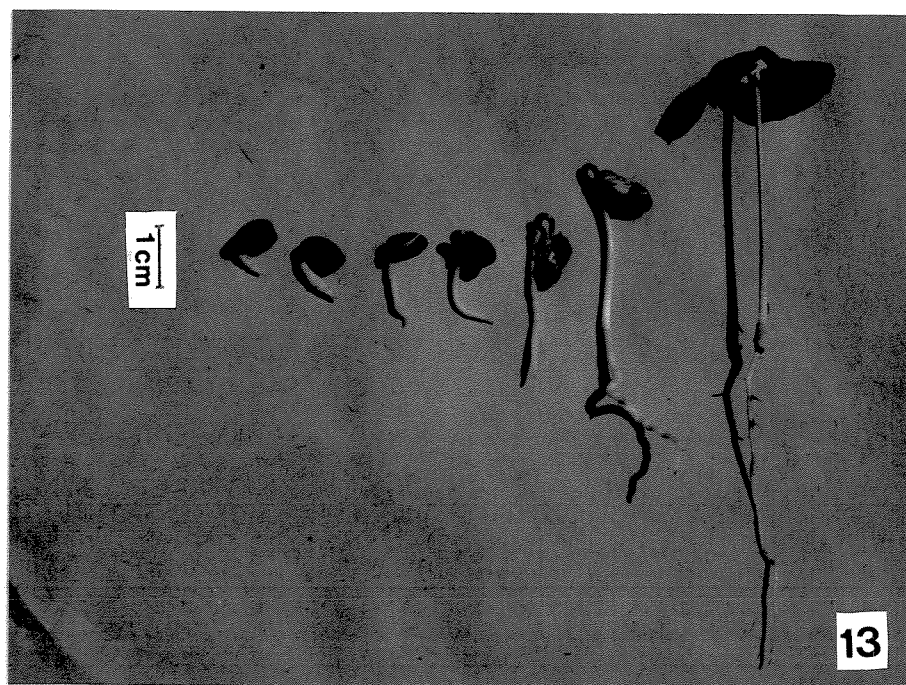


FIGURA 13. - SEQUÊNCIA DO PROCESSO DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *U. jasminiflora*.

4. - DISCUSSÃO

4.1. - MORFOLOGIA

Galipea jasminiflora apresenta características florais que se enquadram melhor no padrão geral das flores polinizadas por mariposas. Atributos florais como antese crepuscular, flores de cor branca, corola tubular e odor ligeiramente adocicado, são característicos da síndrome da falenofilia descrita por FAEGRI & van der PIJL (1976). Além disso, as inflorescências terminais, situadas na parte superior das copas, expõem as flores, facilitando o acesso dos visitantes. Esta característica foi observada por SILBERBAUER - GOTTSBERGER & GOTTSBERGER (1975) em espécies esfingófilas, cujas flores se apresentavam bem expostas, seja pela disposição terminal das mesmas ou pela queda parcial das folhas durante a floração. No entanto, este mesmo atributo também ocorre em diversas espécies que são polinizadas por morcegos (BAKER, 1961; van der PIJL, 1961; SAZIMA & SAZIMA, 1975; SAZIMA et al., 1982), o que indica que tal característica parece ser, de um modo geral, necessária em plantas polinizadas por agentes noturnos, não importando qual o agente.

Quanto ao padrão morfológico geral, as flores de *G. jasminiflora*, por apresentarem corola tubular com lobos reflexos e órgãos sexuais expostos, assemelham-se com o tipo de flor esfingófila hipocraterimorfa descrita por SILBERBAUER - GOTTSBERGER & GOTTSBERGER (1975), discordando apenas quanto ao comprimento do

tubo da corola, que é curto quando comparado com as espécies esfingófilas, tais como *Tocoyena* e *Hilia*.

O comprimento da corola, neste caso, está diretamente relacionado com o grupo de lepidópteros que cada espécie utiliza como polinizador. As flores de *G. jasminiflora*, com corola tubular relativamente curta (2 cm de comprimento), permitem que qualquer lepidóptero, com probóscide maior ou igual ao tamanho da corola, possa retirar o néctar. Assim, a espécie estabelece apenas um limite mínimo de comprimento para selecionar o grupo de visitantes, que podem ou não atuar como polinizadores. Já as flores longas e estreitas das espécies esfingófilas permitem que somente os esfingídeos, com suas longas probóscides, sejam capazes de coletar o néctar depositado na base da corola e, ao mesmo tempo, polinizar a flor. Segundo PERCIVAL (1969) é notável o paralelismo entre o comprimento do tubo e o comprimento da probóscide desses insetos, de modo que cada flor tem um polinizador cuja probóscide se adapta perfeitamente ao tamanho do tubo floral. Porém, o sucesso da polinização não depende somente desta relação, mas sim da posição das estruturas reprodutivas para facilitar o contacto destas com o corpo do visitante.

Os lobos reflexos da corola, que podem ser utilizados como plataforma de pouso, associados com a forma tubular da mesma, garantem que os lepidópteros que não tem o hábito de pairar ou adejar, também possam visitá-las. Neste grupo estariam incluídas as borboletas e hesperiídeos entre os visitantes diurnos, e mariposas das famílias Noctuidae, Pyralidae e Geometridae ("settling moths"), como os visitantes noturnos. De acordo com

OPLER (1983), plantas adaptadas à psicofilia ou falenofilia, apresentam características muito semelhantes, tais como comprimento da corola, biomassa floral e produção de néctar, com poucas diferenças entre si. Tal fato sugere que os dois grupos não são mutuamente exclusivos, e que as flores podem utilizar ambos como possíveis polinizadores. Tal estratégia parece estar sendo utilizada pelas flores de *G. jasminiflora*, e será discutida com detalhes posteriormente.

A cor esbranquiçada da corola das flores de *G. jasminiflora* concorda com o padrão geral descrito para a síndrome da falenofilia (van der PIJL, 1961; PERCIVAL, 1969; FAEGRI & van der PIJL, 1976), embora não seja um atributo imprecindível na atração dos visitantes. BAKER (1961) menciona visitas de esfingídeos às flores amareladas de *Oenothera hookeri* e flores rosadas de *Amaryllis belladonna*, confirmando que a cor branca, embora muito comum nas espécies falenófilas, não é essencial para a atração desses lepidópteros.

Outra característica muito comum entre as espécies falenófilas é a presença de odores adocidados (BAKER, 1961; van der PIJL, 1971; FAEGRI & van der PIJL, 1976; VOGEL, 1983). Nas flores de *G. jasminiflora*, estes estão presentes na forma de fragrâncias de intensidade moderada, levemente adocicados, semelhante ao odor de jasmim. A emissão do odor nesta espécie ocorre durante toda a duração da flor (fase masculina e fase feminina), não sendo verificadas diferenças significativas durante o dia e noite.

De acordo com os testes com vermelho neutro, os osmóforos, que são as estruturas responsáveis pela emissão desses

odores (VOGEL, 1983), estão presentes por toda corola e parte das estruturas reprodutivas de *G. jasminiflora*, funcionando como um atrativo à longa distância.

Segundo van der PIJL (1961), estes odores tipicamente adocicados parecem atuar diretamente sobre as mariposas, não tendo efeito como atrativo para os outros insetos. BRANTJES (1978) demonstrou, em seus experimentos com esfingídeos em cativeiro, que o odor é o estímulo que desencadeia o comportamento alimentar desses insetos, e que a coloração seria um estímulo secundário e inespecífico que atuaria numa etapa posterior na sequência do comportamento alimentar dos esfingídeos, como por exemplo, na orientação visual para a inserção da probóscide no tubo da corola.

A relação odor adocicado e falenofilia, deve ser considerada com algumas reservas pois, embora a maioria das flores pertencentes à esta síndrome apresentarem este tipo de odor, em outras espécies falenófilas têm sido relatada a presença de odores desagradáveis (PORSH, 1939; SILVA, 1983). Em outras espécies ainda, têm sido registradas variações temporais na emissão de odor (PORSH, 1939; FAEGRI & van der PIJL, 1976), que no início da antese é agradável, passando a desagradável ao longo da noite. Assim, de um modo geral, a presença de odor em espécies falenófilas é um importante mecanismo de atração e orientação dos visitantes, apesar das variações qualitativas e quantitativas destes odores em cada espécie.

4.2. - BIOLOGIA FLORAL

As flores de *G. jasminiflora* apresentam antese crepuscular, que é um dos principais requisitos da síndrome da falenofilia (BAKER, 1961; van der PIJL, 1961; PERCIVAL, 1969; FAEGRI & van der PIJL, 1976). Durante as observações de campo, verificamos que este processo não é sincrônico em todas as flores de um indivíduo, havendo também variações dentro da população. De um modo geral, verificamos que na maioria dos indivíduos a antese ocorria como era previsto, porém, em um pequeno número de flores, este processo teve início por volta das 19:00 horas ou até 20:00 horas. Tais variações estão relacionadas com fatores ambientais tais como, temperatura e umidade, que também atuam no processo de deiscência das anteras e da distensão do estilete nas flores de *G. jasminiflora*. Segundo PERCIVAL (1969), o horário da antese de uma flor é determinado não só por estes fatores, mas também por fatores endógenos, podendo ser encontrada uma grande diversidade de padrões. Variações semelhantes no horário da antese foram descritas para plantas esfingófilas, como *Cereus peruvianus* (SILVA, 1983) e para espécies quiropterófilas do gênero *Lafoensia* (SAZIMA & SAZIMA, 1975).

Comparando o horário da antese com o horário da visita dos lepidópteros noturnos, observamos que o atraso na abertura das flores seria desvantajoso para a planta, uma vez que o pico de visitas ocorre entre 19:00 e 20:00 horas. Assim, essas flores seriam pouco visitadas durante a noite, mas por outro lado poderiam ser visitadas durante o dia. Desta forma, a planta compensaria

este atraso, atraindo visitantes diurnos que então podem substituir o(s) polinizador(es) noturno(s).

Analisando a sequência de eventos que ocorrem durante a antese, as flores de *G. jasminiflora* apresentam uma fase masculina, definida pelo posicionamento dos estames expostos em frente ao lobo da corola que permanece ereto, e uma fase feminina, quando então o estigma é que se encontra na posição anteriormente ocupada pelos estames, que neste momento já caíram. Esta situação pareceu a primeira vista, caracterizar uma dicogamia; entretanto, verificou-se que o estigma já se encontrava receptivo no momento em que as anteras iniciam a liberação do pólen. O que ocorre é que na fase masculina, o estigma ainda está totalmente incluído no tubo da corola, distante espacialmente das anteras e, além disso, o anel de estaminódios forma uma barreira, prevenindo que grãos de pólen que por ventura caíam das anteras entrem em contato com o estigma. Assim, com este mecanismo *G. jasminiflora* previne que a autopolinização ocorra, podendo na realidade ser considerada como uma espécie hercogâmica. Esta condição de hercogamia atua como um mecanismo que previne a autogamia (FAEGRI & van der PIJL, 1976), e consequentemente favorece a alogamia.

Estames e estigmas em posição proeminente na entrada do tubo da corola de *G. jasminiflora* facilitam o contacto desses órgãos com o corpo dos lepidópteros, durante as visitas. Além disso, a disposição dos estames e anteras, favorece a deposição do pólen sobre a região anterior do inseto, principalmente na cabeça e na superfície dorsal do tórax (nototribia). A deposição do pólen em locais específicos do polinizador, principalmente na região

anterior, é vantajosa para a planta que apresenta apenas dois estames férteis, pois assim ela não desperdiçaria muito pólen, espalhando-o por todo o corpo do animal, e ao mesmo tempo garantindo o transporte do mesmo, uma vez que estes estão localizados em regiões de difícil acesso durante as atividades de asseio corporal do animal. Assim, a redução no número de estames, que diminuiria a produção de grãos de pólen, é compensada pela deposição desses grãos em locais específicos do agente, garantindo a polinização. Tal estratégia também foi observada em plantas quironpterófilas (SAZIMA & SAZIMA, 1978; SAZIMA et al, 1982).

4.2.1. - PÓLEN

Os grãos de pólen de *G. jasminiflora* se apresentam expostos nas anteras, fora do tubo da corola, após a antese da flor. Tal localização facilita que os visitantes entrem em contacto, com os grãos, realizando a polinização. Nesta espécie, os grãos são produzidos em quantidades variáveis dentro da população, sendo de no mínimo 159 e no máximo 1.117. Esta variação no número de grãos produzidos, associada com a presença de anteras totalmente vazias em algumas flores, indicam que dentro da inflorescência estas flores seriam funcionalmente femininas ou então atuariam apenas como estímulo visual na atração dos visitantes.

Os dados obtidos com os testes de viabilidade mostram que apesar da alta percentagem média de 82,68 grãos viáveis encontrada para a população, esta viabilidade também variou entre

48,8 a 96,6%. Estes dados vêm reforçar a hipótese de que em algumas flores da população, a produção de pólen viável é pequena.

Segundo FAEGRI & van der PIJL (1976) e PERCIVAL (1969) é atribuído ao pólen na maioria das plantas duas funções: micrósporos e recompensa aos visitantes. Em *G. jasminiflora*, os grãos de pólen desempenham ambas as funções, porém com maior ênfase na participação no processo de fecundação. Quanto à atribuição de recompensa floral, estes grãos são assim utilizados por um pequeno grupo dentre os visitantes das flores, destacando-se alguns noctuídeos entre os lepidópteros noturnos, e himenópteros (*Apis mellifera*) e dípteros (espécie indeterminada) entre os diurnos.

4.2.2. - NÉCTAR

A produção do néctar em flores de *G. jasminiflora* é muito pequena, e por este motivo não foi possível quantificar o volume. Porém, esta produção ocorre ao longo de toda duração da flor, ou seja, por aproximadamente 48 horas. A apresentação de néctar em pequenas quantidades e por um longo período, pode condicionar os visitantes a realizarem várias visitas a várias flores para satisfazerem suas necessidades energéticas (CRUDEN et al., 1976). Assim a planta, por meio deste artifício, garantiria a maior possibilidade da ocorrência de polinização. CRUDEN (1976) sugere que a baixa produção de néctar é uma adaptação para maximizar a produção de frutos, uma vez que esta estratégia obriga o polinizador a visitar um grande número de flores. Assim, a

fecundidade também é maximizada porque as primeiras visitas às flores resultariam em um maior grupo de sementes que as visitas subsequentes.

O fornecimento de pouco néctar, discorda da síndrome da falenofilia (FAEGRI & van der PIJL, 1976; VOGEL, 1983) que se caracteriza por apresentar quantidades de néctar superiores às encontradas para flores melitófilas e psicófilas, e inferiores às encontradas em flores ornitófilas e quiropterófilas. Em espécies esfingófilas, também foram observadas pequenas produções de néctar (SILVA, 1983), sendo o mesmo fato registrado em espécies quiropterófilas (SAZIMA & SAZIMA, 1978; SAZIMA et al., 1982), o que mostra que a quantidade de néctar produzida pode ser variável dentro das síndromes.

VOGEL (1983) faz uma correlação entre o tamanho das flores e a quantidade de néctar produzido. Segundo este mesmo autor, flores grandes apresentam nectários volumosos, que geralmente produzem mais néctar que as flores pequenas. Porém, como as flores pequenas frequentemente são relativamente numerosas, a produção total de néctar por indivíduo é praticamente igual a aquelas espécies com poucas flores grandes.

A concentração de açúcares no néctar de *G. jasminiflora* variou entre 21,4 e 24,7%, e aproxima-se dos valores obtidos para flores falenófilas (PERCIVAL, 1969; HEINRICH, 1975; CRUDEN, 1976). BAKER (1970) analisando a concentração de açúcares do néctar de 11 espécies falenófilas, verificou que esta concentração variava de 17 a 40%. PYKE & WASER (1981), resumindo os dados de vários autores,

encontraram um valor médio de 22,1% em 36 espécies de flores esfingófilas.

A influência de alguns fatores ambientais na produção e concentração do néctar em relação à estrutura da flor vem sendo discutida por vários autores (PERCIVAL, 1969; FAEGRI & van der PIJL, 1976; HEINRICH, 1975; VOGEL, 1983). Segundo estes autores, a variação no volume e concentração do néctar é causada, em parte, por condições ambientais (umidade do ar, temperatura, chuva, etc.) que promoveriam uma dessecação ou diluição desta substância. Assim, flores com câmaras nectaríferas rasas, exporiam o néctar mais facilmente a estes fatores do que as flores com câmaras nectaríferas tubulosas e estreitas, como as de *G. jasminiflora*. Este fato pode ser facilmente comprovado quando comparamos flores tubulosas, polinizadas por borboletas e pássaros, cujo néctar é geralmente diluído (5 a 25%), com flores melitófilas, que frequentemente apresentam concentrações iguais ou superiores a 50%.

Assim, ao analisar o néctar e sua concentração, tem-se que levar sempre em conta as possíveis variações ou alterações que esta substância pode apresentar.

4.2.3. - INDICADORES INDIRETOS DE ATRAÇÃO

De acordo com os testes de detecção de pigmentos em flores de *G. jasminiflora*, verificamos que os tecidos da corola são ricos em flavonóis, que lhes conferem a cor branca. De um modo geral, os flavonóis e os glicosídeos de flavonóis variam de incolores a laranja intenso. Devido ao grande conjunto de

flavonóis presentes nas flores a cor destas está relacionada com a concentração, tipo, número e posição de cada flavonol aí presente (VOGEL, 1983).

Os testes de absorção de ultra-violeta (u.v.) pela flor, indicaram que somente a corola absorve este comprimento de onda. VOGEL (1983) atribui aos flavonóis e alguns outros pigmentos ("2 aurones" e "Chalcones") a responsabilidade pela forte absorção de u.v. em muitas flores. Como somente flavonóis foram encontrados na corola de *G. jasminiflora*, é evidente que nesta espécie este pigmento seja o responsável por esta absorção. Segundo este mesmo autor, a contribuição do u.v. atua multiplicando o número de nuances visíveis para os insetos sensíveis a este tipo de marcação. Assim, a presença de absorventes u.v. nas flores, aparecem "u.v.-Negativo" para o inseto, e em contraste com as partes que refletem este comprimento de onda, dão à flor um aspecto chamativo, que funciona como um atrativo à curta distância. Esta relação entre a marcação u.v. e a atração de visitantes, tem sido observada com maior frequência em flores polinizadas por abelhas (LINDAUER, 1967; HOROVITZ & COHEN, 1972). Entre os lepidópteros, a sensibilidade ao ultra-violeta tem sido demonstrada somente para espécies da família Pieridae (EISNER et al., 1969).

4.3. - VISITANTES

Analisando a FIGURA 5, observamos que as flores de *G. jasminiflora*, apesar de apresentarem antese crepuscular, são mais frequentemente visitadas durante o dia do que a noite. Este fato

está diretamente relacionado com a produção contínua de néctar, e mesmo com a liberação de odores, que atuariam como um forte atrativo não só para os visitantes noturnos, mas também para os diurnos. Com base nas TABELAS 2, 3 e 4, verificamos que os lepidópteros são o grupo mais representativo de visitantes das flores de *G. jasminiflora*. Assim, de acordo com estes dados, podemos inferir que as borboletas e mariposas apresentam importância relativa no processo de polinização, podendo atuar como polinizadores efetivos e/ou ocasionais.

Segundo WIKLUND et al. (1979), a maioria das borboletas são potencialmente fracos polinizadores, que estão mais adaptados a pilhar néctar do que atuar como polinizadores. Este fato é confirmado posteriormente por OPLER (1983), que registrou aproximadamente 400 espécies de borboletas, pertencentes a sete famílias, que somente se alimentam de néctar floral, não agindo como polinizadoras. JENNERSTEN (1984), analisando várias espécies e seus polinizadores encontrou que entre 101 espécies vegetais estudadas, somente duas eram psicófilas.

Com relação aos lepidópteros noturnos, a família Sphingidae é o grupo de polinizadores mais eficiente citado em literatura (BAKER, 1961; PROCTOR & YEO, 1975; FAEGRI & van der PIJL, 1976). As demais famílias de mariposas geralmente são citadas como visitantes das flores (PROCTOR & YEO, 1975; FAEGRI & van der PIJL, 1976; OPLER, 1983), sendo raros os registros destas espécies como polinizadoras. WILLIS & BURKILL (1895; 1903a, b; 1908) registraram cerca de 40 mariposas em visita a várias espécies vegetais. Dentre estas espécies de lepidópteros, a família

Agrotidae (= Noctuidae) foi a mais representativa, seguida da família Geometridae, com poucos representantes. Segundo OPLER (1983), apesar dos visitantes noturnos terem sido pouco estudados esta categoria de visitantes compreende cerca de 300 mariposas pertencentes principalmente às famílias Noctuidae e Pyralidae. Estes dados concordam com as nossas observações, pois o maior número de lepidópteros noturnos registrados visitando flores de *G. jasminiflora*, pertence à família Noctuidae (com 5 espécies), sendo seguida pelas famílias Pyralidae e Geometridae.

Analisando as frequências de visitas obtidas (FIGURA 5) verificamos que ao longo do dia ocorreram dois picos de visitas, sendo um deles no período da manhã entre 09:00 e 10:00 horas, e o outro na parte da tarde, entre 13:00 e 14:00 horas. No período noturno, observamos que a maior frequência ocorreu no início da noite, entre 19:00 e 20:00 horas. De um modo geral, esses dados nos revelam que os picos de visitas diurnos e noturnos coincidem com os períodos mais quentes da manhã, da tarde e da noite. Assim, a atividade dos lepidópteros estaria associada com fatores climáticos como temperatura e umidade, que também regulam a antese da flor. Estes dados concordam com as observações feitas por YOUNG (1972) com esfingídeos, onde o autor registra que a maioria dos estudos sobre abundância destes insetos em armadilhas luminosas, indicam um máximo de abundância ao longo da noite.

O comportamento, frequência e horário de visita e suas possíveis correlações com fatores ambientais serão discutidos a seguir para cada grupo separadamente.

4.3.1. - VISITANTES DIURNOS

4.3.1.1. - LEPIDÓPTEROS

Embora as flores de *G. jasminiflora* não apresentem coloração típica das espécies psicófilas, durante nossas observações, os lepidópteros foram os mais abundantes quanto ao número de espécies (10), bem como quanto à frequência de visitas (70,19% do total). Este fato seria decorrente da produção contínua de néctar e sua concentração em torno de 20%, fatores que atuariam como fortes atrativo para esses insetos. A presença dos lobos rebatidos da corola, que funcionam como plataforma de pouso, permite que as borboletas, que não têm capacidade de adejar, visitem as flores de *G. jasminiflora*. Um outro fator de atração para estes insetos seria a absorção de ultra-violeta pela flor que também funcionaria como um atrativo a curta distância, principalmente nas espécies pertencentes à família Pieridae, no nosso caso *Phoebis argante*.

Com relação ao horário de visitas, este variou de espécie para espécie, porém de modo geral as flores de *G. jasminiflora* foram visitadas entre 07:00 e 17:30 horas. Segundo OPLER (1983) a maioria das borboletas observadas em visitas às flores nativas de Guanacaste (Costa Rica), se alimentavam de néctar entre 08:00 e 15:00 horas, começando esta atividade mais tarde e terminando mais cedo que os outros nectarívoros diurnos. Comparando estes dados com os nossos resultados, verificamos que as espécies da família Papilionidae tem seus períodos de atividades

mais restritos que o sugerido, estando ativa por apenas cinco horas, enquanto as demais são ativas praticamente ao longo de todo o período, excedendo em aproximadamente duas horas o limite máximo estabelecido para o grupo. Cabe aqui ressaltar que, como se tratam de locais e ambientes diferentes, fatores climáticos com temperatura elevadas e baixa umidade provavelmente tenham influenciado o comportamento desses lepidópteros, no nosso caso, aumentando o período de atividade dos mesmos. Tal fato tem sido mais estudado entre mariposas, principalmente esfingídeos, e será posteriormente abordado com maiores detalhes.

O comportamento de visita apresentado pelos lepidópteros é de um modo geral, muito semelhante entre as espécies observadas, porém com poucas variações, geralmente relacionadas com a postura e posição das asas durante a visita. Dentre as 10 espécies, *Horvina fissimacula* é a única que mantém as asas abertas durante as visitas. Já as espécies da família Papilionide, devido ao seu grande tamanho, não conseguem pousar adequadamente na corola de *G. jasminiflora* e conseqüentemente mantem as asas sempre em movimento para manter o equilíbrio.

Com base no comportamento descrito para esses insetos, e na frequência de visitas observadas, a borboleta *Astraptes fulgerator* pode ser considerada como polinizador porque é a única que toca os órgãos reprodutivos das flores de *G. jasminiflora*. As demais espécies, em conseqüência do comportamento apresentado, são consideradas pilhadoras de néctar. As espécies da família Papilionidae, devido ao seu grande tamanho em relação à flor, podem eventualmente tocar os órgãos sexuais, sendo aqui consideradas como

polinizadoras ocasionais. Assim, entre as 10 espécies de borboletas observadas, apenas uma apresenta características morfológicas e comportamentais adequadas às flores de *G. jasminiflora*, o que vem reforçar os dados de WIKLUND (1979), citados anteriormente, de que as borboletas são fracos polinizadores e que estão mais adaptadas a pilhar néctar.

4.3.1.2. - Dípteros

As duas espécies de dípteros observadas em visita às flores de *G. jasminiflora* apresentaram comportamento característico e muito semelhante. Ambas visitaram somente flores na fase masculina, se alimentando do pólen exposto pelas anteras. BRANTJES & LEEMANS (1976) estudando *Silene otites*, observaram que além das mariposas, o díptero *Culex* sp. era um visitante muito frequente, que além de se alimentar, carregava grãos de pólen, ao visitar flores femininas desta espécie.

Analisando a frequência de visitas, verificamos que o califorídeo, não indentificado, apresentou uma porcentagem de visita relativamente alta (igual a maior frequência entre as borboletas), quando comparada com os demais visitantes diurnos. Tal frequência está diretamente associada com características florais de *G. jasminiflora*, tais como cor branca da corola, odor presente e pólen acessível, que funcionam como um forte atrativo aos dípteros.

De um modo geral, a literatura cita que estes insetos discriminam algumas cores, e tendem a visitar flores brancas,

rosas, amarelas e verdes, com uma maior preferência às amarelas (PROCTOR E YEO, 1975; FAEGRI & van der PIJL, 1976). O odor é outra característica que está sempre presente nas flores visitadas por dípteros, agindo como um atrativo a curta distância para estes insetos. PROCTOR & YEO (1975) citam vários trabalhos onde órgãos olfativos e sensitivos presentes nas antenas destes dípteros seriam as principais estruturas usadas na percepção dos odores.

Assim, baseado em seus comportamentos, podemos concluir que estes dípteros são pilhadores de pólen de *G. jasminiflora*, que serve como uma fonte de proteínas à estes insetos.

4.3.1.3. - HYMENÓPTEROS

Raros foram os registros de hymenópteros em visita às flores de *G. jasminiflora*. Somente a abelha *Apis mellifera* foi observada realizando quatro visitas, o que corresponde a 3,85% do total de visitas.

Quanto ao comportamento, esta abelha, assim como os dípteros, também visitou somente flores que estavam na fase masculina, de onde coletava pólen. Aqui, das características florais de *G. jasminiflora*, a absorção de ultra-violeta pela flor talvez tenha sido o principal atrativo para estas abelhas, que são sensíveis a este comprimento de onda (LINDAUER, 1967; HOROVITZ & COHEN, 1972). O contraste da corola que absorve u.v., com as anteras, que não absorvem este comprimento de onda, dariam à flor um aspecto chamativo, sinalizando para os insetos sensíveis ao

u.v., a posição e a localização das anteras e dos grãos de pólen, atuando como um guia.

Deste modo, *A. mellifera*, que tem como recompensa floral o pólen, visita somente as flores masculinas, sendo então considerada pilhadora.

4.3.2. - VISITANTES NOTURNOS

4.3.2.1. - GEOMETRÍDEOS

Na área de estudo, as visitas dos geometrídeos às flores de *G. jasminiflora* foram registradas entre 19:00 e 20:00 horas, não sendo observada nenhuma outra visita fora deste horário.

Durante nossas observações, verificamos que este período seria o mais quente da noite, sendo que após as 20:30 horas, aproximadamente, com a ocorrência de brisas leves, a temperatura começa a cair. Deste modo, a atividade dos geometrídeos parece estar relacionada com temperaturas e ventos. CRUDEN et al. (1976) verificaram que a atividade de forrageamento entre as mariposas está diretamente relacionada com fatores ambientais, principalmente temperatura. Neste trabalho, os autores relatam que o maior número de mariposas ativas foi observado em temperaturas iguais ou superiores a 15°C, sendo que nenhuma atividade destes insetos foi verificada a 10°C. Os autores também fazem uma correlação entre o comprimento do período de atividade das mariposas com a temperatura. Assim, em ambientes com mais de 15°C, esses lepidópteros apresentavam de três a seis horas de

atividade, enquanto que, em localidades com 9 a 11°C, esta atividade era reduzida para uma a duas horas.

Comparando esses dados com o comportamento dos geometrídeos observados, podemos verificar que o período de atividade destes insetos também está relacionado com a temperatura ambiente. Segundo LINHART & MENDENHALL (1977) a atividade das mariposas está diretamente relacionada com a dispersão ou transporte de pólen. Neste trabalho os autores observaram que a dispersão do pólen é muito maior em noites claras quando também as mariposas são mais ativas do que em noites encobertas.

O vento é outro fator tido como prejudicial à atividade dos lepidópteros porém, em nossas observações, os geometrídeos nos pareceram ser muito mais sensíveis à queda de temperatura pela ocorrência de brisas, do que pela interferência exclusiva deste fator diretamente em seu comportamento. Vários trabalhos (HEINRICH, 1971; FORSDYKE, 1975; BRANTJES, 1981) no entanto, relatam que os ventos podem prejudicar o comportamento alimentar de esfingídeos, pelo aumento da perda de água por evaporação. Como esses insetos necessitam manter uma temperatura elevada durante o voo, sob condições de baixa umidade relativa do ar e ventos fortes, a perda de água seria maior, reduzindo a temperatura corporal e alterando o balanço energético. Com relação aos geometrídeos, nenhum estudo neste sentido tem sido relatado.

Com relação ao comportamento de visita, estes lepidópteros estão morfológicamente adaptados às condições de *G. jasminiflora*. O comprimento da probóscide é quase o mesmo do tubo floral, e a realização de curtos deslocamentos para frente e para

trás, permite que os geometrídeos possam coletar néctar em toda extensão da câmara nectarífera, ao mesmo tempo que tocam nas anteras e no estigma da flor. O comportamento apresentado por esses insetos, visitando todas as flores de uma inflorescência, está diretamente associado com o oferecimento de pouco néctar por flor. Assim, os geometrídeos necessitam visitar muitas flores para satisfazer suas necessidades energéticas, e ao mesmo tempo, promovem a polinização cruzada das flores, que por apresentarem uma fase masculina, seguida de uma fase feminina, impedem que a autopolinização ocorra. Deste modo, os aspectos energéticos da polinização influenciam não só no padrão comportamental do polinizador como também no próprio sistema de reprodução.

O fato dos geometrídeos visitarem isoladamente uma inflorescência, uma única vez ao longo da noite, sugere que esses lepidópteros apresentam uma rota de visita e conseqüentemente uma rota alimentar, muito bem conhecida como linhas-de-captura. Este tipo de rota alimentar já é bem conhecido entre os visitantes noturnos como os esfingídeos (JANZEN, 1971; BAKER, 1973; LINHART & MENDENHALL, 1977), e também entre os morcegos (SAZIMA & SAZIMA, 1975; SAZIMA et al., 1982).

Em relação aos outros visitantes noturnos das flores de *G. jasminiflora* descritos a seguir, os geometrídeos são considerados os polinizadores noturnos mais eficientes por apresentarem comportamento e tamanho (diâmetro torácico) adequado para a dispersão do pólen e conseqüentemente polinização.

Contudo, os dados sobre o horário de visitas desta espécie reduziriam em aproximadamente uma hora as possibilidades de

polinização, o que seria desvantajoso para *G. jasminiflora*, cujas flores podem sofrer um atraso na antese. BAKER (1961) considera que a dependência completa de mariposas como polinizadoras em regiões onde as noites de verão podem ser frias, a atividade desses insetos seria menor e conseqüentemente poucas flores seriam visitadas. Deste modo, as espécies falenófilas desenvolveriam outros mecanismos para compensar esses riscos, tais como reprodução vegetativa, duração prolongada do período de floração, produção de grande quantidade de flores e produção de numerosas sementes por frutos. Em *G. jasminiflora* tais mecanismos são encontrados, com exceção feita ao último item. Além disso, o fato das flores desta espécie serem bem visitadas ao longo do dia por borboletas, sugere que *G. jasminiflora*, na ausência de polinizadores noturnos, utiliza também as borboletas diurnas para garantir sua polinização. Assim, *G. jasminiflora* poderia ser considerada como uma planta de sistema combinado de polinização.

4.3.2.2. - PIRALÍDEOS

Os piralídeos observados em visita às flores de *G. jasminiflora*, pelo seu pequeno tamanho (diâmetro torácico) e comportamento apresentado, são inadequados à polinização desta espécie. Com base nos dados referentes ao horário de visitas, verificamos que essas também ocorrem no período mais quente da noite, o que sugere que a atividade dos mesmos também esteja relacionada com fatores ambientais.

Durante nossas observações poucas visitas (8,33%) das duas espécies de piralídeos foram registradas, sendo apenas duas ou três flores visitadas por inflorescências. Com relação ao comportamento de visita, essas espécies apresentaram um padrão comportamental semelhante ao dos geometrídeos. Devido ao seu pequeno tamanho, esses piralídeos não tocaram as anteras e o estigma. Assim, com base no comportamento e tamanho apresentados, estes lepidópteros são considerados como pilhadores de néctar das flores de *G. jasminiflora*. Em literatura, além dos trabalhos já citados anteriormente, o único registro da família como visitante refere-se ao gênero *Pyrausta*, como sendo um dos visitantes mais frequentes em flores nativas da Escócia (WILLIS & BURKILL, 1895; 1903a, b; 1908).

4.3.2.3. - NOCTUÍDEOS

Entre os visitantes noturnos os noctuídeos foram os que apresentaram a maior porcentagem de visitas (75%), o maior número de espécies e o períodos mais longos de atividade.

Analisando o grupo de Noctuídeos de maior diâmetro corporal, verificamos que estes insetos iniciam suas visitas no período mais quente da noite, estendendo-se até às 23:00 horas, quando as brisas e ventos se tornam mais frequentes. Para estes noctuídeos, o fator vento, seria prejudicial à suas atividades, e que associado com a queda de temperatura, limitaria a movimentação desses lepidópteros.

Com relação ao comportamento de visita, estas espécies apresentaram um padrão comportamental semelhante aos demais, porém devido ao seu pequeno diâmetro torácico em relação à flor, não tocam os órgãos reprodutivos de *G. jasminiflora* durante a visita. Desta forma, estes noctuídeos não estão morfologicamente adaptados às flores destas espécies, sendo então considerados como pilhadores de néctar.

O outro grupo de noctuídeos, ao contrário do primeiro, inicia suas visitas em torno das 24:00 horas, indo até as 05:30 horas. Para estas espécies, o vento parece não ser prejudicial em suas atividades, mais sim benéfico. De acordo com o comportamento por elas apresentado, verificamos que estas espécies se alimentam não só do néctar, como também do pólen que caiu nos lobos da corola pela ação do vento ou pelo movimento dos outros visitantes. Devido ao seu pequeno tamanho em relação a flor e às condições de pouca iluminação no campo, não foi possível visualizar maiores detalhes deste tipo de coleta de pólen. De acordo com FAEGRI & van der PIJL (1976), os noctuídeos, por não terem a capacidade de pairar como os esfingídeos e outros lepidópteros, usam as patas para pousar na flor, e com o auxílio das mesmas, podem coletar pólen. Assim, estas espécies são classificadas como pilhadoras de néctar e pólen das flores de *G. jasminiflora*.

4.4. - SISTEMA DE REPRODUÇÃO

Galipea jasminiflora é uma espécie que se reproduz predominantemente por xenogamia, isto é, o maior número de frutos é

obtido quando uma flor recebe pólen da flor de outra planta. No entanto, os dados obtidos nos experimentos de geitonogamia e auto-polinização espontânea, indicam que esta espécie é autocompatível, e que a baixa taxa obtida neste último experimento é consequência da separação espacial entre as estruturas reprodutivas.

Vários autores (STEBBINS, 1950; PERCIVAL, 1969; BAWA, 1974; PROCTOR & YEO, 1975; SOLBRIG, 1976; WILLSON, 1983; RICHARDS, 1986) tem discutido as vantagens da alogamia, que permite às plantas maiores possibilidades de recombinação, mantendo a variabilidade genética através da heterozigose e, consequentemente fornecendo o máximo de flexibilidade para a população. Contudo, esses mesmos autores ressaltam que a presença de autocompatibilidade é vantajosa para as espécies, pois favorece o aumento da aptidão individual e aumenta, assim a possibilidade de sucesso reprodutivo.

Segundo o método de indicadores para sistemas de reprodução de CRUDEN (1977), *G. jasminiflora* receberia um OCI ("outcrossing index") de valor 3, indicando xenogamia facultativa. Segundo o mesmo autor, plantas com este OCI geralmente são autocompatíveis, e que na maioria delas requerem um polinizador, confirmando os dados obtidos com os experimentos de polinização.

A formação de frutos apomíticos em *G. jasminiflora*, a partir de flores emasculadas e ensacadas sugerem que, nesta espécie, o desenvolvimento embrionário é automático, não necessitando de nenhum estímulo para completar seu desenvolvimento. Cabe ressaltar aqui que, em vista de tal comportamento, os dados referentes à auto-polinização espontânea podem ser interpretados

como possível ocorrência de agamospermia, uma vez que a separação espacial entre as estruturas reprodutivas bem como a barreira formada pelo anel de estaminódios, previnem que a polinização ocorra.

Segundo GRANT (1971) a agamospermia é encontrada com certa frequência nas plantas superiores e, em muitos casos, a polinização é necessária para estimular o desenvolvimento de embriões apomíticos (pseudogamia). STEBBINS (1950) ressalta que, na maioria das espécies pseudogâmicas, o desenvolvimento embrionário é automático, mas o endosperma só se desenvolve se for fertilizado. Na família Rutaceae, a agamospermia tem sido estudada no gênero *Citrus*, cujas flores necessitam de um estímulo (polinização) para iniciar a formação de embriões apomíticos (CAMERON & SOOST, 1969). Assim, com base nos resultados obtidos e os dados disponíveis em literatura, a possibilidade da ocorrência de pseudogamia em *G. jasminiflora* não pode ser descartada, sendo necessários maiores estudos para tal confirmação.

Com relação aos resultados obtidos em condições naturais (controle), observamos que uma pequena quantidade de frutos de *G. jasminiflora* é produzida em relação ao número de flores existentes. Segundo CRUDEN (1976) o número de frutos produzidos numa dada planta é, de modo geral, uma função do número de flores visitadas pelos polinizadores. Deste modo, a produção de frutos de *G. jasminiflora* estaria diretamente relacionada com o período de atividade e comportamento dos geometrídeos. Assim, os fatores ambientais que interferem no comportamento destes insetos, discutidos anteriormente, diminuiriam o número de flores por eles

visitadas e, conseqüentemente, afetariam a produção de frutos nos indivíduos estudados. Porém, nos experimentos de polinização realizados, observamos que pequena porcentagem dos frutos completam sua maturação, indicando que outros fatores podem estar associados a este fato.

Com base nas observações do crescimento do tubo polínico, verificamos que em *G. jasminiflora* não ocorrem reações de incompatibilidade a nível de estigma e estilete. Porém, o crescimento mais lento, os tubos polínicos de flores autopolinizadas indicam que, em caso de competição estes seriam os "últimos" a atingirem o ovário. Nesta espécie possivelmente ocorreu também a seleção do tubo polínico a nível de ovário, que pode acontecer antes ou após a fertilização. Os dados obtidos com as taxas de aborto entre geitonogamia e xenogamia vêm reforçar tal hipótese, porém estudos mais detalhados neste sentido são necessários. Evidências citológicas de aborto de óvulos pós-fertilizados já foram registradas para *Medicago sativa* e alguns outros legumes (BRINK & COOPER, 1947; LINCK, 1961), porém detalhes sobre a forma de rejeição e controle genético são ainda desconhecidos.

A proporção pólen/óvulo encontrada para *G. jasminiflora* ($x = 61,8$) pode ser atribuída à redução no número de estames férteis de sete para somente dois. Tal fato, estaria associado às adaptações flor/polinizador, promovendo um transporte mais eficiente do pólen, garantindo o sucesso reprodutivo.

Segundo CRUDEN (1977) a quantidade de pólen por óvulo é considerada suficiente quando esta não reduz a fecundidade. 0

mesmo autor ressalta que 2 a 7 grãos por óvulo no estigma são suficientes para maximizar a formação de sementes em *Mirabilis jalapa*, *Viola nephrophylla* e *Triodonis leptocarpa*. Já em *Passiflora vitifolia*, são necessários de 25 - 50 grãos de pólen para que haja formação de frutos (SNOW, 1982).

De acordo com BREWBAKER & MAJUMDER (1961), em plantas cultivadas a porcentagem de grãos que germinam no estigma é diretamente proporcional ao número de grãos de pólen que alcançam o estigma. Estes mesmos autores atribuem as diferenças na germinação do pólen a componentes produzidos por cada grão que então se espalham no estigma e tecido estilar e promovem a germinação e crescimento do tubo polínico, daí a necessidade de mais de um grão de pólen por óvulo.

Comparando as proporções P/O média, mínima e máxima de *G. jasminiflora*, com os dados apresentados por CRUDEN (1977), que relacionam razão P/O com sistema de reprodução, a espécie em estudo estaria muito mais próxima das espécies autógamas obrigatórias e facultativas, do que das xenógams facultativas. Porém, tal relação contradiz os dados obtidos com os experimentos de polinização, sugerindo que nem sempre as proporções P/O são bons indicadores para sistema de reprodução.

4.4.1. - TAXA DE ABORTO

Segundo STEPHENSON (1981), muitas espécies produzem um número muito maior de flores do que de frutos maduros. Assim, algumas hipóteses foram feitas para explicar esta "produção em

excesso". Entre elas podemos citar: limitação do pólen, atração do polinizador, aborto seletivo, limitação dos recursos, entre outras (STEPHENSON, 1981; BAWA & WEBB, 1984; SUTHERLAND, 1986; 1987).

Altas taxas de aborto em *G. jasminiflora*, superiores a 50% (TABELA 6), foram registradas em condições naturais e nos experimentos de polinização. Tais resultados nos sugerem que, de um modo geral, há limitação de recursos disponíveis à frutificação, e que a planta seria incapaz de sustentar o desenvolvimento de todos os frutos e que as flores produzidas em excesso, funcionariam como doadoras de pólen e como atrativos para os polinizadores.

No início da frutificação, a maior taxa de aborto foi registrada em condições naturais (controle). Comparando as taxas obtidas no início e no fim da frutificação, verificamos que estas sofrem um acréscimo de menos de 1% mostrando, assim que, neste caso a maioria dos frutos é abortada nos estádios iniciais da frutificação.

Nos demais experimentos observamos altas taxas de aborto, principalmente no fim da frutificação. Nos experimentos de agamospermia e auto-polinização espontânea, às taxas sofrem acréscimos próximos a 4% com relação as taxas iniciais, o que também indica que a maioria dos frutos são abortados no início da frutificação. Já os experimentos de geitonogamia e xenogamia, que inicialmente apresentaram as menores taxas de aborto, ao fim da frutificação mostram taxas bem mais elevadas, com aumentos significativos, principalmente no primeiro experimento. Tais resultados nos sugerem que, neste caso, há aborto seletivo, com a seleção dos frutos de alta qualidade genética, o que explicaria a

maior incidência desta taxa nos experimentos de geitonogamia, quando comparados com xenogamia.

Com base ainda nos dados obtidos, podemos inferir que estes mecanismos de aborto possam estar relacionados com mecanismos pré-zigóticos ou mesmo mecanismos pós-zigóticos que atuariam na seleção dos embriões. Segundo SUTHERLAND (1986) a incompatibilidade é o maior fator controlador da formação de frutos nas plantas, sendo o responsável por aproximadamente 16% da variação na produção de frutos em 447 plantas estudadas.

Além das altas taxas de aborto encontradas na produção de frutos de *G. jasminiflora*, verificamos que poucas sementes são produzidas por aqueles que completam sua maturação. Se compararmos o número de óvulos da espécie ($N = 10$) com o maior número de sementes produzidas por fruto ($N = 5$), verificamos que no máximo somente 50% dos óvulos formam sementes. De acordo com os dados obtidos (TABELA 7), os frutos com 2 e 3 sementes são os mais frequentes, responsáveis por 75,52% do total analisado, indicando uma baixa formação de sementes, que pode ser decorrente de falhas no mecanismo de polinização ou aborto seletivo durante a maturação das mesmas.

4.5. - FENOLOGIA

Com relação ao período de floração, *G. jasminiflora* produz flores por aproximadamente 3 meses consecutivos. Neste período, a quantidade de flores abertas por inflorescência por noite é muito variável. Apesar desta variação, quando comparamos o

número de flores existentes nas inflorescências com o número de flores abertas, notamos que estas últimas representam uma pequena porcentagem do total. Deste modo, *G. jasminiflora* apresenta uma produção contínua de flores, o que implica uma fonte contínua de alimento para seus visitantes.

De acordo com a classificação de tipos fenológicos proposta por GENTRY (1974), o padrão de floração de *G. jasminiflora* assemelha-se ao tipo estado estável ("Steady-state") que é caracterizado por apresentar um período de floração longo, com baixa produção diária de flores. Segundo o mesmo autor, as espécies com este tipo de floração seriam polinizadas por visitantes com padrão comportamental do tipo linha-de-captura que é caracterizado por visitas diárias, segundo uma sequência bem definida. Para JANZEN (1971) e BAKER (1973), as plantas visitadas por polinizadores especializados apresentam uma síndrome cujas características englobam, além do período de floração prolongado e pequena produção diária de flores, alimento em pouca quantidade e pouco acessível. Tais características são também observadas em *G. jasminiflora*, onde o néctar oferecido aos polinizadores é produzido em quantidades muito pequenas em cada flor. Tal estratégia, associada com a baixa produção de flores por noite, forçaria os polinizadores a visitar muitas plantas para satisfazer suas necessidades energéticas, efetuando assim o transporte de pólen, e consequentemente a polinização cruzada. Estes dados revelam que há uma interação entre as plantas e seus polinizadores, sendo a duração e o tipo de floração parâmetros importantes nesta interação.

Os estudos fenológicos de FRANKIE et al. (1974) e GENTRY (1974) demonstram que a floração de diversas espécies tropicais está relacionada temporal ao ciclo de vida de seus polinizadores, bem como às suas preferências alimentares, o que reforça a existência de uma interação planta - polinizador.

4.5.1. - SEMENTES

As sementes de *G. jasminiflora* são obovato oblongas com comprimento e largura variáveis. Segundo WILLSON (1983) o tamanho das sementes está relacionado com vários fatores, tais como, a presença de tecidos de reservas, tecidos de proteção do embrião, mecanismos de dispersão e orientação durante a germinação, entre outros.

Nesta espécie, a dispersão das sementes ocorre através de processos mecânicos da própria planta (autocoria), onde o endocarpo das cápsulas atua como um eficiente dispersor. Tal mecanismo de dispersão também ocorre em outras rutáceas, tais como, *Esenbeckia* e *Metrodora* (KÜHLMANN & KÜHN, 1947).

Através deste mecanismo, as sementes de *G. jasminiflora* são lançadas à curta distância, próximas à planta mãe. Esta distância é variável entre as espécies com este mecanismo de dispersão, e depende de fatores como velocidade inicial, ângulo de projeção e resistência da semente ao ar (BEER & SWAINE, 1977).

O número de sementes formadas por fruto não é uniforme na população, sendo encontrados frutos com 1 até 5 sementes. De acordo com a TABELA 7, apenas 13,73% dos frutos apresentaram 5

sementes, que é o máximo encontrado na espécie. Esta baixa porcentagem indica que a polinização pode não estar sendo eficiente, ou então que algum mecanismo esteja atuando durante o processo de fertilização, provocando o aborto das sementes.

Durante a coleta das sementes, foi constatado a presença de larvas de coleópteros, que se alimentam dos tecidos da semente. De acordo com a TABELA 8 verificamos que grande quantidade de sementes, aproximadamente 78%, são predadas por estas larvas, danificando-as totalmente. Esta predação em alto grau é prejudicial a *G. jasminiflora*, que passaria a ter uma baixa porcentagem do total de suas sementes para sua propagação. Estes dados poderiam justificar o fato de não observarmos plântulas próximas aos indivíduos estudados. Fato semelhante ocorre em algumas espécies da família Leguminosae, onde cerca de 99% das sementes são destruídas por besouros (BAKER, 1973).

Com relação à germinação das sementes, verificamos que estas só germinam quando enterradas no solo. Este fato sugere que as sementes de *G. jasminiflora* requerem baixas taxas de luminosidade para iniciar a germinação. Segundo MAYER & POLJAKOFF - MAYBER (1989) a germinação das sementes está associada a vários fatores ambientais, tais como, umidade, temperatura, luminosidade, gases e condições do solo e, interações entre estes fatores, sendo difícil isolar o efeito de cada um sobre as sementes. Assim, os dados apresentados até o momento são insuficientes para maiores discussões.

5. - CONCLUSÕES

O estudo da morfologia e da biologia floral das flores de *G. jasminiflora* indica que esta espécie está adaptada à polinização por mariposas da família Geometridae, caracterizando assim a síndrome da falenofilia.

O número de flores abertas por noite em cada planta, associado à quantidade de néctar produzido por cada flor, estimula os insetos a visitarem muitas flores durante seu percurso alimentar. No presente estudo, o comportamento alimentar dos geometrídeos assemelha-se ao comportamento tipo linha-de-captura, que em *G. jasminiflora* funciona como um sistema eficaz para a polinização cruzada.

Os geometrídeos são os agentes polinizadores mais eficientes, com morfologia (comprimento da probóscide e diâmetro torácico) e comportamento (sistema de linha-de-captura) adequados às flores desta rutácea. As borboletas *Astrartes fulgerator* e as da família Papilionidae são consideradas polinizadoras (efetivas e ocasionais, respectivamente) diurnas, pois se deslocam regularmente entre as flores e tocam os órgãos reprodutivos durante as visitas. Os demais insetos (Dípteros, Hymenópteros, Piralídeos e Noctuídeos), de acordo com o comportamento apresentado, são considerados pilhadores de néctar e/ou pólen.

Galipea jasminiflora reproduz-se provavelmente por xenogamia, apesar de ser autocompatível. A separação espacial dos ~~elementos sexuais da flor, bem como a barreira formada pelo anel de~~

estaminódios, atuam prevenindo autogamia, favorecendo a reprodução xenogâmica nesta espécie.

A alta taxa de aborto encontrada desde o início da frutificação pode ser provocada pela falta de recursos para o desenvolvimento dos frutos. A grande produção de flores em *G. jasminiflora* pode então ter a função de atrair os polinizadores, assim como de doar grãos de pólen.

As sementes de *G. jasminiflora* possuem estrutura típica da síndrome da autocoria, onde o endocarpo funciona como um eficiente mecanismo dispersor, liberando as mesmas a curta distância da planta mãe.

6. - BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, B.W.F., 1968. Rutaceae do Estado da Guanabara. An. Acad. Bras. Ciênc. 40(4):499-530.

ALBUQUERQUE, B.W.F., 1976. Revisão Taxonômica das Rutaceae do Estado do Amazonas. Acta Amazônica 6(3):1-67.

ALBUQUERQUE, B.W.F., 1985. Rutaceae do Estado de Goiás. Flora do Estado de Goiás - Coleção Rizzo. vol. 6 pag.9-35.

AUBLET, M.F., 1775. Pl. Guiane Francaise 2:662. t. 269.

BACCHI, O. 1943. Cytological observations in *Citrus*: III. Megasporogenesis, Fertilization and Polyembryony. The Bot. Gaz. 105(2):221-225.

BAKER, H.G., 1961. The adaptation of flowering plants to nocturnal and crepuscular pollinators. Quart. Rev. Biol. 36:64-73.

BAKER, H.G., 1973. Evolutionary relationship between flowering plants and animals in American and African tropical forest. In: MEGGERS, B.J.; AYENSU, E.S.; DUCKWORTH, W.D.; eds. Tropical forest ecosystems in Africa and South America; a comparative review. Washington, Smithsonian institution Pr. pag. 145-159.

- BAKER, H.G., 1978. Chemical aspects of pollination biology of woody plants in the Tropics. In: TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN, M.H., eds. Tropical trees as living systems. Cambridge University Pr. pag. 57-82.
- BARROSO, G.M., 1984. Sistemática de Angiospermas do Brasil. vol. 2. Editora Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. pag. 273-283.
- BARTH, O.M., 1980. Pollen Morphology of a Brazilian Rutaceae: *Zanthoxylum* (Fagara). Pollen et Spores 22(3-4):425-436.
- BARTH, O.M., 1983. Pollen Morphology of Brazilian Rutaceae: *Dictyoloma* and *Hortia*. Pollen et Spores 25(3-4):409-420.
- BARTH, O.M., 1985. Pollen Morphology of a Brazilian Rutaceae: *Pilocarpus*. Pollen et Spores 27(2):145-154.
- BAWA, K.S., 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. Evolution 28:85-92.
- BAWA, K.S. & WEBB, C.J., 1984. Flower, fruit and seed abortion in tropical florest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. Amer. J. Bot. 71(5):736-751.

- BEER, T. & SWAINE, M.D., 1977. On the theory of explosively dispersed seeds. New Phytol. 78:681-694.
- BENTHAM, G. & HOOKER, J.D., 1862. Genera Plantarum, vol. 1. REEVE, L. & CO., London. pag. 278-360.
- BRANTJES, N.B.M., 1978. Sensory responses to flowers in nightflying moths. In RICHARDS, A.J. ed. The pollination of flowers by insects. London, Linnean Society. pag. 13-19 (Linnean Society Symposium Series, 6).
- BRANTJES, N.B.M., 1981. Wind as a factor influencing flower visiting by *Hadena bicruris* (Noctuidae) and *Deilephila elpenor* (Sphingidae). Ecol. Ent. 6 (2/3):361-363.
- BRANTJES, N.B.M. & LEEMANS, J.A.A.M., 1976. *Silene attites* (Caryophyllaceae) pollinated by nocturnal lepidoptera and mosquitoes. Act. Bot. Neerl. 25:281-295.
- BREWBAKER, J.L. & MAJUMDER, S.K., 1961. Cultural studies of pollen population effect and the self-incompatibility inhibition. Amer. J. Bot. 48:457-464.
- BRINK, R.A. & COOPER, D.C., 1947. The endosperm in seed development. Bot. Rev. 13:432-542.
-

CAMERON, J.W. & SOOST, R.K., 1969. Citrus. In: FERWERDA, F.P., VEENMAN, F.W.H. eds. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Wageningen, Landbouwhogeschool. pag. 129-162.

CRONQUIST, A., 1981. The evolution and classification of flowering plants. Boston, Houghton Mifflin Company. 396 pag.

CRUDEN, R.W., 1976. Intraspecific variation in pollen-ovule ratios and nectar secretion. Preliminary evidence of ecotypic adaptation. Ann. Missouri Bot. Gard. 63:277-289.

CRUDEN, R.W., 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. Evolution 31:32-46.

CRUDEN, R.W., KINSMAN, S., STOCKHOUSE, R.E. & LINHART, Y.B., 1976. Pollination, Fecundity and Distribution of moth-flowered plants. Biotropica 8(3):204-210.

EHRENDORFER, F., 1976. Evolutionary significance of chromosomal differentiation patterns in gymnosperms and primitive angiosperms. In: BECK, C.B., ed. Origin and early evolution of angiosperms. New York, Columbia University Press. pag.220-240.

EISNER, T., SILBERGELD, R.E., AUESHANSKY, D., CARREL, J.E. & HOWLAND, H.C., 1969. Ultra-violet video viewing: the television camera as insect eye. Science 166:1172-1174.

ELIAS, T.S., 1970. Notes on the genus *Galipea* (Rutaceae) in Central America. J. Arnold Arbor. 51(3): 427-430.

ENGLER, A. von, 1874. Rutaceae, Simaroubaceae, Burseraceae. In MARTIUS, C.F.P. & EICHLER, A.G., eds. Flora Brasiliensis vol. 12 part. 2:76-294.

ENGLER, A. von, 1896. Rutaceae, Simaroubaceae, Burseraceae, Anacardiaceae. In: ENGLER, A. von & PRANTL, K. eds. Die natürlichen Pflanzenfamilien 3(5):95-257.

ENGLER, A. von, 1931. Rutaceae, Simaroubaceae, Burseraceae. In ENGLER, A. von & PRANTL, K. eds. Die natürlichen Pflanzenfamilien. 2 19a:187-456.

ERDTMAN, G., 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. N. York, Hafner Publishing Company. pag. 388-389.

FAEGRI, K. & PIJL, L. van der, 1976. The principles of pollination ecology. Oxford, Pergamon Press. 244 pag.

FORSDYKE, A.G., 1975. Previsão do tempo e clima. São Paulo, Melhoramentos e EDUSP, 159 pag. (Série Prisma, 17).

FRANKIE, G.W., BAKER, H.G. & OPLER, P.A., 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. J. Ecol. 62:881-919.

- GENTRY, A.H., 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotropica 6:64-68.
- GIBBS, R.D., 1974. Chemotaxonomy of flowering plants. vol. 3 London, Macgill Queen's University Press.
- GRANT, V., 1971. Plant speciation. New York. Columbia University Press. 435 pag.
- GUT, B.J., 1966. Beitrage zur morphologie des gynoeciums und der Blütenachse einiger Rutaceen. Bot. Jahrb. 85(2):151-247.
- HEINRICH, B., 1971. Temperature regulation of sphinx moth *Manduca sexta*. J. Exp. Biol. 54:141-153.
- HEINRICH, B., 1975. Energetics of pollination. A. Rev. Ecol. Syst. 6:139-170.
- HESS, D., 1983. Die Blüte. Stuttgart. Ulmer. 458 pag.
- HOEHNE, F.C., 1939. Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais. São Paulo. Graphicards.
- HOROVITZ, A. & COHEN, Y., 1972. Ultraviolet reflectance characteristics in flower of crucifers. Amer. J. Bot. 59:706-713.

- JANZEN, D.H., 1971. Euglossinae bees as long-distance pollinators of tropical plants. Science 171:203-205.
- JENNERSTEN, O., 1984. Flower visitation and pollination efficiency of some North European butterflies. Oecologia 63:80-89.
- JOLY, A.B., 1975. Botânica - Introdução à taxonomia vegetal. Companhia Editora Nacional, EDUSP, São Paulo. pag. 406-409.
- KAASTRA, R.C., 1982. Pilocarpinae (Rutaceae). Flora Neotropica 33:1-198.
- KALLUNKI, J.A., 1988. A new species of *Galipea* (Rutaceae) from Nicaragua and Costa Rica. Brittonia 40(30):241-244.
- KUHLMANN, M. & KUHN, E., 1947. A flora do distrito de Ibiti (ex-Monte Alegre), município de Amparo. Secretaria da Agricultura, São Paulo. pag.5-221.
- LINCK, A.J., 1961. The morphological development of fruit of *Pisum sativum*, var. *alaska*. Phytomorphology 11:79-84.
- LINDAUER, M., 1967. Recent advances in bee communication and orientation. Ann. Rev. Ent. 12:439-470.

- LINHART, Y.S. & MENDENHALL, J.A., 1977. Pollen dispersal by hawkmoths in a *Lindenia rivalis* Beth. population in Belize. Biotropica 9 :143.
- LOUREIRO, A.A. & SILVA, M.F., 1968. Catálogo das madeiras da Amazônia. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) 2:261-266.
- MARTIN, A.C., 1946. The comparative internal morphology of seeds. Amer. Midland Nat. 36(3):513-660.
- MARTIN, F.W., 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. Stain Tech 34:125-128.
- MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A., 1989. The germination of seeds. Oxford, Pergamon Press. 270 pag.
- MEDINA, D.M. & CONAGIN, C.H.T.M., 1964. Técnica Citológica. Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo. Publicação 2610 108p.
- MOORE, J.A., 1936. Floral anatomy and phylogeny in the Rutaceae. New Phytol. 35:318-322.
- NENE, P.M. & TILAK, V.D., 1977. Placentation in the Rutaceae. Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B 85(6):478-383.

- OPLER, P.A., 1983. Nectar production in a tropical ecosystem. In: BENTLEY, B. & ELIAS, T., eds. The Biology of Nectaries. New York, Columbia University Press. pag.30-79.
- PERCIVAL, M., 1969. Floral Biology. Oxford, Pergamon Press. 243 pag.
- PIJL, L. van der, 1971. Ecological aspects of flower evolution II Zoophilous flower classes. Evolution 15:44-59.
- PORSH, O., 1939. Cactaceae. In: DRUCK, J. NEUMANN. Das bestäubungsleben der kakteenblute II. (Jahrbucher der Deustschen Kakteen-Gesellsch). pag. 81-142
- PORTER, D.M. & ELIAS, T.S., 1979. Family 89 - Rutaceae - Flora of Panamá. Ann. Missouri. Bot. Gard. 66(2):123-264.
- PRICE, J.R., 1963. The distribution of alkaloids in the Rutaceae. In: SUDAIN, T., ed.: Chemical Plant Taxonomy. London, Academic Press. pag. 429-452.
- PROCTOR, M. & YEO, P., 1975. The pollination of flowers. London, Collins. 417 pag.
- PYKE, G.H. & WASER, N.M., 1981. The production of dilute nectars by hummingbird and honeyeater flower. Biotropica 13:260-270.

- RICHARDS, A.J., 1986. Plant Breeding Systems. GEORGE ALLEN & UNWIN, London: 480 pag.
- RIZZINI, C.T., 1971. A flora do cerrado. In: FERRI, M.G. coord. Simpósio sobre Cerrado. Editora Edgard Blucher Ltda. EDUSP, São Paulo.
- SAZIMA, M. & SAZIMA, I., 1975. Quiropterofilia em *Lafoensia pacari* St. Hil. (Lythraceae), na serra do Cipó, Minas Gerais, Ciência e Cultura 22(4):405-416.
- SAZIMA, M. & SAZIMA, I., 1978. Bat pollination of passion flower *Passiflora mucronata*, in the southeastern Brasil. Biotropica 10(2):100-109.
- SAZIMA, M., FABIAN, M.E. & SAZIMA, I., 1982. Polinização de *Luehea speciosa* (Tiliaceae) por *Glossophaga soricina* (Chiroptera, Phyllostomidae). Rev. Bras. Biol. 42(3):505-513.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G., 1975. Über sphingophile angiospermen brasiliens. Pl. Syst. Evol. 123:157-184.
- SILVA, W.R., 1983. Polinização e dispersão de *Cereus peruvianus* Miller (Cactaceae) na Serra do Japi, Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

- SINGHAL, V.K., GILL, B.S. & BIR, S.S., 1983. Cytopalynology of some members of Rutaceae. Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.) 92(5):381-385.
- SMITH-WHITE, S., 1954. Chromosome numbers in the Boroniae (Rutaceae) and their bearing on the evolutionary development of the tribe in the Australian flora. Austral. J. Bot. 2:287-303.
- SNOW, A.A., 1982. Pollination intensity and potential seed set in *Passiflora vitifolia*. Oecologia 55(2):231-237.
- SOLBRIG, O.T., 1976. On the relative advantages of cross-and self-fertilization. Ann. Missouri Bot. Gard. 63:262-267.
- STEBBINS, G.L., 1950. Variation and Evolution in Plants. New York, Columbia University Press.
- STEPHENSON, A.G., 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. Ann. Rev. Ecol. Syst. 12:253-279.
- SUTHERLAND, S., 1986. Patterns of fruit - set: what controls fruit - flower ratios in plants. Evolution 40(1):117-128.
- SUTHERLAND, S., 1987. Why hermaphroditic plants produce many more flowers than fruits: experimental tests with *Agave mckelveyana*. Evolution 41(4):750-759.

TILAK, V.D. & NENE, P.M., 1976. The disc in the Rutaceae. Jour. Univ. Bombay 45(72):49-53.

VOGEL, S., 1949. Farbwechsel und Zeichnungsmuster bei Blüten. Osterreichischen Botanischen Zeitschrift 97(1):44-100.

VOGEL, S., 1962. Duftdrüsen in Dienste der Bestäubung über Bau und Funktion der Osmophoren. Akad. Wissen. Sch. Lit. (Mianz) Abh. math-natw kl. 10:603:763.

VOGEL, S., 1983. Ecophysiology of zoophilic pollination. In: Physiological plant. Ecology III. Encyclopedia of plant physiology, N.S., 12C. Springer-Verlag, Berlin. pag.559-627.

WATERMAN, P.G., 1975. Alkaloids of the Rutaceae: their distribution and systematic significance. Biochem. Syst. Ecol. 3:149-180.

WIKLUND, C., ERIKSSON, T. & LUNDBER, H., 1979. The wood hite butterfly *Leptidea sinapis* and its nectar plants: a case of mutualism or parasitism. Oikos 33:358-362.

WILLIS, J.C. & BURKILL, I.H., 1895. Flowers and insects in Great Britain I. Ann. Bot. 2:227-273.

WILLIS, J.C. & BURKILL, I.H., 1903a. Flowers and insects in Great Britain II. Ann. Bot. 17:313-349.

WILLIS, J.C. & BURKILL, I.H., 1903b. Flowers and insects in Great Britain III. Ann. Bot. 17:539-570.

WILLIS, J.C. & BURKILL, I.H., 1908. Flowers and insects in Great Britain IV. Ann. Bot. 22:603-649.

WILLSON, M.F., 1983. Plant reproductive ecology. JOHN WILEY & SONS; New York, Wiley - Interscience Publication. 281 pag.

YOUNG, A.M., 1972. Notes on a community ecology of adult sphinx moths in a Costa Rica lowland tropical forest. Carib. J. Sci. 12:151-163.