

o mt. a. t.
o mt. a. t.
o mt. a. t.



ISABEL CRISTINA SOBREIRA MACHADO
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pela candidata
Isabel Cristina Sobreira Machado e
aprovada pela Comissão Julgadora.
Marlies Sazima

"BIOLOGIA FLORAL DE ESPÉCIES DE CAATINGA NO MUNICÍPIO DE
ALAGOINHA (PE)"

Tese apresentada ao Instituto
de Biologia da Universidade
Estadual de Campinas, como
parte dos requisitos para a
obtenção do título de Doutor
em Ciências (Biologia
Vegetal).

Orientador: Prof. Dr. Marlies
Sazima

M18 b
12386/BC

CAMPINAS - 1990

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

AGRADECIMENTOS

Dentre as pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho, desejo agradecer, em especial, às seguintes:

Dra. Marlies Sazima, pela grande amizade, valiosas discussões, estímulo constante e confiança em me orientar à distância.

Dr. Stefan Vogel, pelas valiosas sugestões ao trabalho, leitura crítica do manuscrito e pelos momentos de agradável e enriquecedora convivência durante minha estadia na Alemanha.

Drs. Therezinha S. Melhen, Ivan Sazima e Neusa Taroda Ranga pelas valiosas discussões e sugestões, não somente durante a realização da pré-banca, mas ao longo da minha formação científica.

Dr. Reinaldo Monteiro, pela leitura crítica do trabalho e valiosas sugestões apresentadas.

Dr. Detlev Link, pelas fotografias no microscópio eletrônico de varredura e Sr. Andreas Horn, pela ajuda na preparação dos cortes anatômicos.

Dr. Everardo V.S.B. Sampaio, pelo auxílio na confecção de alguns gráficos, leitura crítica do manuscrito e correção do abstract.

Sra. Lauth e Sr. Göppert, pelo primoroso acabamento artístico de alguns dos desenhos apresentados.

Professores do Departamento de Botânica da UNICAMP, em especial a Hermógenes de F. Leitão-Filho, Angela B. Martins e João Semir, pela amizade, confiança e estímulo desde o início da minha "trajetória" pela Pós-Graduação em Biologia Vegetal.

Amigos da Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UNICAMP, Marcinha, Ana Odete, Ritinha, Roseli, Carmem, Diu, Verinha, Jader, Paulinho, Marina, Esmê, Izabel, Maria Odeti, Sr. José..., pelo apoio, amizade e momentos de tão agradável convívio.

João Paulo Amazonas, Jarcilene e Astenilse pela agradável companhia e ajuda nas excursões realizadas.

CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst) pela oportunidade em trabalhar com o Prof.Dr. Stefan Vogel na Alemanha Ocidental.

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFPE, pelo auxílio financeiro na maioria das excursões realizadas.

Mari, Marlene, Kátia, Severino, José Luiz, Gilberto, Virgínia, pelo apoio durante as diferentes fases deste trabalho.

Departamento de Botânica da UFPE, nas pessoas da Profa. Dilosa Carvalho de A. Barbosa e do Prof. Judas tadeu de Medeiros-Costa, pela concessão do meu afastamento.

Minha mãe, pelo apoio constante e incondicional.

João Maurício, pelo estímulo, carinho e paciência em alguns momentos de desespero...; e Marina, por ser essa garotinha linda que é.

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - LOCAL DAS OBSERVAÇÕES DE CAMPO.....	5
2.1 - Situação geográfica.....	5
2.2 - Características climáticas.....	6
2.3 - Características do solo.....	11
2.4 - Aspectos vegetacionais.....	12
2.4.1 - Aspectos gerais.....	12
2.4.2 - Vegetação local.....	15
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 - Observações sobre as flores.....	20
3.1.1 - Observações gerais e estruturais.....	20
3.1.2 - Glândulas secretoras de óleo (elaióforos), em espécies de <i>Angelonia</i>	21
3.1.2.1 - Morfologia e disposição dos tricomas.....	21
3.1.2.2 - Cromatografia em camada delgada.....	22
3.2 - Análise do sistema reprodutivo.....	23
3.3 - Observações sobre os visitantes.....	25
3.3.1 - Observações gerais.....	25
3.3.2 - Observações específicas sobre as abelhas coletoras de óleo floral.....	25
4 - APRESENTAÇÃO DOS GÊNEROS ESTUDADOS.....	27
4.1 - <i>Angelonia</i> H. et B. (Scrophulariaceae).....	27
4.2 - <i>Cordia</i> L. (Boraginaceae).....	29
4.3 - <i>Melochia</i> Dill ex. L. (Sterculiaceae).....	31
4.4 - <i>Pavonia</i> Cav. (Malvaceae).....	32
4.5 - <i>Ruellia</i> L. (Acanthaceae).....	33

5 - RESULTADOS.....	34
5.1 - <i>Angelonia hirta</i> Cham.....	34
5.2 - <i>Angelonia pubescens</i> Benth.....	60
5.3 - <i>Angelonia bisaccata</i> Benth. e <i>A. hookeriana</i> Gardn.....	77
5.4 - <i>Cordia leucocephala</i> Moric.....	92
5.5 - <i>Cordia globosa</i> (Jacq.) H.B.K.....	100
5.6 - <i>Melochia tomentosa</i> L.....	105
5.7 - <i>Pavonia martii</i> Colla.....	115
5.8 - <i>Ruellia asperula</i> Lindau.....	120
5.9 - <i>Ruellia</i> aff. <i>paniculata</i> L.....	135
5.10 - Outras espécies.....	145
6 - DISCUSSÃO.....	150
6.1 - <i>Angelonia</i>	150
6.2 - <i>Cordia</i>	169
6.3 - <i>Melochia</i>	174
6.4 - <i>Pavonia</i>	178
6.5 - <i>Ruellia</i>	181
6.6 - Considerações sobre ecologia da polinização na caatinga.....	193
7 - CONCLUSÕES.....	209
8 - RESUMO.....	211
9 - ABSTRACT.....	214
10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	216
Apêndice 1.....	238
Apêndice 2.....	243

1 - INTRODUÇÃO

O estudo da biologia floral abrange aspectos relativos a morfologia floral, aos mecanismos de polinização e ao sistema de reprodução de plantas fanerógamas. Um dos aspectos estudados é a participação de animais no processo de reprodução dessas plantas, os quais atuam como vetores de polinização. Essa participação assume importância fundamental nas espécies vegetais que não são nem exclusivamente autóginas, nem apomíticas, nem se reproduzem unicamente através de gemas vegetativas (PLEASANTS, 1983).

Descrições gerais sobre os mecanismos de polinização em algumas famílias, diversos gêneros ou espécies isoladas são bem conhecidas (cf. VAN DER PIJL, 1960; 1961; PERCIVAL, 1965; PROCTOR & YEO, 1975; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979) , porém estudos mais amplos que enfoquem, a nível de comunidade, as interações entre plantas e animais polinizadores são escassos e necessitam de maior atenção. Os sistemas de polinização e a coevolução entre plantas e animais atuam como fatores que promovem especiação e podem regular a estrutura de uma comunidade (HEITHAUS, 1974). Os diferentes sistemas de polinização têm sido reconhecidos como modelos para entender as relações recíprocas entre seleção natural e evolução (REAL, 1983). Da mesma maneira, é indiscutível a importância dos vetores bióticos na dinâmica do fluxo gênico intra-específico. Por sua vez, o conhecimento da biologia da reprodução, da proporção de taxa auto-compatíveis e auto-incompatíveis, é também essencial para a compreensão da dinâmica do fluxo gênico e do grau de variabilidade genética nas espécies vegetais (BAWA, 1974; BAWA *et al.*, 1985a e b).

O estudo das inter-relações entre planta e polinizador tem sido objeto de pesquisa em diversas regiões do mundo (cf. GOTTSBERGER, 1989). Tradicionalmente, as pesquisas no campo da ecologia da polinização iniciaram seu desenvolvimento na Europa

(BAKER, 1979). Os trabalhos clássicos de SPRENGEL (1793), MÜLLER (1873), DARWIN (1877a) e KNUTH (1898-1905) são baseados principalmente em observações e generalizações feitas em plantas de regiões temperadas. No Brasil, por sua vez, os estudos sobre ecologia floral encontram-se ainda em fase inicial, sendo que esses trabalhos se concentram quase que exclusivamente na região Sudeste (e.g. LINDMANN, 1902; VOGEL, 1958, 1968, 1969a e b; GOTTSBERGER, 1967, 1970, 1972, 1974, 1977; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1972, 1973; SILBERBAUER-GOTTSBERGER & GOTTSBERGER, 1975; SAZIMA & SAZIMA, 1975, 1978, 1980, 1988, 1989; GIBBS *et al.*, 1977; SAZIMA, 1977, 1978a, 1978b, 1981; GOTTSBERGER *et al.*, 1980; SAZIMA & SANTOS, 1982; SAZIMA *et al.*, 1982; SAZIMA & MACHADO, 1983; MACHADO & SAZIMA, 1987).

A vegetação de caatinga, que recobre cerca de 834.666 km² do Nordeste do Brasil, com cerca de 82.000 km² no Estado de Pernambuco (HUEC, 1972), é diversificada, podendo compor doze tipos de comunidades vegetacionais (ANDRADE-LIMA, 1981). As grandes variações em altitude, qualidade dos solos e as precipitações pluviométricas escassas e irregulares são alguns dos fatores responsáveis por essa diversidade vegetal. Por sua vez, as plantas ocorrentes nessa região apresentam em comum várias adaptações fisiológicas, morfológicas e anatômicas, que possibilitam sua sobrevivência a períodos prolongados de estiagem (ALVIN, 1949; RAWITSCHER *et al.*, 1952; ANDRADE-LIMA, 1981). Consequentemente, as estratégias adaptativas encontradas nas plantas dessa região, que asseguram a reprodução das espécies e manutenção do fluxo gênico intra-específico, devem também estar condicionadas às características climáticas do local. Uma das estratégias adaptativas encontradas em plantas de caatinga, pode ser exemplificada pela sincronia da época de floração, fenômeno que é influenciado, entre outros fatores, pela disponibilidade de polinizadores, competição interespecífica por esses polinizadores e pela pressão de seleção contra o fluxo gênico interespecífico (cf. JANZEN, 1975; BAWA, 1983).

Apesar da grande extensão e considerando a sua importância para a região, são poucos os trabalhos que trazem

informações ecológicas sobre a vegetação de caatinga. Artigos relacionados principalmente com a geologia, o solo, o clima e os levantamentos fisionômicos e florísticos têm sido publicados. Alguns trabalhos básicos e pioneiros sobre a vegetação são os de LUETZELBURG (1922-1923, 1938), BRAGA (1953), ANDRADE-LIMA (1954, 1955, 1960, 1966, 1970, 1977, 1981, 1989), HEREDA & DOMINGUES (1962), VELOSO (1966), TIGRE (1968), VASCONCELOS-SOBRINHO (1971), ROMARIZ (1972), DUQUE (1973), KUHLMANN (1974) e RIZZINI (1976), que fornecem listagens de plantas coletadas na região e tentam classificar e descrever os diferentes tipos vegetacionais. Uma série de trabalhos semelhantes foi também publicada pelo IBGE (1977), onde são discutidos aspectos referentes ao relevo, ao clima, à vegetação e à hidrografia da região. Trabalhos com enfoque ecológico e envolvendo estudos sobre balanço hídrico e transpiração foram realizados por ALVIM (1949), RAWITSCHER *et al.* (1952), FERRI (1953, 1955a e b), OLIVEIRA & LABOURIAU (1961) e ANDRADE-LIMA (1972). Considerações gerais sobre macroclimas, solos, geologia e morfologia do Nordeste são encontradas em AZEVEDO (1972), NIMER (1972, 1977), REIS (1975) e VASCONCELOS-SOBRINHO (1971, 1982).

Com relação especificamente às regiões conhecidas como semi-árido, de Pernambuco, o número de publicações torna-se ainda mais reduzido, constando novamente de levantamentos florísticos da área (EGLER, 1951; ANDRADE-LIMA, 1955, 1960), caracterização do solo (JACOMINE *et al.*, 1973) e do clima (REIS, 1975). Mais recentemente foram realizados alguns trabalhos sobre ecofisiologia, resistência à seca e morfologia em espécies ocorrentes no semi-árido de Pernambuco, tais como os de BARBOSA (1980), HAMBURGO-ALVES & PRAZERES (1980), PRAZERES (1982).

Estudos relacionados com biologia floral, fenologia, mecanismos de polinização e sistemas de reprodução em espécies ocorrentes na caatinga de Pernambuco são praticamente inexistentes. Um dos poucos trabalhos, com esses enfoques, foi feito com *Jatropha gossypifolia* no Ceará (ORMOND *et al.*, 1984), tendo boa parte das observações sido feita em plantas cultivadas no Horto Botânico do Museu Nacional do Rio de

Janeiro. Recentemente, BARBOSA *et al.* (1989) apresentaram dados sobre a fenologia de dez espécies arbóreas da caatinga do agreste de Pernambuco.

As áreas de caatinga estão, ano após ano, sofrendo intensamente a ação devastadora do homem, que utiliza descontroladamente os recursos vegetais ali encontrados, sem se preocupar em fazer um manejo adequado da vegetação. Portanto, gradativamente, a composição florística e a fisionomia da vegetação estão sendo profundamente alteradas, sem que sejam anteriormente realizados estudos sobre a fenologia, os mecanismos de polinização, as interações entre as plantas da comunidade e os polinizadores, bem como os sistemas de reprodução em populações naturais.

Este trabalho, portanto, tem como objetivos principais: 1- estudar a fenologia floral de algumas espécies ocorrentes na caatinga, no seu ambiente natural; 2- observar a existência ou não de sincronia de floração entre as espécies estudadas e tentar relacioná-la com as estações seca e chuvosa; 3- determinar os sistemas de polinização dessas espécies vegetais; 4- fazer o levantamento e identificar os visitantes florais, disponíveis na comunidade estudada; 5- estudar as interações entre as plantas e os seus respectivos polinizadores; 6- comparar qualitativamente o espectro de visitantes durante as estações seca e chuvosa; 7- determinar o tipo de sistema de reprodução das espécies vegetais examinadas e 8- tentar formular conclusões gerais sobre os mecanismos de polinização, os animais polinizadores e os sistemas de reprodução, a nível de comunidade. Espera-se, com esse estudo, contribuir para uma melhor compreensão da dinâmica e biologia desse complexo ecossistema, fornecendo subsídios para futuros estudos e projetos sobre conservação, manejo e utilização da vegetação nativa.

2 - LOCAL DAS OBSERVAÇÕES DE CAMPO

2.1 - Situação geográfica

O Estado de Pernambuco está situado na Região Nordeste do Brasil entre os paralelos de 7°15'45" e 9°28'18" de latitude S e os meridianos de 34°48'35" e 41°19'54" de longitude W.

O local escolhido para estudo e observações de campo pertence ao "Sítio Riacho", município de Alagoinha, localizado na zona Agreste do Estado, distando cerca de 200 km a oeste da cidade de Recife e 15 km do Município de Pesqueira. O Sítio Riacho é uma propriedade particular, cujo acesso foi gentilmente franqueado para a pesquisa. Possui uma área com cerca de 80 hectares e localiza-se nas coordenadas geográficas de 8°27' lat. S e 36°46' long. W, apresentando altitude de cerca de 762 m, segundo dados fornecidos pela Divisão de Cartografia da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

A escolha dessa região para os estudos de campo pode ser justificada pelo fato dessa área estar sendo estudada, há alguns anos, sob distintos enfoques (ecofisiológico, anatômico, fitossociológico), por outros pesquisadores do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco, além da referida área apresentar razoável estado de conservação ambiental, durante o período em que foram feitas as observações.

2.2 - Características climáticas

Os municípios de Pesqueira e Alagoinha apresentam clima do tipo "muito quente, semi-árido" (BSs'h') de acordo com a classificação de Köppen, sendo julho o mês mais frio. Segundo a classificação de Gaussen o clima da região em estudo é "Mediterrâneo quente ou Nordeste de seca atenuada" (3cTh), apresentando seca de verão e índice xerotérmico entre 40 e 100. O número de meses secos varia de três a cinco, com temperaturas anuais médias compensadas em torno de 23,5°C (JACOMINE et al., 1973).

A Região Nordeste está sob a influência dos ventos alíseos que sopram de nordeste, leste e sudeste, e que não trazem umidade para a terra. Os alíseos sopram com maior intensidade justamente nos meses mais secos, com menos chuvas, trazendo consequências desastrosas (HUEC, 1972). Essa condição pode perdurar, dando origem às calamitosas secas que, com relativa frequência, acontecem na Região. Porém, penetrações da massa Equatorial continental (mEc), à oeste, aliada às ondulações da Convergência Intertropical (CIT), a noroeste, determinam a estação chuvosa na grande maioria das áreas nordestinas, na seqüência verão-outono. Segundo NIMER (1977), a climatologia do Nordeste do Brasil é uma das mais complexas do mundo, devido principalmente a grande extensão territorial da região e à conjugação de diferentes sistemas de circulação atmosférica. A cidade de Pesqueira encontra-se no limite das interferências de três regimes de chuvas regionais, havendo a ação das três vanguardas meteorológicas responsáveis pelas chuvas do Nordeste. Na região onde se localiza o referido município, essas vanguardas se entrelaçam e o resultado dessa conjugação é 600 a 700 mm anuais de chuva (REIS, 1975).

Nas áreas de caatinga, o balanço hídrico é fortemente influenciado pela irregular distribuição das precipitações que caem sobre a região anualmente (WALTER & BRECKLE, 1984). A vegetação da caatinga apresenta-se associada a elevadas deficiências hídricas, o que indica um complexo de formações

vegetais determinado por fatores climáticos. Porém, não apenas a precipitação pluviométrica, mas também os valores da evapotranspiração que, nessa região, atinge os mais elevados índices do país, são fatores condicionantes da vegetação aí ocorrente (FONSECA, 1956 apud REIS, 1975).

Dessa forma, o quadro climático na área das "caatingas" exhibe alguns dos valores meteorológicos mais extremos do País: a mais forte insolação e a mais baixa nebulosidade; as mais altas médias térmicas e as mais baixas percentagens de umidade relativa; as mais elevadas taxas de evaporação e, sobretudo, as mais escassas e irregulares precipitações pluviais (REIS, 1975). As poucas e irregulares chuvas e altas temperaturas são as principais razões que determinam o tipo de clima do Nordeste. Sob essas circunstâncias e de ano a ano, a precipitação pode variar de cerca de 200 mm a cerca de 1000 mm/ano (ANDRADE-LIMA, 1981). Essas chuvas quase sempre são muito intensas, provocando enchentes nos cursos e reservatórios de água e um elevado escoamento superficial, com pouca ou quase nenhuma infiltração, acentuando a erosão dos solos, já rasos e quase inexistentes (REIS, 1975).

Os dados climatológicos da tabela 1 e da figura 1 foram fornecidos pelo 3º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura. O posto meteorológico localiza-se na cidade de Pesqueira, a cerca de 15 km do município de Alagoinha. O posto meteorológico situado em Alagoinha dispõe apenas de registros pluviométricos, com os quais foram elaborados os pluviograma da figura 2. Os dados pluviométricos de Pesqueira e Alagoinha foram fornecidos pelo Banco de Dados Hidroclimatológicos do Nordeste - Sistema de Pluviometria, da SUDENE. Como pode ser verificado, os dados de precipitação obtidos durante um período de nove anos (1980 a 1988), registram um total médio anual de 685,33 mm de chuva, para o município de Pesqueira, havendo uma concentração nos meses de fevereiro, março e abril. No município de Alagoinha, a situação é semelhante, sendo registrado, num período de cinco anos (1984 a 1988), um total médio anual de 665,85 mm de chuva. Porém, se for considerado apenas o ano de 1987, esse valor cai para 365,4 mm de chuva (cf. figura 2: D).

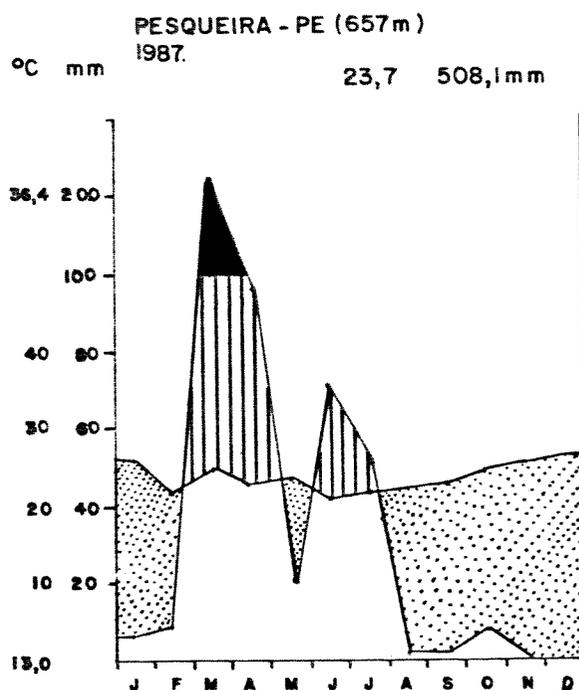
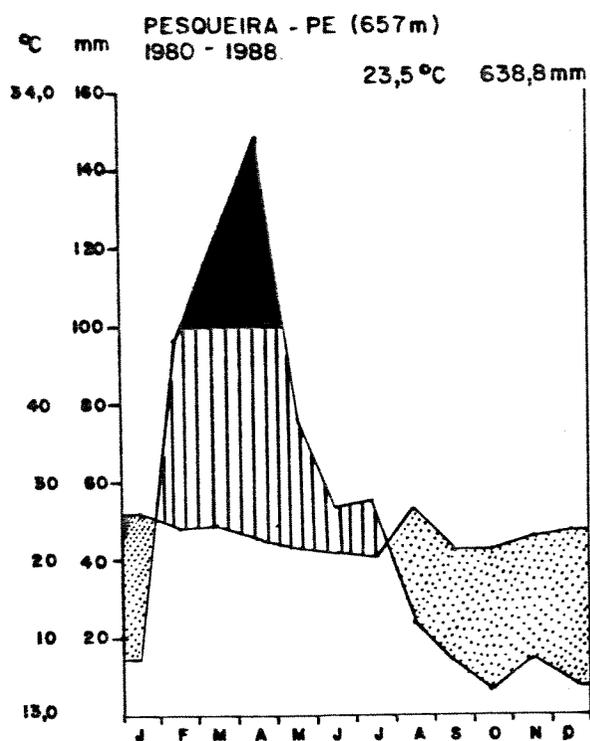


Figura 1 - Diagramas climáticos do município de Pesqueira, referentes ao período de 1980 a 1988 (A) e ao ano de 1987 (B), segundo dados do 3º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura.

TABELA 1. Dados macroclimáticos da cidade de Pesqueira-PE, no período de 1980 a 1988. Fonte: 39 distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura - Recife-PE.

M E S E S	T E M P E R A T U R A D O A R (°C)						UMIDADE RELATIVA (%)	PRECIPITAÇÃO (mm)	EVAPORAÇÃO (mm)
	MÉDIA DAS MÁXIMAS	MÉDIA DAS MÍNIMAS	MÉDIA COMPENSADA	MÁXIMA ABSOLUTA	MÍNIMA ABSOLUTA				
JANEIRO	32,3	20,3	25,2	34,0	18,1	66,1	15,0	221,9	
FEVEREIRO	30,3	19,6	24,0	32,9	18,0	68,9	98,0	180,0	
MARÇO	30,4	20,4	24,4	32,8	18,1	74,8	117,7	152,2	
ABRIL	28,6	19,7	23,3	31,3	17,7	80,1	149,1	104,9	
MAIO	27,7	18,7	22,3	30,2	14,0	79,2	76,3	114,3	
JUNHO	26,2	17,7	21,2	28,8	13,9	83,3	53,2	81,8	
JULHO	25,7	17,1	20,4	28,3	13,0	81,1	55,8	87,8	
AGOSTO	26,9	16,9	26,1	30,2	13,1	78,4	22,6	117,7	
SETEMBRO	28,8	17,6	22,7	32,6	14,2	69,8	15,2	176,0	
OUTUBRO	31,3	18,6	23,7	33,7	15,5	66,1	8,3	232,2	
NOVEMBRO	31,5	19,2	24,2	33,5	17,0	64,0	17,7	250,8	
DEZEMBRO	31,9	19,7	24,7	33,9	17,2	64,8	9,9	256,0	

Estação: Pesqueira Lat. 8°24'S Long. 36°46W Alt. 657,0m.

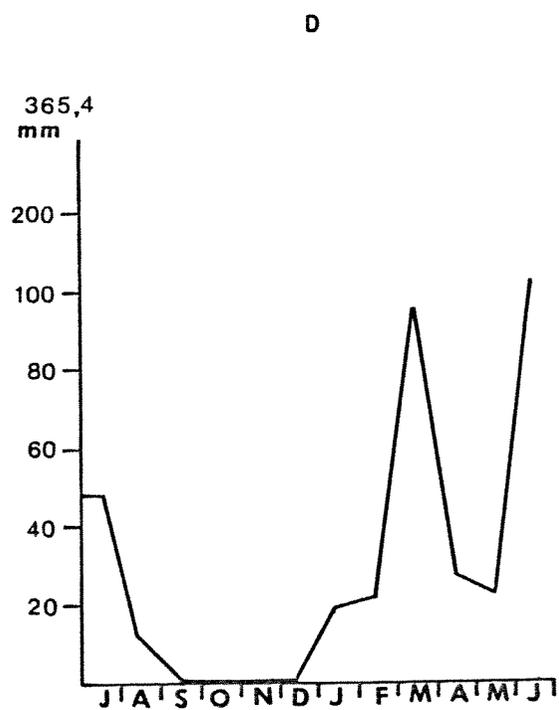
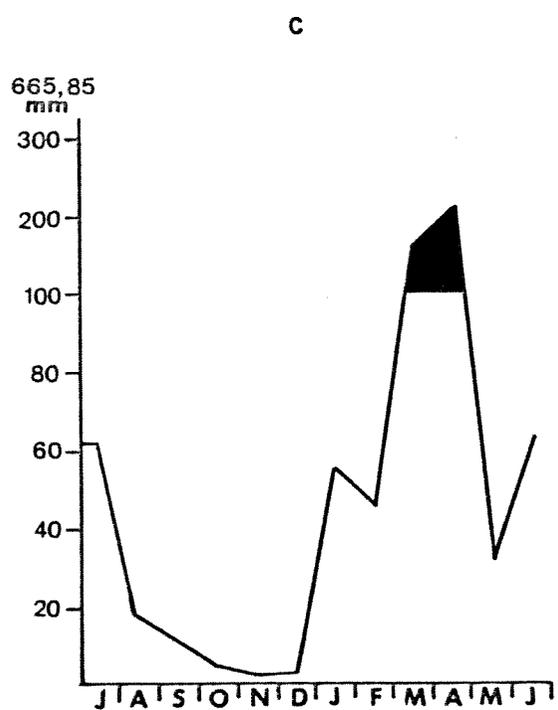
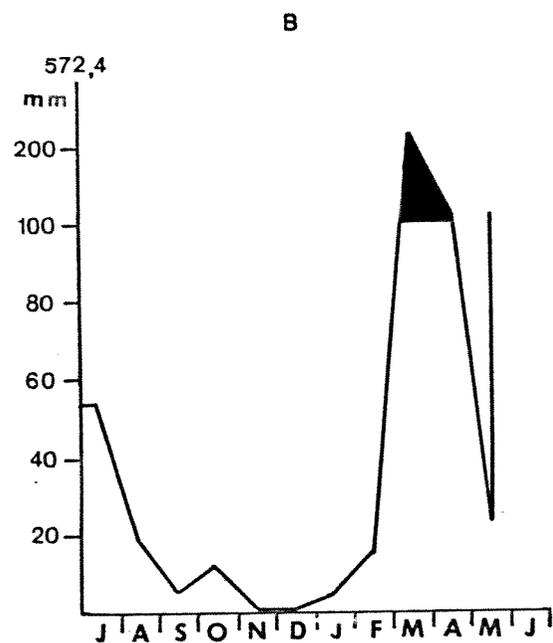
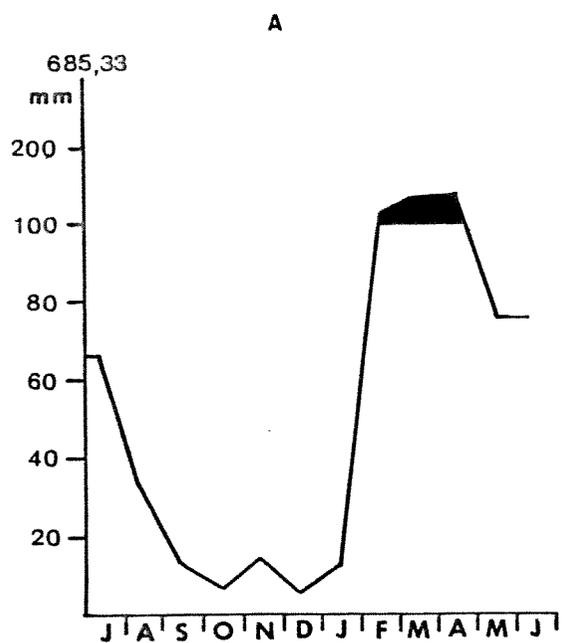


Figura 2 - A e B. Pluviogramas dos municípios de Pescaira. A. Período de 1980 a 1988; B. Ano de 1987; C e D. Pluviogramas de Alagoinha; C. Período de 1984 a 1988; D. ano de 1987. (Dados fornecidos pela SUDENE).

2.3 - Características do solo

De acordo com JACOMINE et al. (1973), o município de Alagoinha enquadra-se na associação de solos litólicos eutróficos, afloramentos de rocha e podzólico vermelho amarelo equivalente eutrófico. Estimativamente pode-se considerar uma participação de cerca de 40%, 30% e 30%, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro componentes. Ainda são consideradas, para o município, algumas inclusões de regossolo eutrófico e latossolo vermelho amarelo distrófico.

Os solos litólicos eutróficos são pouco desenvolvidos, rasos, apresentando um horizonte A diretamente sobre a rocha, ou com algumas camadas entre o horizonte A e a rocha mãe. São solos de textura arenosa, pedregosos e rochosos, podendo ser acentuadamente drenados, ácidos a praticamente neutros, com alta saturação de bases e possuindo grande quantidade de minerais primários facilmente decomponíveis que constituem fonte de nutrientes para as plantas.

Os afloramentos de rocha constituem mais um tipo de terreno do que propriamente um tipo de solo (JACOMINE et al. 1973). São representados por exposições de diferentes tipos de rochas, brandas ou duras, nuas ou com reduzidas porções de materiais detríticos grosseiros não classificáveis como solo, devido a insignificante ou inexistente diferenciação em horizontes. Os afloramentos de rocha geralmente aparecem como componentes de associações, principalmente onde dominam os solos litólicos. O relevo é muito variável, sendo mais freqüentes a ocorrência de afloramentos de rochas nas encostas ou dorso de elevações, expostas aos agentes de erosão. A vegetação que aí se desenvolve é rala e constituída basicamente por espécies xerófitas.

O podzólico vermelho amarelo equivalente eutrófico apresenta alto teor de cascalho em seus horizontes. Geralmente aparecem onde os afloramentos de rocha estão presentes. São solos moderadamente profundos, ácidos ou alcalinos, bem

drenados. Em geral a vegetação nesses solos está representada pelas florestas subcaducifólia e caducifólia e caatinga hipoxerófila.

2.4 - Aspectos vegetacionais

2.4.1 - Aspectos gerais

Sob a terminologia geral de caatinga, está englobado um grande número de formações e associações vegetais fisionômica e floristicamente diferentes. Com relação exclusivamente aos aspectos fisionômicos, a caatinga pode ocorrer tanto sob a forma de moitas baixas e isoladas, quanto sob a forma semelhante a uma mata fechada, apresentando uma vasta gama de gradientes entre estes tipos extremos (EGLER, 1951). Portanto, segundo ANDRADE-LIMA (1972), as caatingas devem ser consideradas não como uma única comunidade, mas como um conjunto de paisagens vegetais, que têm em comum a presença de espécies caducifólias, capazes de se manter na comunidade, sendo submetidas a períodos irregulares de estiagem.

O Estado de Pernambuco apresenta uma grande variedade de tipos de vegetação, resultado de uma série de fatores, tais como: solos de origens diferentes, variações em altitude e precipitações e, diferentes distribuições de chuva através do ano (ANDRADE-LIMA, 1972). A figura 3 apresenta um esboço da vegetação no Estado, com suas principais formações, a partir de JACOMINE et al (1973). Em 1949, VASCONCELOS-SOBRINHO dividiu o Estado em duas zonas fitogeográficas: zona das florestas e zona das caatingas. A zona das caatingas foi, por sua vez, subdividida em agreste e sertão. EGLER (1951) discorda desta classificação e prefere adotar a divisão do Estado em quatro zonas: litoral, mata, agreste e caatinga. Segundo EGLER (1951), pode-se reconhecer, no Estado de Pernambuco, uma série de formações distintas no conjunto de caatinga, descrevendo este

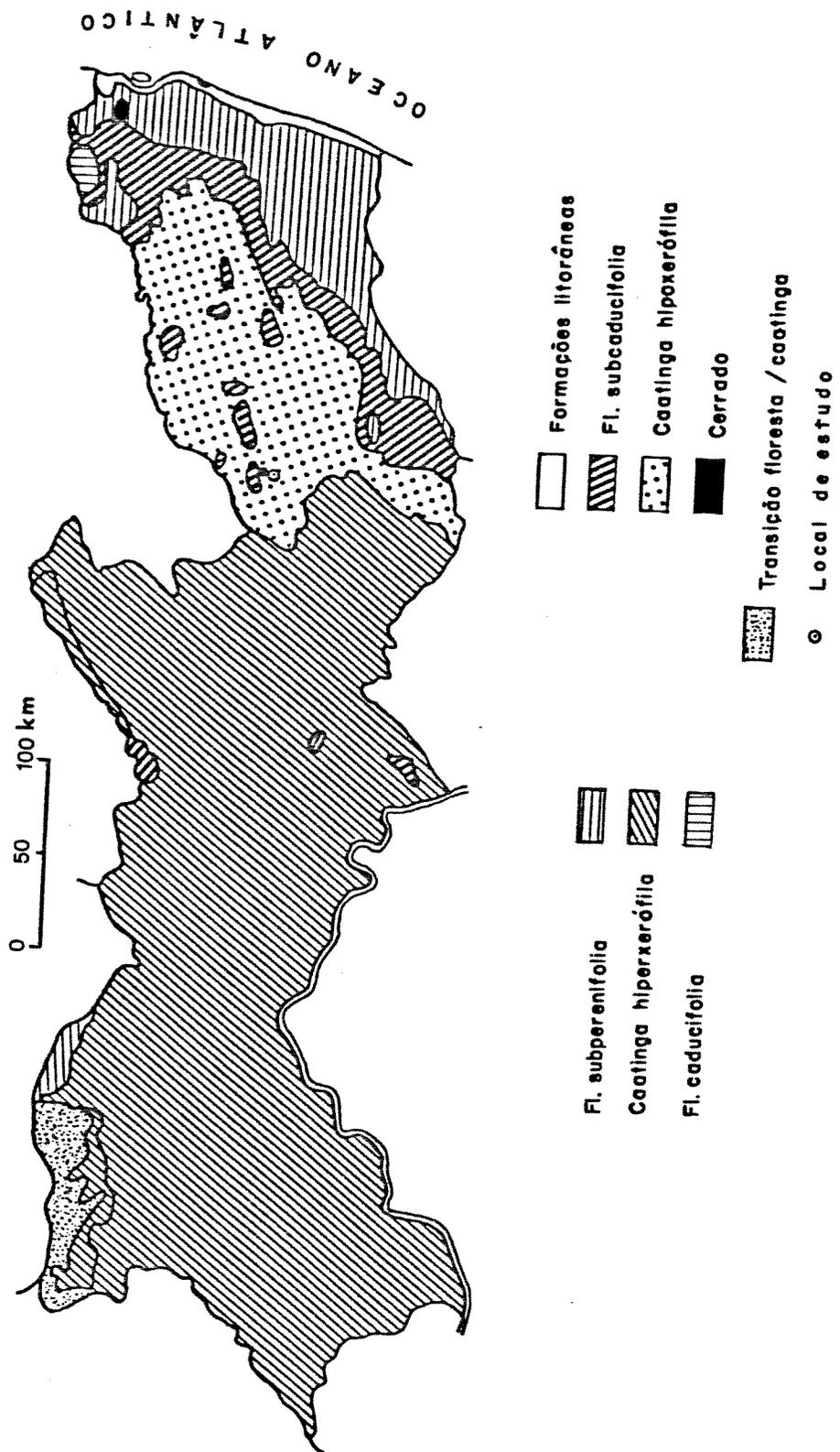


Figura 3 - Esboço da vegetação do Estado de Pernambuco.

autor, cinco tipos vegetacionais aí ocorrentes: 1) caatinga seca e agrupada, 2) caatinga seca e esparsa, 3) caatinga arbustiva densa, 4) caatinga das serras e 5) caatinga do chapadão do moxotó. A vegetação que compõe a área do presente estudo poderia se enquadrar no tipo 3, "caatinga arbustiva densa", levando-se em conta não apenas o tamanho das plantas, mas também pelas espécies dominantes que aí ocorrem. Porém, de acordo com a classificação proposta por EGLER (1951), a área onde foi realizado o presente estudo está situada na zona do agreste, que, na concepção deste autor, trata-se de uma zona distinta e não de uma subdivisão dentro da caatinga, conforme proposto por VASCONCELOS-SOBRINHO (1949). Por outro lado, ANDRADE-LIMA (1954) discorda de EGLER (loc. cit.) e considera que o agreste de Pernambuco apresenta uma vegetação típica de caatinga, uma vez que a vegetação lá encontrada exhibe basicamente as mesmas características utilizadas na definição de caatinga sugerida pelo próprio EGLER (1951), tais como: completa queda de folhas durante a estação seca, em quase todas as espécies; quase total inexistência de folhas grandes, com a predominância de folhas compostas e móveis e freqüente ocorrência de suculentas e de plantas com espinhos.

Em 1960, ANDRADE-LIMA propôs a divisão de Pernambuco em quatro zonas fitogeográficas: litoral, mata, caatinga e savana. A zona da caatinga, considerada a maior das quatro, encontra-se, por sua vez, devido à grande variação evidenciada em seu aspecto, subdividida em Agreste e Sertão. A vegetação do agreste é mais densa, com solo mais profundo e com pluviosidade mais regular e elevada do que a do sertão. Geralmente, a cobertura vegetal arbustiva é mais contínua e as árvores ocorrem isoladamente. De acordo com esta classificação, a vegetação da área aqui estudada também se enquadra na zona do agreste, embora aqui, o termo agreste tenha outra conotação. Para ANDRADE-LIMA (1972), os municípios de Alagoinha e sul de Pesqueira apresentam uma vegetação de agreste, com possibilidades agrícolas e pastoris. O mesmo autor (ANDRADE-LIMA, 1972) novamente faz referência à totalidade dos municípios do agreste de Pernambuco, como apresentando vegetação de caatinga, em sua fície hipoxerófila.

Mais recentemente, ANDRADE-LIMA (1981), em um trabalho amplo, tentando compreender melhor a estrutura global das caatingas do Nordeste, elaborou uma classificação provisória, dividindo a caatinga em 12 (doze) tipos de comunidades reunidas em seis unidades, baseando-se em observações de campo, clima, solo e levando em consideração as espécies mais representativas de cada comunidade. O local de estudo não se enquadra a rigor em nenhuma dessas categorias, mas poderia ser colocado na unidade IV, caracterizada como uma caatinga arbustiva.

2.4.2 - Vegetação local

A vegetação da área em estudo está representada por uma caatinga arbustiva, com indivíduos ramificados, espinhosos, apresentando, durante a estação seca, completa perda de folhas em quase todas as espécies. Os representantes arbustivos predominam sobre as espécies arbóreas.

Atravessando a área de estudo há um riacho (fig. 4), que seca totalmente durante o período de estiagem e, na época das chuvas, pode funcionar como agente dispersor de várias espécies de plantas, uma vez que, dependendo da intensidade das chuvas e da declividade do terreno, apresenta uma forte correnteza nas suas águas. Margeando todo o riacho encontram-se indivíduos de *Bacopa* sp. (Scrophulariaceae), *Cassia excelsa* Schrad. (Leguminosae), *Typha* sp. (Typhaceae) e árvores isoladas de *Bumelia sartorum* Mart. (Sapotaceae). Durante o período de estiagem grande parte do estrato herbáceo desaparece e ocorre a queda de folhas na quase totalidade dos indivíduos arbustivos e arbóreos (fig. 5). Essa condição porém se modifica na estação chuvosa, ocasião em que as plantas recuperam suas folhagens e o estrato herbáceo atinge exuberância comparável ao de uma mata úmida.

Três sinúcias podem ser observadas nesta área durante a estação chuvosa. A sinúcia arbórea, pouco densa, é constituída por indivíduos alcançando cerca de 5 a 15 m de altura, com



4



5

Figuras 4 e 5 - Vista geral do Sítio Riacho (Alagoinha - PE), durante o período chuvoso (fig. 4) e o período seco (fig. 5).

caules retos ou com troncos e galhos retorcidos e ramos pendentes. São representantes principais: *Aspidosperma pyriforme* Mart. (Apocynaceae), *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae), *Bumelia sartorum* (Sapotaceae), *Maytenus rigida* Mart. (Celastraceae), *Spondias tuberosa* A. Cam. (Anacardiaceae), *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Leguminosae) e árvores isoladas de *Caesalpinia ferrea* Mart. (Leguminosae) e *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae).

A sinúsia arbustiva e sub-arbustiva, por sua vez, apresenta-se formando associações densas, contínuas, principalmente na estação chuvosa, sendo constituída por indivíduos com altura variando entre 1,5 a 4,0 m. Como representantes desse estrato observam-se *Cassia excelsa* Schard (Leguminosae), *Angelonia bisaccata* Benth. e *A. hookeriana* Gardn. (Scrophulariaceae), espécies de *Cereus* e *Opuntia* (Cactaceae), *Cordia globosa* (Jacq.) H.B.K. e *C. leucocephala* Moric. (Boraginaceae), *Jatropha* spp. (Euphorbiaceae), *Mimosa* spp. (Leguminosae), *Ruellia asperula* Lindau (Acanthaceae), *Melochia tomentosa* L. e *Waltheria rotundifolia* Schrank (Sterculiaceae), *Pavonia martii* Colla e *Herissantia tiubae* (K.Sch.) Briz. (Malvaceae) e algumas Sapindaceae e Solanaceae.

A terceira sinúsia, herbácea, em grande parte representada por espécies efêmeras, torna-se mais abundante e evidente durante a estação chuvosa. Está constituída basicamente por representantes das famílias Malvaceae, Asteraceae, Gramineae, Cyperaceae, Scrophulariaceae e Convolvulaceae.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

As observações e os experimentos de campo foram desenvolvidos esporadicamente ao longo dos anos de 1984, 1985, 1986 e intensivamente durante o ano de 1987, estendendo-se até março de 1988. Durante o estudo intensivo foram realizadas excursões mensais à região.

As plantas utilizadas neste estudo encontravam-se na sua maioria próximas à margem do riacho que atravessa o Sítio Riacho. Foram registrados também, dados de plantas mais afastadas, a cerca de 200-500 m do mesmo riacho, ou mesmo de indivíduos que ocorriam às margens do caminho que liga a cidade de Alagoinha ao Sítio Riacho. As plantas observadas foram escolhidas casualmente entre as espécies representativas da área e que se encontravam em floração, por ocasião das excursões realizadas.

Foram registrados dados detalhados sobre a biologia floral das seguintes espécies: *Angelonia bisaccata*, *A. hirta* Cham., *A. hookeriana* e *A. pubescens* Benth. (Scrophulariaceae); *Cordia globosa* e *C. leucocephala* (Boraginaceae); *Melochia tomentosa* (Sterculiaceae); *Pavonia martii* (Malvaceae); *Ruellia asperula* e *R. aff. paniculata* L. (Acanthaceae). Também foram coletados dados, porém esporádicos, sobre as espécies: *Caesalpinia ferrea*, *C. pyramidalis* (Leguminosae), *Capparis flexuosa* L. (Capparaceae), *Cassia excelsa* (Leguminosae), *Eupatorium ballotifolium* H.B.K. (Asteraceae), *Herissantia tiubae* (K.Sch.) Briz. (Malvaceae), *Lonchocarpus aff. campestris* Benth. (Leguminosae) *Serjania comata* Radlk. (Sapindaceae), *Waltheria rotundifolia* (Sterculiaceae) e *Zizyphus joazeiro* (Rhamnaceae). Para algumas outras poucas espécies foram feitas observações apenas quanto ao tipo de polinizador ou fenologia (v. figuras 56, 58, 59, 60, 61).

Na análise dos dados obtidos, foram formuladas questões para esclarecer algumas das possíveis relações ecológicas entre as espécies vegetais estudadas e os visitantes

florais (polinizadores ou não) registrados na comunidade. Por exemplo: ocorre predominância de floração das espécies em determinada época/estação ? Há sucessão de polinizadores durante o ano e em determinada planta, durante seu período de floração? Ocorre escassez de algum tipo de polinizador em determinada época? Há constância/especificidade dos polinizadores com relação às plantas visitadas ? Quais as fontes de alimento para os polinizadores durante o ano todo? Quais as plantas que utilizam o mesmo polinizador? Qual a variedade de recompensa floral disponível na comunidade para os polinizadores e qual o valor ecológico dessa recompensa ? Há predominância de determinado tipo de sistema reprodutivo entre as plantas investigadas ?

As análises e os exames de laboratório foram desenvolvidos no Departamento de Botânica da Universidade Estadual de Campinas, no Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco e no Instituto de Botânica Especial da Universidade de Mainz, Alemanha Ocidental (neste último local sob orientação do Prof. Dr. Stefan Vogel).

Exsicatas do material botânico de todas as espécies estudadas estão depositadas no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco (UFP nº 04267, 04268, 04276, 04620, 04621, 04622, 04624, 04633, 07022, 07349). Exemplos das espécies de *Angelonia* também se encontram depositados no Herbário do Instituto de Botânica Especial da Universidade de Mainz, Alemanha Ocidental. As identificações das espécies foram feitas por pesquisadores do Herbário da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). As espécies de Scrophulariaceae foram determinadas por Vinicius C. Souza (Departamento de Botânica-USP).

3.1 - Observações sobre as flores

3.1.1 - Observações gerais e estruturais

Sobre as flores foram registrados dados de fenologia, início, sequência e duração da antese, coloração, emissão ou não de odor, morfologia, dimensões e viabilidade do pólen, localização e tipo de recompensa oferecida aos visitantes (pólen, néctar ou óleo), concentração de açúcares no néctar e análise da composição dos óleos florais.

A viabilidade do pólen foi verificada através da técnica de coloração do citoplasma, utilizando-se carmim acético 2% (RADFORD *et al.*, 1974), sendo utilizadas no mínimo 20 flores para cada espécie, provenientes de indivíduos diferentes. Foram contados, em média, 200 grãos ao acaso em cada lâmina. Para algumas espécies foi determinada a razão pólen/óvulo (P/O) (CRUDEN, 1977). Nas espécies heterostílicas foram feitas medidas dos grãos de pólen das flores longistilas e brevistilas. O material polínico fresco foi preparado segundo a técnica de acetólise (ERDTMAN, 1952), sendo medidos 25 grãos de pólen tomados ao acaso, no prazo máximo de uma semana contado a partir da montagem dos grãos. Foram utilizadas, para a contagem, no mínimo três lâminas de cada espécie. Foram efetuadas análises estatísticas incluindo cálculos da média aritmética (\bar{x}), do desvio padrão da média ($S\bar{x}$), do desvio padrão da amostra (S), do coeficiente de variabilidade (V) e do intervalo de confiança das médias (IC) a 95% entre os dois tipos florais das diferentes espécies envolvidas. Os valores dos intervalos de confiança foram colocados em gráficos (DICE & LERAAS, 1936).

A concentração de açúcares no néctar foi medida no campo com auxílio de um refratômetro de bolso, provido de termômetro para compensação de temperatura. As medidas foram tomadas em diferentes horários do dia, sendo utilizadas, em média, 20 flores de cada espécie. O néctar foi coletado

utilizando-se capilares de vidro (um capilar para cada espécie ou para cada coleta) (MACHADO & SAZIMA, 1987).

Para análise da morfologia, flores e botões foram fixados em FAA 50% ou álcool 70%. Foram feitos desenhos das flores em cortes longitudinais e/ou transversais com auxílio de câmara clara acoplada a estereomicroscópio. Também foram tomadas fotografias.

3.1.2 - Glândulas secretoras de óleo (elaióforos), em espécies de *Angelonia*

3.1.2.1 - Morfologia e disposição dos tricomas

Para análise detalhada da morfologia/anatomia e disposição dos tricomas nos elaióforos de espécies de *Angelonia* foram feitos cortes longitudinais e transversais das flores na região dos esporões (q.v) com auxílio de micrótomo de mesa. A metodologia utilizada para a preparação do material para a realização dos cortes - inclusão em parafina - foi a usual descrita em manuais de técnicas de anatomia (JOHANSEN, 1940; GERLACH, 1977). Previamente, contudo, as flores frescas foram fixadas, por cerca de 30 minutos, em FPA (formol+ácido propiônico+ácido acético), sendo depois estocadas em álcool 70% (VOGEL, 1974). O material montado foi corado com hematoxilina. Foram feitos desenhos de secções dos elaióforos e de detalhes dos tricomas, em câmara clara acoplada a microscópio óptico. Foram efetuadas contagens do número de tricomas existentes em cada esporão floral, bem como estimada a área glandular para cada esporão nas diferentes espécies. Para análise mais detalhada da estrutura dos tricomas foram feitas preparações de secções dos elaióforos, sendo as mesmas observadas e fotografadas com auxílio de microscópio eletrônico de varredura.

3.1.2.2 - Cromatografia em camada delgada

Os componentes lipídicos da substância secretada pelos elaióforos das espécies de *Angelonia* foram separados através de cromatografia em camada delgada (STAHL, 1967). A secreção oleosa produzida pelos elaióforos foi extraída agitando-se porções da parede ventral de esporões florais imersas em clorofórmio puro por alguns minutos. Foram utilizadas, em média, 20 a 30 flores de cada espécie, sendo que para *A. hirta* foi coletada amostra de cerca de 500 flores. Algumas amostras foram armazenadas em geladeira (ca. 2º C). Foram utilizadas placas para cromatografia (20 X 20 mm), cobertas com uma camada de sílica-gel com 0,3 a 0,2 mm de espessura. Para as aplicações das amostras nas placas utilizaram-se capilares de vidro, sendo usado um capilar para cada espécie. Foram testadas diferentes quantidades de aplicações no mesmo ponto da placa nas diferentes espécies (1, 2, 3 até 16x). Cada aplicação corresponde à utilização da quantidade total de um capilar. A solução utilizada como meio para separar as substâncias foi uma mistura de clorofórmio + metanol + etanol + ácido acético (96:2:1:4). O meio para difusão foi colocado em cuba para cromatografia (22 x 21 x 10 cm), forrada com papel de filtro e com tampa de borda esmerilhada, podendo, ao mesmo tempo, serem usadas duas placas por cuba. Os pontos foram aplicados a uma altura de 5,0 cm a partir da base da placa e a distância entre um ponto e outro na mesma placa foi de 1,5 a 2,0 cm. A distância total percorrida na placa pelas amostras foi de 12,3 cm. Foi registrado o tempo necessário para completar a corrida. Como controle, fez-se uma aplicação em um dos pontos da placa com uma solução teste, própria para cromatografia em camada delgada ("DESAGA lipophile" - 3-Farbstoff-testlosung a partir de STAHL, 1967).

Paralelamente, efetuou-se também impregnação da placa com uma solução de nitrato de prata (AgNO_3), para conseguir melhor detalhamento na separação das substâncias, obtendo-se placas bidimensionais (VOGEL, 1974). Após a impregnação com AgNO_3 deve-se secar a placa em estufa à temperatura de 50°C.

Nesse tipo de tratamento só é possível a aplicação de um ponto em cada placa.

Todo o procedimento relativo à preparação das placas, aplicações e difusão das substâncias, em ambos os tipos de testes, foi desenvolvido à temperatura ambiente (cerca de 20° C).

Para a revelação, a placa foi pulverizada com uma solução de diclorofluoresceína 2%, sendo posteriormente observada em câmara provida com luz ultra-violeta. Para outro tipo de revelação utilizou-se uma solução de H₂SO₄ (40%) + metanol + dicromato de potássio (100 ml : 100 ml : 5g). Após a pulverização com esta solução, a placa foi colocada em estufa à 150°C por cerca de 20 minutos. As manchas são carbonizadas e adquirem uma coloração escura (preta) permanecendo o resto da placa de cor amarelo forte, contrastante. Essa segunda revelação é permanente e destrói as características orgânicas dos componentes da substância, não podendo, portanto, ser reutilizada (VOGEL, 1974). Todas as pulverizações foram feitas dentro de capela. As placas foram fotografadas e desenhadas ou copiadas, sendo posteriormente calculada a altura (hRf) percorrida pelas diferentes manchas (VOGEL, 1974).

3.2 - Análise do sistema reprodutivo

Para determinar o sistema reprodutivo das espécies vegetais foram efetuados experimentos de polinização manual, consistindo dos seguintes tratamentos:

A - Autopolinização espontânea (controle): botões florais intactos foram ensacados, permanecendo desta forma até a formação ou não do fruto;

B - Verificação da ocorrência ou não de apomixia : botões foram emasculados e mantidos ensacados até o início de desenvolvimento do ovário ou queda da flor;

C - Autopolinização manual : pólen foi transferido para o estigma da mesma flor. Posteriormente a flor foi ensacada para evitar possíveis visitas, permanecendo assim até o início de desenvolvimento do ovário ou então queda da flor;

D - Polinização cruzada (geitonogamia) : pólen foi transferido para o estigma de flores existentes no mesmo indivíduo, seguindo posteriormente o mesmo procedimento realizado para o tratamento C;

E - Polinização cruzada (xenogamia) : pólen foi transportado para o estigma de flores de indivíduos diferentes da mesma espécie. Foi seguido então o mesmo procedimento descrito para o tratamento C;

Todas as flores utilizadas nos tratamentos B, D, e E foram previamente emasculadas e ensacadas durante a fase de botão na pré-antese. Em algumas espécies, cuja autoincompatibilidade foi anteriormente testada e comprovada, evitou-se esse procedimento. Para os ensacamentos foram utilizados sacos de papel impermeável confeccionados em tamanhos diferentes, proporcionais às dimensões da flor em questão. Todas as flores utilizadas foram marcadas com etiquetas contendo informações sobre a data e o tipo de tratamento realizado. Algumas sementes provenientes dos tratamentos realizados foram colocadas para germinar como forma de testar a sua viabilidade. Alguns cruzamentos com espécies de *Angelonia* foram desenvolvidos em casa de vegetação no Instituto de Botânica Especial da Universidade de Mainz, Alemanha Ocidental, com plantas cultivadas provenientes de sementes coletadas no local de origem.

3.3 - Observações sobre os visitantes

3.3.1 - Observações gerais

Foram feitas observações com relação à diversidade de animais atuando como visitantes florais na região estudada. O comportamento desses animais durante suas visitas às flores foi estudado por observação direta, complementado com tomada e análise de fotografias. Aspectos referentes a horário, duração e frequência das visitas foram registrados. Foi dada atenção à natureza da recompensa floral forrageada pelo animal e a sua importância no ciclo biológico do visitante, especialmente no que diz respeito às flores produtoras de óleo e abelhas coletoras de óleo floral.

Os insetos foram coletados e armazenados a seco para posterior identificação e para análise da sua morfologia, dimensões e estruturas especiais relacionadas com a natureza da visita. Os insetos capturados foram enviados a especialistas para identificação e encontram-se, em parte, depositados na coleção de insetos do Museu de História Natural da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC). As abelhas foram identificadas pelo Prof. J.M.F. Camargo (Ribeirão Preto) e pelo Pe.J.S. Moure (UFPR); as borboletas pelo Prof.Dr. K.S. Brown Jr. (UNICAMP); as vespas (a nível de família) pelo Prof.Dr. S. Vogel. A identificação dos beija-flores foi feita diretamente no campo e através de fotografias, com o auxílio do Prof. Dr. I. Sazima (UNICAMP).

3.3.2 - Observações específicas com as abelhas coletoras de óleo floral

Com relação às abelhas coletoras de óleo floral foram realizadas medidas do comprimento do corpo e das pernas anteriores e medianas e calculada a relação de tamanho entre essas estruturas, comparativamente nas diferentes espécies de

um mesmo gênero. Foram feitas também análises morfológicas detalhadas das estruturas especiais para coleta de óleo existentes nas pernas anteriores e/ou medianas. A morfologia dos pêlos das pernas posteriores (escopa) também foi analisada. Em algumas espécies, cujas estruturas se mostraram mais interessantes, foram feitas análises dessas estruturas especiais para posterior descrição, com auxílio de microscópio eletrônico de varredura. O procedimento usado para limpeza das pernas, para possibilitar melhor observação no microscópio, foi o mesmo descrito por NEFF & SIMPSON (1981) e consta das seguintes etapas:

1º dia - deixar as pernas em álcool 10% por 1 h; agitar por 1 minuto; agitar em uma série alcoólica gradativa de 30%, 50%, 70%, 95% e 100% (1 h cada); pernoitar em solução de etanol + clorofórmio (1:1);

2º dia - agitar por um minuto em clorofórmio 100%; passar por série graduada de 100% etanol + clorofórmio (1:1), etanol 100%, 95%, 70%, 50%, 30%, 10% (1 h cada); pernoitar em água;

3º dia - agitar por um minuto em água. Secar à temperatura ambiente.

Foram tomadas fotografias das pernas e feitos desenhos em câmara clara acoplada a estereomicroscópio.

4 - APRESENTAÇÃO DOS GÊNEROS ESTUDADOS

4.1 - *Angelonia* H. et B. (Scrophulariaceae)

O gênero *Angelonia* H. et B. (Scrophulariaceae: Hemimerideae) é composto por cerca de 25 espécies distribuídas na América tropical, abrangendo o México, América Central, Venezuela, Brasil, Paraguai, Uruguai e noroeste da Argentina (WETTSTEIN, 1895; DESCOLE, 1954; DAWSON, 1968). WETTSTEIN (1895), cita também uma espécie ocorrendo no leste da Índia (*A. salicariaefolia*). Para o Brasil estão descritas, na Flora Brasiliensis, vinte espécies, que ocorrem nos mais variados habitats (SCHMIDT, 1857).

Angelonia foi inicialmente colocado na Tribo Hemimerideae devido a sua suposta relação com os gêneros *Alonsoa*, *Hemimeris* e *Diascia* (WETTSTEIN, 1895). Segundo BARRINGER (1983), *Alonsoa* porém está mais diretamente relacionado com *Verbascum* e *Scrophularia*, enquanto que *Hemimeris* e *Diascia* são tão diferentes que, de acordo com este autor, pertencem a tribos distintas. BARRINGER (1983; 1985) sugere que *Angelonia* seja colocado, juntamente com os gêneros *Monopera* e *Basistemon*, na tribo Angeloneae. Apesar dessas divergências, preferiu-se aqui manter *Angelonia* na tribo Hemimerideae, devido a escassez de dados que apoiem a sugestão de BARRINGER (1983).

O gênero *Angelonia* está dividido em três seções, de acordo com a deiscência e a forma do fruto. Com relação as quatro espécies aqui estudadas, *A. hookeriana* e *A. bisaccata* compõem a mesma seção, caracterizada por apresentar frutos, cuja deiscência só chega até a sua metade. Em *A. hirta* e *A. pubescens*, a deiscência é integral, alcançando a base do fruto (SCHMIDT, 1857 apud MARTIUS et al., 1857-1896). As espécies

aqui estudadas encontram-se distribuídas principalmente nas regiões de clima seco e quente do Nordeste do Brasil.

Com relação a biologia floral, VOGEL (1974), estudando a síndrome de flores com óleo, descreve a morfologia floral de três espécies de *Angelonia* (*A. integerrima*, *A. angustifolia* e *A. pubescens*) e sugere a polinização de *Angelonia* por espécies de abelhas do gênero *Centris* (Anthophoridae: Centridini), levando em conta características de morfologia e tamanho da flor. Vogel (1974) registrou visitas de *Centris trigonoides* e *C. fuscata* em flores de *A. biflora* no Macapá, sem, contudo, observar e descrever detalhes sobre o comportamento dessas abelhas durante suas visitas. Neste mesmo trabalho, Vogel transcreve citações de Müller sobre observações de visitas de *Centris lanipes*, *C. lineolata* e *Ancyloscelis* sp. em flores de uma espécie não identificada de *Angelonia*, em Santa Catarina. Com exceção dos trabalhos de VOGEL (1974, 1989) e de MACHADO & VOGEL (1989), nada mais é conhecido sobre a biologia floral e o sistema reprodutivo de espécies de *Angelonia*.

4.2 - *Cordia* L. (Boraginaceae)

O gênero *Cordia*, considerado um dos maiores e mais complexos da família Boraginaceae, consiste de aproximadamente 250 espécies, das quais cerca de 65 ocorrem no Brasil (JOHNSTON, 1949; TARODA, 1984; TARODA & GIBBS, 1986). São encontradas espécies distribuídas pelas regiões de clima quente em todo o mundo, porém o gênero está melhor representado na América Central e América do Sul, com centro de diversidade no Novo Mundo (TARODA & GIBBS, 1986).

As duas espécies aqui estudadas, *C. globosa* e *C. leucocephala*, pertencem ambas ao sub-gênero *Varronia*, caracterizado por apresentar a maioria dos seus representantes com hábito arbustivo ou sub-arbóreo, com flores em inflorescências congestas, cálice campanulado e corola de coloração branca (TARODA, 1984). No Brasil, as espécies de *Varronia* ocorrem numa grande variedade de habitats, sendo encontradas em florestas, bordas de mata, cerrados e caatinga. De acordo com JOHNSTON (1949), *C. globosa* é uma espécie de distribuição ampla desde a Flórida, Caribe, América Central, até o Nordeste da América do Sul. Este mesmo autor reconhece duas variedades, porém apenas a variedade típica ocorre no Brasil. *C. leucocephala* apresenta distribuição mais restrita, sendo encontrada nas caatingas do Nordeste do Brasil (TARODA & GIBBS, 1986). De acordo com ANDRADE-LIMA (1989), *C. leucocephala* é uma espécie com potencial forrageiro, também utilizada como planta ornamental, sendo cultivada na zona da mata.

Registros sobre a polinização em espécies de *Cordia* são encontrados em KNUTH (1898-1905), que cita algumas espécies africanas como sendo polinizadas por pássaros e *C. multispicata*, uma espécie brasileira, sendo visitada por vespas e abelhas. VOGEL (1954) menciona ornitofilia no gênero *Cordia* e sugere polinização por pássaros em *C. sebestena* na África e em *C. subcordata* no Madagascar. A partir das características morfológicas das flores, VOGEL (1954) sugere psicofilia em *C.*

chaetodonta, na África, embora não tenha feito observações dos polinizadores. Dados sobre a biologia floral e o sistema reprodutivo de oito espécies (*C. alliodora*, *C. collococca*, *C. curassavica*, *C. dentata*, *C. gerascanthus*, *C. inermis*, *C. panamensis* e *C. pringlei*) na Costa Rica, são apresentados por OPLER *et al.* (1975). Neste trabalho, a maioria das espécies descritas são entomófilas, sendo visitadas por uma gama variada de insetos, havendo também registro de visitas por beija-flores. Visitas de morcegos em flores de *Cordia* no México foram inferidas por ALVAREZ & QUINTERO (*apud* OPLER *et al.*, 1975). PERCIVAL (1974), estudou a ecologia floral de quatro espécies de *Cordia* na Jamaica (*C. brownei*, *C. gerascanthus*, *C. sebestena* e *C. globosa* var. *humilis*), encontrando grande variedade de visitantes. PERCIVAL (*loc.cit.*) apresenta *C. sebestena* como sendo uma espécie adaptada à polinização por beija-flores e *C. globosa* var. *humilis* sendo visitada por abelhas, borboletas, vespas, moscas, formigas e beija-flores. Alguns aspectos da ecologia da polinização em *C. taguahyensis*, na região Sudeste do Brasil, foram estudados por RAPOPORT (1987). Dados sobre a morfologia polínica no gênero podem ser encontrados em NOWICKE & RIDGWAY (1973), GIBBS & TARODA (1983) e MONCADA & HERRERA-OLIVER (1988).

Com relação as espécies abordadas neste trabalho, não foi encontrado qualquer registro sobre a biologia floral, mecanismos de polinização e sistema reprodutivo.

4.3 - *Melochia* Dill. ex L. (Sterculiaceae)

O gênero *Melochia* apresenta cerca de 65 espécies, distribuídas principalmente nos trópicos (WILLIS, 1960). Segundo SCHUMANN (1886), a abrangência do gênero vai desde o México até Buenos Aires, ocorrendo também na África Ocidental. Para o Brasil, estão descritas, na Flora Brasiliensis, 29 espécies, agrupadas em três secções. A espécie aqui estudada, *M. tomentosa*, está incluída na secção *Eumelochia* Griseb.

Registros sobre a biologia floral no gênero são praticamente inexistentes. KNUTH (1898-1905), faz referência unicamente a *M. parvifolia*, como apresentando flores heterostílicas. A ocorrência de heterostilia em flores de *Melochia* e *Waltheria* também foi mencionada por BRIZICKY (1966). Neste trabalho, o autor comenta que a presença de nectários e o intenso colorido das pétalas, em espécies de *Melochia*, indica entomofilia, embora não tenha observado polinizadores. Um estudo pormenorizado, com ênfase na análise do sistema reprodutivo de *Melochia* foi feito por MARTIN (1967), que descreve o sistema reprodutivo de quatro espécies, da América Central (Porto Rico e ilhas vizinhas), *M. nodiflora*, *M. pyramidata*, *M. villosa* e, inclusive, *M. tomentosa*. Segundo MARTIN (1967), *M. tomentosa* é encontrada quase que exclusivamente em regiões secas, expostas a períodos de estiagens prolongadas, e o mesmo autor comenta a sua capacidade de colonizar "habitats" perturbados, sendo observada em beiras de estrada e em pastagens.

Com exceção do trabalho de MARTIN (1967), nenhuma publicação foi encontrada que trate da biologia floral e do sistema reprodutivo de *M. tomentosa*.

4.4 - *Pavonia* Cav. (Malvaceae)

O gênero *Pavonia*, um dos maiores da Família Malvaceae, apresenta cerca de 200 espécies, das quais aproximadamente dois terços habitam os trópicos e subtropicais do Novo Mundo (WILLIS, 1960; GOTTSBERGER, 1972). Mais de cem espécies ocorrem na América do Sul (KEARNEY, 1958 *apud* FRYXELL, 1988). Para o Brasil, SCHUMANN (1886) cita 61 espécies, distribuídas nos mais variados habitats.

Com relação a biologia floral, KNUTH (1898-1905) transcreve as observações feitas por Ducke no Pará, apresentando *P. typhalaea*, como sendo visitada por várias Apidae (espécies de *Tetrapedia*, *Ceratina* e *Halictus*). PORSCHE (1929, *apud* GOTTSBERGER, 1972) sugeriu polinização por beija-flores em *P. macrostyla*, *P. selloi*, *P. schrankii*, *P. malacophylla* e *P. multiflora*.

Estudos detalhados sobre a biologia floral de Malvaceae foram realizados por GOTTSBERGER (1967; 1972), que, além de descrever os tipos de polinização e o sistema reprodutivo em vários dos seus representantes, discute também aspectos de evolução na família. Com relação ao gênero *Pavonia*, GOTTSBERGER (1972) observou entomofilia, principalmente melitofilia, em *P. communis*, *P. cf. lindmannii* e *P. mollis* e polinização por beija-flores em *P. schrankii*. Por sua vez, *P. malacophylla*, é sugerida por GOTTSBERGER (1972) como sendo uma forma de transição de ornitofilia para melitofilia. Outros registros de ornitofilia em espécies de *Pavonia* são encontrados em SAZIMA (1981), que descreve a biologia floral e o sistema reprodutivo de *P. montana* e *P. malvaviscoides*, na Serra do Cipó, Minas Gerais e em McDADE & DAVIDAR (1984), com observações de visitas de *Phaethornis superciliosus* (Trochilidae) em flores de *Pavonia dasypetala*, no Panamá.

Com relação a espécie aqui estudada, *P. martii*, não foi encontrado registro de estudos sobre a sua biologia floral e o sistema reprodutivo.

4.5 - *Ruellia* L. (Acanthaceae)

Ruellia é um gênero tropical e subtropical, com cerca de 200 espécies (WILLIS, 1960; LONG, 1964), apresentando hábitos arbustivo ou herbáceo, com folhas opostas e flores geralmente grandes e tubulosas. A grande diversidade do gênero e a falta de maiores informações com respeito às espécies tropicais, torna difícil a delimitação e a classificação das espécies (LONG, 1964). De acordo com LONG (1964), os centros primários de diversidade do gênero são a Indomálasia, o Brasil, a África, o México e a América Central. A grande variação que existe no gênero, com relação a forma, tamanho e cor da corola indica, segundo RAMAMOORTHY (1988), uma radiação adaptativa a diferentes vetores de pólen. Na opinião de VOGEL (1954), esta radiação adaptativa estende-se a toda família Acanthaceae, sendo *Ruellia* e *Thunbergia* exemplos da evidente descontinuidade com relação às várias síndromes florais (melitofilia, psicofilia e ornitofilia) presentes nesses gêneros.

Estudos sobre a biologia floral em espécies de *Ruellia* são escassos. KNUTH (1898-1905) faz referência à ocorrência de cleistogamia em *R. clandestina* e descreve aspectos morfológicos de outras três espécies. A ocorrência de cleistogamia é conhecida em várias outras espécies de *Ruellia* (cf. SELL, 1977). De acordo com M. Sazima (comunic. pessoal) *Ruellia graecizans*, na região de Campinas, São Paulo, apresenta flores cleistógamas durante o período de seca, sendo, em outros períodos, polinizada por borboletas e beija-flores.

Registro de quiropterofilia em *Ruellia* é encontrado em RAMAMOORTHY (1988), quando da descrição de uma espécie nova (*R. sarukhaniana*). Nesse mesmo trabalho, o autor menciona outras cinco espécies, *R. bourgaei*, *R. coulteri*, *R. palmeri*, *R. pulcherrima* e *R. jaliscana*, também polinizadas por morcegos da sub-família Glossophaginae.

Com relação as espécies aqui estudadas, *R. asperula* e *R. aff. paniculata*, nada foi encontrado, na literatura, sobre a biologia floral e o sistema reprodutivo.

5 - RESULTADOS

5.1 - *Angelonia hirta* Cham.

Observações gerais e estrutura da flor

Os indivíduos dos agrupamentos estudados de *A. hirta* cresciam às margens da estrada que liga a cidade de Alagoinha ao Sítio Riacho, ocupando uma área aproximada de 100 m², distando cerca de 500 m após a entrada da cidade de Alagoinha. *A. hirta* é uma espécie herbácea, perene, cujos indivíduos alcançam alturas variáveis entre 50 e 130 cm e se apresentam em agrupamentos constituídos por diversas plantas. Essas plantas ocupavam uma área onde o solo permaneceu úmido até fins de julho, devido a permanência de água de chuva empoçada. Nos mesmos locais das plantas de *A. hirta* ocorriam, em alta densidade, indivíduos de *Hyptis* sp., *Ruellia* aff. *paniculata* e *Melochia tomentosa*, espécies cujas flores apresentam coloração vistosa, variando entre o rosa-lilás e o violeta.

As flores de *A. hirta* estão dispostas em inflorescências racemosas, com uma média de cinco flores abertas por inflorescência. As flores são zigomorfas (27 mm altura X 24 mm largura), horizontais ou levemente pendentes, com pedicelos que variam de 12 a 22 mm de comprimento (\bar{x} = 20,1 mm ; n = 30). A corola apresenta cinco lobos retroflexos, dos quais dois são adaxiais e três abaxiais. O lobo inferior mediano é bem desenvolvido formando um "labelo" (Fig. 6A). A base da corola não é tubulosa, porém alarga-se formando uma "goela" arredondada, pouco profunda, em cuja parte apical, ventral, estão localizados os quatro estames didínamos (dois anteriores, abaxiais e dois posteriores, adaxiais) e o gineceu (fig. 6A). Na porção inferior desta "goela" há um afundamento da corola formando duas bolsas ou esporões, independentes entre

si, que ocorrem lado a lado (Figs. 6A, B ; Fig. 7) e apresentam individualmente cerca de 4,5 mm de profundidade e 4,0 mm de largura. A parede ventral, anterior, dessas duas bolsas é recoberta por um tecido glandular, denominado elaióforo. O elaióforo é do tipo tricomático e os tricomas secretam uma substância oleosa, lipídica. A área glandular, a quantidade, a morfologia e a disposição dos tricomas no elaióforo serão descritos adiante. A parede anterior do esporão, onde estão localizados os tricomas é mais espessa e mais vascularizada que a parede posterior. Apenas a porção apical do elaióforo é visível quando se observa a flor externamente. Não há tecido nectarífero. O labelo pode, para efeitos descritivos, ser subdividido em duas porções: a porção basal forma uma cavidade, no ápice da qual, medianamente, há uma protuberância ponteaguda, com extremidade bifurcada, denominada de calo mediano (fig. 6 a e b). A porção pendente do labelo inicia logo após essa região que contém o calo. A distância média entre a porção apical da garganta da corola, onde se situam os órgãos sexuais, e a porção basal do labelo na altura do calo mediano é de aproximadamente 11 mm. Essa medida é mais ou menos constante, independentemente de variação no tamanho da flor; por exemplo, flores tanto com dimensões de 30 x 28 mm como de 26 x 24 mm, apresentam geralmente a mesma medida relativa à abertura da "goela" da corola, ou seja, 11 x 9 mm.

Toda a superfície externa da corola também está recoberta por pêlos glandulares esparsamente distribuídos. Estes porém diferem um pouco dos pêlos dos elaióforos, especialmente com relação ao tamanho das cabeças, que, neste caso, são menores. O pedúnculo floral e o cálice, de coloração marrom-esverdeada, também se apresentam recobertos por pêlos, que são responsáveis pela coloração esverdeada dessas estruturas e também, muito provavelmente, pelo odor adocicado, agradável, semelhante a fruta, emitido por toda a planta.

A coloração dos lobos livres da corola é púrpura. O fundo da "goela" é lilás com máculas arredondadas apresentando tamanhos diferentes e cor violeta ou roxo escuro. A base do labelo é branco-esverdeada. As entradas dos esporões, assim como todo o elaióforo são de cor verde. O estilete, estigma,

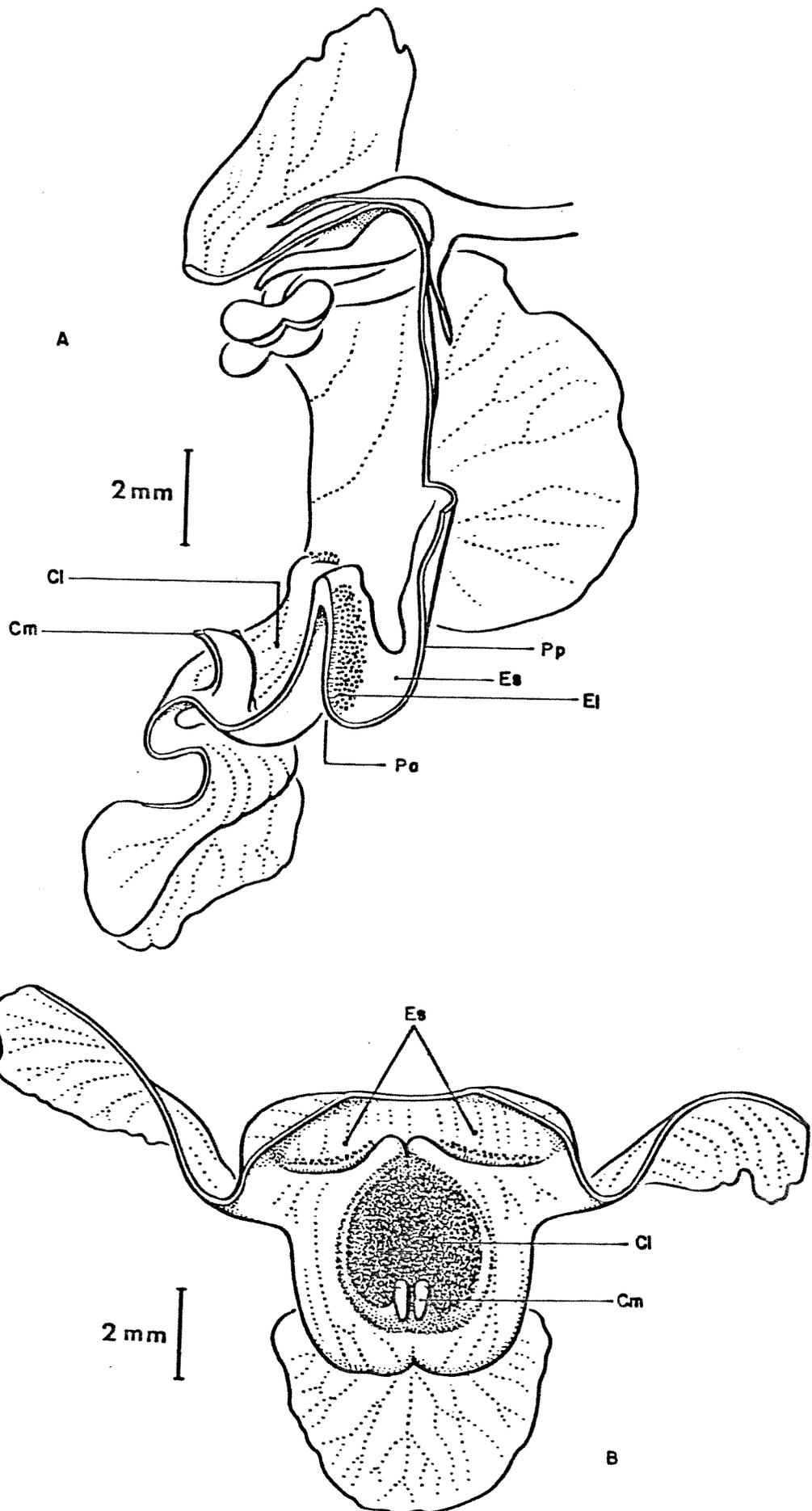


Figura 6 - Morfologia da flor de *Angelonia hirta*. A. Esquema da flor em corte longitudinal não mediano, onde se evidencia o calo mediano (Cm), a cavidade do labelo (Cl), esporão aberto (Es) e elalóforo (EI). Note a localização das anteras e do estigma no teto da "goela" da corola; Pa- parede anterior, Pp- parede posterior; B. Esquema da flor em corte transversal, ao nível da entrada dos esporões (Es).

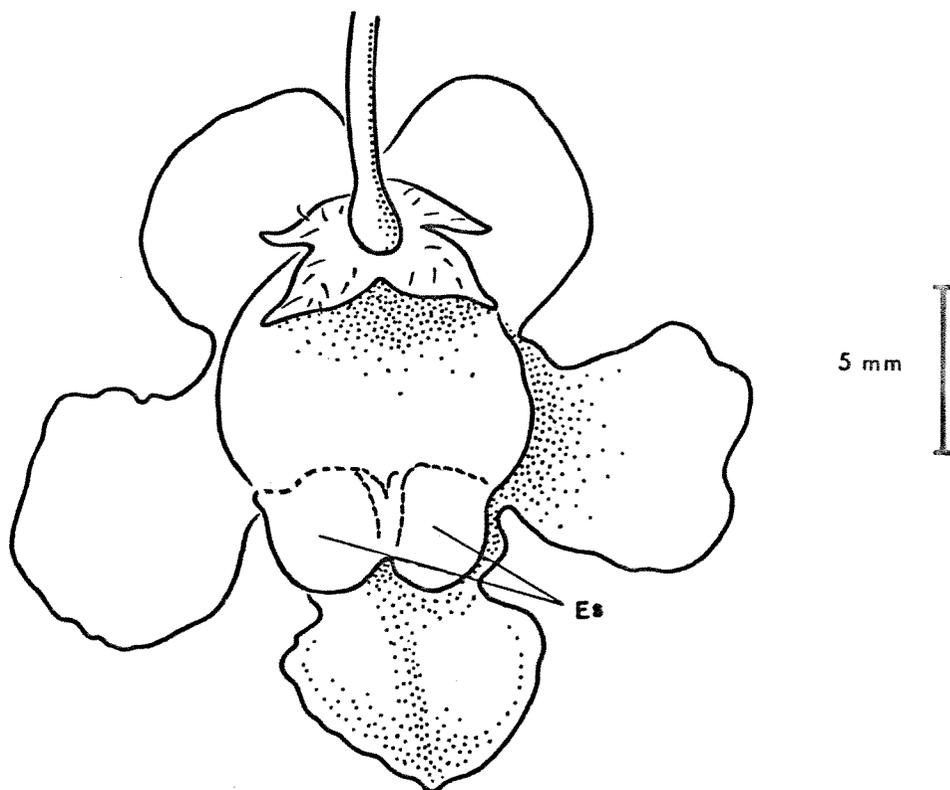


Figura 7 - Esquema da flor de *Angelonia hirta*, em vista dorsal. Note os dois esporões (Es) na porção inferior da "goela" da corola. A linha tracejada marca o limite da região onde se localizam os elaióforos.

filetes e grãos de pólen são brancos. As anteras são de cor violeta.

Morfologia e disposição das glândulas de óleo

Os tricomas estão densamente e uniformemente distribuídos na parede ventral do esporão formando uma almofada de pêlos, cuja área glandular, em ambos os esporões juntos, é de aproximadamente 18 mm² (fig. 8). Foi estimado um total de cerca de 15.000 tricomas ocupando esta área nos dois esporões. Os tricomas apresentam comprimentos variáveis, uma vez que os seus pedicelos estão constituídos por diferentes quantidades de células (2 a 4), que, por sua vez, também podem apresentar variação no seu comprimento (fig. 9A, B). A cabeça glandular é cilíndrica, constituída por aproximadamente 12 a 15 células, geralmente com diâmetro quase equivalente à do pedicelo. Observa-se que a partir de quase toda célula epidérmica emerge um tricoma, resultando portanto em alta densidade de pêlos no elaióforo. Os diferentes tamanhos apresentados pelos pedicelos permitem o arranjo alternado das cabeças glandulares (fig. 9A, B). Consequentemente, o resultado final é uma densa almofada de pêlos, que se apresenta completamente imersa na substância oleosa aí produzida.

Fenologia floral

O período de floração de *A. hirta* no ano de 1987 estendeu-se de fevereiro até setembro, sendo observadas algumas flores ainda em outubro. O pico de floração ocorreu entre os meses de março a agosto. Em 1988 a floração iniciou em março. Plantas cultivadas em casa de vegetação no Jardim Botânico da Universidade de Mainz, Alemanha Ocidental, a partir de sementes coletadas na região de estudo (Alagoinha-PE), iniciaram a floração em fevereiro, prolongando para além de outubro (1989), ocasião em que terminaram as observações.

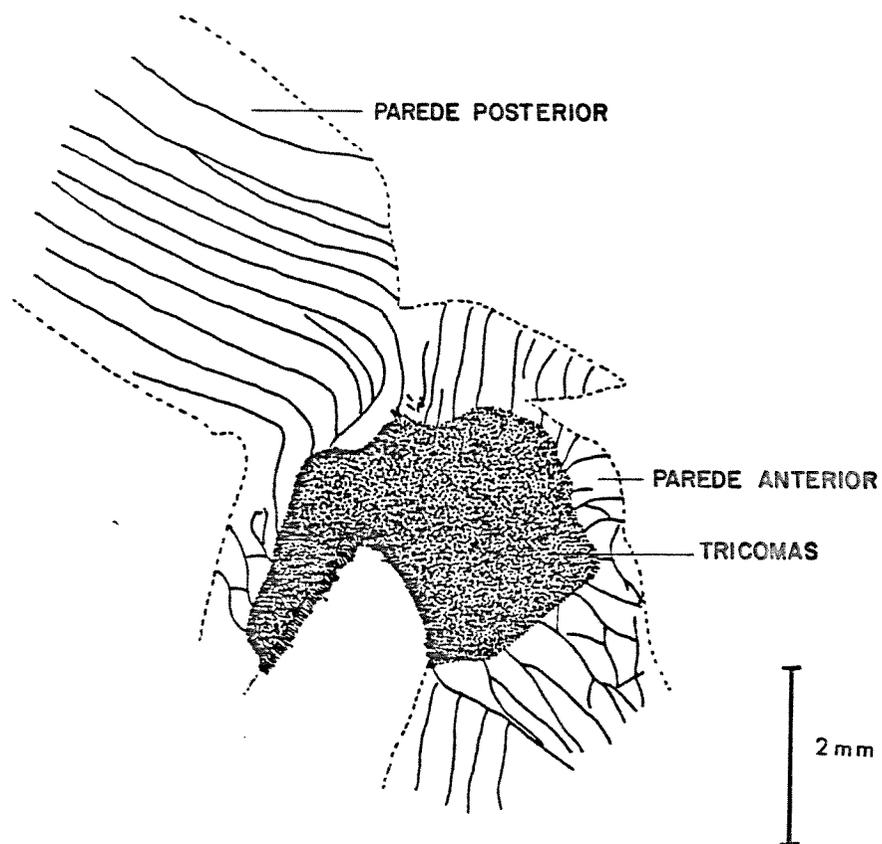


Figura 8 - Esquema representando um esporão aberto da flor de *Angelonia hirta*. A distribuição dos tricomas é densa, os quais ocorrem unicamente na parede anterior do esporão.

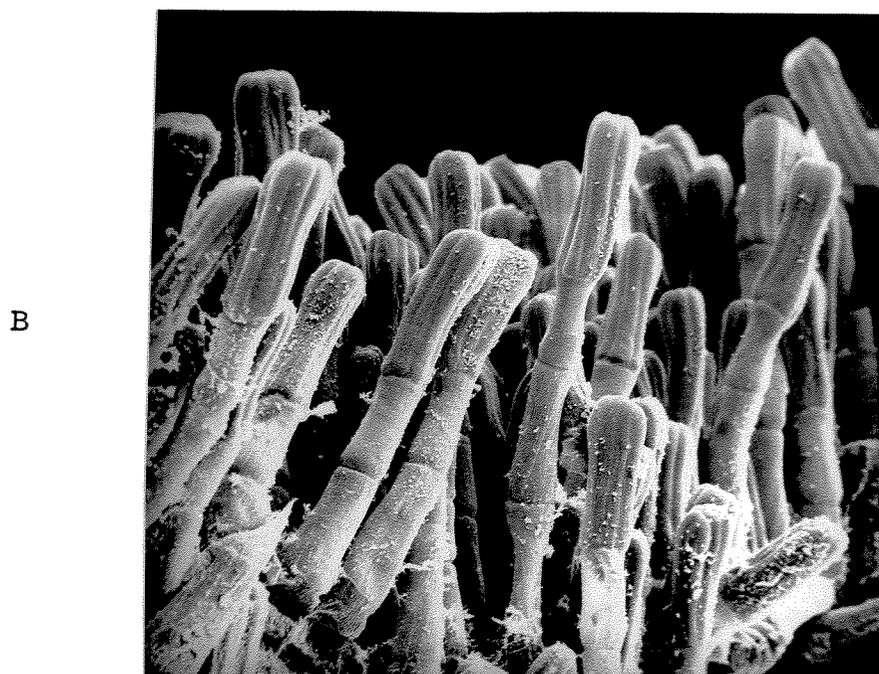
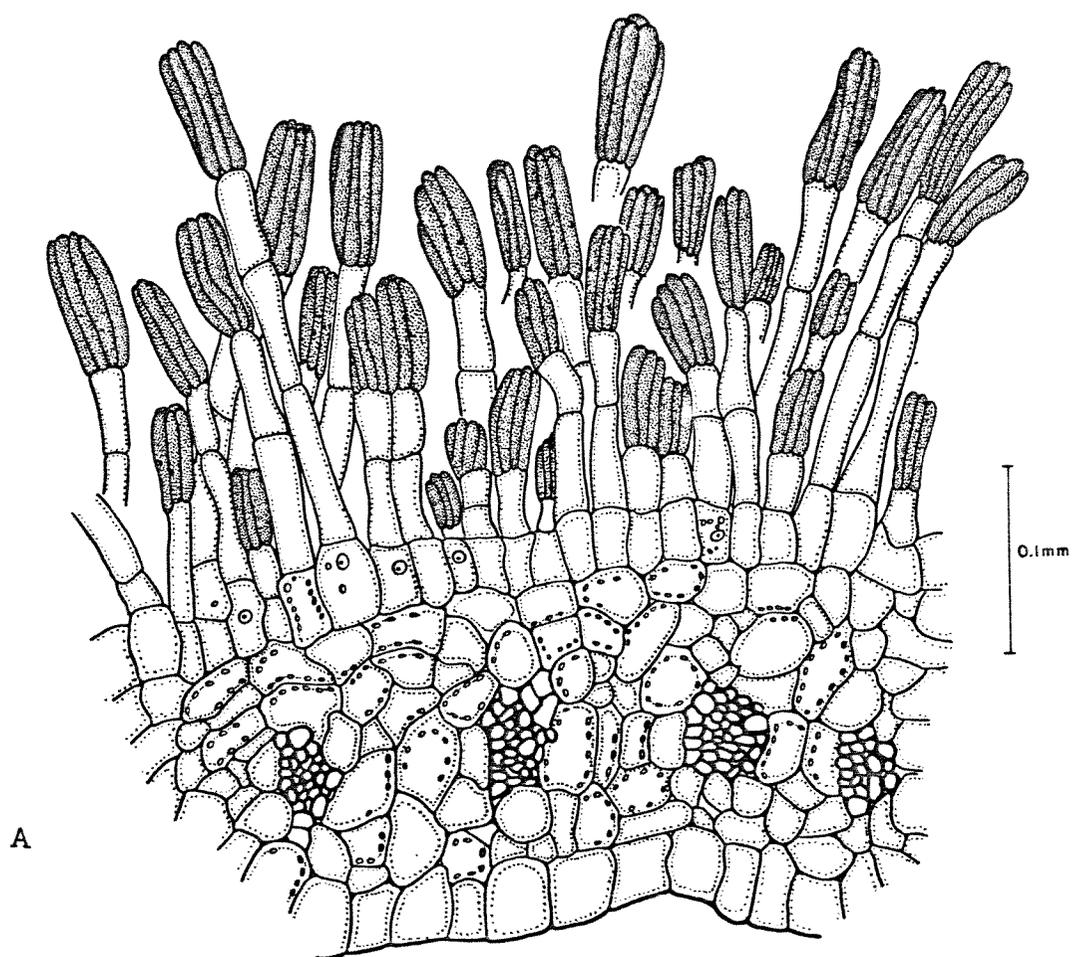


Figura 9 - A. Secção longitudinal do elaióforo da flor de *Angelonia hirta*. É possível observar a origem dos tricomas a partir de células epidérmicas, sua distribuição e a forma cilíndrica das cabeças glandulares, compostas de várias células; B. Microscopia eletrônica de varredura de parte do elaióforo de *A. hirta*.

Antese

A antese inicia por volta das 6:00 h da manhã com a distensão lenta e gradual dos lobos livres da corola, tornando-os retroflexos.

O processo da antese tem a duração média de cerca de sete dias, podendo este período ser estendido ou antecipado por um ou dois dias e haver variação na sequência cronológica descrita, dependendo possivelmente de fatores intrínsecos da planta ou ambientais, como temperatura e umidade relativa. Porém, de uma maneira geral, a sequência dos eventos florais pode ser esquematizada da seguinte maneira:

1^o e 2^o dias - ocorre a abertura dos botões e os lobos da corola se apresentam retroflexos. Nesse momento os dois estames anteriores apresentam os filetes mais longos que os estames posteriores e as anteras apresentam pólen. A liberação do pólen é feita gradativamente, o qual é exposto aos poucos através da deiscência das anteras. Os dois estames posteriores estão com os filetes ainda curtos e as anteras fechadas. O estilete e o estigma encontram-se escondidos entre os dois estames posteriores. Não é possível visualizar o estilete e o estigma ao observar a flor externamente. Tem início a produção de óleo pelos elaióforos, porém em pequena quantidade.

3^o e 4^o dias - os dois estames anteriores estão com as anteras vazias e apresentam coloração azulada. Os estames posteriores estão agora com suas anteras deiscentes e os filetes apresentam comprimento semelhante ao dos estames anteriores. O estilete e o estigma ainda não estão exteriorizados. Aumenta a produção de óleo pelos elaióforos.

5^o dia - pela manhã as anteras dos dois estames posteriores ainda apresentam pólen disponível. Nessa ocasião é possível visualizar o estigma apontando por entre as anteras posteriores. Na parte da tarde, o estigma está completamente visível, projetando-se cerca de 2 mm à frente das anteras

posteriores, devido ao crescimento do estilete. As anteras dos estames posteriores geralmente estão vazias.

6º dia - a flor se encontra na fase feminina. As anteras estão vazias e murchas. Continua a produção de óleo.

7º dia - neste dia geralmente ocorre a queda da corola. Esta se desprende do cálice ainda quase que intacta. Em algumas flores a corola pode murchar, mudando sua coloração para um roxo mais escuro e pode permanecer presa ao fruto em desenvolvimento. Em flores recém-caídas ainda pode haver óleo nas glândulas.

Observa-se que a fase masculina da flor é mais longa (cerca de quatro dias) que a fase feminina, cuja duração geralmente é de cerca de dois dias.

Cromatografia em camada delgada

A cromatografia em camada delgada realizada com a substância secretada pelos elaióforos das flores de *Angelonia hirta* resultou na separação de dois componentes principais nas alturas $hRf = 52$ e $hRf = 34$ e dois componentes menores, secundários, nas alturas $hRf = 23$ e 13 . Esses resultados indicam a presença de mono e diglicerídeos.

O tempo necessário para completar a difusão das substâncias foi em média de 40 a 50 minutos.

Sistema reprodutivo

Os resultados obtidos nos experimentos de polinização controlada realizados em flores de *A. hirta* estão sumariados na tabela 2. *A. hirta* apresenta protandria e auto-incompatibilidade sendo necessária a presença de um vetor de pólen para que haja a polinização, e conseqüente fecundação e

formação de frutos. A viabilidade dos grãos de pólen examinados foi de 97%. A percentagem de formação de frutos em condições naturais foi de cerca de 65%. O pedúnculo floral se enrola, durante o desenvolvimento do fruto (epinastia pós-floral), de modo que sua deiscência está dirigida para cima. O tempo médio necessário desde a fecundação da flor até a deiscência do fruto é cerca de 4 a 8 semanas. Foi observado diretamente no campo o rebrote de vários indivíduos.

Tabela 2 - Resultados dos experimentos de polinização manual realizados em flores de *Angelonia hirta*.

PROCEDIMENTO	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESSO (%)
Autopolinização espontânea	20	0	0
Autopolinização manual	20	0	0
Apomixia	10	0	0
Polinização cruzada (geitonogamia)	20	0	0
Polinização cruzada (xenogamia)	20	20	100

Observações sobre os visitantes

Os visitantes observados nas flores de *A. hirta* foram espécies de abelhas, a maioria delas pertencentes ao gênero *Centris* (Anthophoridae: Centridini), dos quais apenas indivíduos fêmeas foram registrados. Com relação ao gênero *Tetrapedia* (Anthophoridae: Exomalopsini) alguns machos, embora raros, também foram observados (tabela 3).

Centris fuscata Lep.

Antes de iniciar as visitas, *C. fuscata* (comp. corpo, 15 mm) realiza um "vôo de reconhecimento", sobrevoando as plantas de *A. hirta* de uma a três vezes. Em seguida, a abelha pousa em uma flor receptiva, deslocando-a para baixo devido ao seu peso. Agarra-se, com as pernas medianas, na porção basal mais estreita do labelo, introduzindo ao mesmo tempo as pernas anteriores nos esporões da flor. As pernas posteriores permanecem apoiadas no labelo. O tórax da abelha preenche a cavidade existente na porção basal do labelo, também apoiado pelo calo mediano, entre o tórax e o abdômen do inseto. Nessa posição a abelha contacta as anteras e o estigma da flor com a parte frontal da cabeça, na região pilosa existente entre os olhos (figs. 10 e 11).

Enquanto coleta o óleo com as pernas anteriores, *C. fuscata* movimentava também as pernas medianas, que envolvem o labelo (fig. 10), em um movimento de vaivém. O movimento de coleta de óleo, com as pernas anteriores, provavelmente é feito de baixo para cima, através da pressão exercida pelas pernas da abelha na almofada de pêlos dos elaióforos (fig. 10). Desta forma, as pernas "raspam" o óleo floral com as estruturas especiais apropriadas para a coleta, existentes no basitarso. A visita de *C. fuscata* em cada flor é rápida, cerca de três segundos. Em seguida, a abelha retrocede um pouco e afasta-se da flor, pairando defronte à mesma (fig. 12). Durante o pairar,

Tabela 3 - Abelhas visitantes às flores de *Angelonia hirta*, em Alagoinha-PE, com suas respectivas classes de abundância, eficiência na polinização e recurso floral forrageado.

Hymenoptera	Classes de Abundância	Eficiência na Polini.	Recurso Floral
-------------	-----------------------	-----------------------	----------------

Anthophoridae

Centridini

<i>Centris fuscata</i>	A	1	O
<i>Centris tarsata</i>	R	4	O
<i>Centris trigonoides</i>	A	3	O
<i>Centris</i> sp.1	C	1	O

Exomalopsini

<i>Tetrapedia</i> cf. <i>rugulosa</i>	C	3/4	O
<i>Paratetrapedia ruberi</i>	C	3/4	O+P

Convenções: Classes de abundância: A= Abundante (mais de 30%); C= Comum (entre 10 e 30%); R= Raro (menos de 10%); Eficiência na polinização: 1= muito bom; 2= bom; 3= ocasional; 4= pilhador; Recurso floral forrageado: O= óleo; P= pólen. ("muito bom", "bom" e "ocasional" foram considerados os polinizadores com comportamento adequado à polinização e cujas visitas foram, respectivamente, muito frequentes, frequentes e raras).

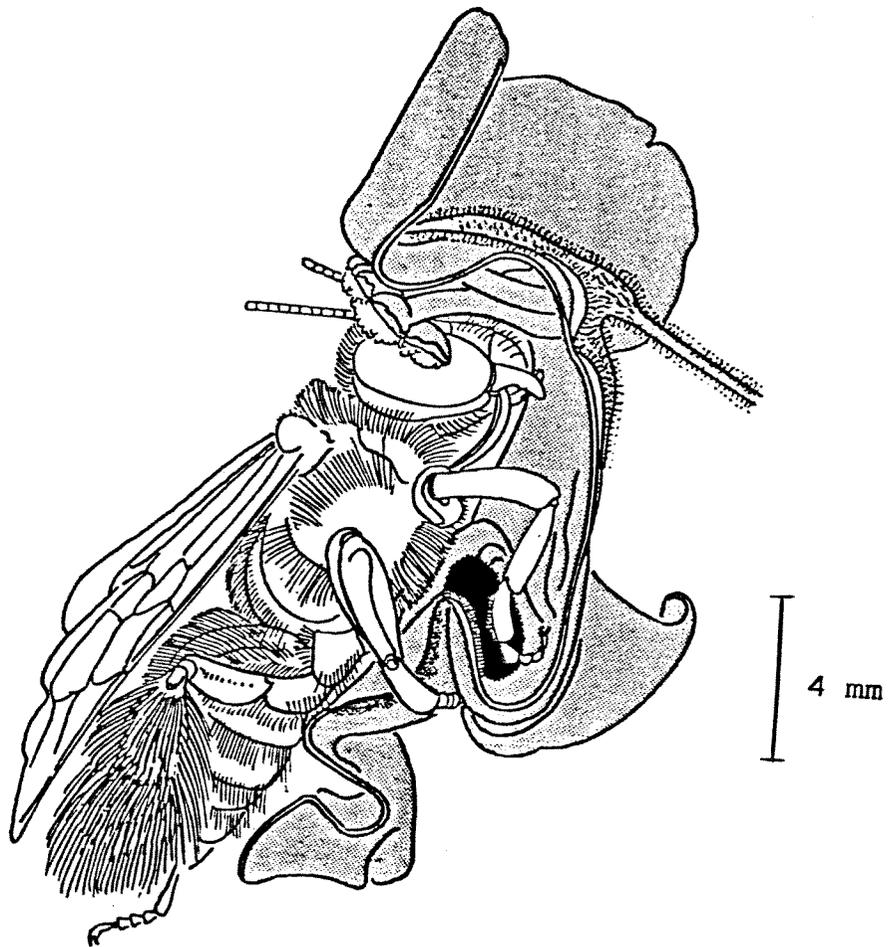


Figura 10 - Esquema da posição de *Centris fuscata* durante a visita a flor de *Angelonia hirta*. Note o contato das anteras e do estigma com a frente da abelha, bem como a posição da perna anterior sobre o elaióforo. A posição da abelha na flor foi deduzida a partir de fotografias e das dimensões e morfologia do inseto e da flor. (Desenho de S. Vogel).



Figura 11 - *Centris fuscata* visitando flor de *Angelonia hirta*. Note o contato entre a fronte da abelha e as anteras e o estigma, bem como a posição da perna anterior esquerda no interior do esporão da flor (seta).



Figura 12 - *Centris fuscata* enquanto realiza movimentos de transferência, após visitar flor de *Angelonia hirta*.

transfere rapidamente o óleo coletado para as escopas das pernas posteriores, utilizando neste processo também as pernas medianas. Esse comportamento de transferência geralmente é bastante rápido (5 seg.), porém foram observados movimentos desse tipo com duração aproximada de um minuto. Após a transferência e a limpeza das pernas, a abelha visita outras flores do mesmo agrupamento.

Todos os exemplares de *C. fuscata* capturados (fêmeas), assim como indivíduos das outras espécies de *Centris* que visitam as flores de *A. hirta*, apresentam no basitarso das pernas anteriores e medianas, uma estrutura semelhante a um "pente", consistindo de fileiras simples de cerdas grandes, fortes, expandidas, curvadas e achatadas no ápice (figs. 13 e 14).

O número de flores visitadas no mesmo agrupamento antes da abelha abandonar o local foi variado, tendo-se registrado ocasiões em que *C. fuscata* visitou sucessivamente cerca de 100 flores (o habitual foi em torno de 30). As visitas eram iniciadas por volta das 07,00 h, estendendo-se até o entardecer, havendo concentração de visitas no período da manhã (fig. 15).

C. fuscata foi responsável por cerca de 35% do total de visitas registradas às flores de *A. hirta* no período relativo ao pico de floração da espécie (fig. 16).

Centris sp.1

Centris sp.1 (14 mm) também realiza "vôo de reconhecimento" antes de iniciar as visitas às flores de *A. hirta*. Em seguida, a abelha paira em frente a determinada flor, pousa no labelo e introduz concomitantemente as duas pernas anteriores nos dois esporões da flor. As pernas medianas ficam apoiadas nas duas pétalas laterais (fig. 17A, B) e as pernas



13



14

Figuras 13 e 14 - Extremidades das pernas anterior e mediana de *Centris* sp.1 vistas ao microscópio eletrônico de varredura ; 13- perna anterior com o pente basitarsal (seta); 14- idem, perna mediana (seta).

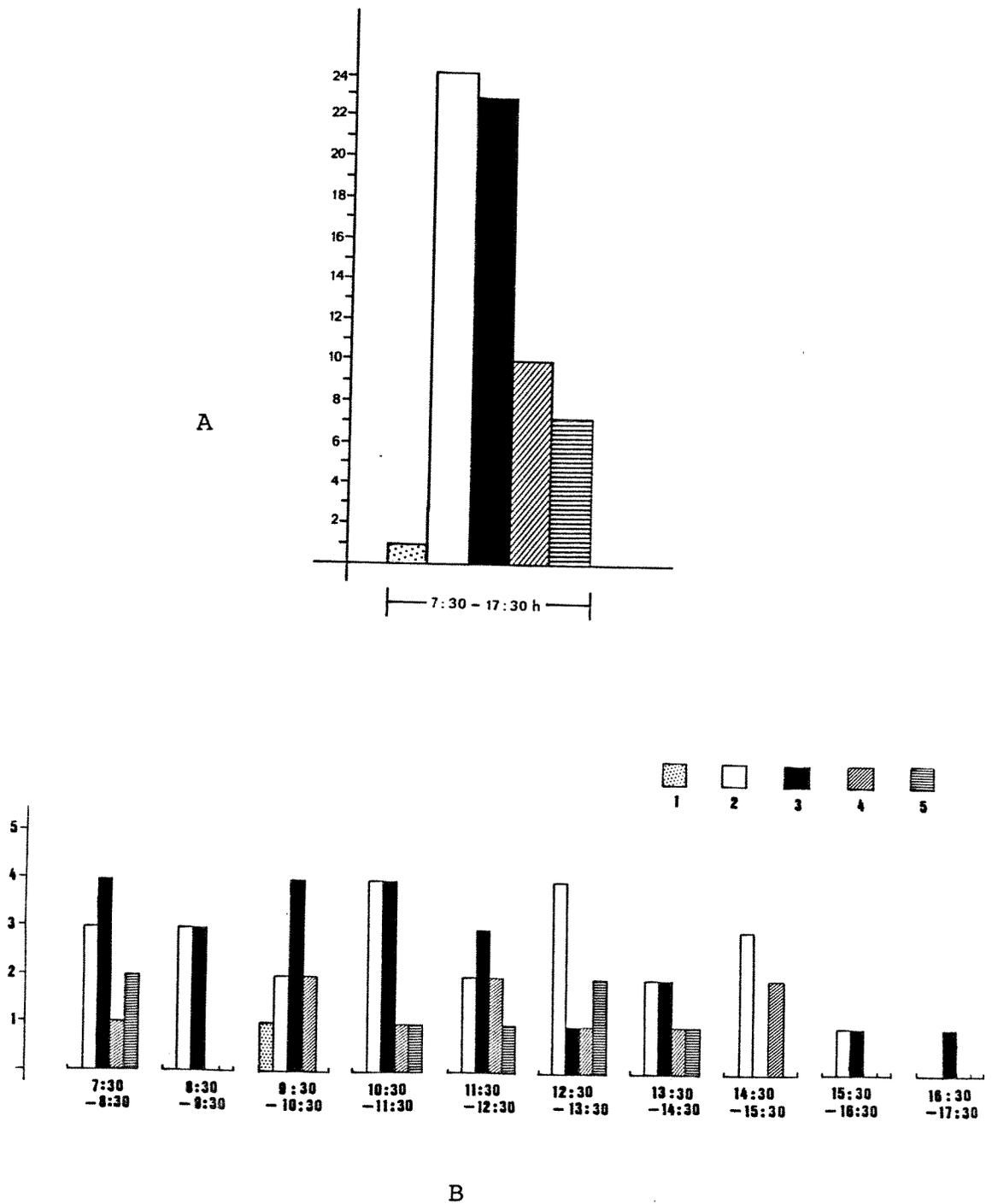


Figura 15 - A. Histograma do número de visitas das espécies de *Centris* e *Tetrapedia* em flores de *Angelonia hirta*, durante dez horas de observação; B. Número de visitas de distribuídas em intervalos, a cada hora de observação. (1- *C. tarsata*; 2- *C. trigonoides*; 3- *C. fuscata*; 4- *Centris* sp.1; 5- *T. cf. rugulosa*).

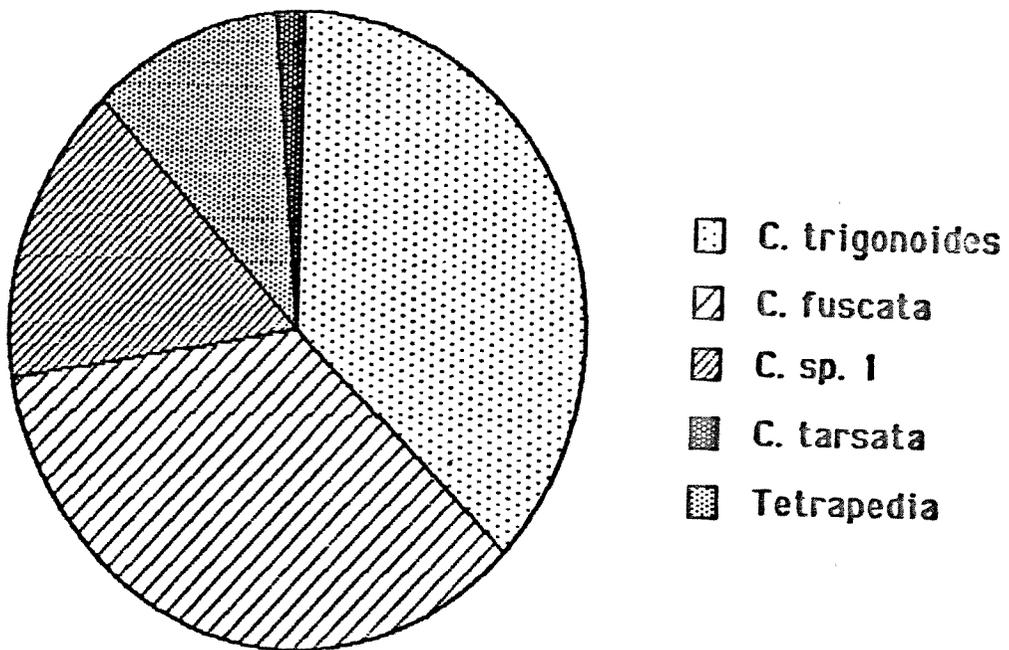


Figura 16 - Proporção de visitas das abelhas registradas em flores de *Angelonia hirta*, em Alagoinha-PE (com exceção de *Paratetrapedia ruberi*).

posteriores apoiam-se no labelo. O tórax da abelha preenche a cavidade da porção basal do labelo, sendo apoiado pelo calo mediano, de maneira semelhante ao descrito para *C. fuscata*. Nessa posição, *Centris* sp.1 contacta os estames e o estigma da flor com a parte pilosa de sua fronte (fig. 17A, B).

A maneira como é feita a coleta de óleo é semelhante ao descrito para *C. fuscata*. Após a transferência do óleo, *Centris* sp.1 pode retornar à mesma flor ou, mais frequentemente, visitar outras flores do mesmo agrupamento de *A. hirta*. Entre as visitas às flores, a abelha repete o comportamento de transferência de óleo para a escopa. Após visitar cerca de 10 ou até 100 flores do mesmo agrupamento, a abelha abandona o local, porém antes disso pode sobrevoar de uma a três vezes as plantas de *A. hirta*.

Durante o período de pico de floração foi observada frequência de aproximadamente uma visita a cada hora de observação no campo, sendo esta abelha responsável por cerca de 15% do total das visitas de espécies de *Centris* registradas em flores de *A. hirta* (fig 16). Esta frequência pode diminuir para metade, no período final da floração (fig. 18). Foram registradas visitas durante todo o dia, iniciando-se por volta das 7:30 h e estendendo-se até as 15:30 h, porém a concentração das visitas é no período da manhã até o meio-dia (fig. 15).

Durante os meses de julho, agosto e setembro, *Centris* sp.1 alternava suas visitas às flores de *A. hirta* com visitas a flores de *Ruellia* aff. *paniculata*, que ocorria ao lado do agrupamento desta espécie de *Angelonia*.

Centris trigonoides Lep.

O comportamento de visita de *C. trigonoides* é semelhante ao descrito para *C. fuscata*. Porém, *C. trigonoides*, devido ao seu pequeno tamanho (10 mm), só muito raramente



A



B

Figura 17 - A e B. *Centris* sp.1 visitando flor de *Angelonia hirta*. Note a perna anterior direita dentro do esporão da flor (seta). O fio azul serve para identificar flores individuais (estudo de antese).

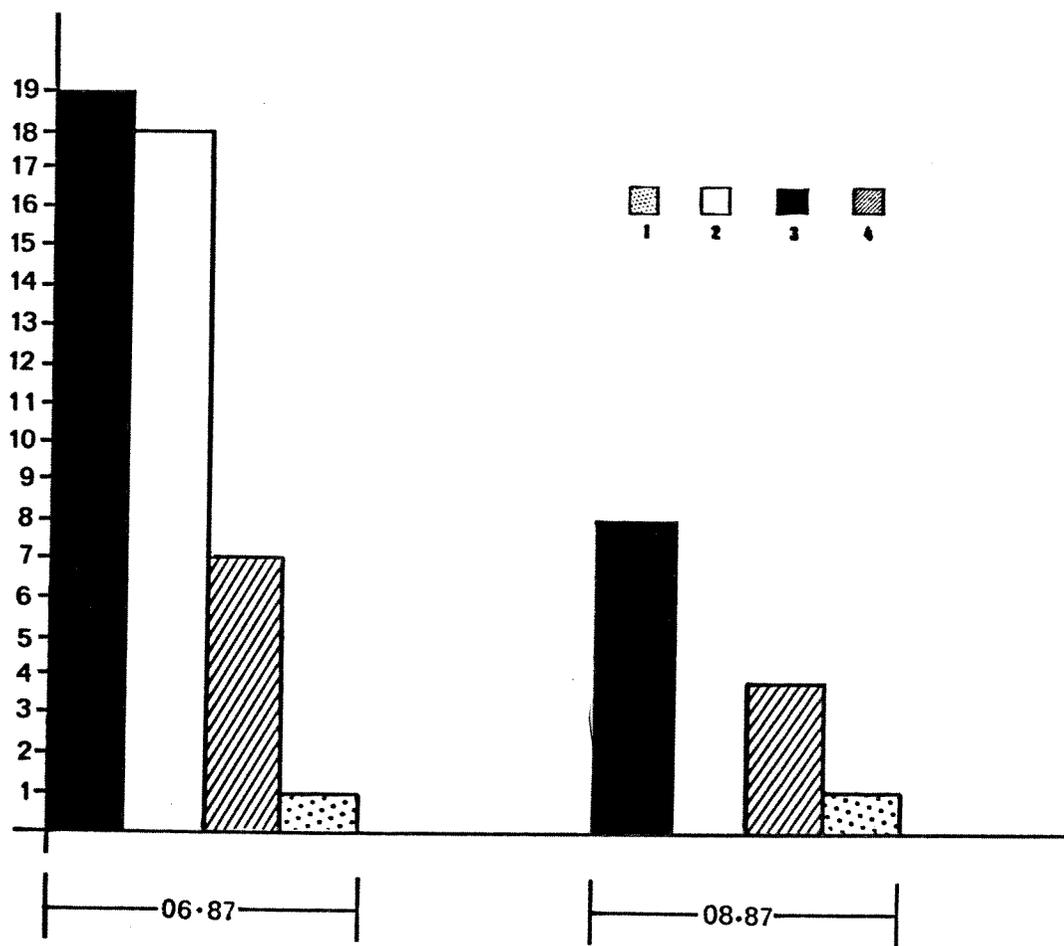


Figura 18 - Histograma do número médio de visitas das espécies de *Centris* em flores de *Angelonia hirta* no período relativo ao pico de floração (06.87) e no período relativo ao final de floração (08.87). (1- *C. tarsata*; 2- *C. trigonoides*; 3- *C. fuscata*; 4- *Centris* sp.1).

contacta as anteras e o estigma da flor (fig. 19). Tal contato só ocorre, dependendo da posição de algumas flores (p.ex., se a flor está sendo deslocada ou empurrada pelos ramos e pela folhagem).

Durante a coleta de óleo com as pernas anteriores, *C. trigonoides* também movimenta as pernas medianas quando estas envolvem o labelo, comportamento semelhante ao registrado em *C. fuscata*. Após demorar cerca de três segundos na flor, a abelha retrocede e transfere o óleo para as escopas, com auxílio das pernas medianas. Após realizar a transferência do óleo, *C. trigonoides* pode visitar outras flores do mesmo agrupamento, podendo explorar cerca de 30 flores antes de se afastar do local. *C. trigonoides* geralmente retorna ao mesmo agrupamento de *A. hirta*, transcorrida aproximadamente meia hora após a última sequência de visitas, o que equivaleria a duas visitas a cada hora de observação, no pico da floração. As visitas foram iniciadas por volta das 7:00-7:30 h, estendendo-se mais ou menos equitativamente por todo o dia, só diminuindo a frequência a partir das 15:30 h (fig. 15). Comparativamente às outras espécies de *Centris* visitantes de *A. hirta*, *C. trigonoides* participa com 36,9% do total de visitas (fig. 16).

Centris tarsata

A aproximação de *C. tarsata* às plantas e flores de *A. hirta* é semelhante ao descrito para *C. fuscata* e *C. trigonoides*, assim como seu comportamento durante a coleta de óleo. Há também o mesmo movimento de "vaivém" das pernas medianas. O tórax da abelha não preenche a cavidade do labelo, sendo apoiado pelo calo mediano, da mesma maneira ao observado nas demais espécies de *Centris*. Devido ao pequeno tamanho desta abelha (9 mm), com relação às dimensões das flores de *A. hirta*, não há contato da abelha com anteras nem com o estigma da flor. No intervalo entre as visitas a cada flor, *C. tarsata* transfere o óleo coletado para as escopas, à semelhança das outras *Centris*. Após a transferência, a abelha volta a explorar outras



Figura 19 - *Centris trigonoides* visitando flor de *Angelonia hirta*. Observe o espaço entre a abelha e os elementos sexuais da flor (seta) e as pernas medianas envolvendo o labelo (seta).

flores (cerca de 30 flores) antes de se deslocar para outros agrupamentos de *A. hirta*. Suas visitas não foram muito freqüentes, estimando-se um total de 1 a 3 visitas por dia, o que significa cerca de 1,5 % do total de visitas registradas, mesmo no período do pico de floração de *A. hirta* (fig. 16).

Tetrapedia cf. rugulosa Friese

Tetrapedia cf. rugulosa aproxima-se das plantas de *A. hirta* em vôo lento e irregular. A abelha pousa na porção proximal do labelo de determinada flor e, em seguida, dirige-se para a entrada de um dos esporões para iniciar a coleta de óleo. Devido ao seu pequeno tamanho (8 mm) em relação ao tamanho da flor, a abelha algumas vezes introduz as duas pernas anteriores em um dos esporões. Após alguns segundos a abelha retrocede e se desloca para o outro esporão repetindo o comportamento anterior. Foi observado também que a abelha utilizava apenas uma das pernas anteriores de cada vez, adotando conseqüentemente uma posição oblíqua em relação ao eixo da flor, durante a coleta de óleo. Muito raramente pode haver o contato das anteras e do estigma com a ponta da asa (fig. 20). *Tetrapedia cf. rugulosa* foi observada utilizando apenas óleo como recurso floral. Não foi observada coleta ativa de pólen por parte desta abelha em flores de *A. hirta*. A freqüência de visita de *T. cf. rugulosa*, em relação às outras espécies de abelhas, durante o período de pico da floração, foi cerca de 11% (fig. 16).

Paratetrapedia (Arhysosceble) ruberi (Ducke)

P. ruberi visita as flores de *A. hirta* tanto para coleta de óleo como para de pólen. Durante a retirada de óleo, a abelha introduz simultaneamente as duas pernas anteriores em um dos esporões, podendo, em seguida se deslocar para o outro esporão da mesma flor. Algumas vezes, *P. ruberi* utiliza apenas

uma das pernas de cada vez, neste processo. A abelha permanece cerca de cinco segundos em cada esporão. Devido ao seu pequeno tamanho (5,5 mm), não há contato da abelha com anteras ou estigma da flor durante a coleta de óleo (fig. 21). A coleta de pólen é feita com as pernas anteriores e, nesse caso, a abelha contacta os órgãos sexuais da flor. *Paratetrapedia ruberi* explora cerca de 30 flores do mesmo agrupamento antes de se afastar do local.



Figura 20 - *Tetrapedia* cf. *rugulosa* visitando flor de *Angelonia hirta*. Note o depósito de pólen sobre a asa da abelha (seta).



Figura 21 - *Paratetrapedia ruberi* visitando flor de *Angelonia hirta* para coleta de óleo. Note a distância entre a abelha e os órgãos sexuais da flor.

5.2 - *Angelonia pubescens* Benth.

Observações gerais e estrutura da flor

As plantas de *A. pubescens* utilizadas neste estudo ocorriam às margens de uma trilha, ocupando uma área de aproximadamente 100 m² e distando cerca de 7 m do riacho existente no Sítio. Além disso, agrupamentos diversos encontravam-se por todo o Sítio Riacho, à exceção da parte mais seca e mais alta da região.

A. pubescens é uma espécie herbácea, anual, cujos indivíduos alcançam alturas em torno de 70 cm. A vegetação imediatamente vizinha ao agrupamento observado é composta de espécimes de Cyperaceae, *Serjania comata* (Sapindaceae), *Pavonia martii* (Malvaceae), *Cnidoscolus* sp. (Euphorbiaceae) e plantas jovens de *Ziziphus joazeiro* (Rhamnaceae).

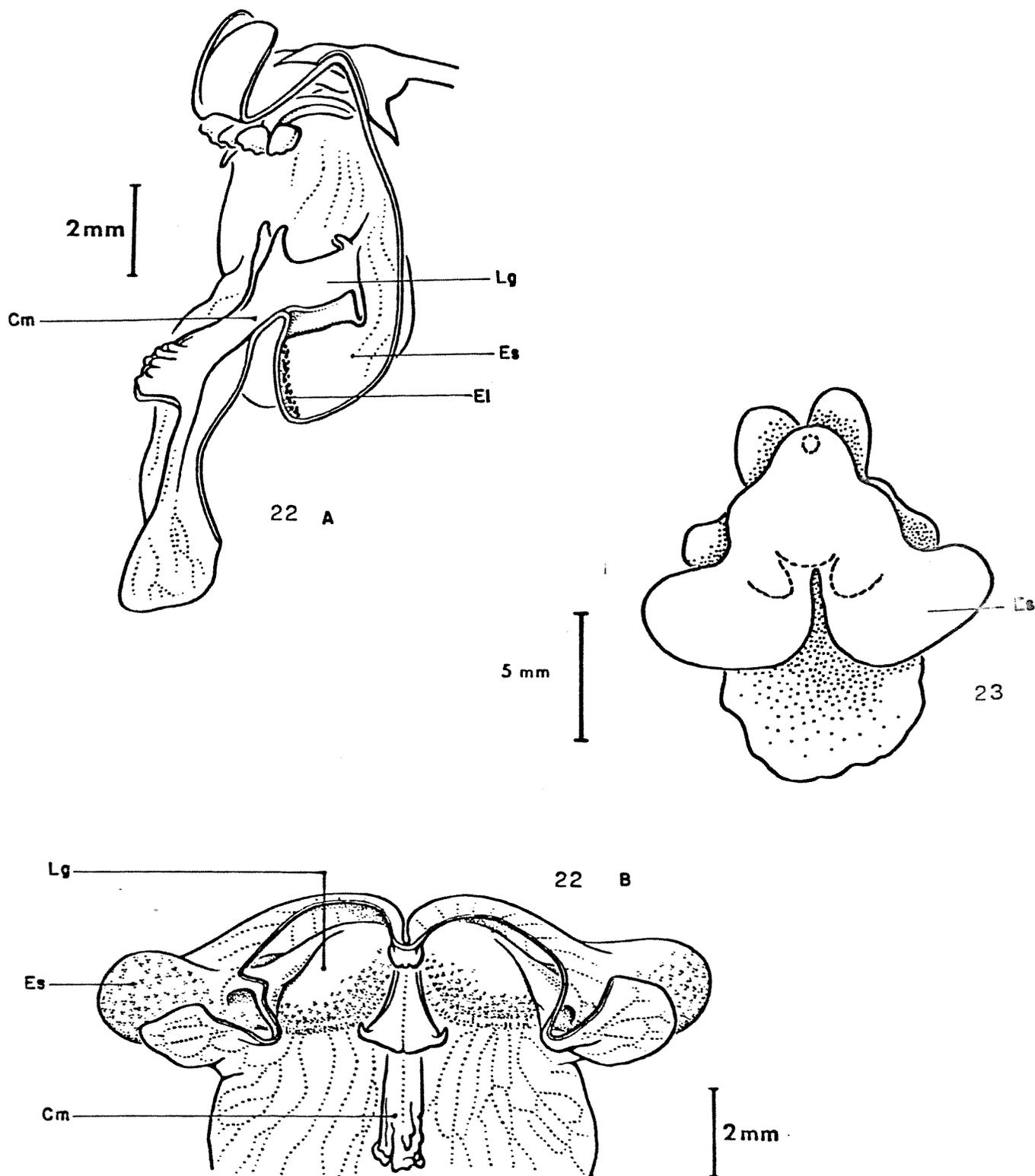
As flores de *A. pubescens* (16 x 13 mm) assemelham-se morfologicamente às das outras espécies de *Angelonia*, uma vez que são também zigomorfas, horizontais ou levemente pendentes e apresentam corola composta por cinco lobos retroflexos (dois adaxiais e três abaxiais). Os dois lobos laterais inferiores são, porém, menos pronunciados que os de *A. hirta* e a ornamentação do lobo inferior mediano - aqui denominado de labelo - é bem mais complexa (veja descrição em Vogel, 1974:29). A corola também forma uma "goela" arredondada, pouco profunda, em cuja porção basal, inferior, são encontrados dois esporões com elaióforos na sua parede anterior (fig. 22A, B). Em *A. pubescens*, observa-se um prolongamento da parede anterior de cada esporão, resultando na formação de duas lígulas, que se encontram soldadas na porção mediana (fig. 22A, B). Esta lígula encobre, em parte, a entrada para os esporões e, conseqüentemente, reduz o espaço da entrada aos esporões. O espaço resultante entre esta lígula e a parede posterior do esporão, corresponde a entrada disponível para os elaióforos.

Essa lígula apresenta as suas extremidades laterais livres. Na parte mediana desta lígula, localizada entre os dois esporões, há uma protuberância que se origina a partir de três dobras sucessivas da própria lígula. Na parte mediana desta protuberância há uma estrutura mais elevada e fortemente bifurcada. Esta estrutura se prolonga até aproximadamente a terça parte da porção pendente do labelo. Esse conjunto de projeções do labelo denominou-se também de calo mediano (fig. 22A, B). Portanto, o calo mediano, em *A. pubescens*, apresenta, no seu conjunto, três projeções: uma mais interna, localizada medianamente na altura da entrada dos esporões, uma mediana e uma mais externa, terminal.

Os quatro estames didínamos - dois anteriores e dois posteriores - e o gineceu se localizam na porção apical, ventral, do teto da garganta da corola (fig. 22 A).

A flor de *A. pubescens* diferencia-se das outras espécies pelo tamanho, forma e curvatura dos esporões (fig. 23). Nesta espécie, eles são maiores e curvados lateralmente, ultrapassando inclusive a largura apresentada pelos lobos medianos da corola, podendo ser facilmente visualizados ao examinarmos a flor frontalmente. Não há tecido nectarífero na flor. A superfície externa da corola e partes vegetativas da planta estão recobertos por pêlos glandulares esparsamente distribuídos. Não foi percebido odor nesta espécie de *Angelonia*.

A flor apresenta coloração violeta escuro, com tonalidade pouco mais clara no fundo da garganta da corola. A metade superior do fundo dessa garganta contém máculas de cor roxo escuro. Essas manchas faltam na porção correspondente à entrada dos esporões. As porções terminais do calo mediano são esbranquiçadas, o que o torna evidente e contrastante com o resto da corola. A porção distal da lígula, na região que corresponde a entrada para os esporões, também é branca. As anteras são de cor violeta e o pólen, assim como o estilete e o estigma são brancos.



Figuras 22 e 23 -Morfologia da flor de *Angelonia pubescens*. Fig. 22A. Corte longitudinal não mediano, onde se evidencia o calo mediano (Cm), a lígula (Lg), o esporão (Es) e o elaióforo (EI). As anteras e o estigma encontram-se na parte superior da "goela" da corola; B. Corte transversal da flor, ao nível dos esporões. Note o calo mediano, a entrada para os esporões e a lígula. Fig. 23 - Esquema da flor em vista posterior. Note os esporões (Es) alongados e lateralmente expandidos.

Morfologia e disposição das glândulas de óleo

Os elaióforos em flores de *A. pubescens* também só ocorrem na parede anterior de cada esporão, mas aqui não se encontram tão densamente distribuídos como ocorre em *A. hirta*. A área glandular estimada para ambos os esporões de uma flor apresenta cerca de 30 a 40 mm², tendo sido registrado, para esta área, um total de 3000 tricomas. Observa-se porém, nesta espécie, maior concentração do número de tricomas na região apical do elaióforo, logo abaixo da entrada do esporão, concentração essa que diminui em direção à base (fig. 24). A parede anterior do esporão, onde estão localizados os tricomas, também é mais vascularizada do que a parede posterior, à semelhança do já descrito para outras espécies de *Angelonia* (cf. Vogel, 1974).

Em *A. pubescens*, os pêlos são mais isolados e separados entre si, uma vez que nem toda célula epidérmica dá origem a tricomas, como em *A. hirta*. Os pedicelos também são constituídos por uma quantidade variável de células (2 a 4). A cabeça glandular do pêlo tem forma semi-esférica, e está constituída aproximadamente por 50 células (figs. 25 e 26). Consequentemente o diâmetro de cada cabeça glandular excede o diâmetro do pedicelo mais do que em *A. hirta*. O óleo secretado permanece em cima de cada cabeça glandular.

Fenologia floral

A floração de *A. pubescens* em 1987 teve início no final do mês de fevereiro, estendendo-se até junho, sendo observadas poucas flores ainda no mês de julho. Em 1988 a floração iniciou-se em fins de março.

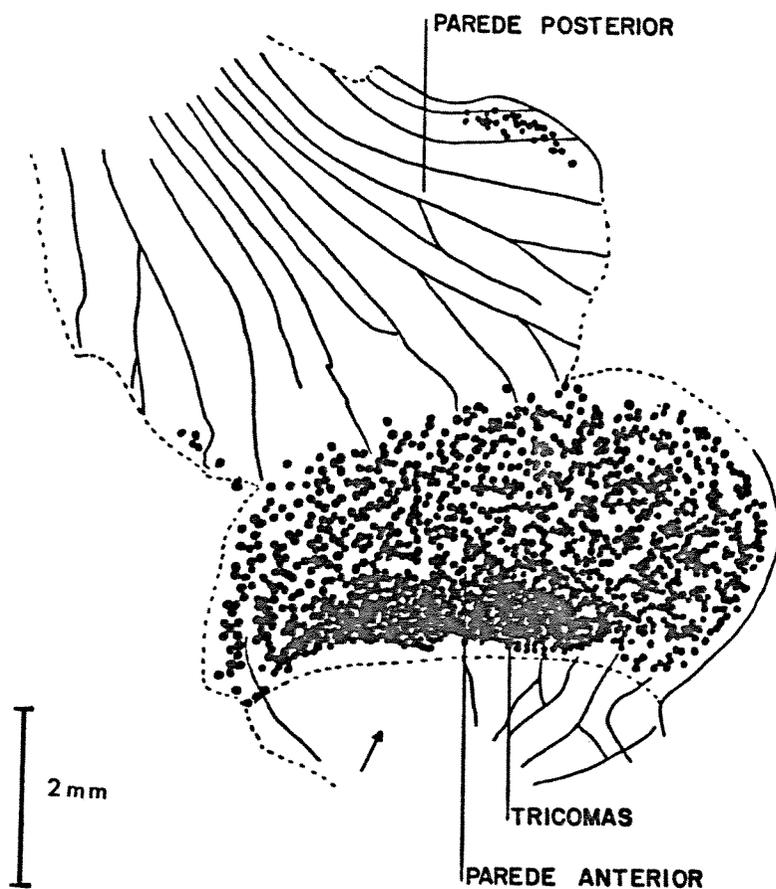


Figura 24 - Esquema de um esporão aberto da flor de *Angelonia pubescens*. A distribuição dos tricomas está restrita à parede anterior, e a concentração é maior na região próxima à entrada do esporão (seta).

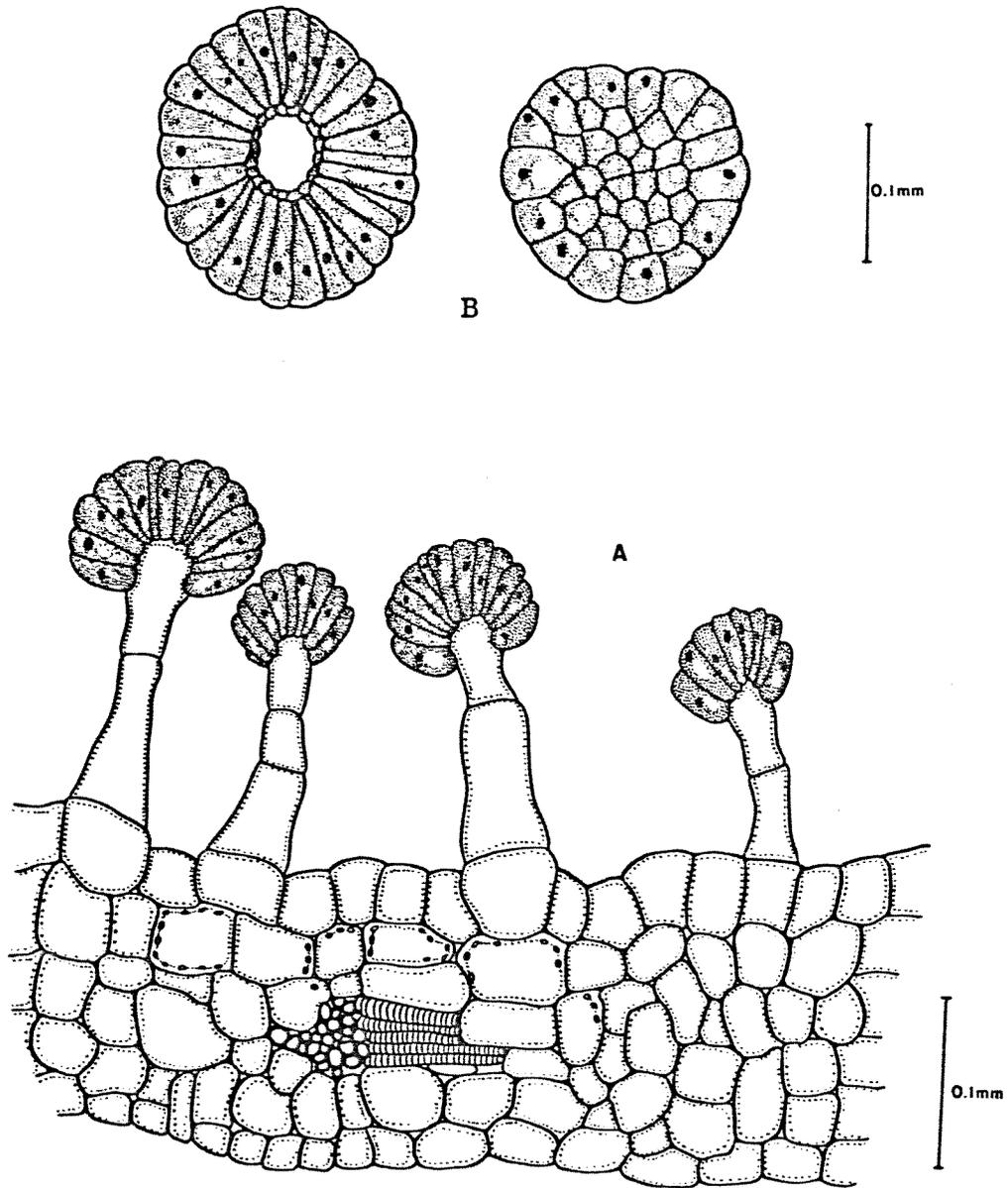
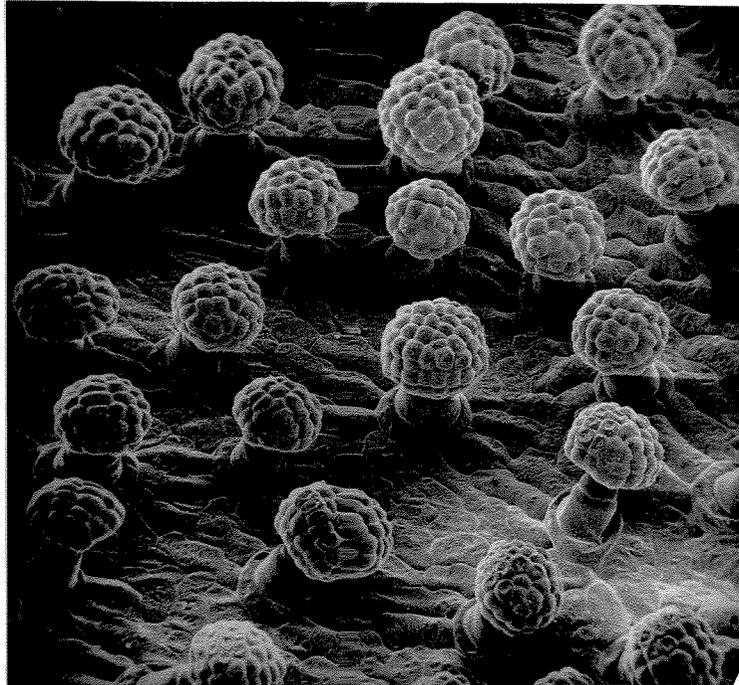


Figura 25 - A. Corte longitudinal do elaióforo da flor de *Angelonia pubescens*. Note a distribuição dos tricomas e a forma semi-esférica das cabeças glandulares; B. corte transversal, em diferentes níveis, da cabeça glandular. Note o arranjo semi-esférico das células e a presença de vacúolos.



A



B

Figura 26 - Elaióforo de *Angelonia pubescens* visto em microscopia eletrônica de var redura. ; A- parte do elaióforo; B- tricoma isolado.

Antese

O processo da antese é mais curto do que o observado para *A. hirta*, com duração média de cinco dias. Geralmente os botões florais começam a abrir por volta das 7:00 - 8:00 horas. *A. pubescens* apresenta protandria sendo a fase masculina da flor observada normalmente nos dois primeiros dias da antese. Há aqui também diferença cronológica na maturação dos estames anteriores e posteriores, sendo a exposição de pólen iniciada, no primeiro dia, pelos dois estames anteriores. No segundo dia ocorre o crescimento dos dois estames posteriores, acompanhado da deiscência das anteras. Apenas no terceiro ou no quarto dia observa-se o estigma, projetando-se para frente das anteras, resultado do crescimento do estilete. Neste momento há pouco pólen disponível nas anteras. Devido a localização e ao crescimento do estilete por entre os estames, pode haver depósito de pólen no estilete e no estigma da mesma flor. A fase feminina pode perdurar por dois dias. Após esse período, na maioria das vezes, a corola se desprende do gineceu, permanecendo nele até cair ou murchar. O cálice permanece preso ao gineceu durante a formação do fruto. A produção de óleo, pelos elaióforos, tem início desde o primeiro dia e continua até o final da antese.

Cromatografia em camada delgada

A cromatografia das substâncias secretadas pelos elaióforos de *A. pubescens* resultou na separação de dois componentes principais nas alturas $h_{Rf} = 52$ e $h_{Rf} = 34$ e dois componentes secundários nas alturas $h_{Rf} = 23$ e $h_{Rf} = 13$. O tempo médio necessário para completar a corrida foi de 40 a 50 minutos.

Sistema reprodutivo

Os resultados obtidos nos experimentos de polinização controlada estão resumidos na tabela 4. Apesar de apresentar protandria, *A. pubescens* é uma espécie auto-compatível. A viabilidade dos grãos de pólen examinados é de quase 100 %. A percentagem de formação de frutos em condições naturais, sem manipulação, foi estimada em 95%.

Tabela 4 - Resultados dos experimentos de polinização espontânea e manual realizados em flores de *Angelonia pubescens*.

PROCEDIMENTO	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESSO (%)
Autopolinização espontânea	20	20	100
Autopolinização manual	20	20	100
Apomixia	20	0	0
Polinização cruzada (geiton.)	20	20	100
Polinização cruzada (xenogamia)	20	20	100

Observações sobre os visitantes

Em flores de *A. pubescens* foram observadas apenas visitas de fêmeas de *Centris (Paracentris) hyptidis* Ducke (Hymenoptera: Anthophoridae: Centridini) e *Paratetrapedia ruberi* (Ducke) (Hymenoptera: Anthophoridae: Exomalopsini). O comportamento e o resultado da visita, para cada espécie de abelha, são descritos a seguir:

Centris (Paracentris) hyptidis Ducke

O comportamento de visita de *C. hyptidis* (12,7 mm) às flores de *A. pubescens* (fig. 27) assemelha-se ao observado com relação às outras espécies de *Centris* em flores de *A. hirta*.

A abelha aproxima-se das plantas, pousa no labelo de uma flor e introduz simultaneamente as pernas anteriores nos dois esporões da flor. As pernas medianas permanecem retraídas, apoiadas nos lobos laterais inferiores da corola e as pernas posteriores permanecem em repouso na porção lateral do labelo. Nesta posição, *C. hyptidis* contacta as anteras e o estigma da flor com a sua frente (fig. 27). A coleta de óleo com as pernas anteriores provavelmente é feita a partir de movimentos laterais circulares do tarso, que se move em plano horizontal, percorrendo a curvatura dos esporões (fig. 27). A abelha possivelmente pressiona os pêlos glandulares, sendo o óleo absorvido através de forças capilares. Isto é possível devido a estrutura dos pêlos no basitarso das pernas anteriores. Em *Centris hyptidis*, o "pente" é reduzido, em ambos os pares de pernas, sendo constituído por uma série de delicadas cerdas espatuladas. Esse pente reduzido encontra-se parcialmente escondido entre a pilosidade restante do basitarso (figs. 28 e 29). A face ventral do tarso anterior está rodeada por um denso tapete de pêlos achatados, não ramificados. Na parte dorsal do tarso encontra-se um indumento de pêlos finos, ramificados. Não foi observada essa estrutura coletora nas pernas medianas.

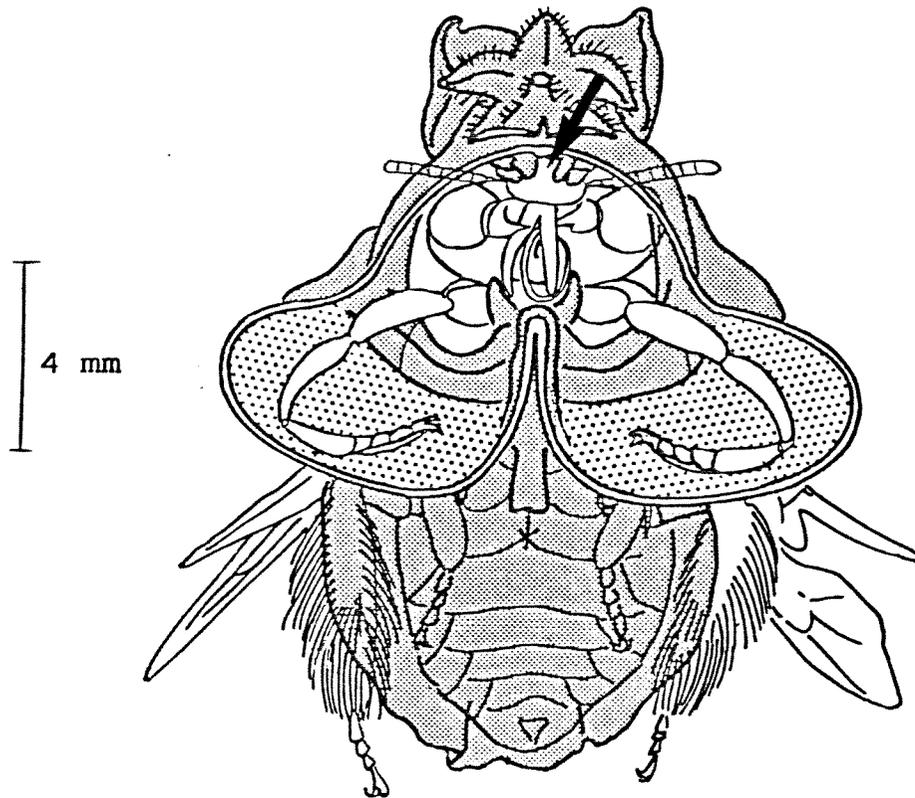
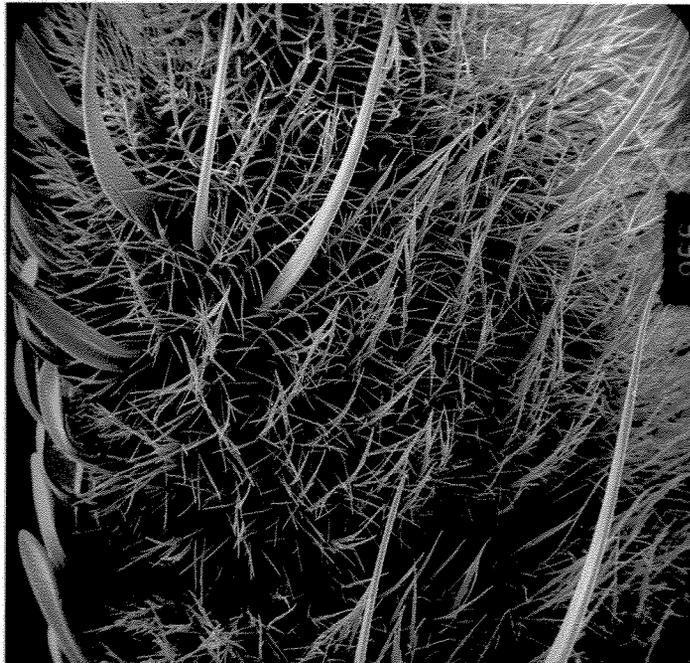


Figura 27 - Esquema, em vista posterior da flor, da posição de *Centris (Paracentris) hyptidis* durante visita a flores de *Angelonia pubescens*. As paredes posteriores dos esporões e da garganta da corola foram retiradas para visualização das pernas anteriores da abelha no interior dos esporões. Note o contato das anteras e estigma da flor com a frente da abelha (seta). A posição do corpo da abelha em relação a flor foi deduzida a partir de fotografias e espécimes de flores e abelhas. (Desenho de S. Vogel).



28



29

Figura 28 e 29 - Extremidade da perna anterior de *Centris (Paracentris) hyptidis* vista ao microscópio eletrônico da varredura; 28- perna anterior com o pente (seta) parcialmente escondido entre os pêlos "absorvedores"; 29- detalhe dos pêlos finos "absorvedores".

Todos os indivíduos fêmeas, de *C. hyptidis*, apresentam as pernas anteriores nitidamente mais alongadas em comparação às outras espécies de *Centris* (Figs. 30 e 31). A relação entre o comprimento das pernas medianas e anteriores, em espécies de *Centris*, é exemplificada com *Centris* sp.1, aqui representando o padrão habitual. Observa-se que as pernas anteriores de *C. hyptidis* são, proporcionalmente, 33,3% mais longas do que as pernas anteriores de *Centris* sp.1, o que significa um aumento de 1/3 acima do valor habitual. Geralmente, as pernas medianas de espécies de *Centris* - como também em outras abelhas - ultrapassam em tamanho as pernas anteriores. Em *C. hyptidis* essa relação é inversa, sendo as pernas medianas 0,9 vezes mais curtas do que as anteriores. As medidas absolutas do comprimento das pernas anteriores e medianas de *C. hyptidis* e *Centris* sp.1 estão relacionadas na tabela 5.

Tabela 5 - Medidas absolutas do comprimento do corpo e das pernas anteriores e medianas de *Centris hyptidis* e *Centris* sp.1, coletadas em Alagoinha-PE.

Abelhas	Tamanho corpo (mm)	Pernas anteriores (mm)	Pernas medianas (mm)
<i>Centris hyptidis</i>	12,7	14,1	12,9
<i>Centris</i> sp.1	15,5	9,6	12,3

A visita dessa abelha em cada flor dura cerca de dois a três segundos. *C. hyptidis* pode explorar várias flores do mesmo agrupamento (cerca de 50 flores) antes de se afastar. Nos intervalos entre cada visita, *C. hyptidis*, semelhante às outras

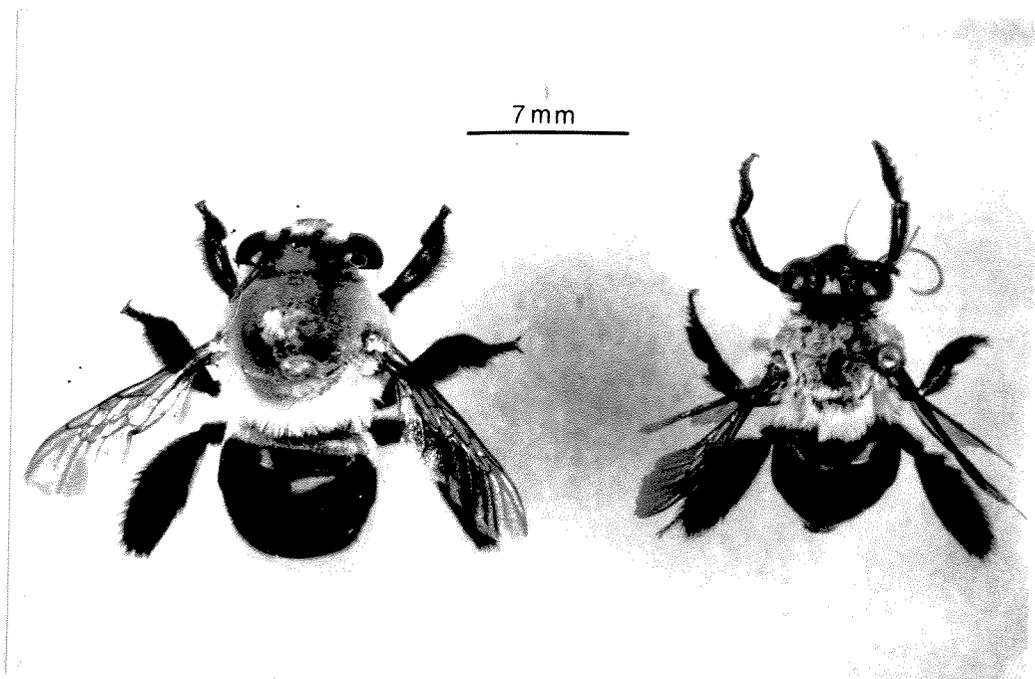


Figura 30 - *Centris* sp.1 (à esquerda) e *Centris (Paracentris) hyptidis* (à direita). Note as pernas anteriores alongadas de *C. hyptidis*.

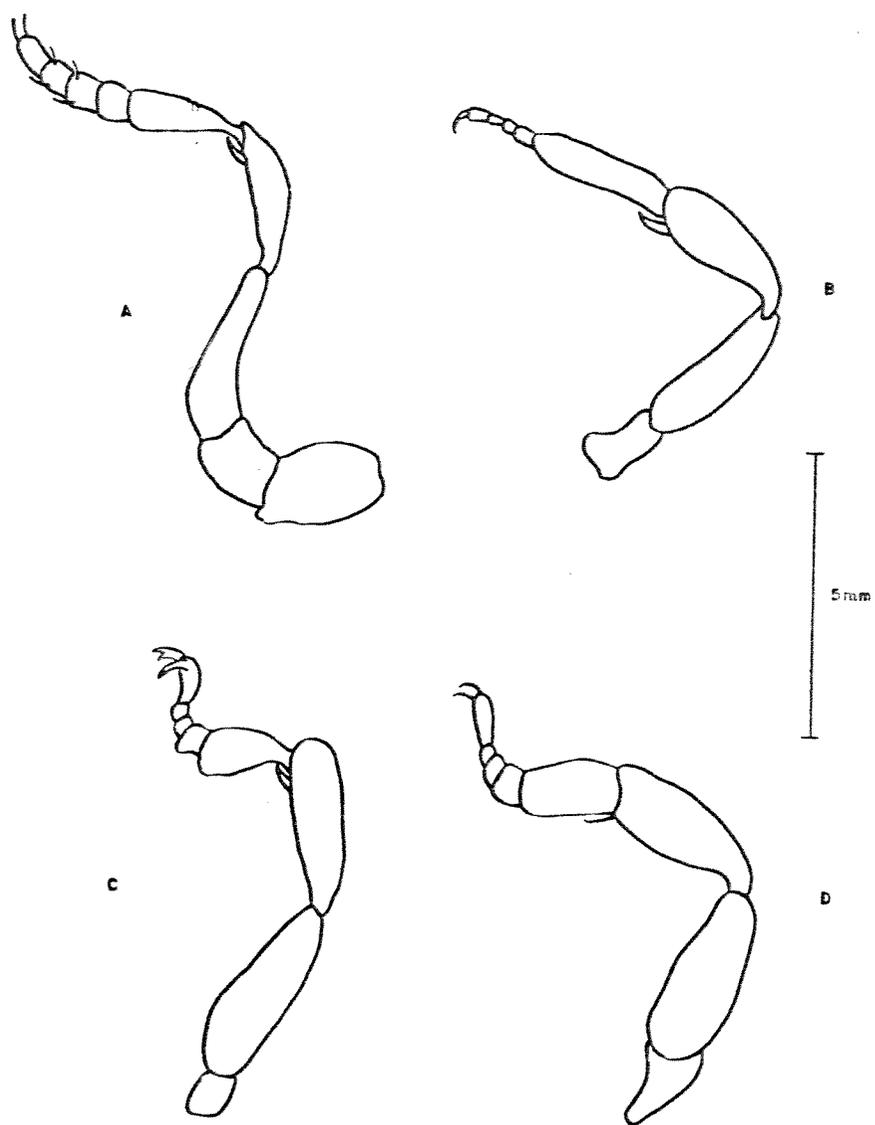


Figura 31 - Esquemas das pernas anteriores e medianas de *Centris* sp.1 e *Centris hyptidis*, para ilustrar a relação de tamanhos entre os respectivos pares de pernas. A e B. *C. hyptidis*; A. perna anterior; B. perna mediana; C e D. *C. sp.1*; C. perna anterior (sem a coxa); D. perna mediana.

espécies de *Centris*, também transfere o óleo coletado para as escopas, durante vôo pairado.

Durante a coleta de óleo com as pernas anteriores a abelha vibra rapidamente o corpo, emitindo simultaneamente um zumbido agudo característico, semelhante ao "buzzing" (cf. BUCHMANN, 1983). Essa vibração do corpo possibilita uma coleta ativa e concomitante de pólen, o qual se deposita na sua frente, sendo posteriormente transferido para as escopas, onde é misturado com óleo.

Foi observada frequência média de uma visita a cada 30 minutos de observação, durante o pico de floração. As visitas de *C. hyptidis* foram registradas apenas até o final do mês de maio. Foram observadas visitas iniciando às 7:00 h e estendendo-se, em intervalos regulares de meia hora, até cerca de 17:30 h, não havendo preferência da abelha por determinado período do dia.

Foi registrada a existência de dois ninhos subterrâneos desta espécie de *Centris*, distando, cada um, cerca de 50 metros do agrupamento de *A. pubescens*. Foi observada várias vezes a entrada de *C. hyptidis* no ninho, imediatamente após a abelha ter visitado flores de *A. pubescens*, permanecendo o inseto no seu interior por aproximadamente cinco minutos.

Paratetrapedia ruberi (Ducke)

P. ruberi apresenta dois tipos diferentes de comportamento, dependendo do recurso alimentar que está retirando da flor: óleo ou pólen. Durante a coleta de óleo, a abelha pousa na flor, introduz a cabeça e as duas pernas anteriores em um dos esporões, permanecendo cerca de dois a três segundos no interior do mesmo. Apoia-se com as pernas medianas e posteriores assim como com o abdômen na entrada do esporão. Nessa posição, devido ao seu pequeno tamanho (5,5 mm), não contacta as anteras nem o estigma da flor. Após a coleta do

óleo, retrocede, transfere a substância para as pernas posteriores e vai para outra flor, para novamente coletar óleo ou, desta vez, pólen. As vezes porém a abelha se desloca de um esporão para outro na mesma flor. O pólen é recolhido com auxílio das duas pernas anteriores e a abelha, durante a coleta, fica apoiada na parte basal do calo mediano (fig. 32). Durante a coleta de pólen pode efetuar a polinização.

P. ruberi foi frequente nas visitas, sendo observada até meados de junho, tendo sido registrados vários indivíduos concomitantemente visitando flores de *A. pubescens* do mesmo agrupamento. Não foi notado comportamento agressivo entre indivíduos desta espécie.

P. ruberi apresenta aparelhos especiais para coleta de óleo floral, localizados apenas nas pernas anteriores. Constan de uma fileira de cerdas simples ou ramificadas, cuja organização se assemelha a estrutura de um pente (cf. VOGEL, 1974).



Figura 32 - *Paratetrapedia ruberi* visitando flor de *Angelonia pubescens* para coleta de pólen.

5.3 - *Angelonia bisaccata* Benth. e *A. hookeriana* Gardn.

Observações gerais e estrutura da flor

A. bisaccata e *A. hookeriana*, ambas de hábito arbustivo, perenes e decíduas na estação seca, desenvolviam-se a cerca de 300-400 metros do riacho, em uma área mais seca do sítio. *A. bisaccata* forma touceiras isoladas, compostas por cerca de cinco a seis indivíduos, com aproximadamente dois metros de altura. *A. hookeriana*, por sua vez, não forma touceiras. Os indivíduos ocorrem isoladamente e se distribuem de maneira esparsa. As plantas de *A. hookeriana* apresentam alturas de até dois metros. Os agrupamentos das duas espécies distavam entre si cerca de 100 a 200 metros. Geralmente *A. bisaccata* e *A. hookeriana* foram encontradas próximas a árvores de *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae). No ambiente ao redor ocorrem também indivíduos de *Lippia* sp. (Verbenaceae), *Caesalpinia pyramidalis*, *Mimosa* sp. (Leguminosae), *Cordia globosa* (Boraginaceae), *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae), *Jatropha pohliana* (Euphorbiaceae) e *Aspidosperma pyriforme* (Apocynaceae).

As flores de *A. bisaccata* (20 x 13 mm) e *A. hookeriana* (17 x 13 mm) são morfológicamente semelhantes (figs. 33, 34 e 35). Ambas são solitárias, zigomorfas, levemente pendentes ou horizontais. A morfologia da flor, de maneira geral, é semelhante à das outras espécies de *Angelonia* estudadas. A corola se apresenta sob a forma de "goela" arredondada e pouco profunda, com cinco lobos livres e retroflexos, dos quais dois são superiores (adaxiais) e três inferiores (abaxiais). O lobo inferior mediano é bem desenvolvido, formando um labelo, com cerca de 9 mm de comprimento. Em ambas as espécies também se observam duas lígulas, que representam prolongamentos da parede anterior de cada esporão (figs. 33 A e B; 35 A). Estas lígulas encobrem parcialmente a entrada aos esporões, semelhante ao que

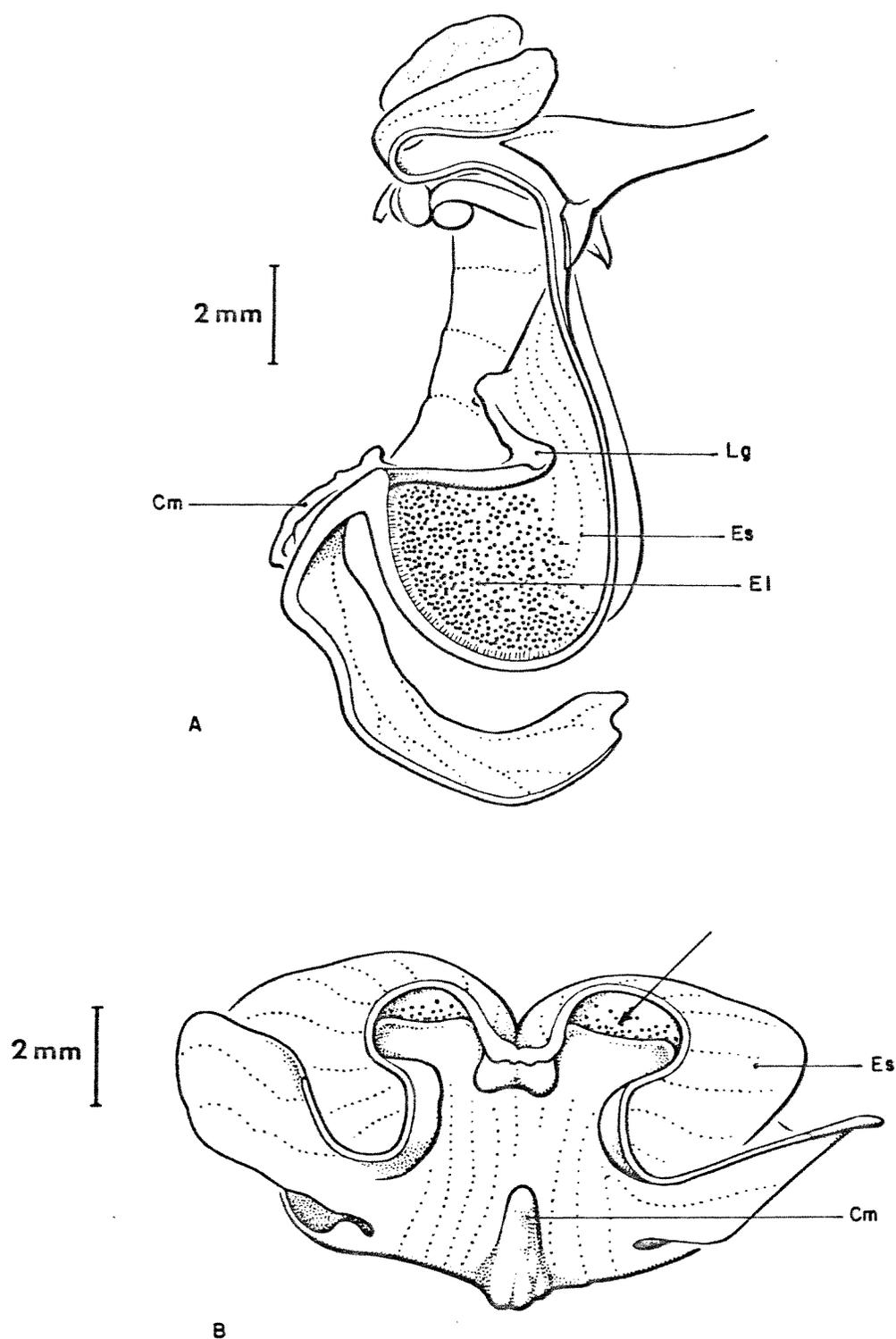


Figura 33 - Morfologia da flor de *Angelonia bisaccata*. A. Esquema da flor em corte longitudinal não mediano, onde se evidencia o calo mediano (Cm), a lígula (Lg), o esporão aberto (Es) e o elaióforo (El). Note as anteras e o estigma na porção superior da "goela" da corola; B. Esquema da flor em corte transversal, ao nível da entrada dos esporões. Note o calo mediano e a entrada para os esporões reduzida pela lígula (seta).

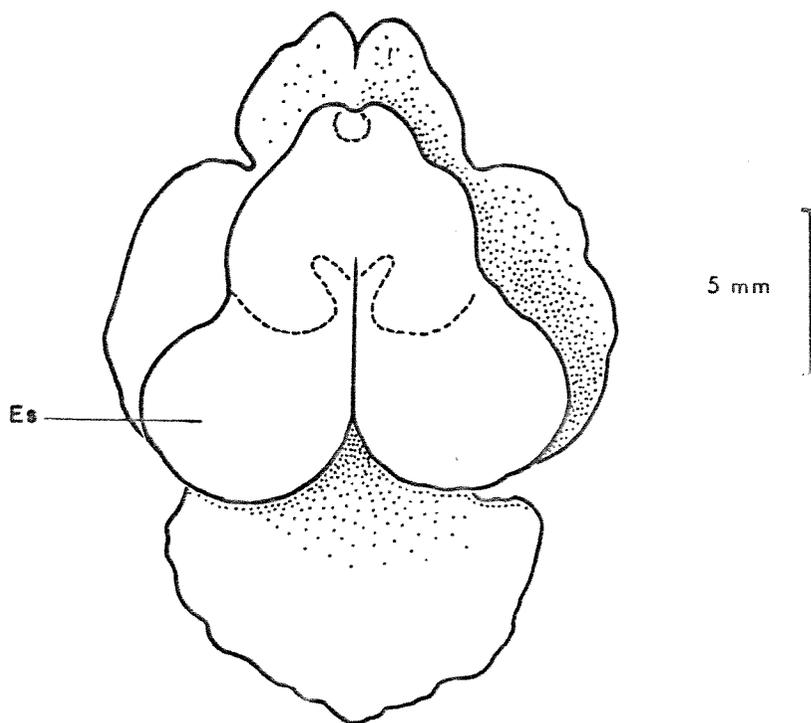


Figura 34 - Esquema da flor de *Angelonia bisaccata* em vista posterior. Note os dois esporões globosos (Es). A linha tracejada indica o limite da porção distal do calo mediano e o limite da região onde se localizam os elaióforos.

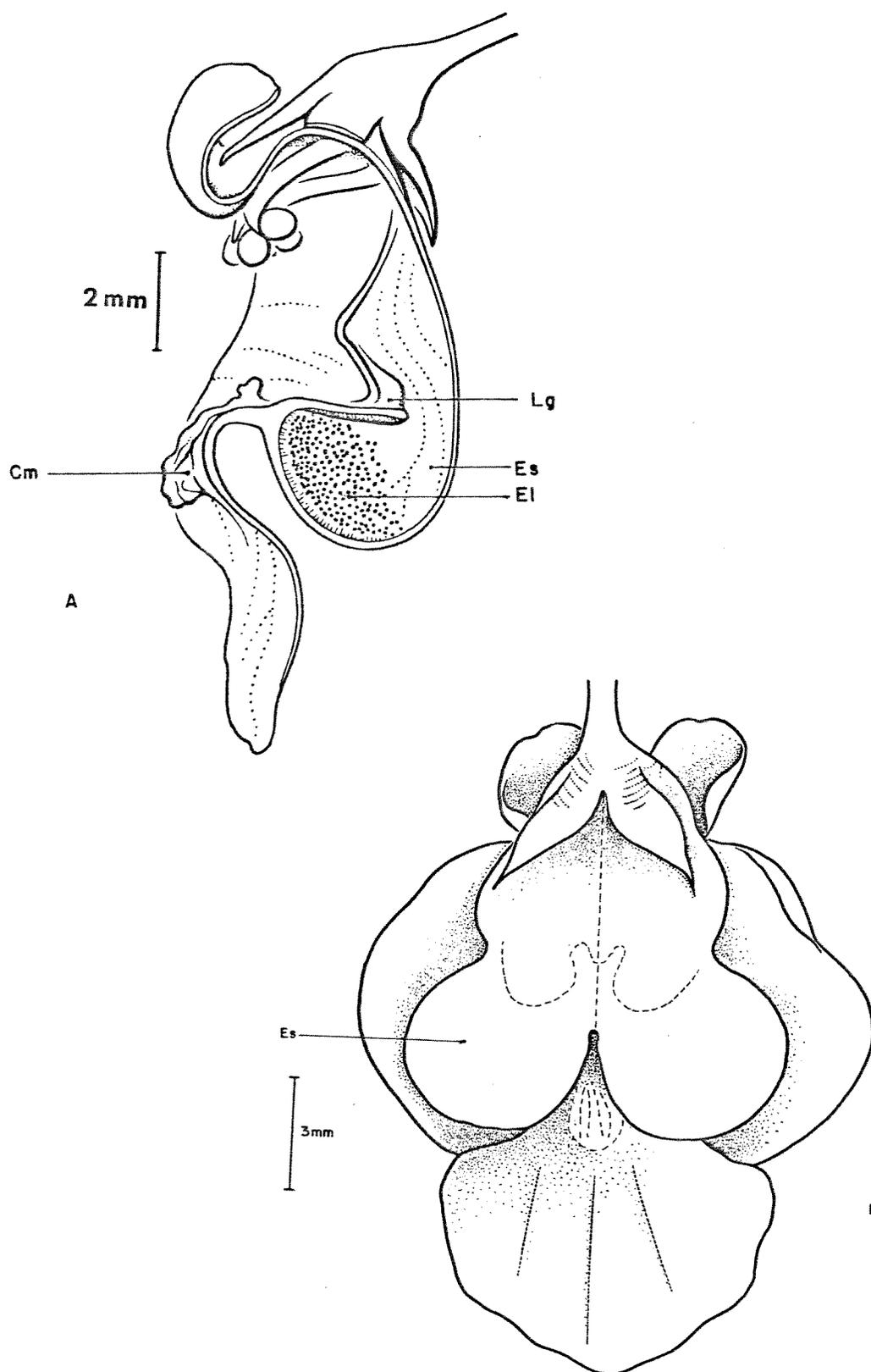


Figura 35 - Morfologia da flor de *Angelonia hookeriana*. A. Esquema da flor em corte longitudinal não mediano, onde se evidencia o calo mediano (Cm), a lígula (Lg), o esporão aberto (Es) e o elaióforo (El). As anteras e o estigma encontram-se na porção superior da "goela" da corola; B. Vista posterior da flor. Note os dois esporões globosos (Es).

ocorre em *A. pubescens*. Em *A. bisaccata* e *A. hookeriana*, diferente do observado em *A. pubescens*, as extremidades laterais dessa lâmina não são livres. O labelo apresenta-se muito ornamentado, semelhante ao encontrado em *A. pubescens*. Aqui também são observadas projeções e saliências, as quais formam, em conjunto, o calo mediano. Porém, em *A. bisaccata* e *A. hookeriana* a estrutura e a morfologia do calo é menos pronunciada que a observada em *A. pubescens*, especialmente no que se refere a porção posterior bifurcada.

Em ambas as espécies, os quatro estames didínamos, dois anteriores (abaxiais) e dois posteriores (adaxiais) e o gineceu localizam-se na porção apical, ventral do teto da "goela" da corola (figs. 33A e 35A). Os dois esporões, por sua vez, estão localizados na porção basal da "goela" da corola. Os esporões, de forma globosa, são independentes entre si e se dispõem lado a lado. A parede ventral de cada esporão está recoberta por um tecido glandular (elaióforo). Não há tecido nectarífero na flor. Não foi percebido odor nestas duas espécies de *Angelonia*.

Morfologia e disposição das glândulas de óleo

O elaióforo é do tipo tricomático em ambas as espécies; os tricomas estão esparsamente distribuídos na superfície da parede, não sendo observada concentração de pêlos no esporão (figs. 36 e 37). A área glandular estimada para ambos os esporões é de cerca de 40 mm², sendo estimado um total de 3.000 tricomas distribuídos mais ou menos uniformemente, semelhante ao calculado para *A. pubescens*. A parede anterior do esporão é mais vascularizada que a posterior.

A partir de cortes anatômicos, observa-se que os tricomas apresentam pedúnculos com diferentes quantidades de células, variando geralmente entre duas e quatro. As cabeças glandulares dos pêlos são semi-esféricas e multifacetadas, compostas por um total estimado de aproximadamente 50 células.

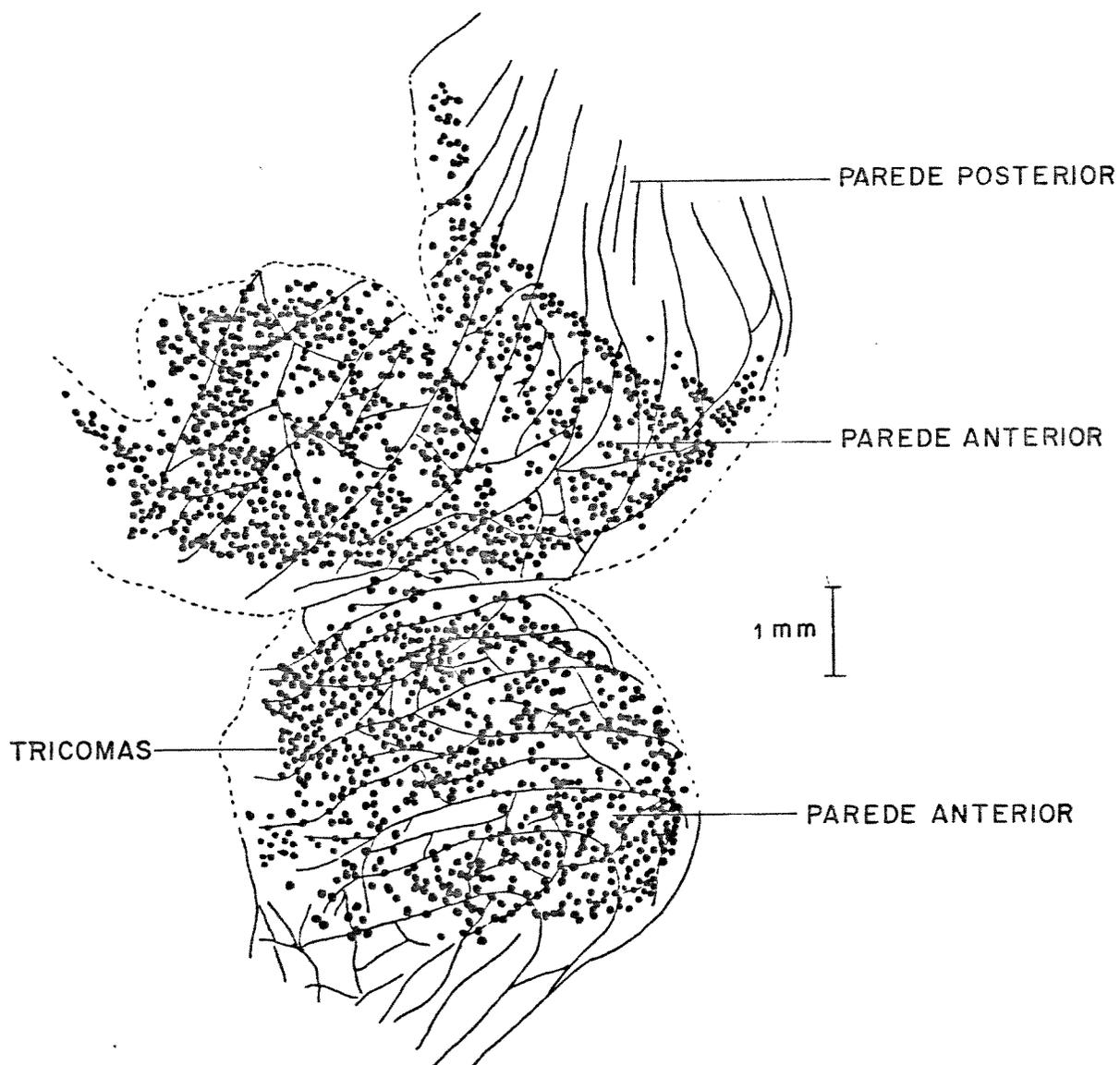


Figura 36 - Esquema de um esporão aberto da flor de *Angelonia bisaccata*. Na região mais vascularizada da parede anterior se localizam os tricomas, que apresentam distribuição regular.

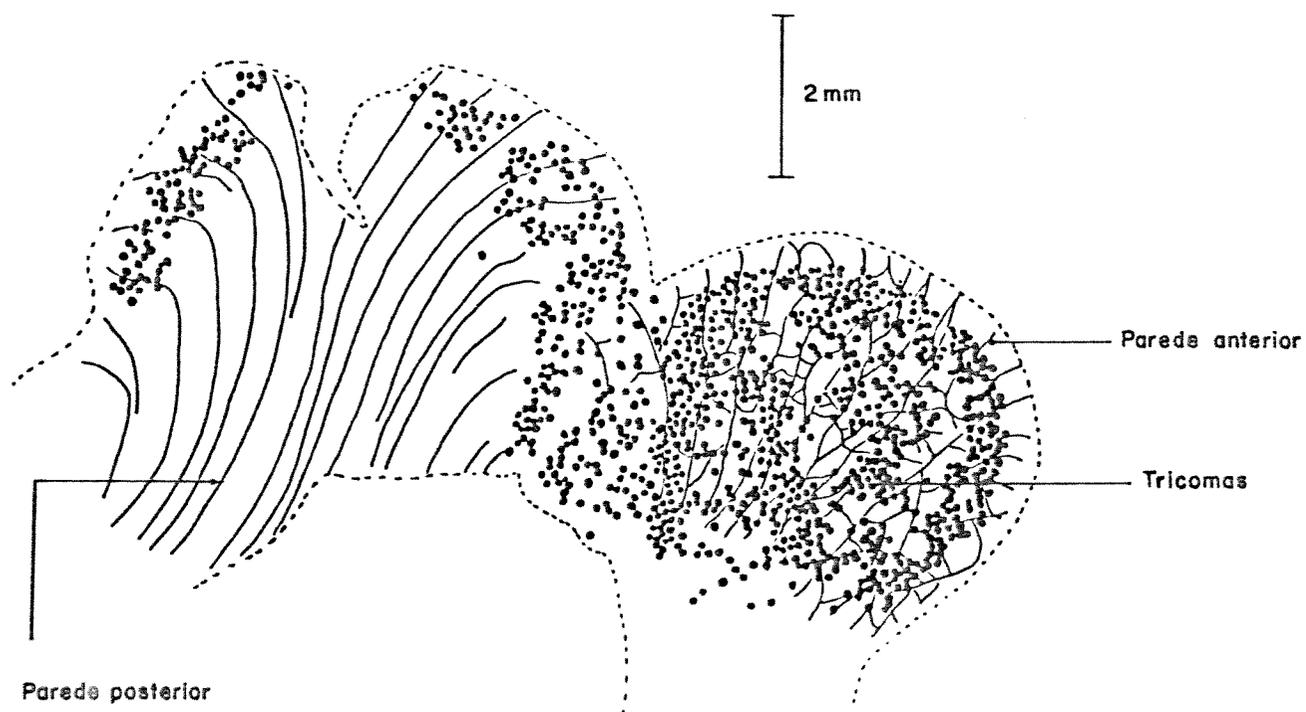


Figura 37 - Esquema de um esporão aberto da flor de *Angelonia hookeriana*. Os tricomas ocorrem na região mais vascularizada da parede anterior e sua distribuição é regular.

O diâmetro apresentado pela cabeça glandular excede o apresentado pelas células do pedúnculo, à semelhança do observado em *A. pubescens*. Os tricomas são isolados e separados entre si, uma vez que nem toda célula epidérmica dá origem a um tricoma.

Fenologia floral

O período de floração, para *A. bisaccata*, estendeu-se, no ano de 1987, de fevereiro a meados de junho, sendo possível ainda serem observadas algumas flores até fins de julho. Durante o período de pico da floração (fevereiro a maio) é intensa e maciça a produção de flores em cada indivíduo, sendo observado em cada ramo, em média, quatro flores por dia.

Em *A. hookeriana* o período de floração abrangeu os meses de fevereiro, março e abril, sendo interrompido em maio e na primeira quinzena de junho, ocasião em que não foram observadas flores. Na segunda quinzena de junho e durante todo o mês de julho houve nova produção de flores. A produção de flores nesta espécie não é intensa. Durante todo o período de floração foi registrado em uma planta, um total médio de 30 flores. Em 1988 a floração teve início, para ambas as espécies, no final do mês de março.

Antese

O processo da antese é, de maneira geral, semelhante nas duas espécies, podendo haver pequena variação com relação à sequência cronológica dos eventos florais. A antese tem duração média de oito dias. A abertura dos botões ocorre por volta das 6:00 - 7:00 h. Logo após a distensão da corola, a flor apresenta os dois estames anteriores mais desenvolvidos, com os filetes mais longos e as anteras gradativamente liberam o pólen. Os dois estames posteriores apresentam filetes mais

curtos e anteras fechadas. Esta fase se prolonga até o dia seguinte. No terceiro dia, os filetes dos estames posteriores apresentam comprimento semelhante ao dos estames anteriores e tem início a liberação de pólen naqueles estames. Nessa fase o estigma é visível por entre os filetes. No quarto dia após o início da antese, o estigma se encontra exposto, cerca de 1,5 mm, para frente das anteras, devido ao crescimento do estilete. Nessa ocasião, geralmente as anteras estão praticamente vazias. Esta fase pode durar cerca de três dias, após o que a corola começa a murchar e posteriormente se desprende do resto da flor. Algumas vezes a corola se solta do gineceu e do cálice, aparentemente sem murchar. O cálice permanece encobrindo o ovário, durante o desenvolvimento do fruto. A produção de óleo inicia-se, em pequena quantidade, logo após a abertura da flor e continua, em maior quantidade, até a queda total da corola.

Cromatografia em camada delgada

O resultado da separação das substâncias secretadas pelos elaióforos, através da cromatografia em camada delgada mostrou, em *A. bisaccata*, a separação de dois componentes principais nas alturas $hRf = 52$ e $hRf = 34$ e dois componentes secundários, menores, nas alturas $hRf = 23$ e $hRf = 13$. Em *A. hookeriana* o resultado é semelhante, porém, nota-se a falta do componente $hRf = 52$.

Sistema reprodutivo

Os resultados obtidos nos experimentos de polinização controlada realizados em flores de *A. bisaccata* e *A. hookeriana* estão sumariados na tabela 6. Ambas as espécies apresentam protandria e autoincompatibilidade, sendo necessária a presença de um vetor de pólen para que haja fecundação. A viabilidade dos grãos de pólen foi estimada em 95 e 96%, respectivamente

para *A. bisaccata* e para *A. hookeriana*. Em condições naturais, pode haver de 20 a 46 sementes formadas por fruto.

Tabela 6 - Resultados dos experimentos de polinização espontânea e manual realizados em flores de *Angelonia bisaccata* e *A. hookeriana*, em Alagoinha-PE.

PROCEDIMENTO	<i>A. bisaccata</i>		<i>A. hookeriana</i>	
	n	(% frutos)	n	(% frutos)
Autopolinização espontânea	10	0	10	0
Autopolinização manual	10	0	10	0
Apomixia	10	0	10	0
Polinização cruzada (xenogamia)	20	90	15	93,3

Observações sobre os visitantes e seu comportamento

Os visitantes observados em flores de *A. bisaccata* e *A. hookeriana* foram abelhas, a maioria delas pertencentes a família Anthophoridae (tabela 7).

Tabela 7 - Abelhas visitantes registradas em flores de *Angelonia bisaccata* e *A. hookeriana*, em Alagoinha - PE.

ABELHAS	<i>Angelonia bisaccata</i>	<i>Angelonia hookeriana</i>	Recurso floral	Eficiênc. poliniz.
ANTHOPHORIDAE				
CENTRIDINI				
<i>Centris</i> sp.1	+	+	O	1
EXOMALOPSINI				
<i>Paratetrapedia ruberi</i>	+	+	O/P	3/4
<i>Tetrapedia cf. rugulosa</i>	+	+	O	3/4
<i>Paratetrapedia</i> sp.	+	+	O	3/4
APIDAE				
MELIPONINI				
<i>Trigona spinipes</i>	+	-	P	3/4
<i>Plebeia mosquito</i>	+	-	P	3/4

Convenções: Recurso floral: O= óleo; P= pólen; Eficiência na polinização: 1= muito bom; 2= bom; 3= ocasional; 4= mau/pilhador. (mesmas definições da tabela 3).

Centris sp.1

O comportamento de visita de *Centris* sp.1 em flores de *A. bisaccata* e *A. hookeriana* é semelhante ao observado e descrito quando das visitas dessa abelha em flores de *A. hirta*. O contato com anteras e estigma ocorre com a frente do inseto.

Tetrapedia cf. *rugulosa* e *Paratetrapedia* sp.

Foram registradas visitas destas duas espécies durante todo o período de floração de *A. bisaccata* e *A. hookeriana*. *Tetrapedia* cf. *rugulosa* e *Paratetrapedia* sp. apresentam comportamento de visita semelhante em flores dessas duas espécies de *Angelonia*. O inseto desloca-se em vôo entre as flores da touceira, aproxima-se de uma flor, pousa na região apical do labelo e inicia a exploração da flor raspando a região pigmentada do fundo da "goela" da corola. Em seguida, dirige-se para a base da flor e introduz uma das pernas anteriores em um dos esporões, normalmente a perna esquerda no esporão esquerdo ou a direita no esporão direito, de maneira não simultânea. O corpo da abelha, conseqüentemente, permanece inclinado lateralmente, adotando uma posição oblíqua em relação ao eixo da flor (fig. 38A, B). Com as outras pernas a abelha se apóia na entrada do esporão e também no labelo da flor. Após explorar um dos esporões, geralmente se desloca para o outro, apresentando comportamento de visita semelhante, porém, dessa vez, invertendo a ordem das pernas anteriores para a coleta de óleo e, conseqüentemente, mudando o sentido da inclinação do corpo.

Durante as visitas, essas espécies de *Tetrapedia* e *Paratetrapedia* não contactavam as anteras nem o estigma da flor, devido ao seu pequeno tamanho (8,0 mm). Apenas muito raramente pode haver o contato com a ponta da asa, à semelhança



A



B

Figura 38 - A e B. *Tetrapedia* cf. *rugulosa* visitando flor de *Angelonia bisaccata*. Note a posição oblíqua do corpo da abelha (fotos por S. Vogel).

do observado quando das visitas de *Tetrapedia* a flores de *A. hirta*. Após cada visita, as abelhas transferem o óleo coletado para as escopas, de maneira semelhante ao registrado em espécies de *Centris*.

Foram observados vários indivíduos destas espécies de *Tetrapedia* e *Paratetrapedia*, inclusive machos de *Tetrapedia cf. rugulosa*, visitando concomitantemente as flores de *A. bisaccata*, durante todo o dia, para coleta de óleo floral. Não foi observada coleta ativa de pólen por parte dessas abelhas, em flores de *A. bisaccata* e de *A. hookeriana*.

Plebeia mosquito (Smith) e *Trigona spinipes*
(Fabricius)

P. mosquito e *T. spinipes* pousam nas pétalas superiores das flores de *A. bisaccata* e coletam pólen utilizando as peças bucais e as pernas anteriores. Durante a coleta, a abelha transfere o pólen para o abdômen e, posteriormente, em vôo pairado, transfere-o para as corbículas. Geralmente, *P. mosquito* e *T. spinipes* não visitam flores que se encontram na fase feminina, sendo, porém, observadas visitas em flores cujos estigmas já se encontravam, pelo menos em parte, exteriorizados. Após visitar determinada flor, geralmente a abelha se desloca para outras flores do mesmo agrupamento, explorando uma média de vinte flores, antes de se afastar do local.

Foram registradas visitas de *P. mosquito* e *T. spinipes* durante todo o período de floração de *A. bisaccata*. As visitas aconteciam durante todo o dia, apresentando frequência regular (cerca de uma visita a cada hora de observação). Não foram observadas visitas dessas espécies de abelhas em flores de *A. hookeriana*.

Paratetrapedia ruberi (Ducke)

P. ruberi (5,5 mm) apresenta, em *A. bisaccata* e *A. hookeriana*, comportamento de visita semelhante ao descrito quando em visitas a flores de *A. pubescens*.

5.4 - *Cordia leucocephala* Moric.

Observações gerais e estrutura da flor

C. leucocephala é uma planta perene, arbustiva, bastante comum na área estudada, com indivíduos apresentando alturas que variam de um a três metros. As plantas de *C. leucocephala* formavam touceiras compostas em média por 3 a 4 indivíduos, distribuídas mais ou menos aleatoriamente por toda a extensão do Sítio Riacho, especialmente na parte mais alta e seca. As plantas utilizadas para as observações de campo ocupavam uma área aproximada de 400 m². Foram também registrados indivíduos que se desenvolviam na beira da estrada que liga a cidade de Alagoinha ao Sítio Riacho, em uma área de intensa perturbação antrópica, não sendo, por este motivo, utilizados para as observações de campo.

C. leucocephala apresenta heterostilia (distilia) com uma proporção de 1:1 em relação aos indivíduos com flores brevistilas e longistilas nos agrupamentos amostrados. Em ambos os padrões, as flores são brancas, tubuloso-campanuladas, inodoras e estão dispostas em inflorescências congestas (glomérulos), apresentando, no mesmo dia, cerca de oito ou mais flores por inflorescência. As médias das medidas referentes às flores de ambos os tipos morfológicos estão sumariadas na tabela 8.

Os cinco estames aderidos ao tubo da corola, se inserem, nas pétalas, em diferentes alturas (fig. 39). Podem-se distinguir três grupos de estames, de acordo com o comprimento dos filetes (tabela 8). Nas flores longistilas, a parte basal dos filetes é recoberta por pêlos. Nas flores brevistilas essa região é glabra. O estilete único, terminal, apresenta, no ápice, quatro ramos estigmáticos. O nectário tem cor amarela e

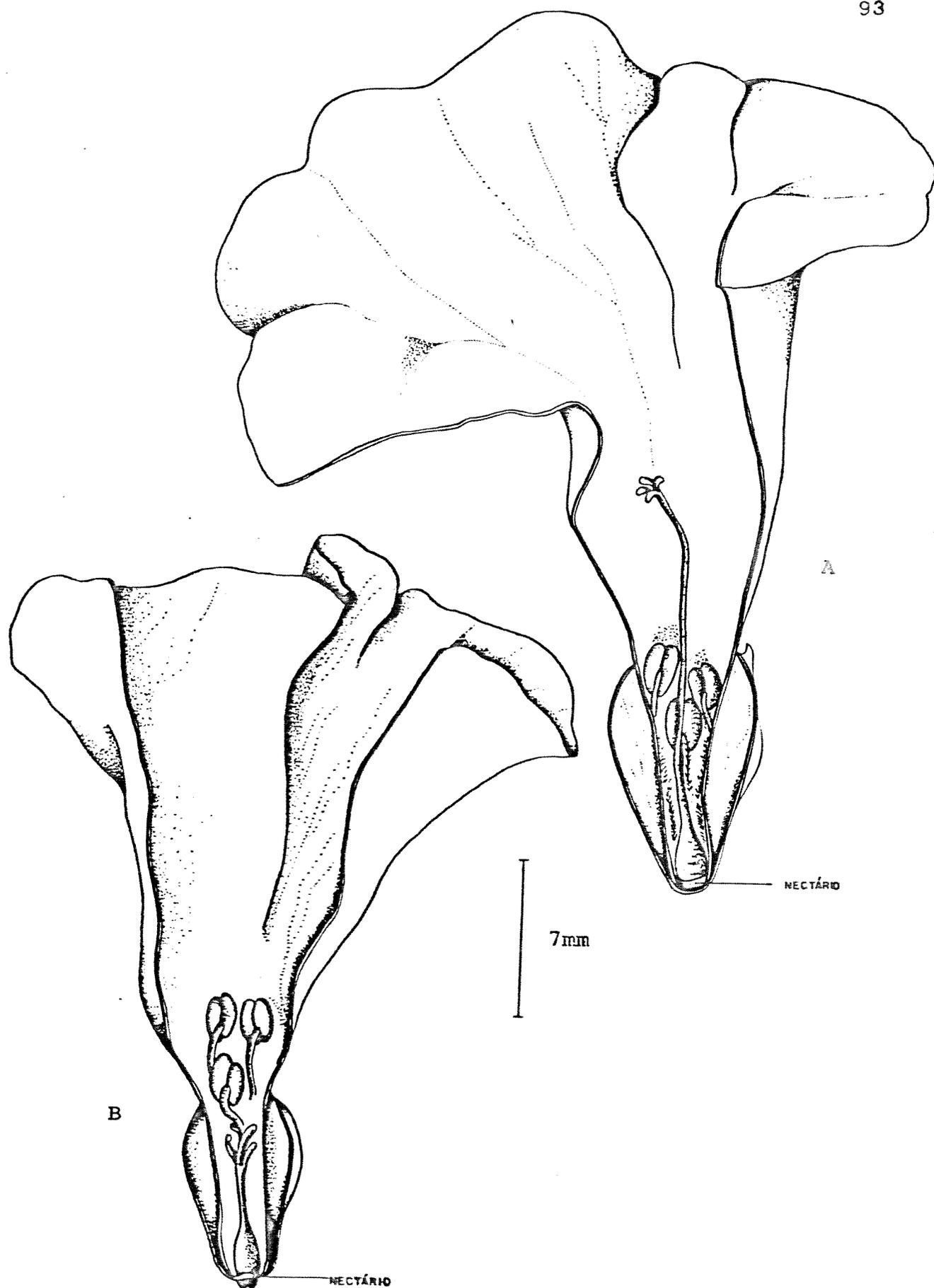


Figura 39 - Esquema da flor de *Cordia leucocephala* em corte longitudinal não mediano. A. flor longistila; B. flor brevistila.

localiza-se na base do ovário súpero (fig. 39). A quantidade de néctar produzida é pequena e esta substância pode ficar acumulada, nas flores longistilas, entre os pelos da base dos filetes, na região basal mais estreita do tubo da corola.

O tamanho dos grãos de pólen, nos dois tipos de flores, apresenta diferenças significativas, como pode ser verificado na tabela 9 e na figura 40. Os grãos de pólen das flores brevistilas são significativamente maiores do que os das flores longistilas.

Tabela 8 - Valores médios, em milímetros, referentes às medidas das flores brevistilas e longistilas de *Cordia leucocephala*.

<i>C. leucocephala</i>	Corola		Filetes	Estilete
	Comp.	Larg.		
Fl. brevistilas	35,0	28,0	16,4; 12,8; 9,0	6,3
Fl. longistilas	33,3	30,3	10,2; 7,2; 5,4	15,0

Fenologia floral

Durante três anos consecutivos (1985, 1986 e 1987) a floração de *C. leucocephala* apresentou-se uniforme, estendendo-se por um período de três a quatro meses, iniciando-se em fevereiro e finalizando-se em abril ou maio. No ano de 1988 a floração iniciou em março.

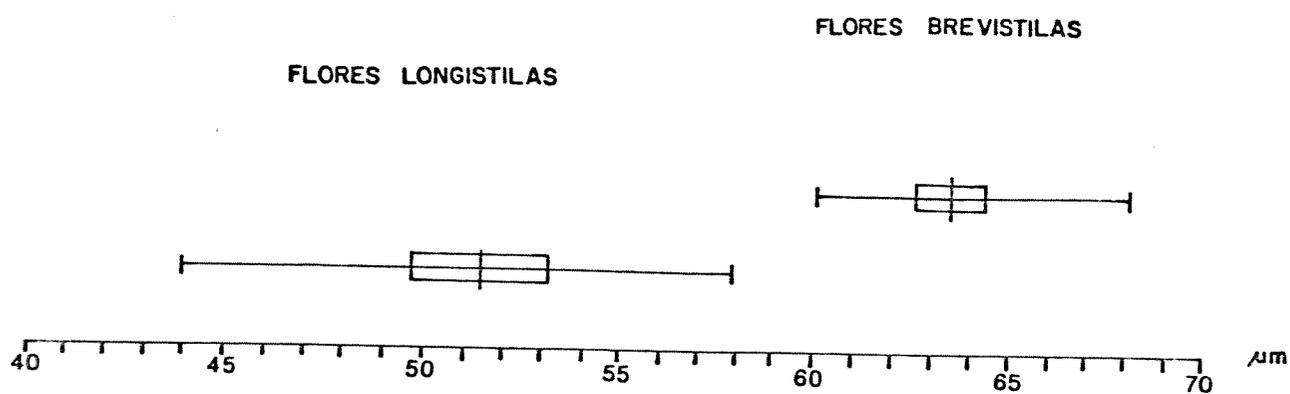


Figura 40 - Intervalo de confiança a 95% das medidas do diâmetro equatorial em vista polar dos grãos de pólen de flores brevistilas e longistilas de *Cordia leucocephala*.

Tabela 9 - Medidas do diâmetro equatorial em vista polar dos grãos de pólen das flores longistilas e brevistilas de *Cordia leucocephala*.

	Flores longistilas	Flores brevistilas
Faixa de variação (μm)	44-58	60-68
$\bar{x} \pm s\bar{x}$ (μm)	51,52 \pm 0,75	63,28 \pm 0,46
s (μm)	3,75	2,30
V (%)	7,28	3,63

$S\bar{x}$ = desvio padrão da média; S= desvio padrão da amostra; V= coeficiente de variabilidade.

Antese

As flores geralmente começam a abrir por volta das 8:00 horas. Os botões florais apresentam a corola enrugada e lentamente vai ocorrendo a distensão da fauce, até a sua completa abertura. Este processo pode demorar cerca de uma hora. A liberação de pólen ocorre alguns minutos após a completa abertura da flor. A flor permanece receptiva e atrativa até cerca de 15:00 h. No final da tarde a corola se desprende do cálice e cai.

Sistema reprodutivo

Os resultados dos cruzamentos manuais realizados em flores de *C. leucocephala* estão sumarizados na tabela 10. Não houve formação de frutos em condições naturais. A viabilidade

estimada dos grãos de pólen, em ambos os tipos de flores, foi de aproximadamente 50%.

Tabela 10 - Resultados dos experimentos de polinização manual realizados em flores de *Cordia leucocephala*.

PROCEDIMENTO	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESSO (%)
Autopolinização espontânea	20	0	0
Polinização cruzada:			
Fl. brevistilas x Fl. longistilas	10	0	0
Fl. longistilas x Fl. longistilas (indivíduos diferentes)	10	0	0
Fl. longistilas x Fl. brevistilas	10	1	10
Fl. brevistilas x Fl. brevistilas (indivíduos diferentes)	10	0	0

Observações sobre os visitantes

Os visitantes observados em flores de *C. leucocephala* foram exclusivamente abelhas pertencentes à fam. Andrenidae (fig. 41). Não foi possível a identificação dos exemplares, podendo tratar-se de espécie nova. Essas abelhas visitam as flores dos dois tipos morfológicos. As visitas iniciam-se pela



Figura 41 - Espécie não identificada de Andrenidae visitando flor brevistila de *Cordia leucocephala*.

manhã, a partir das 8:00 h, quando ainda nem todas as flores se encontram totalmente abertas.

O comportamento de visita da abelha é caracterizado por aproximação à flor, pouso na fauce da corola e deslocamento rápido para o interior do tubo da corola em direção à fonte de alimento (néctar). No momento de sua entrada na flor e enquanto se posiciona para a coleta de néctar, pode haver o contato entre as anteras e o estigma da flor com a porção ventral do abdômen e as pernas da abelha. Esse contato ocorre também durante movimentos circulares que a abelha realiza dentro do tubo floral. A abelha permanece no interior da corola por cerca de 5 a 7 segundos; em seguida retrocede e abandona a flor. A coleta de pólen é feita com as peças bucais e as pernas anteriores. Geralmente a mesma abelha procura outras flores da mesma inflorescência, se deslocando, em seguida, para explorar outras plantas do mesmo agrupamento ou de agrupamentos vizinhos. Foi observada tentativa de visita concomitante por mais de um indivíduo de Andrenidae em uma mesma flor, porém apenas um deles permanece e efetua a visita.

Várias corolas apresentavam furos na sua base, indicando visitas de animais pilhadores, que no entanto não foram observados.

5.5 - *Cordia globosa* (Jacq.) H.B.K.

Observações gerais e estrutura da flor

C. globosa é espécie perene, de hábito arbustivo, bastante comum na região em que foram realizadas as observações de campo, onde se encontra distribuída mais ou menos aleatoriamente por toda a área do Sítio Riacho. Os indivíduos podem alcançar alturas de 3 a 4 metros.

C. globosa também apresenta heterostilia (distilia), sendo estimada uma proporção numérica de 1:1 entre indivíduos com flores brevistilas e longistilas em um mesmo agrupamento.

As flores, em ambos os tipos morfológicos, são do tipo tubuloso, esbranquiçadas, dispostas em inflorescências congestas do tipo glomerular, apresentando cerca de duas a quatro flores abertas por inflorescência, no mesmo dia. Os estames, em número de cinco, estão aderidos ao tubo da corola e se inserem nas pétalas a uma altura de cerca de 2,5 a 3,0 mm a partir da sua base. Os filetes, de maneira geral, não apresentam comprimento variável dentro da mesma flor, como ocorre em *C. leucocephala*. A base dos filetes não apresenta pêlos. O estilete é único, terminal, com quatro ramos estigmáticos livres (fig. 42). As medidas referentes às flores longistilas e brevistilas estão esquematizadas na tabela 11. O nectário, de cor laranja, encontra-se na base do ovário. O néctar produzido fica acumulado na base da corola. As flores exalam leve odor adocicado.

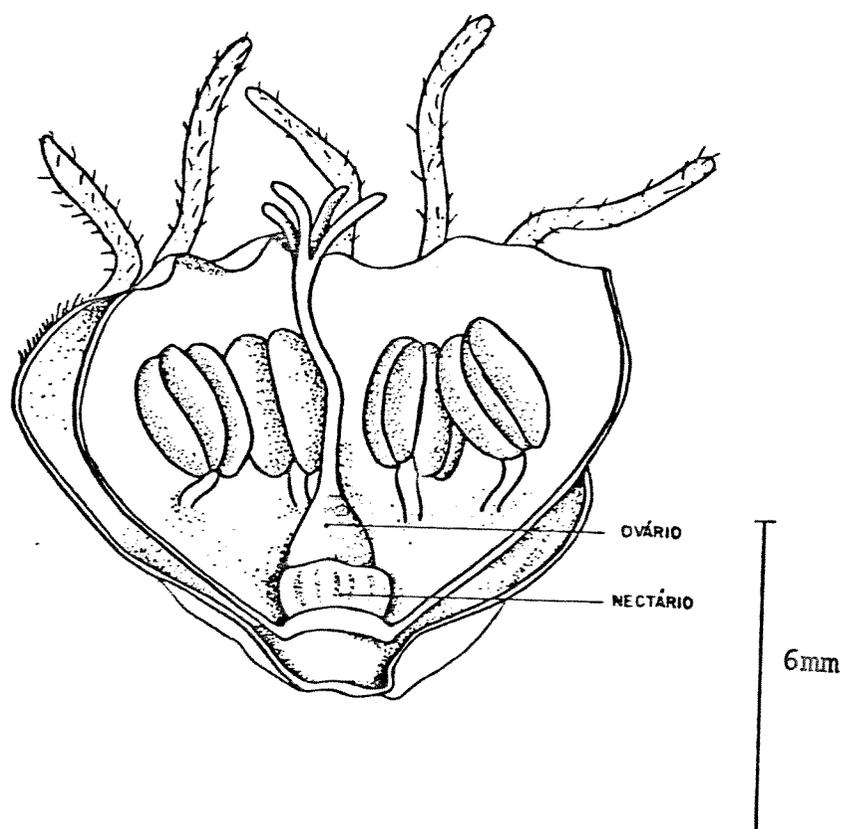


Figura 42 - Esquema da flor longistila de *Cordia globosa* em corte longitudinal não mediano.

Fenologia floral

Em 1986, a floração de *C. globosa* teve início em dezembro e estendeu-se até final de abril do ano seguinte. Em anos anteriores (1985 e 1986), a floração abrangeu os meses de janeiro a abril. Em 1988, a floração retardou-se um pouco, iniciando-se apenas em meados de março.

Antese

As flores abrem por volta das 7:30 - 8:00 h. As flores são homogâmicas, ocorrendo a deiscência das anteras logo em seguida à abertura dos botões. As flores permanecem receptivas até cerca das 14:00 h, ocasião em que se inicia o murchamento da corola.

Tabela 11 - Valores médios referentes às medidas das flores brevistilas e longistilas de *Cordia globosa*.

<i>Cordia globosa</i>	corola (mm)	filetes (mm)	estilete (mm)	estigma (mm)
fl. brevistilas	6,9	3,5	2,7	1,0
fl. longistilas	7,0	2,0	4,8	1,6

Sistema reprodutivo

Os resultados dos cruzamentos realizados em flores de *C. globosa* estão sumarizados na tabela 12. Os cruzamentos manuais realizados entre tipos florais semelhantes, mesmo envolvendo indivíduos diferentes, não resultaram na formação de frutos. Cruzamentos recíprocos entre tipos morfológicos diferentes (flores brevistilas x flores longistilas) resultaram em cerca de 80% de frutos. Em condições naturais, foi observada a proporção de cerca de 50% de frutos.

Tabela 12 - Resultados dos experimentos de polinização manual realizados em flores de *Cordia globosa*.

PROCEDIMENTO	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESSO (%)
Polinização cruzada:			
F1. brevistilas x F1. longistilas	10	8	80
F1 brevistilas x F1. brevistilas (indivíduos diferentes)	10	0	0
F1. longistilas x F1. longistilas (indivíduos diferentes)	10	0	0
F1. longistilas x F1. brevistilas	10	7	70

Observações sobre os visitantes

Os principais visitantes de *C. globosa* foram abelhas, sendo *Apis mellifera* responsável por cerca de 60% das visitas.

A. mellifera pousa na corola, para coleta de néctar, ocorrendo nesta ocasião o contato da abelha com as anteras e o estigma da flor. *A. mellifera* permanece cerca de três segundos em cada flor, visitando várias outras da mesma planta, antes de abandonar o local. Diversos indivíduos de *A. mellifera* foram observados forrageando ao mesmo tempo no agrupamento de *C. globosa*.

Trigona spinipes também visita as flores de *C. globosa* para coleta de néctar. Seu comportamento, de maneira geral, é semelhante ao apresentado por *A. mellifera*. *T. spinipes* também pode contactar as anteras e o estigma da flor durante suas visitas.

5.6 - *Melochia tomentosa* L.

Observações gerais e estrutura da flor

As plantas de *M. tomentosa* observadas ocupavam uma área de cerca de 200 m², formando agrupamento denso, composto por aproximadamente 250 indivíduos. A vegetação imediatamente vizinha estava representada por indivíduos de *Paulinia* sp. (Sapindaceae), *Jatropha* sp. e *Croton* sp. (Euphorbiaceae), *Eupatorium ballotifolium* (Asteraceae), *Solanum* sp. (Solanaceae), *Scoparia dulcis* L. e *Stemodia durantifolia* SW. (Scrophulariaceae), *Cassia excelsa* (Leguminosae), *Opuntia* sp. (Cactaceae) e plantas jovens de *Zizyphus joazeiro* (Rhamnaceae).

M. tomentosa é uma planta perene, arbustiva, muito comum na região estudada, cujos indivíduos podem alcançar até 2,5 m de altura. Esta espécie é heterostílica (distílica) apresentando, nos agrupamentos estudados, indivíduos com flores brevistilas e longistilas numa proporção aproximada de 1:1.

As flores (fig. 43A, B), verticais, horizontais ou inclinadas, apresentam cálice gamossépalo, com cinco sépalas avermelhadas recobertas por pêlos glandulares em toda sua superfície externa. O pedúnculo floral também é recoberto por pêlos glandulares. A corola é constituída por cinco pétalas de cor magenta claro, sendo a face interna basal de cor amarela. A corola é dialipétala; há porém sobreposição nas regiões basais das pétalas, que confere aparência tubular a esta região da corola. Entre o cálice e esta porção tubular existe um pequeno espaço. O nectário, tricomático, localiza-se na porção basal interna do cálice (fig. 43), de modo que o néctar produzido acumula-se neste espaço existente entre a base da corola e o cálice. A concentração de açúcares no néctar é, em média de 28,2%, apresentando uma faixa de variação entre 25 e 30%.

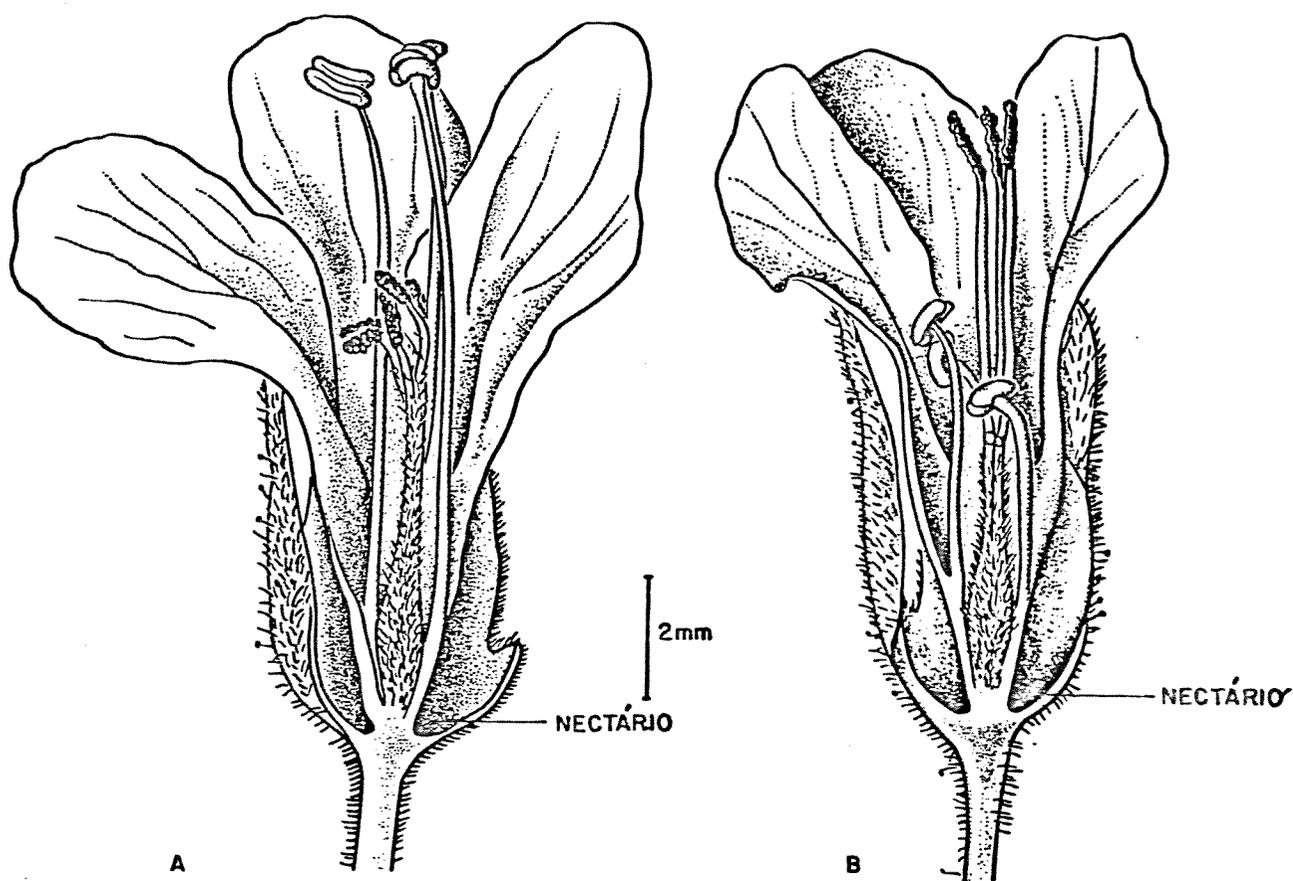


Figura 43 - Esquema da flor de *Melochia tomentosa* em corte longitudinal não mediano. A. flor brevistila; B. flor longistila.

A flor contém cinco estames, cujos filetes estão individualmente adnatos à porção ventral mediana de cada pétala. Os filetes são brancos e as anteras, assim como os grãos de pólen são amarelos. Os filetes, especialmente nas flores brevistilas, apresentam-se levemente curvados e dirigidos para cima. As anteras, conseqüentemente, permanecem com a sua face ventral, onde se localiza a deiscência, voltada para cima. O estilete é branco, recoberto por tricomas não glandulares. Apresenta cinco ramos estigmáticos, cujos ápices espessados formam lobos papilosos. As medidas referentes às flores longistilas e brevistilas estão apresentadas na tabela 13. O ovário é súpero, pentacarpelar, apresentando em média 10 óvulos. O fruto é uma cápsula septicida.

Tabela 13 - Valores médios e desvios-padrão, em milímetros, referentes às medidas das flores brevistilas e longistilas de *Melochia tomentosa*.

Tipos Florais	Comp. Corola	Diâmetro Corola	Comp. estilete	Comp. estames
Flores				
brevistilas	11,8 ± 1,1	12,4 ± 2,9	6,3 ± 0,6	11,1 ± 1,2
Flores				
longistilas	10,9 ± 0,7	13,0 ± 1,9	11,4 ± 0,9	6,2 ± 0,6

Fenologia floral

As plantas observadas florescem praticamente o ano inteiro, porém foram registrados, no ano de 1987, dois picos de

floração, correspondendo aos meses de janeiro a abril e de junho a julho.

Antese

As flores são homogâmicas e começam a abrir por volta das 6:30 - 7:00 h. Nesta fase as anteras estão liberando pólen, assim como há produção de néctar. A quantidade de néctar produzida é pequena. Durante toda a manhã as flores permanecem vistosas e receptivas. Há leve emissão de odor, porém quase imperceptível ao olfato humano. Por volta das 14:00 h as flores estão com as anteras praticamente vazias, porém ainda produzem néctar. Aproximadamente as 16:50 h os estiletes estão murchos e as anteras sem pólen. Poucas flores, especialmente as brevistilas, podem apresentar ainda algum pólen. A corola de várias flores permanece atrativa até cerca das 17:30 h, porém, neste horário, a maioria das flores está murcha.

Sistema reprodutivo

Os resultados dos experimentos de polinização controlados, efetuados nos dois tipos florais estão sumarizados na tabela 14. Os resultados indicam que *M. tomentosa* apresenta heterostilia associada a um mecanismo de autoincompatibilidade, sendo, neste caso, a fecundação cruzada obrigatória, não havendo formação de frutos quando a polinização envolve tipos florais semelhantes. A percentagem de formação de frutos a partir de cruzamentos entre tipos morfológicos diferentes é de cerca de 100%. A viabilidade dos grãos de pólen encontrada em ambos os tipos de flores variou entre 94 e 98%. O fruto forma em média oito sementes, com faixa de variação de seis a dez sementes.

Tabela 14 - Resultados dos experimentos de polinização manual realizados em flores de *Melochia tomentosa*.

PROCEDIMENTO	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESSO (%)
Polinização cruzada:			
Brevistilas X Brevistilas (indivíduos diferentes)	50	0	0
Longistilas X Longistilas (indivíduos diferentes)	50	1*	2*
Brevistilas X Longistilas	50	50	100
Longistilas X Brevistilas	60	58	96,6
Autopolinização espontânea:			
Fl. longistilas	50	0	0
Fl. brevistilas	60	0	0

*fruto pequeno e assimétrico, com sementes inviáveis.

Visitantes florais

O espectro de animais visitantes registrados nas flores de *M. tomentosa* foi amplo, conforme pode ser verificado na tabela 15.

Tabela 15 - Animais visitantes às flores de *Melochia tomentosa* em Alagoinha - PE, com suas respectivas classes de abundância, eficiência na polinização e recurso floral procurado.

VISITANTES	CLASSES DE ABUNDANCIA	EFICIENCIA NA POLINIZ.	ALIMENTO COLETADO
INSETOS			
HYMENOPTERA			
ANTHOPHORIDAE			
<i>Centris fuscata</i>	C	2	N
<i>Centris sp.1</i>	C	2	N
<i>Centris tarsata</i>	C	2	N
<i>Xylocopa grisescens</i>	C	2	N
<i>Xylocopa sp.</i>	C	2	N
APIDAE			
<i>Apis mellifera</i>	A	1	N
<i>Trigona spinipes</i>	C	4	N
<i>Coelioxoides punctipennis</i>	R	3	N
LEPIDOPTERA			
<i>Agraulis vanillae maculosa</i>	C	4	N
<i>Anartia jatrophae</i>	C	4	N
<i>Urbanus simplicius</i>	C	4	N
PIERIDAE			
<i>Phoebis sennae</i>	C	4	N
PAPILIONIDAE			
<i>Parides agavus</i>	R	3	N
SPHINGIDAE			
espécie não identificada	R	3	N
PASSAROS			
TROCHILIDAE			
<i>Amazilia versicolor</i>	C	2	N
<i>Hylocharis sapphirina</i>	A	2	N
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	A	2	N

Convenções: Classes de abundância: A= abundante; C= comum; R= raro; Eficiência na polinização: 1= muito bom; 2= bom; 3= ocasional; 4= mau/pilhador. Alimento coletado: N= néctar. (mesmas definições da tabela 3).

Hymenópteros

As abelhas, na sua grande maioria, procuram néctar nas flores de *M. tomentosa*.

Apis mellifera foi a espécie mais frequente, sendo responsável por cerca de 60% das visitas. Foram observados vários indivíduos forrageando concomitantemente em flores de *M. tomentosa*. As visitas iniciam logo em seguida à abertura das flores e se prolongam ininterruptamente até o final da antese floral. Ambos os tipos de flores (longistilas e brevistilas) são visitadas indiscriminadamente. A abelha pousa na flor, apoia-se com as patas nos lobos da corola e introduz a cabeça por entre as pétalas para coleta de néctar (fig. 44). O contato com as anteras e os ramos estigmáticos ocorre com a porção ventral do tórax ou com a região ventral e proximal do abdômen. O local de depósito de pólen ocorre em locais diferentes no corpo do inseto, dependendo se a flor visitada apresenta estames longos ou curtos. A visita é rápida, demorando a abelha cerca de cinco segundos na flor. *A. mellifera* visita várias flores de um mesmo agrupamento antes de se afastar do local.

Xylocopa grisescens Lep. e *Xylocopa* sp.1 também visitam as flores de *M. tomentosa* de maneira semelhante à observada e descrita para *A. mellifera*, sendo porém as suas visitas mais rápidas, durando cerca de dois segundos. Também aqui ocorre o contato da porção ventral do tórax da abelha com as anteras e o estigma da flor. A frequência de visitas dessas espécies foi menor que a registrada para *A. mellifera*, sendo observadas em média, diariamente, cerca de quatro visitas de cada espécie de *Xylocopa*.

Centris fuscata Lep., *C. tarsata* e *Centris* sp.1 (Anthophoridae) também foram visitantes relativamente frequentes às flores de *M. tomentosa*, procurando néctar como recurso alimentar. Durante o pico de floração (entre os meses de janeiro a abril e de junho a julho) foi registrada uma média



Figura 44 - *Apis mellifera* visitando flor brevistila de *Melochia tomentosa*. Os estames estão encobertos pelo tórax da abelha.

de uma visita a cada 30 minutos de observação. O comportamento de visita das espécies de *Centris* também pode ser comparado ao observado para *Apis mellifera*, sendo, de maneira geral, muito semelhante. As visitas de *Centris* spp. a uma determinada flor eram curtas, cerca de quatro segundos, podendo a abelha visitar em sequência várias flores - até 50 flores - de um mesmo ou de diferentes indivíduos da mesma população, antes de abandonar o agrupamento. O local de contato da abelha com as anteras e o estigma é a região ventral do tórax.

Trigona spinipes (Fabricius) foi observada frequentemente buscando néctar nas flores, porém apresentando comportamento de visita distinto do descrito para as outras abelhas. *T. spinipes* pousa externamente nas pétalas e com as peças bucais fura a base da corola para coletar o néctar. Consequentemente não há qualquer contato da abelha com os órgãos sexuais da flor. *T. spinipes* também se desloca entre outras flores da população antes de abandonar o local. A frequência de visita por parte desta abelha a flores de *M. tomentosa* foi de cerca de 30%.

Coelioxoides punctipennis Cresson visitou raramente as flores de *M. tomentosa* para coleta de néctar, podendo contactar as anteras e o estigma neste momento.

Lepidópteros

Várias espécies de borboletas pertencentes a diferentes gêneros também foram observadas com frequência forrageando em flores de *M. tomentosa* (cf. tabela 15). Todas, de uma maneira geral, apresentam comportamento de visita semelhante: pousam nos lobos livres da corola e introduzem a probóscide na porção tubulosa das pétalas para coleta de néctar. Muito raramente há algum contato do corpo ou da probóscide da borboleta com as anteras e o estigma da flor. As visitas geralmente tinham a duração de cerca de seis segundos em cada flor, deslocando-se a

borboleta entre outras flores do mesmo agrupamento antes de se afastar do local.

Parides agavus (Drury) paira defronte à flor durante a visita, porém apenas ocasionalmente ocorre o contato da borboleta (especialmente da probóscide) com as partes sexuais da flor. A frequência de visita de *P. agavus* foi bastante baixa, sendo registradas apenas seis visitas desta borboleta durante todo o período de observação no campo.

A visita de um esfingídeo, não identificado, foi registrada uma única vez às flores de *M. tomentosa*. Seu comportamento de visita é semelhante ao descrito para *Parides agavus*.

Pássaros (Trochilidae)

Foram observadas visitas frequentes das espécies *Hylocharis sapphirina* (Gmelin), *Chrysolampis mosquitus* (Linné) e *Amazilia versicolor* (Vieillot), todos exibindo comportamento de visita semelhante. O pássaro paira defronte a flor e introduz o bico na corola para coleta de néctar. Pode haver, neste momento, o contato do bico do beija-flor com as anteras e o estigma. A visita em cada flor dura cerca de dois segundos, deslocando-se o pássaro para outras flores do mesmo agrupamento antes de se afastar do local, podendo percorrer sucessivamente até cerca de 100 flores. A frequência de visita das espécies de beija-flores foi alta, sendo registrada uma média de três visitas a cada meia hora de observação. Foram observadas, algumas vezes, visitas alternadas de *Hylocharis sapphirina* a flores de *M. tomentosa*, *Cnidoscolus* sp. e *Ruellia asperula* que ocorriam nas proximidades.

5.7 - *Pavonia martii* Colla.

Observações gerais e estrutura da flor

P. martii é uma planta perene, de hábito semi-arbustivo, com indivíduos alcançando cerca de 1 m de altura. Durante a estação seca, ocorre completa queda de folhas nas plantas. Esta espécie não é muito frequente no local das observações, onde foram encontrados apenas dois agrupamentos, com aproximadamente cinco indivíduos cada um. Em março de 1990 foram observados vários indivíduos jovens, próximos dos agrupamentos estudados. No ambiente ao redor havia representantes de Cyperaceae, *Angelonia pubescens* (Scrophulariaceae), *Cnidoscolus* sp. (Euphorbiaceae), *Bumelia sartorum* (Sapotaceae), *Solanum* sp. (Solanaceae) e *Zizyphus joazeiro* (Rhamnaceae).

As flores de *P. martii* são solitárias, hermafroditas e do tipo aberto, exalando odor leve e agradável. As cinco pétalas são livres e, seguindo o padrão exibido pelas Malvaceae, os filetes reunidos constituem o andróforo (fig. 45 A). O comprimento total do andróforo é de cerca de 8 mm. O grupo de anteras se encontra a uma altura média de 5 mm a partir da base do andróforo. O estilete e os dez ramos estigmáticos apresentam comprimento médio de 12 mm. O nectário, tricômático, localiza-se na parte basal interna das sépalas (fig. 45 B).

O colorido das pétalas é amarelo claro, com exceção da base interna da corola, que apresenta cor vermelho escuro (vinho). O andróforo, assim como os filetes, exibem a mesma tonalidade da base das pétalas. As anteras são amarelas e os grãos de pólen alaranjados. Os ramos do estigma são amarelos.

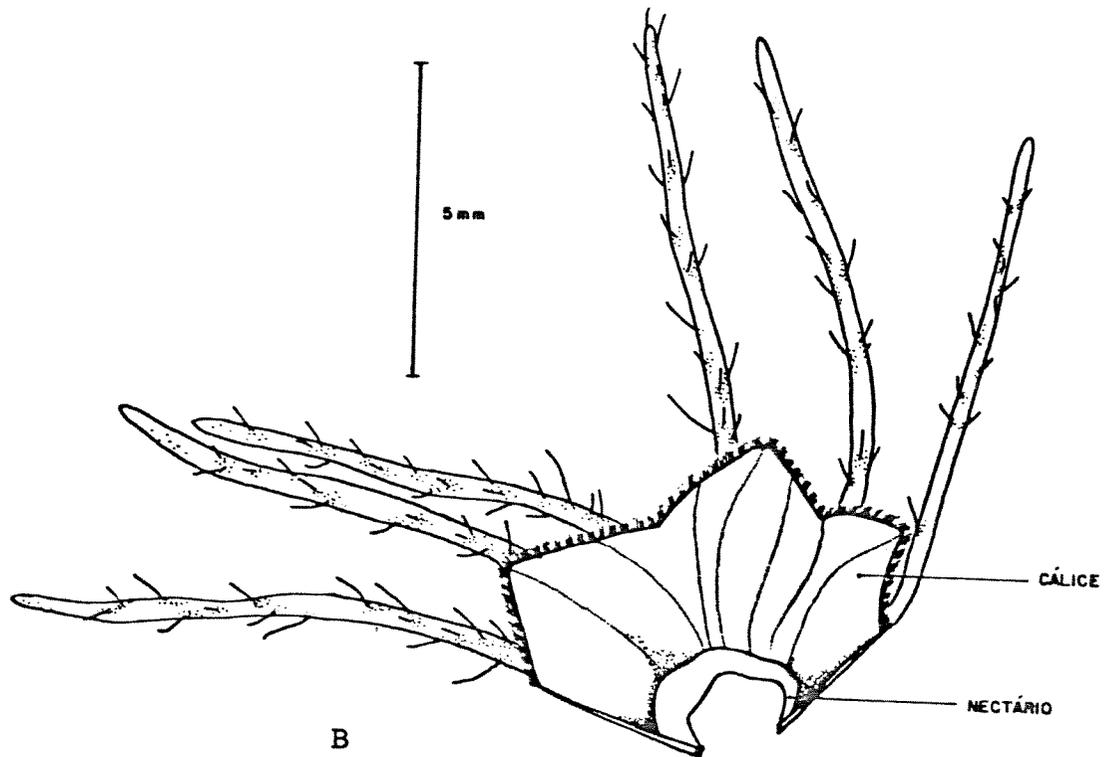
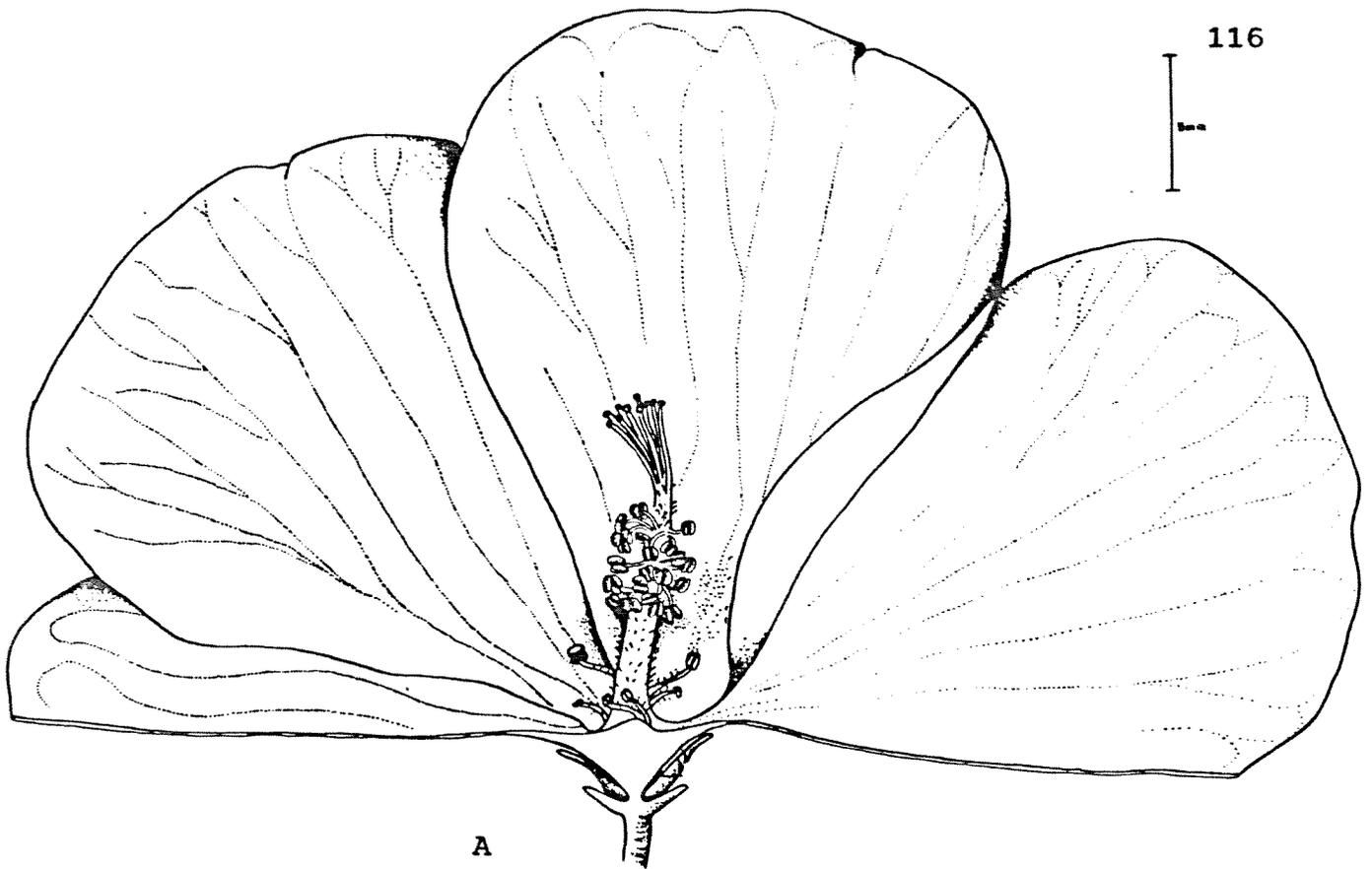


Figura 45 - A. Esquema da flor de *Pavonia martii* em corte longitudinal não mediano; B. detalhe do cálice aberto, onde se evidencia o nectário, localizado na parte interna basal.

Fenologia da floração

A floração de *P. martii*, no ano de 1987, iniciou-se em fevereiro e estendeu-se até abril, sendo porém encontradas ainda algumas flores em junho e julho. No ano seguinte, a floração teve início no mês de março.

Antese

As flores abrem por volta das 7:00 - 8:00 h. Cada indivíduo apresenta cerca de 20 a 30 flores por dia. Uma flor recém-aberta apresenta as anteras deiscetes, liberando pólen, enquanto os ramos do estigma se encontram justapostos, unidos e direcionados para frente, localizados acima do conjunto de anteras. A distância entre os estigmas e as anteras é de cerca de 4 mm. Os ramos estigmáticos permanecem unidos ou justapostos até cerca das 13:30 h, ocasião em que começam a se separar e assumir posição radial. Algumas flores, nessa fase, apresentam pólen nos estigmas. Simultaneamente tem início também o fechamento da corola e, por volta das 14:30 h, as flores se apresentam ligeiramente fechadas e os ramos do estigma abertos e curvados para baixo (formando um ângulo de 180°), em direção aos estames, tocando e grudando nas anteras. No dia seguinte, pela manhã, as flores estão murchas, apresentando a corola uma cor laranja-avermelhada.

Em março de 1990, várias flores apresentavam tamanho reduzido, assim como praticamente não houve abertura e distensão das pétalas, durante a antese. Além disso, a reflexão dos ramos estigmáticos nessas flores e seu conseqüente contato com as anteras da mesma flor ocorria a partir das 9:30 h.

Sistema de reprodução

Os resultados dos experimentos de polinização manual estão relacionados na tabela 16. *P. martii* é uma espécie autocompatível, uma vez que todas as autopolinizações espontâneas desenvolveram frutos. Em condições naturais, cerca de 100% das flores formam frutos.

Tabela 16 - Resultados dos experimentos de polinização manual realizados em flores de *P. martii*, em Alagoinha-PE.

TRATAMENTOS	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESO (%)
Autopolinização espontânea	20	20	100
Autopolinização manual	10	10	100
Apomixia	10	0	0
Polinização cruzada	10	10	100

Observações sobre os visitantes

Os principais visitantes de *P. martii* foram abelhas, tendo-se observado visitas de *Augochloropsis* sp. (Halictidae), *Bicolletes* sp. (Colletidae) e machos de Megachilidae.

Bicolletes sp. foi observada diariamente, especialmente durante o período da tarde, em flores de *P. martii*, utilizando-as como local para repouso. A abelha fica encurvada na base do andróforo com o seu corpo (fig. 46). Dificilmente há contato desta abelha com as anteras e o estigma, assim como quase não há transporte de pólen para outras flores, uma vez que o inseto "escolhe" determinada flor e nela permanece, realizando poucos movimentos. Foi observada tomada de néctar antes da abelha abandonar a flor. Para a retirada de néctar, a abelha introduz as peças bucais por entre a base das pétalas, tomando o néctar que se localiza na parte interna basal das sépalas.

Augochloropsis sp. e machos de Megachilidae foram observados esporadicamente coletando pólen e tomando néctar em flores de *P. martii*. A coleta de pólen é feita diretamente nas anteras, havendo ocasionalmente o contato das abelhas com os ramos estigmáticos. A tomada de néctar é feita de maneira semelhante à observada para *Bicolletes* sp.



Figura 46 - *Bicolletes* sp. repousando na flor de *Pavonia martii*.

5.8 - *Ruellia asperula* Lindau

Observações gerais e estrutura da flor

Foram observados dois agrupamentos de *R. asperula*, distando ambos entre si cerca de um quilômetro de distância. No primeiro as plantas formam uma associação densa e contínua, ocupando uma área de aproximadamente 300 m², localizada a cerca de 50 m do riacho que atravessa a região. O outro agrupamento observado, igualmente formando associações contínuas, ocupa cerca de 200 m² e localiza-se às margens do caminho que dá acesso ao Sítio.

Em ambos os agrupamentos, a maioria dos indivíduos formava touceiras densas, constituídas por cerca de 20 a 30 indivíduos, cujas plantas podiam alcançar até 2,5 m de altura. Nas imediações das plantas de *Ruellia* ocorriam indivíduos de *Paulinia* sp. (Sapindaceae), *Croton* sp. (Euphorbiaceae), *Lantana camara* (Verbenaceae), *Zizyphus joazeiro* (Rhamnaceae), *Bumelia sartorum* (Sapotaceae), *Capparis* sp. (Capparidaceae), *Opuntia* sp. (Cactacea), *Caesalpinia pyramidalis* (Leguminosae).

R. asperula é um arbusto comum em região de caatinga, apresentando inflorescências terminais racemosas, com cerca de 3 a 5 flores abertas ao mesmo tempo, por inflorescência. As flores são verticais, tubulosas e zigomorfas (fig. 47). O ápice do tubo é rebatido formando cinco lobos livres e irregulares. O tubo da corola mede 36 mm de comprimento e 21 mm de diâmetro, na região correspondente aos lobos. Os lobos e a parte externa do tubo da corola apresentam coloração vermelha; a parte interna do tubo, por sua vez, é amarela. A flor tem quatro estames didínamos, exsertos, apresentando a base dos filetes aderida ao tubo da corola. A porção livre dos filetes

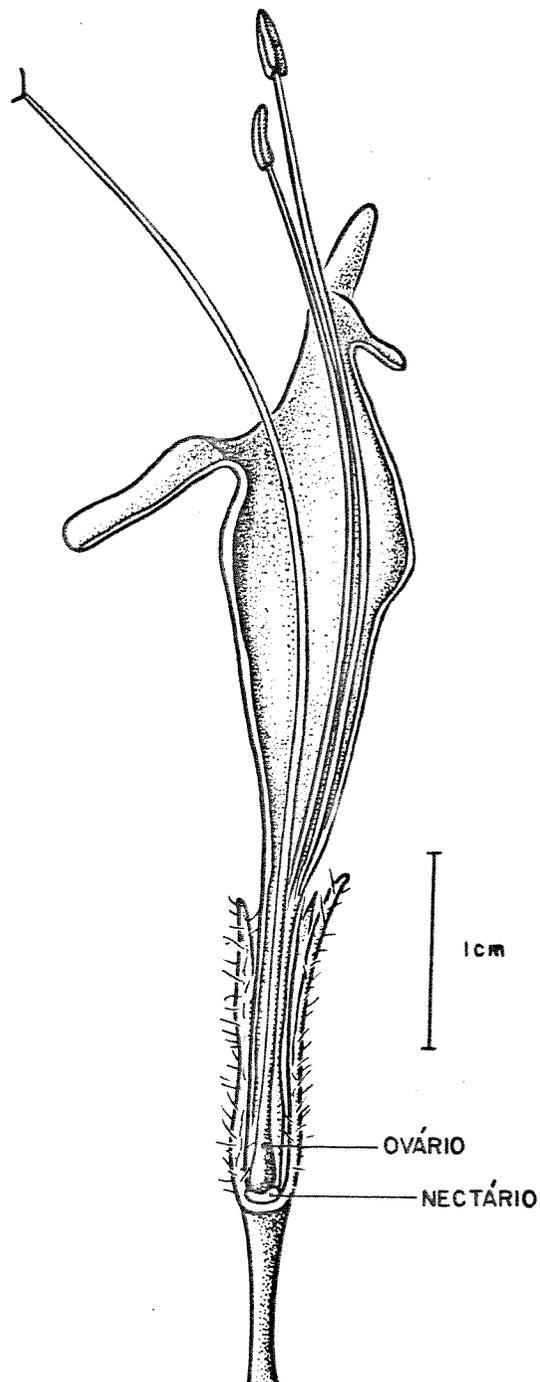


Figura 47 - Esquema da flor de *Ruellia asperula* em corte longitudinal. Observa-se a grande distância entre os órgãos reprodutores (anteras e estigma) e o nectário.

apresenta, em média, 20 e 24,9 mm de comprimento, respectivamente para cada par de estames. A parte dos filetes que está adnata ao tubo da corola mede 32 mm em todos os quatro estames. Os grãos de pólen são brancos. O estilete é amarelo claro, apresentando cerca de 60 mm de comprimento terminando em um estigma bifido, de coloração marrom avermelhada em flores recém-abertas, tornando-se mais escuro nas flores mais velhas ou em fase de murchamento. O ovário é súpero e o tecido nectarífero, em forma de disco, localiza-se abaixo do ovário. Não foi percebido odor nas flores, porém a planta toda, especialmente as folhas são pegajosas e com odor de resina. O cálice, o pedúnculo floral, os ramos e as folhas apresentam-se externamente recobertos por pêlos glandulares capitados, que podem ser responsáveis pelo odor característico emitido pela planta.

Fenologia floral

Nos quatro anos observados (1984; 1985; 1986 e 1987) a floração de *R. asperula* foi bastante regular, tendo iniciado em setembro e se prolongado até meados de fevereiro. O pico de floração se dá nos meses de outubro, novembro, dezembro e meados de janeiro. A maturação e a deiscência dos frutos se dá cerca de 35 a 40 dias após a polinização.

Antese

A abertura da flor ocorre lentamente, caracterizada pela distensão dos lobos da corola. Os botões começam a abrir por volta das 15:30h, ocasião em que as anteras ainda estão fechadas e os lobos estigmáticos não se encontram totalmente separados. Apertando-se levemente o ápice do tubo da corola

ocorre a exteriorização, mais ou menos de forma explosiva, do estilete e dos estames. Por volta das 17:00 ou 18:00 h a maioria dos botões abriu, os lobos da corola estão totalmente distendidos e reflexos, e os lobos estigmáticos estão separados. A maioria das flores, nesta fase, ainda apresenta as anteras indeiscentes; em algumas flores se inicia a exposição de pólen, processo este que pode ser acelerado ao se tocar levemente nas anteras.

A produção de néctar inicia-se durante a fase de pre-antese. A concentração de açúcares no néctar, medida em flores imediatamente após a sua abertura é de 25,02%.

No segundo dia, pela manhã, as anteras estão deiscentes e liberando pólen. O estigma geralmente se encontra numa posição para frente e acima das anteras. Nesta fase algumas flores apresentam o estigma bifurcado, situação semelhante à observada logo após a abertura da flor; em outras flores os ramos do estigma ainda estão unidos. A produção de néctar é contínua e a concentração de açúcares no néctar em flores nesse estágio é, em média, de 29,6% (fig. 48). Esta fase prolonga-se até às 18:00 h do segundo dia de antese, ocasião em que a liberação de pólen é pequena ou quase nula e a concentração de açúcares no néctar atinge valores médios de 33,5%.

No terceiro dia, as flores estão em fase de murchamento, apresentando anteras vazias, estigma enrugado e de coloração negra. A corola, na maioria das vezes, se encontra solta e separada do cálice.

Um resumo dos principais eventos florais, assim como a sua sequência cronológica durante o processo de antese, estão esquematizados na tabela 17.

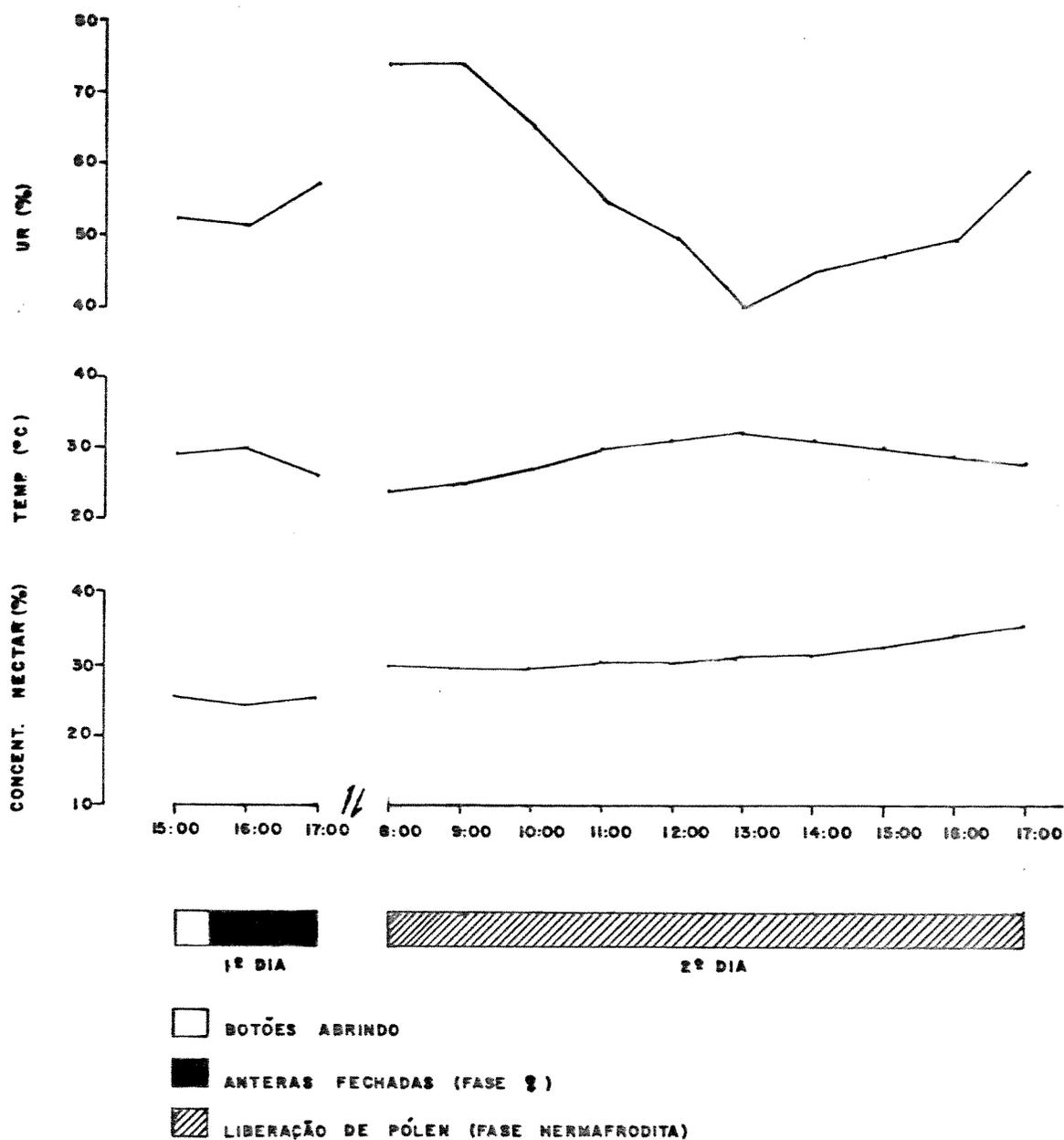


Figura 48 - Concentração de açúcares no néctar em flores de *Ruellia asperula*, relacionada com a temperatura ambiental e a umidade relativa do ar, em Alagoinha - PE (16-17/set/1987).

1º DIA	2º DIA	3º DIA
15:30h	9:00h	9:00h
Início abertura dos botões		Início murchamento
Anteras fechadas	Liberação de pólen	diminui liberação de pólen
Lobos estigmáticos separados	Lobos estigmáticos separados ou unidos	Lobos estigmáticos unidos novamente
Concentração de açúcares $\bar{X} = 25,02\%$ (n=20)	Concentração de açúcares $\bar{X} = 29,6\%$ (n=20)	Concentração de açúcares $\bar{X} = 33,5\%$ (n=20)
		Cessa a produção de néctar

Tabela 17- Resumo dos eventos florais e sua sequência cronológica durante a antese das flores de *Ruellia asperula*, em Alagoinha - PE.

Sistema de reprodução

Os resultados dos experimentos de polinização manual realizados em flores de *R. asperula* estão sumarizados na tabela 18. Os dados obtidos indicam que esta espécie é auto-compatível, tendo apresentado 37% de formação de frutos nos experimentos de autopolinização espontânea. Não ocorre agamospermia. Os resultados de formação de frutos a partir das autopolinizações manuais são equivalentes aos das polinizações cruzadas (cerca de 75%). O papel exercido pelos polinizadores no fluxo polínico entre indivíduos diferentes está em torno de 35%. A formação de frutos em condições naturais é de aproximadamente 90%. O fruto é uma cápsula e demora cerca de quarenta dias para amadurecer e liberar as sementes.

A viabilidade dos grãos de pólen é de cerca de 93%. A relação entre o número de grãos de pólen e o número de óvulos por flor (P/O) é equivalente a $940 \pm 114,81$.

Visitantes florais

Os animais visitantes às flores de *R. asperula* estão agrupados na tabela 19.

Os principais animais visitantes observados foram beija-flores, sendo registradas as espécies *Eupetomena macroura* (Gmelin), *Hylocharis sapphirina* (Gmelin), *Amazilia versicolor* (Vieillot), *A. lactea* (Lesson) e *Chrysolampis mosquitos* (Linné). Esquemas das cabeças e comprimentos dos bicos das espécies de beija-flores estão ilustrados na figura 49.

Eupetomena macroura paira defronte à flor e introduz o bico no tubo da corola. Pairando, retrocede alguns centímetros

Tabela 18 - Resultados dos experimentos de polinização espontânea e manual realizados em flores de *R. asperula*

TRATAMENTOS	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESSO (%)
Autopolinização manual	17	13	76,5
Autopolinização espontânea	27	10	37,0
Apomixia	10	0	0
Polinização cruzada:			
Tratamento A*	8	6	75,0
Tratamento B*	8	6	75,0
Polinização cruzada em condições naturais	17	6	35,3

* Tratamento A = botão emasculado e polinizado, em seguida, com o pólen de flores de indivíduos diferentes, que abriram na tarde anterior.

* Tratamento B = botões emasculados à tarde (cerca de 16:00 h), ensacados e só polinizados, com pólen de indivíduos diferentes, na tarde do dia seguinte (24 h após a antese).

tabela 19 - Animais visitantes registrados em flores de *Ruellia asperula* em Alagoinha-PE, com suas respectivas classes de abundância, eficiência na polinização e recurso floral procurado.

VISITANTES	Classes Abundância	Eficiência Polinização	Recurso Floral
INSETOS			
Anthophoridae			
<i>Xylocopa aff. viridis</i>	C	4	N
<i>Xylocopa sp.</i>	R	4	N
Apidae			
<i>Trigona spinipes</i>	R	3/4	P
Pieridae			
<i>Phoebis sennae</i>	C	4	N
<i>Phoebis sp.</i>	C	4	N
PÁSSAROS			
Trochilidae			
<i>Amazilia lactea</i>	C	3	N
<i>Amazilia versicolor</i>	C	3	N
<i>Hylocharis sapphirina</i>	A	3/4	N
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	R	3/4	N
<i>Eupetomena macroura</i>	A	1	N

Convenções: Classes de abundância: A= abundante; C= comum, R= raro; Eficiência na polinização: 1= muito bom; 2= bom; 3= ocasional; 4= pilhador; Recurso floral: N= néctar; P= pólen. (mesmas definições da tabela 3).

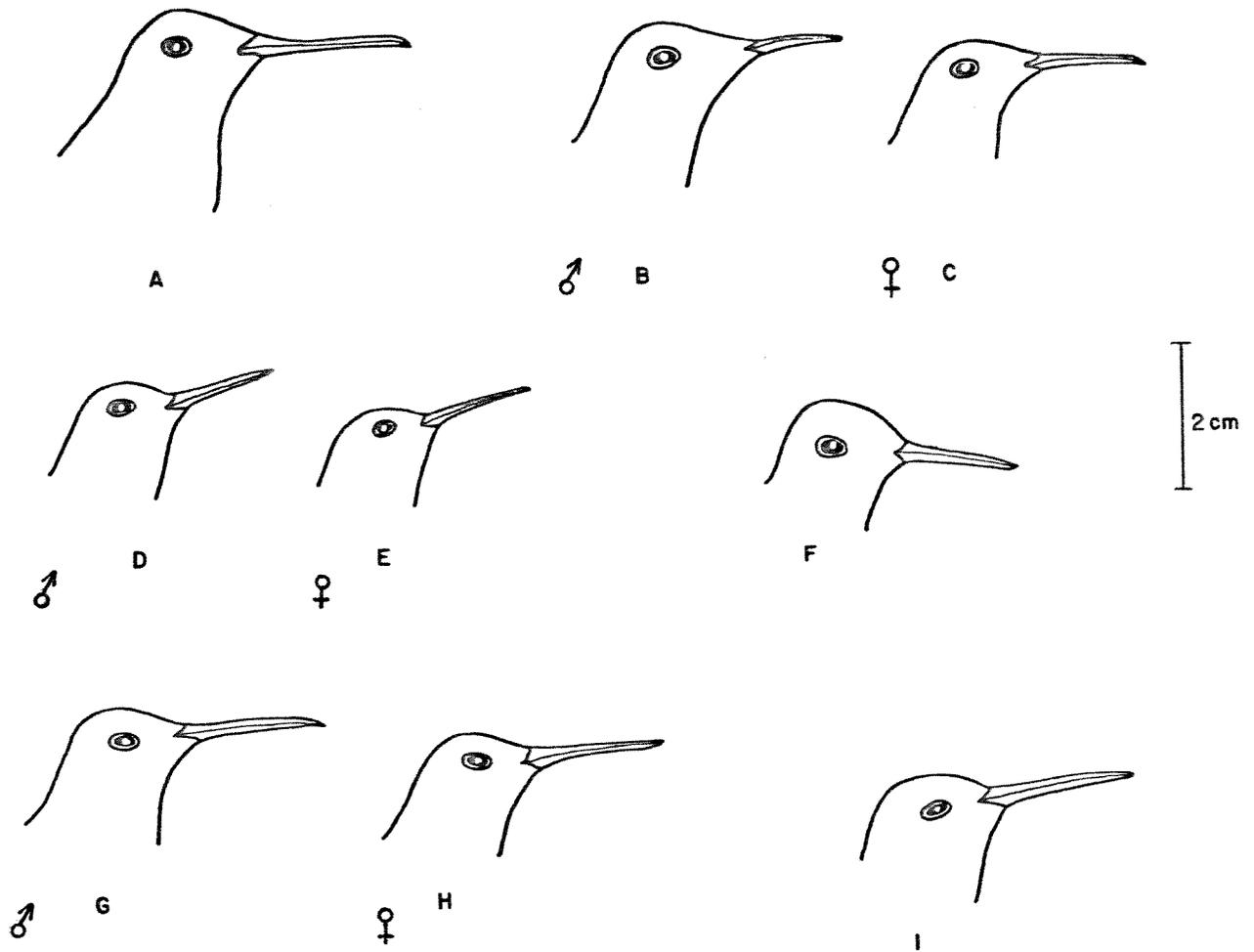


Figura 49 - Esquemas das cabeças das espécies de beija-flores observados em *Ruellia asperula*, em Alagoinha. Os desenhos foram feitos a partir de GRANTSAU (1988). A. *Eupetomena macroura*; B e C. *Chrysolampis mosquitus*; D e E. *Calliphlox amethystina*; F. *Amazilia versicolor*; G e H. *Hylocharis sapphirina*; I. *Amazilia lactea*.

e volta a explorar a mesma flor ou desloca-se para outras flores do mesmo agrupamento. As visitas em cada flor eram rápidas, durando cerca de dois segundos. O pássaro contacta as anteras e o estigma da flor com sua fronte. Geralmente, *E. macroura* visitava cerca de 20 flores em sequência, pousando em seguida em um ramo de *Bumelia sartorum*, ao lado das plantas de *Ruellia* (fig. 50). Este pássaro permanecia pousado nos ramos desta árvore, deslocando-se apenas para realizar as visitas às flores de *R. asperula* ou para perseguir outras espécies de beija-flores que visitavam o agrupamento de *Ruellia*. Durante todos os dias em que foram feitas observações, *E. macroura* foi frequente nas flores de *Ruellia*, sendo registrada uma visita para cada três minutos de observação. Durante o período em que estava no ramo, *E. macroura* emitia vocalizações que aumentavam de intensidade na presença de outras espécies de beija-flores no agrupamento de *Ruellia*.

Hylocharis sapphirina foi também frequente como visitante às flores de *R. asperula*. Porém, este pássaro apresenta comportamento distinto de *Eupetomena*, uma vez que se posta lateralmente à flor e perfura externamente a base do tubo da corola, por entre as sépalas, para retirar o néctar (fig. 51). Consequentemente, não há contato de qualquer parte do corpo do animal com as anteras ou o estigma. Raramente foram observadas visitas legítimas de *H. sapphirina*.

Botões de *R. asperula* em fase de pré-antese foram observados recebendo visitas de *H. sapphirina*. Foram registradas visitas concomitantes de mais de um indivíduo de *H. sapphirina*, ocorrendo perseguição entre eles. Além disso, este beija-flor quase sempre era afugentado do agrupamento de *Ruellia* por *Eupetomena macroura*. Apesar disso, *H. sapphirina* conseguia explorar cerca de 30 flores sucessivamente em cada uma de suas visitas. Foi uma espécie frequente, sendo registrada, no pico de floração de *R. asperula*, aproximadamente uma visita para cada três minutos de observação. As visitas de *H. sapphirina* em cada flor, duravam cerca de um a dois segundos.



Figura 50 - *Eupetomena macroura* pousado em ramo, enquanto vigia seu território no agrupamento de *Ruellia asperula*.



Figura 51 - *Hylocharis sapphirina* visitando flor de *Ruellia asperula*.

Amazilia versicolor e *A. lactea* (fig. 52) foram menos freqüentes nas visitas às flores de *R. asperula*; cerca de uma visita a cada duas horas de observação. Esses beija-flores apresentam, alternadamente, comportamentos de visita legítimos e ilegítimos, sendo cerca de 40% das visitas observadas do tipo "legítimas", resultando no contato da cabeça do beija-flor com as anteras e o estigma da flor. Aqui também foram registradas visitas freqüentes desses pássaros a botões na pré-antese. *A. versicolor* e *A. lactea* também eram afugentados por *Eupetomena macroura* quando estavam explorando as flores de *R. asperula*.

Chrysolampis mosquitus foi observado visitando flores de *R. asperula* apenas durante o mês de setembro de 1987. *C. mosquitus* exibia comportamento de visita semelhante ao descrito para *Hylocharis sapphirina*, onde o pássaro perfura externamente a base da corola para retirar o néctar, não contactando as anteras e o estigma da flor. Raras vezes *C. mosquitus* realizou visitas legítimas. Porém logo desistia e voltava ao comportamento anterior. Durante todo o período de observação, *C. mosquitus* ficava pousado, nos intervalos entre as visitas, em uma árvore próxima, afugentando qualquer outro pássaro que tentasse visitar as flores daquela touceira. Várias investidas agressivas recíprocas entre este pássaro e *Eupetomena macroura* foram registradas. *Chrysolampis mosquitus* podia visitar cerca de 20 flores em sequência antes de pousar, demorando dois segundos em cada flor. A frequência de visita deste pássaro durante o mês de setembro foi, aproximadamente, de uma visita a cada cinco minutos.

Borboletas, *Phoebis* sp. e *P. sennae* (Linné) (Pieridae), também foram observadas em flores de *R. asperula*. Pousavam no ápice da corola e introduziam a probóscide no tubo floral. Nessa posição não contactavam anteras e estigma da flor. De modo geral, as borboletas permaneciam cerca de 5 a 6 segundos em cada flor, podendo visitar, a seguir, outras flores do mesmo agrupamento - cerca de 10 a 20 flores - antes de abandonar o local.

Trigona spinipes (Fabricius) (Apidae) foi observada algumas vezes coletando pólen com as pernas anteriores e peças

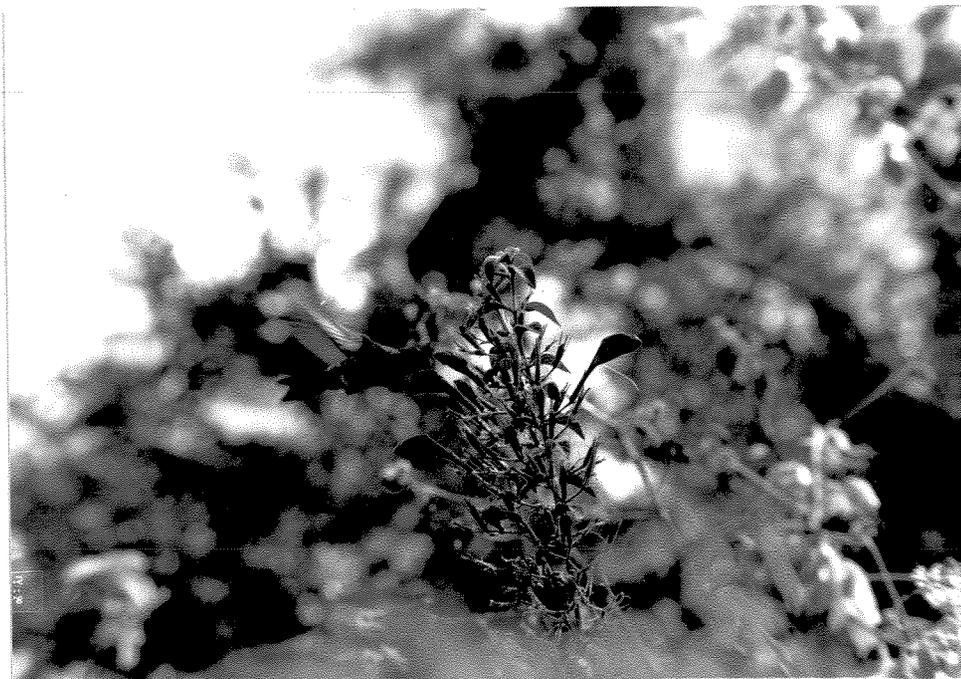


Figura 52 - *Amazilia lactea* visitando botões florais de *Ruellia asperula*.

buciais, diretamente nas anteras de flores de *R. asperula*. *T. spinipes* não contacta o estigma da flor.

Xylocopa sp. (Anthophoridae) também foi observada explorando flores de *R. asperula*. A abelha agarra-se externamente na corola e perfura a base do tubo com as peças bucais para retirar o néctar. Não há, conseqüentemente, contato de qualquer parte do corpo da abelha com anteras e/ou estigma da flor.

Xylocopa aff. *viridis* Smith foi observada realizando cerca de duas visitas a cada meia hora de observação. Suas visitas às flores de *R. asperula* eram de maneira ilegítima: a abelha pousa na face externa do tubo da corola, posiciona seu corpo paralelamente ao eixo da flor e direciona a sua cabeça para a base do tubo floral. Para a tomada do néctar, *X.* aff. *viridis* fura a base da corola com as peças bucais, na região entre as sépalas, sem contudo contactar as anteras ou o estigma.

5.9 - *Ruellia* aff. *paniculata* L.

As plantas de *Ruellia* aff. *paniculata* ocupavam uma área de aproximadamente 200 m², e ocorriam associadas à agrupamentos de *Angelonia hirta* (Scrophulariaceae) e *Hyptis* sp. (Labiatae), havendo também nas imediações indivíduos de *Melochia tomentosa* (Sterculiaceae).

Ruellia aff. *paniculata* é uma espécie herbácea, perene, cujas plantas apresentam alturas médias em torno de 60 cm. As flores, dispostas em inflorescências racemosas, são verticais ou ligeiramente inclinadas, tubulosas e zigomorfas (fig. 53). A porção superior do tubo da corola é rebatida, formando um limbo subdividido em 5 lobos. O tubo mede 14,5 mm de comprimento e o diâmetro da corola mede 20,2 mm. A entrada do tubo mede 5,0 mm no sentido longitudinal e 3,0 mm no sentido vertical. As flores apresentam a face externa do tubo, assim como os lobos livres da corola, com coloração lilás, sendo a face interna de cor amarela.

A flor apresenta quatro estames didínamos, com a parte basal dos filetes aderida ao tubo da corola. A porção livre dos filetes mede 2,0 mm e 5,1 mm, respectivamente para cada um dos grupos de estames. Os dois estames que apresentam os filetes maiores ficam exsertos da corola. Os filetes, assim como as anteras são brancos. O pólen também é branco. O estilete, também branco, mede 20,3 mm de comprimento, exteriorizando-se aproximadamente 4 mm além do tubo da corola, ultrapassando também os dois estames maiores. O estigma é branco, bifido e apresenta diferença de tamanho entre os dois lobos estigmáticos, estando a porção receptiva, papilosa, do estigma localizada na parte ventral do ramo estigmático, especialmente naquele de maior tamanho. O ovário é súpero e o nectário, em forma de disco, localiza-se abaixo do ovário. O néctar acumula-

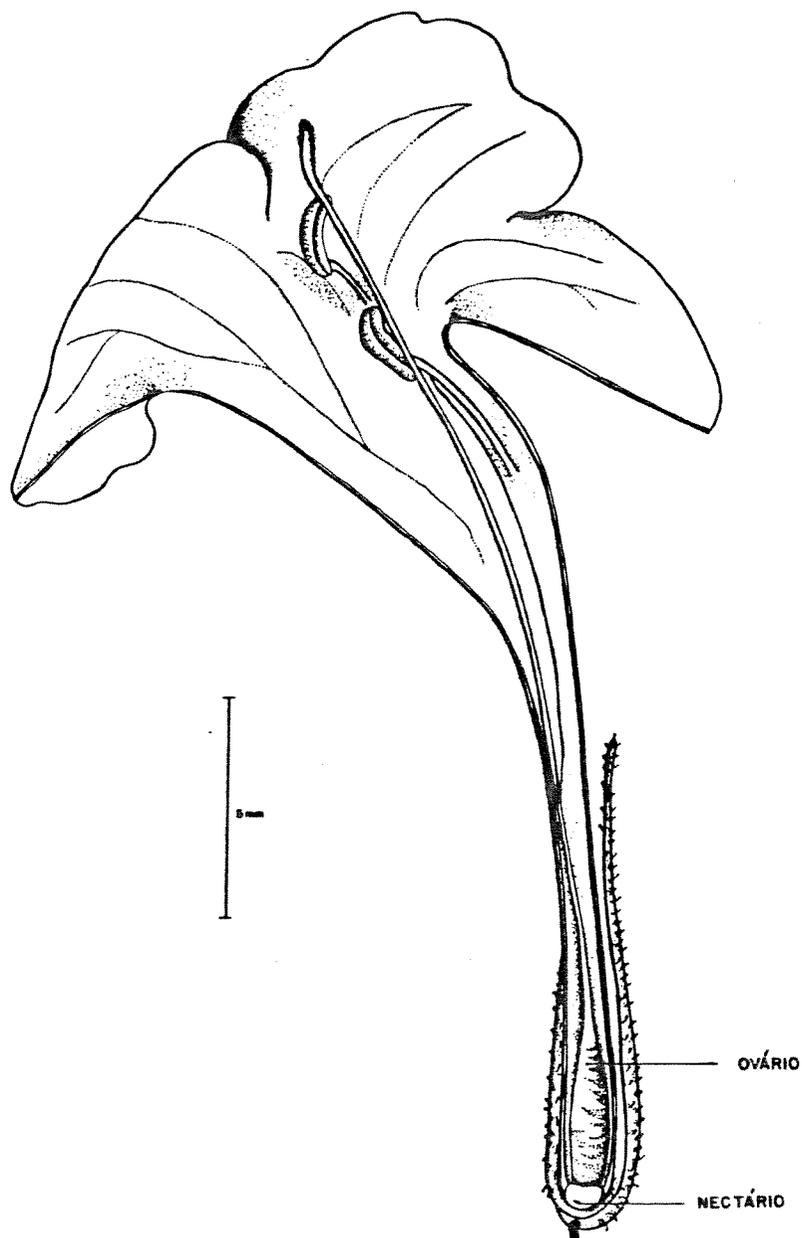


Figura 53 - Esquema da flor de *Ruellia* aff. *paniculata* em corte longitudinal não mediano. Observa-se a distância entre os órgãos reprodutores (anteras e estigma) e o nectário.

se na porção basal tubulosa da corola. A concentração de açúcares no néctar variou de 23,5% a 26,2%, apresentando uma média em torno de 25,25% (cf. fig. 54). Essa variação de concentração independe do horário em que é feita a coleta de néctar e também do estágio em que a flor se encontra, ou seja, logo após o início da antese ou pouco antes da flor cair.

Antese

O processo da antese é rápido durando apenas cerca de 7 a 8 horas. As flores começam a abrir por volta das 7:30 h, horário em que gradativamente se inicia a distensão dos lobos da corola. Nessa fase as anteras ainda estão fechadas, porém a deiscência ocorre logo em seguida à abertura da flor. As flores exalam odor leve e adocicado. Por volta das 12:00 h as anteras da maioria das flores estão praticamente vazias, porém ainda continua a produção de néctar e a corola permanece atrativa para os insetos visitantes. Aproximadamente às 14:00 h, cerca de 7 h após o início da antese, várias flores estão murchas. As 16:00 h a maioria das flores murchou e caiu.

Fenologia floral

A floração de *R. aff. paniculata*, no ano de 1987, teve duração de três meses, iniciando em julho e estendendo-se até o final do mês de setembro. No mês de novembro foram observados ainda alguns indivíduos isolados com poucas flores.

Sistema de reprodução

Os resultados obtidos indicam que *R. aff. paniculata* é uma espécie autocompatível. Os experimentos de autopolinização espontânea (n=20) resultaram em 100% de formação de frutos

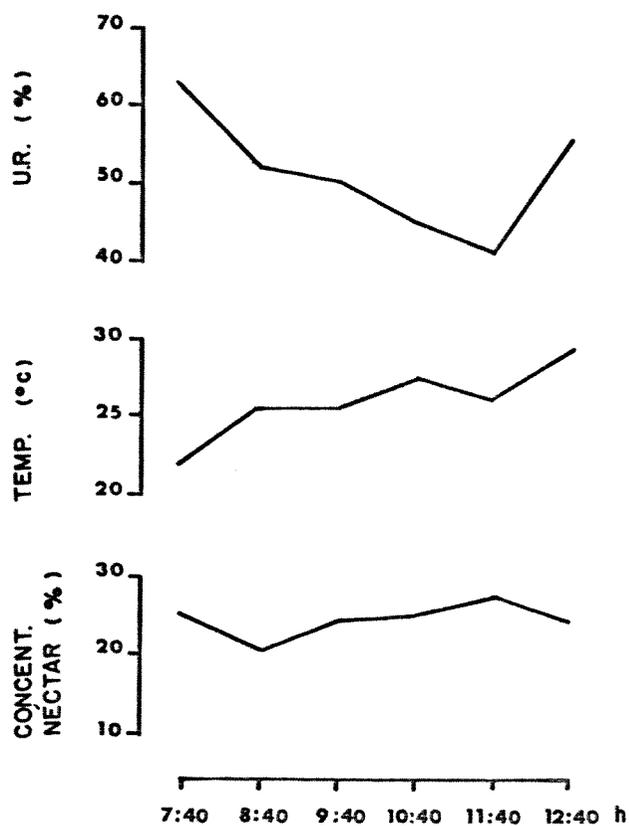


Figura 54 - Concentração de açúcares no néctar em flores de *Ruellia aff. paniculata*, relacionada com a temperatura ambiental e a umidade relativa do ar, em Alagoinha - PE (15-16-17/set/1987).

(tabela 20). A viabilidade dos grãos de pólen é, em média, 99,6%.

Tabela 20 - Resultados dos experimentos de polinização espontânea e manual realizados em flores de *Ruellia* aff. *paniculata*.

TRATAMENTOS	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESSO (%)
Autopolinização espontânea	20	20	100
Autopolinização manual	10	9	90
Apomixia	10	0	0
Polinização cruzada (xenogamia)	10	10	100

Visitantes florais e seu comportamento

A diversidade de animais que visitam as flores de *Ruellia* aff. *paniculata* está relacionada na tabela 21.

Tabela 21 - Animais visitantes registrados em flores de *Ruellia* aff. *paniculata*, em Alagoinha-PE, com suas respectivas classes de abundância, eficiência na polinização e recurso floral procurado.

VISITANTES	Classes	Eficiência	Recurso
	Abundância	Polinização	Floral
INSETOS			
Hymenoptera			
Anthophoridae			
<i>Ancyloscelis</i> cf. <i>frieseana</i>			N
<i>Centris</i> <i>hyptidis</i>	C	3	N
<i>Centris</i> sp.1	C	3	N
<i>Centris</i> <i>fuscata</i>	R	2/3	N
<i>Melitoma</i> <i>segmentaria</i>	R	4	N
<i>Xylocopa</i> <i>grisescens</i>	R	4	N
<i>Xylocopa</i> sp.	R	2/3	N
Apidae			
<i>Apis</i> <i>mellifera</i>	A	3	N/P
<i>Thygater</i> <i>analís</i>	R	4	N
Lepidoptera			
Pieridae			
<i>Anteos</i> <i>clorinde</i>	C	4	N
<i>Phoebis</i> <i>sennae</i>	C	4	N
<i>Ascia</i> <i>monusta</i>	C	4	N
PÁSSAROS			
Trochilidae			
<i>Amazilia</i> <i>versicolor</i>	R	2/3	N
<i>Chlorostilbon</i> <i>aureoventris</i>	A	2	N

Convenções: Classes de abundância: A= abundante, C= comum, R= raro; Eficiência na polinização: 1= muito bom, 2= bom, 3= ocasional, 4= pilhador; Recurso floral: N= néctar, P= pólen. (mesmas definições da tabela 3).

Himenópteros

Apis mellifera foi a espécie mais frequente observada em flores de *R. aff. paniculata*. A abelha aproxima-se da flor, pousa na corola e penetra um pouco no tubo floral para coletar o néctar. *A. mellifera* permanece na flor cerca de três segundos. Em seguida, retrocede e se desloca para visitar outras flores da mesma planta ou de plantas diferentes. Durante o pouso e a entrada da abelha na flor, há o contato da região dorsal do inseto com as anteras, ocasião em que o tórax da abelha é coberto de pólen (fig. 55). O contato com o estigma, porém, acontece raramente, devido a posição exteriorizada e superior em que este se encontra. Ocasionalmente, durante a saída da flor, a abelha pode coletar ativamente pólen diretamente das anteras. Nesse caso, pode haver o contato com o estigma. Foram registradas visitas regulares e constantes de *A. mellifera* desde às 7:30 h até às 14:00 h, sendo observados mais de um indivíduo explorando o mesmo agrupamento de *R. aff. paniculata* ao mesmo tempo. Registrou-se a presença de algumas abelhas pousadas no solo, durante os intervalos entre as visitas, realizando movimentos de limpeza do pólen que recobria o tórax e a cabeça, armazenando os grãos nas corbículas.

Centris (Paracentris) hyptidis Ducke e *Centris* sp.1 apresentam, de modo geral, comportamento de visita semelhante ao observado para *A. mellifera*. Porém, nestas duas espécies de *Centris* o local de contato das anteras com a abelha é a parte dorsal da cabeça. Esporadicamente ocorre também o contato da abelha com os ramos do estigma, durante o seu pouso na flor. A abelha permanece na flor cerca de dois segundos. *C. hyptidis* e *C. sp.1* procuram as flores de *R. aff. paniculata* apenas para coleta de néctar. Estas abelhas exibem comportamento de limpeza das patas após cada visita. As visitas iniciam-se por volta das 7:40 h e se prolongam esporadicamente em intervalos irregulares até às 15:00 h. Estas espécies podem explorar cerca de 10 a 20 flores do mesmo agrupamento, antes de abandonar o local. Foram observadas visitas alternadas de *C. sp.1* a flores de *R. aff. paniculata* e de *Angelonia hirta* que crescia nas imediações.



Figura 55 - *Apis mellifera* visitando flor de *Ruellia* aff. *paniculata*.

Centris fuscata procurava preferencialmente as flores de *Angelonia hirta* que ocorria nas vizinhanças e apenas ocasionalmente visitava as flores de *R. aff. paniculata*. Neste caso a abelha visita cerca de 4 ou 5 flores de *Ruellia* e imediatamente se desloca para as de *A. hirta*. Suas visitas em flores de *R. aff. paniculata* são exclusivamente para coleta de néctar. Durante o pouso e a penetração na flor, a abelha contacta as anteras e o estigma com a sua frente e parte dorsal da cabeça. O contato da abelha se dá primeiramente com o estigma e em seguida com as anteras. As visitas de *C. fuscata* eram bem esporádicas, sendo registradas, por dia, apenas duas ou três visitas dessa abelha nos agrupamentos em observação.

As visitas de *Xylocopa grisescens* e *Xylocopa* sp.1 eram bastante ocasionais, sendo registrada uma frequência de cerca de 4 a 5 visitas por dia. O comportamento de visita dessas espécies em flores de *R. aff. paniculata* é diverso. *X. grisescens* pousa externamente na corola e fura a base das pétalas para a retirada de néctar, não contactando portanto, as anteras e nem o estigma. Durante a visitas as flores pendem para baixo, devido ao peso da abelha. *X. grisescens* pode explorar cerca de dez flores do mesmo agrupamento em uma mesma rota de visita. *Xylocopa* sp.1 se aproxima das flores frontalmente e realiza visita legítimas de maneira semelhante ao descrito para as espécies de *Centris*. Devido ao seu tamanho, *X. sp.1* pode efetuar a polinização, porém suas visitas são bastante esporádicas.

Lepidópteros

Todas as borboletas observadas como visitantes às flores de *R. aff. paniculata* - *Ascia monusta*, *Anteos clorinde* (Godart) e *Phoebis sennae* - apresentam comportamento de visita semelhante. O inseto pousa nos lobos da corola e introduz a probóscide no tubo floral para a coleta de néctar. As asas permanecem fechadas durante as visitas. Não há contato de qualquer parte da borboleta com as anteras e nem com o estigma. De maneira geral, cada borboleta permanece cerca de três

segundos em determinada flor, podendo explorar aproximadamente 20 flores do mesmo agrupamento antes de se afastar do local. Dentre as borboletas observadas, *P. sennae* foi a mais frequente, seguida por *Ascia monusta*. As visitas de *Anteos clorinde* foram bastante esporádicas.

PÁSSAROS

Trochilidae

O comportamento de visita dos beija-flores às flores de *R. aff. paniculata* é semelhante entre si. O pássaro paira defronte à flor e introduz o bico no tubo da corola. É possível haver o contato do bico do beija-flor com as anteras e o estigma, realizando a polinização. A duração da visita a cada flor é curta (cerca de um segundo), deslocando-se o pássaro para explorar em sequência várias outras flores do mesmo agrupamento. Ambas as espécies de beija-flores alternavam suas visitas, explorando também flores de *Melochia tomentosa* que ocorria nas vizinhanças. *Hylocharis sapphirina* foi bem mais frequente nas suas visitas a *R. aff. paniculata* do que *A. versicolor*, um visitante ocasional.

5.10 - Outras espécies

Algumas observações esporádicas foram efetuadas, envolvendo outras espécies de plantas, também ocorrentes na mesma comunidade (Sítio Riacho-Alagoinha), listadas a seguir:

Caesalpinia ferrea Mart. (Leguminosae)

Planta de hábito arbóreo, caducifólia, com indivíduos apresentando em média cerca de 4 metros de altura. Flores amarelas, zigomorfas, dispostas em inflorescências do tipo panícula. O estandarte apresenta pequenas manchas avermelhadas. O período de floração, nos anos de 1987 e 1988, abrangeu os meses de janeiro e fevereiro. As flores emitem odor leve e agradável, são melitófilas e oferecem néctar como recompensa floral para os visitantes. O nectário epitelial está localizado na base do ovário (hipanto). A base dos filetes apresenta pêlos glandulares. Foram observadas visitas frequentes de *Trigona spinipes* e *Apis mellifera*, assim como visitas esporádicas de *Xylocopa* sp. A polinização é esternotríbica (q.v.). Há registros, na literatura, de reprodução vegetativa, através de brotação do tronco e da raiz.

Caesalpinia pyramidalis Tul. (Leguminosae)

Planta arbustiva ou semi-arbórea, caducifólia, com indivíduos alcançando alturas de até 4 metros. Flores amarelas, zigomorfas, dispostas em panículas terminais. A floração, no ano de 1987, iniciou no mês de janeiro, estendendo-se até meados de abril. Em 1988 a floração retardou, iniciando apenas em março. A pétala inferior apresenta glândulas na sua porção dorsal, que são provavelmente osmóforos (S. Vogel, com. pessoal). O nectário epitelial localiza-se na base do ovário. As flores são melitófilas, sendo observadas visitas de *Xylocopa*

sp. e *Trigona spinipes* para tomada de néctar. Observa-se, com freqüência a predação de ovários e frutos por larvas de lepidópteros.

Capparis flexuosa L. (Capparaceae)

Arvoreta com cerca de 3,50 metros de altura. As flores são brancas, grandes, com muitos estames e intensa produção de néctar. Ocorre um longo ginóforo. As flores exalam odor adocicado. A antese é noturna e na manhã do dia seguinte as flores apresentam os estames e o estilete em fase de murchamento. A flor provavelmente é quiropterófila ou polinizada por esfingídeos. Foram observadas visitas de *Hylocharis sapphirina* (Trochilidae), no período da manhã, em flores velhas, receptivas na noite anterior. O período de floração abrange os meses de dezembro e janeiro. Algumas poucas flores podem ainda ser encontradas no início de fevereiro.

Cassia excelsa Schrad. (Leguminosae)

Planta arbustiva ou semi-arbórea, caducifólia, com indivíduos alcançando até 3 metros de altura. Flores amarelas, zigomorfas, dispostas em ráceros terminais. O período de floração inicia no mês de dezembro, se estendendo até meados de março. As flores emitem odor leve e perfumado. Não há produção de néctar. As anteras são poricidas e a flor oferece pólen como recompensa floral. *C. excelsa* é melitófila, tendo como visitantes principais espécies de *Xylocopa* e *Centris*, que coletam o pólen através de movimentos de vibração ("buzzing"). *Xylocopa* sp., durante a coleta de pólen agarra o grupo de estames. Também foram observadas visitas de *Trigona spinipes*, que destroem parte das anteras, durante a coleta de pólen.

Eupatorium ballotifolium H.B.K. (Asteraceae)

Planta herbácea, anual, com indivíduos apresentando, em média, cerca de 80 cm de altura. As flores são de cor lilás e estão dispostas em capítulos (monomórficos). A floração, no ano de 1987, estendeu-se pelos meses de abril a julho. As flores são alótropas, recebendo visitas tanto de abelhas como de borboletas e de mariposas.

Herissantia tiubae (K.Sch.) Briz. (Malvaceae)

Planta sub-arbustiva alcançando em média cerca de 80 cm de altura. As flores são radiais, brancas, apresentando a base das pétalas de cor amarela. Os estames são numerosos, apresentando filetes e anteras amarelas. Os estiletes também são amarelos e os estigmas pretos. As flores começam a abrir por volta das 12:00 h e permanecem receptivas até cerca das 17:30 - 18:00 horas. *H. tiubae* apresenta discreta protandria. Logo após o início da antese os estigmas se encontram ao mesmo nível das anteras, entre o grupo de estames. Posteriormente, os estigmas se projetam para além das anteras, devido ao crescimento dos estiletes. Foram observadas visitas de *Apis mellifera* para coleta de pólen, realizando deslocamentos circulares entre as anteras.

Lonchocarpus aff. *campestris* Benth. (Leguminosae)

Arvoreta, caducifólia, com cerca de 3 metros de altura, apresentando ramos pendentes. Flores brancas, exalando forte odor agradável. A quilha apresenta pequenas manchas avermelhadas. O período de floração se estendeu, nos anos de 1987 e 1988, durante os meses de dezembro e janeiro. São flores que oferecem néctar. É uma espécie melitófila. Os principais

visitantes e polinizadores observados foram *Apis mellifera*, *Centris trigonoides*, *C. tarsata* e visitas esporádicas de *C. fuscata*. Essas abelhas, durante a visita, se apóiam na quilha e o contato com as anteras e o estigma se dá com a região ventral do abdômen da abelha (polinização esternotribica). *Apis mellifera* também pode coletar pólen. *Trigona spinipes* fura externamente a base da corola, para tomada de néctar. Foram observadas também visitas ocasionais de *Hylocharis sapphirina* (Trochilidae). *Lonchocarpus* é considerada pela população local como planta melífera.

Serjania comata Radlk. (Sapindaceae)

Planta de hábito escandente, com flores esbranquiçadas, dispostas em inflorescências racemosas (panículas). Foi observado, durante o desenvolvimento da flor, mudança de coloração nos filetes e anteras. As flores exalam odor adocicado. A floração teve início em outubro e estendeu-se até dezembro, quando se encontravam vários frutos maduros. Em janeiro, ainda era possível encontrar pouquíssimas flores. Foram observadas numerosas visitas de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* e algumas visitas de *Xylocopa grisescens* e de outra espécie de *Xylocopa*. No mês de outubro foram observadas várias visitas de vespas da família Scoliidae. Diferentes espécies de borboletas também foram observadas, assim como visitas esporádicas, durante o mês de novembro de *Hylocharis sapphirina* (Trochilidae). Experimentos realizados para testar autopolinização espontânea não resultaram em formação de frutos.

Waltheria rotundifolia Schrank (Sterculiaceae)

Planta herbácea, com indivíduos alcançando alturas que variam entre 50 cm e 1 metro. As flores são amarelas, bissexuais, de simetria radial, dispostas em inflorescências axilares. *W. rotundifolia* apresenta heterostilia (distilia),

sendo encontrada uma proporção normal, esperada, de 1:1, com relação aos indivíduos com flores brevistilas e longistilas, nos agrupamentos amostrados. O nectário tricomático se localiza na região basal, interna, do cálice. A floração se estende pelos meses de abril a julho, sendo observadas poucas flores ainda em setembro. Levando em consideração as características de morfologia floral, as flores de *W. rotundifolia* poderiam ser enquadradas na síndrome da melitofilia. Foram registradas visitas principalmente de vespas, pertencente à família Vespidae (*Polistes* sp.). Foram também observadas visitas de abelhas (*Apis mellifera* e *Trigona spinipes*) e borboletas.

Ziziphus joazeiro Mart. (Rhamnaceae)

Planta de hábito arbóreo, sempre verde, alcançando alturas que variam entre 3 e 5 metros. Flores branco-esverdeadas, do tipo aberto, com grande nectário amarelo em forma de disco, localizado na base da corola. A floração abrange os meses de dezembro e janeiro. Algumas flores começam a abrir ao meio-dia. Aparentemente há uma variação no horário de abertura das flores, em um mesmo indivíduo. As flores exalam odor leve e adocicado. *Ziziphus joazeiro* é uma espécie alótopa (q.v.), uma vez que o néctar está acessível a uma gama variada de animais visitantes, sendo observadas visitas constantes de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* durante todo o período de floração.

Outras doze espécies, para as quais foram observados apenas os polinizadores, constam das figuras 58, 59, 60 e 61

6 - DISCUSSÃO

6.1 - *Angelonia*

Flores de óleo

A grande maioria das flores zoófilas desenvolveu uma série de mecanismos e especializações florais para atrair seus polinizadores e, conseqüentemente, garantir a transferência de pólen entre indivíduos da mesma espécie (PERCIVAL, 1965; PROCTOR & YEO, 1975; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). À exceção dos mecanismos de engodo, armadilhas, pseudocopulação, etc. (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979), de uma maneira geral, as Angiospermas zoófilas atraem seus polinizadores através de "recompensas" florais. A natureza dessas recompensas é muito variada, podendo ser distinguidas as não nutritivas, como locais para repouso ou para acasalamento, materiais para construção de ninhos (ceras e resinas) e atrativos sexuais (perfumes - óleos voláteis), daquelas ditas nutritivas (VOGEL, 1961, 1963, 1965, 1966, 1978; SIMPSON & NEFF, 1981, 1983a; ARMBRUSTER, 1984). Durante muito tempo, o néctar e o pólen foram consideradas como as mais importantes, senão as únicas recompensas nutritivas. Porém, a descoberta de VOGEL (1969b, 1971, 1973, 1974) de uma nova síndrome de polinização - "flores de óleo" - abriu um desconhecido e vasto campo para a pesquisa, na área da Ecologia da Polinização, envolvendo vários gêneros de abelhas e muitas famílias de plantas.

Até o momento, são conhecidas dez famílias (Cucurbitaceae, Gesneriaceae, Iridaceae, Krameriaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Primulaceae, Scrophulariaceae e Solanaceae), 79 gêneros e cerca de 2400 espécies com flores oferecendo óleos (lipídeos) aos seus visitantes, ao invés de, ou em adição a pólen e néctar (para

revisão cf. BUCHMANN, 1987; VOGEL, 1988, 1989). O significado dos óleos florais na sistemática de várias famílias e sua relação com a morfologia polínica é discutido por LOBREAU-CALLEN (1983). O material lipídico secretado consiste de glicerídeos de ácidos graxos hidroxílicos (C16 - C20) (SEIGLER *et al.*, 1978; SIMPSON *et al.*, 1977; 1979; CANE *et al.*, 1983), também contendo, na sua constituição, ácidos graxos livres semelhantes (VOGEL, 1974; 1986).

As flores de óleo secretam esses lipídeos em órgãos glandulares específicos, denominados por VOGEL (1974) de elaióforos. Estes podem, morfologicamente, ser de dois tipos: epiteliais e tricomáticos. Os elaióforos epiteliais, encontrados por exemplo nas Malpighiaceae e Krameriaceae, são pequenas áreas de células epidérmicas secretoras, onde os lipídeos aí secretados são acumulados em grande quantidade e protegidos por uma cutícula. Os elaióforos tricomáticos consistem de áreas recobertas por centenas ou milhares de tricomas glandulares, os quais também secretam lipídeos. Geralmente os elaióforos tricomáticos ocorrem em diferentes regiões da corola, mas também podem se localizar no androceu, como por exemplo em *Lysimachia* (VOGEL, 1986), ou em partes do ovário (SIMPSON & NEFF, 1981). Exemplos de flores com elaióforos tricomáticos são encontrados nas famílias Iridaceae, Cucurbitaceae, Primulaceae e Scrophulariaceae.

De acordo com a classificação de VOGEL (1974), todas as espécies de *Angelonia* aqui estudadas apresentam elaióforos do tipo tricomático, embora haja diferenças com relação à disposição, forma, número e concentração dos tricomas. Em *A. hirta*, o campo coberto por pêlos glandulares, no interior dos esporões, ocupa a metade da área calculada para *A. pubescens*, *A. bisaccata* e *A. hookeriana*. Apesar disso, o número de tricomas existentes nessa área é o triplo do estimado nas outras três espécies. Devido a essa alta densidade de pêlos glandulares nos elaióforos de *A. hirta*, os diferentes comprimentos dos pedicelos dos tricomas podem ser interpretados como uma maneira de possibilitar o arranjo em alturas diferentes das cabeças glandulares, já mencionado por VOGEL (1974), com relação a *A. integerrima*. Algumas outras

diferenças, relacionadas com o comportamento dos polinizadores, serão discutidas mais adiante, juntamente com a discussão dos visitantes florais.

Na família Scrophulariaceae, a síndrome de flores com óleo aparece em pelo menos três grupos distintos: em *Calceolaria* (Tribo Calceolarieae), em *Bowkeria* e em quase todos os gêneros da tribo Hemimerideae (VOGEL, 1988). Nesta tribo, três dos gêneros que apresentam flores com óleo são sul-africanos (*Hemimeris*, *Diascia* e *Colpias*), enquanto *Angelonia*, *Basistemon* e *Monopera* ocorrem exclusivamente na América do Sul.

Nas espécies de *Angelonia* aqui tratadas, assim como em todo o gênero, os elaióforos ocorrem em duas bolsas ou esporões, com pêlos glandulares quase que exclusivamente na sua parede anterior. Tais bolsas são consideradas como servindo para proteção dos tricomas contra chuva, além de limitar o acesso a visitantes inoportunos (VOGEL, 1974). A existência de bolsas ou esporões também é registrada para os gêneros *Colpias* e *Diascia* (VOGEL, 1974; MANNING & BROTHERS, 1986; STEINER & WHITEHEAD, 1988). O paralelismo na construção da flor em *Angelonia* e *Diascia*, de acordo com VOGEL (1988), é evidente, embora não esteja confirmada a homologia entre as estruturas dos esporões nos dois gêneros. Nas flores de *Diascia*, os esporões encontram-se no lado adaxial da corola gamopétala e os órgãos sexuais estão em uma posição que leva a uma polinização esternotribica (S. VOGEL & I.C.S. MACHADO, inédito). Por sua vez, em *Angelonia*, como pode ser verificado nas quatro espécies estudadas, os esporões se localizam na porção abaxial da corola e a polinização é nototribica, conforme será discutido mais adiante. De acordo com VOGEL (1989), provavelmente tenha existido um ancestral comum aos dois gêneros, ainda no continente Gondwana.

A substância lipídica secretada pelas flores de *Angelonia* é inodora e ligeiramente amarelada, semelhante, de uma maneira geral, ao padrão de cor encontrado em *Diascia* e *Calceolaria* (Scrophulariaceae) e em algumas espécies de Malpighiaceae (VOGEL, 1974). O resultado da cromatografia em camada delgada nas quatro espécies de *Angelonia* indica

basicamente a presença de mono e diglicerídeos, semelhante ao resultado apresentado por VOGEL (1974) para *A. angustifolia* e não divergindo muito dos resultados encontrados para espécies de *Calceolaria* (VOGEL, 1974).

Melitofilia

A análise das características florais, das espécies de *Angelonia* estudadas, permite classificá-las como melitófilas, pertencendo à síndrome das "flores de óleo". As flores de *Angelonia* apresentam vários dos atributos considerados por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979) como característicos de flores polinizadas por abelhas, tais como: flores zigomorfas, apresentando cores vivas, com superfície para pouso e sustentação dos visitantes. FAEGRI & VAN DER PIJL (1979) ainda incluem, como características de flores polinizadas por abelhas, a emissão de odores agradáveis e leves e a produção de néctar oculto, embora em tubos não muito profundos. Apesar das flores de *Angelonia* não emitirem odor (ou emitir apenas em pequenas intensidades, como no caso de *A. hirta*), isto não invalida a sua inclusão na síndrome da melitofilia, uma vez que o odor é considerado um atrativo secundário, utilizado pelas abelhas (especialmente *Apis mellifera*) apenas à curta distância, sendo a atração visual, principalmente com relação a cor das flores, mais importante (KNOLL, 1926). FAEGRI & VAN DER PIJL (1979) comentam que flores melitófilas típicas são encontradas nas Labiatae, Scrophulariaceae, Papilionaceae e Orchidaceae.

Segundo FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), as abelhas apresentam preferência por flores de coloração amarela e azul. Por outro lado, MEEUSE (1961) menciona que esses insetos não são capazes de distinguir a cor azul da cor violeta. Dessa maneira, a cor das flores de *Angelonia*, variando entre o violeta e o roxo, deve funcionar como um atributo visual importante, atraindo as abelhas a longas distâncias. É

interessante ressaltar que, em períodos fora do pico de floração de *A. hirta*, a presença, nas vizinhanças, de indivíduos de *Hyptis* sp. e *Ruellia* aff. *paniculata* (ambas com flores lilás), provavelmente contribuía para aumentar a frequência e o acesso de abelhas visitantes a flores de *A. hirta*. Aparentemente essas abelhas eram atraídas também pelas flores de *Hyptis* e *Ruellia*, que neste momento se encontravam em plena floração. Apesar dos visitantes de *Hyptis* não serem os mesmos de *Angelonia* (no caso de *Ruellia* algumas abelhas visitantes eram as mesmas), a cor das flores, à longa distância, possivelmente tem influência na visibilidade dos insetos, tornando todo o agrupamento evidente, favorecendo, conseqüentemente, ambas as espécies de plantas.

Visitantes das flores de óleo

As flores das quatro espécies de *Angelonia* analisadas são visitadas por abelhas, pertencentes, quase que exclusivamente, à família Anthophoridae, sendo a maioria espécies de *Centris*. As abelhas relacionadas na literatura, como coletoras de óleo floral, são abelhas solitárias, distribuídas principalmente em três famílias: Melittidae, Ctenoplectridae e Anthophoridae, assim como, em menor escala, dentro das Apidae (BUCHMANN, 1987).

A família Melittidae é encontrada principalmente na África e em regiões Holárticas. Apenas os gêneros *Macropis* e *Rediviva* são conhecidos como tendo espécies que coletam óleos florais. Há referências de que *Macropis* é um gênero especialista na coleta de óleo de *Lysimachia* (Primulaceae) (VOGEL, 1976, 1986; SIMPSON & NEFF, 1983b; CANE *et al.*, 1983). Por sua vez, *Rediviva* é considerado como sendo, provavelmente, um exemplo de co-evolução com o gênero Sul-africano *Diascia* (Scrophulariaceae) (VOGEL, 1984; WHITEHEAD *et al.*, 1984; VOGEL & MICHENER, 1985; WHITEHEAD & STEINER, 1985; MANNING & BROTHERS, 1986; STEINER & WHITEHEAD, 1988), aspecto sobre o qual voltar-se-á a falar mais adiante.

Ctenoplectridae é uma pequena família asiática e africana, consistindo de um único gênero, *Ctenoplectra*, cujas espécies foram observadas apenas em flores de Cucurbitaceae (*Momordica* e *Thladiantha*), onde essas abelhas usam o abdômen para a coleta de óleo (VOGEL, 1981, 1990).

A família Anthophoridae contém a grande maioria dos gêneros e espécies com observações e/ou suspeitas de ter o hábito de coletar lipídeos em flores, agrupados em três tribos: Centridini, Exomalopsini e Tetrapediini. Nesta família, o comportamento de coleta de óleo já foi documentado para diversas espécies de *Centris* e *Epicharis* (Centridini), assim como também para algumas espécies de *Paratetrapedia*, *Chalepogenus* e *Tapinotaspis* (Exomalopsini) (VOGEL, 1974; SIMPSON *et al.*, 1977; SAZIMA & SAZIMA, 1989). VOGEL (1974), a partir de caracteres morfológicos, também sugeriu que a coleta de óleo pode ser feita por representantes de *Tetrapedia* (Tetrapediini), fato que foi posteriormente confirmado por NEFF & SIMPSON (1981), VOGEL (1988), MACHADO & VOGEL (1989), SAZIMA & SAZIMA (1989) e também aqui, neste trabalho, onde foram observadas visitas de *Tetrapedia* cf. *rugulosa* em flores de *A. hirta* e *A. bisaccata*.

Foram observadas visitas de machos de *Tetrapedia*, igualmente coletando óleo em flores de *A. bisaccata*. A visita de machos de abelhas coletando óleo não é comum, uma vez que os registros disponíveis relatam apenas observações de indivíduos fêmeas com este tipo de comportamento (VOGEL, 1974; BUCHMANN, 1987). De acordo com S. Vogel (com. pessoal), os machos podem coletar óleo floral provavelmente para presentear às fêmeas, por ocasião do acasalamento.

No presente trabalho, à exceção de alguns machos de *Tetrapedia*, das outras abelhas só foram capturados exemplares fêmeas. Uma das possíveis explicações para coleta de óleo por fêmeas é a utilização do óleo floral coletado. Os lipídeos florais, misturados com pólen, parecem servir basicamente como constituintes do alimento larval (SIMPSON & NEFF, 1981). Contudo, CANE *et al.* (1983) mencionam que o óleo coletado por

Macropis a partir de flores de *Lysimachia* é também utilizado como parte do revestimento da parede das células do ninho. Também há indicações de que o óleo floral pode, possivelmente, servir para nutrição de adultos (BUCHMANN, 1987).

O papel do óleo floral produzido em tricomas glandulares na corola de *Drymonia serrulata* (Gesneriaceae) ainda não está claro, mas parece funcionar como um adesivo ("pollenkitt" acessório), facilitando a aderência dos grãos de pólen no tórax de abelhas *Epicharis* (STEINER, 1985). SIMPSON & NEFF (1983a) comentam que a principal vantagem do óleo sobre o néctar (que é a substância geralmente utilizada pelas abelhas na mistura com o pólen) é a sua maior quantidade de energia por unidade de peso, do que os carboidratos. Segundo VOGEL (1989), o óleo floral é cerca de oito vezes mais rico em calorias, quando comparado com a mesma quantidade de néctar.

As Centridini coletam e usam óleos florais de Malpighiaceae (VOGEL, 1974; 1988; SAZIMA & SAZIMA, 1989) de *Krameria* (SIMPSON *et al.*, 1977), de *Calceolaria* (VOGEL, 1974) e também, em menor escala, de *Nierembergia* (COCUCCI, 1984). Apenas representantes das Centridini do Novo Mundo parecem estar envolvidos. O maior grupo de abelhas coletoras de óleo, nas Centridini, está representado pelos gêneros *Centris*, *Ptilotopus*, *Epicharis* e *Monoeca*.

Estruturas para coleta de óleo

Quase todos os indivíduos fêmeas de *Centris* possuem estruturas especiais, localizadas no basitarso das pernas anteriores e medianas, que atuam na coleta de óleo (VOGEL, 1974; ROBERTS & VALLESPER, 1978; NEFF & SIMPSON, 1981). Essas abelhas geralmente utilizam as pernas anteriores e/ou medianas para coleta de óleo floral, ao invés de utilizar as peças bucais, como no caso das flores de néctar (VOGEL, 1974). A estrutura dos órgãos coletores está correlacionada com os diferentes tipos de elaióforos. Segundo VOGEL (1974) e NEFF &

SIMPSON (1981), geralmente existe nas Centridini pentes basitarsais, formados por fileiras de cerdas especializadas. A maioria das espécies de *Centris* e *Epicharis* exibe essa estrutura, com algumas variações, nos dois pares de pernas, anteriores e medianos, sendo este padrão considerado como estando primitivamente associado à coleta de óleo em elaióforos epiteliais (como no caso das Malpighiaceae), onde as quatro pernas são utilizadas na exploração das glândulas calicinais (VOGEL, 1974; NEFF & SIMPSON, 1981; SAZIMA & SAZIMA, 1989).

Esta relação (uso das quatro pernas na coleta de óleo) não é restrita e constante, uma vez que, nas visitas às flores de *Angelonia*, todas as espécies de *Centris* observadas usam apenas as duas pernas anteriores, embora quase todas, excetuando *Centris (Paracentris) hyptidis*, apresentem os pentes basitarsais tanto nas pernas anteriores como nas medianas. Nas espécies de *Angelonia*, uma vez que os elaióforos estão localizados em dois esporões, só é possível a utilização das duas pernas anteriores. Enquanto a maioria das flores zigomorfas apresentam seus nectários em posição mediana, acessíveis às línguas e probóscides dos insetos polinizadores, os esporões contendo os elaióforos, como por exemplo em *Angelonia* e *Diascia*, são apresentados aos pares, lado a lado, correspondendo à maneira de exploração da flor, feita com as duas pernas anteriores (VOGEL, 1984).

É interessante ressaltar que, em *A. hirta*, à exceção do comportamento observado em *Centris* sp.1, todas as outras *Centris* (*C. fuscata*, *C. trigonoides* e *C. tarsata*), durante a coleta de óleo com as duas pernas anteriores, as pernas medianas realizam movimentos de "vaivém", envolvendo o labelo. Esses movimentos podem ser interpretados como sendo "residuais", já que essas abelhas também visitam outras flores de óleo (por exemplo Malpighiaceae), e, neste caso, utilizam as quatro pernas. Este tipo de comportamento ("vaivém" no vazio) sugere uma ligação mais antiga e talvez específica entre certas espécies de *Centris* e espécies de Malpighiaceae.

Comportamento de coleta de óleo

Segundo VOGEL (1988) pode-se compreender melhor a morfologia das flores de óleo das Malpighiaceae quando relacionada com o comportamento das Centridini. *Epicharis* e *Monoeca*, dois gêneros considerados primitivos nesta tribo, apresentando estruturas coletoras de óleo nos dois pares de pernas, são observados coletando óleo exclusivamente em flores de Malpighiaceae. Apesar da maioria das 200 espécies de *Centris* apresentarem aparelho coletor de óleo nas quatro pernas (VOGEL, 1988), a possível relação entre espécies de *Centris* e flores com elaióforos epiteliais não é tão exclusiva, conforme já mencionado por NEFF & SIMPSON (1981) e VOGEL (1988) e aqui reforçado, já que as flores de *Angelonia*, visitadas por *Centris*, apresentam elaióforos tricômicos. Vale salientar, que este é o primeiro registro de observações detalhadas sobre a polinização de espécies de *Angelonia*. Anteriormente VOGEL (1974) havia feito observações em flores de *A. biflora*, no Macapá. As flores de *A. biflora* apresentam morfologia semelhante às de *A. hirta* e foram visitadas por *C. trigonoides* e *C. fuscata* (VOGEL, *loc.cit.*). Nesta ocasião, VOGEL (1974) sugere que, para a coleta de óleo, *Centris* spp. devem introduzir as duas pernas anteriores, ao mesmo tempo, nos dois esporões florais, o que foi aqui confirmado. Essa maneira de exploração da flor é facilitada pela localização dos tricomas quase que exclusivamente na parede anterior dos esporões.

Todas as espécies de *Centris* observadas exibem, nos intervalos entre cada visita, comportamento de limpeza das pernas anteriores e transferência do óleo coletado para a escopa das pernas posteriores. Em todas as espécies observadas, essa transferência é feita passando pelas pernas medianas, ao contrário do mencionado por NEFF & SIMPSON (1981), que excluem a participação das pernas medianas nesse processo. Também não foi aqui confirmada a suposição de VOGEL (1974) de que o calo mediano, em *Angelonia*, especialmente em *A. pubescens*, serviria para apoiar as abelhas, que o agarrariam pela mandíbula, à

semelhança do observado em várias espécies de Malpighiaceae, onde as abelhas (*Centris* e *Epicharis*) seguram a base da pétala superior com suas mandíbulas. Em *Angelonia*, o calo pode reduzir a distância entre a base do labelo e os órgãos sexuais, aproximando e facilitando o contato dessas estruturas com a abelha.

Polinização

Dentre as cinco espécies de *Centris* que visitam as flores de *A. hirta*, apenas *C. fuscata* e *Centris*. sp.1 são polinizadores efetivos, uma vez que, durante a coleta de óleo, há o contato da sua frente com anteras e estigma, resultando em polinização nototribica, conforme definição encontrada em FAEGRI & VAN DER PIJL (1979). Essas espécies são responsáveis por mais de 50% do total de visitas. *Centris*. sp.1 também é o polinizador efetivo de *A. bisaccata* e *A. hookeriana*. Entretanto, *C. trigonoides* e *C. tarsata*, devido ao seu pequeno tamanho em relação às dimensões da flor e posição das anteras e estigma, não realizam a polinização, funcionando apenas como pilhadores de óleo. As visitas de *Tetrapedia* e *Paratetrapedia* raramente resultam em transferência de pólen. Muitas outras espécies de *Centris* são também consideradas como importantes polinizadores de plantas neotropicais (FRANKIE, 1976; GOTTSBERGER, 1986).

Segundo LEVIN & ANDERSON (1970), entre flores de estrutura semelhante, que forneçam alimento na mesma época, pode haver competição pelos polinizadores existentes na área. É interessante notar que, apesar da sobreposição parcial nos períodos de floração, não foi registrada competição das abelhas pelas espécies de *Angelonia* estudadas. Uso de polinizadores comuns é registrado apenas com relação a *Centris*. sp.1, que visita tanto flores de *A. hirta* como de *A. bisaccata* e *A. hookeriana*. Vale ressaltar que, embora partilhem o mesmo polinizador, floresçam praticamente no mesmo período e ocorram

em locais semelhantes e próximos, não foi detectada a presença de híbridos naturais entre *A. bisaccata* e *A. hookeriana*. São conhecidos vários mecanismos que atuam como barreiras de reprodução, limitando a troca de genes entre populações ou espécies, evitando assim a formação de híbridos (GRANT, 1949; LEVIN, 1971). O provável isolamento genético, constatado em *Angelonia*, não é devido a especificidade do polinizador, como é conhecido em várias orquídeas (VAN DER PIJL & DODSON, 1966) nem devido à deposição de pólen em diferentes locais no corpo da abelha, como acontece com *Rediviva* (STEINER & WHITEHEAD, 1988). A barreira deve ocorrer ao nível da germinação dos grãos de pólen, do crescimento do tubo polínico, da fusão dos núcleos ou então, devido a mecanismos inibidores pós-zigóticos (LEVIN, 1971).

As visitas de *Tetrapedia*, *Paratetrapedia*, *Trigona* e *Plebeia* em flores de *A. bisaccata* e/ou *A. hookeriana*, devido ao comportamento de visita e tamanho desses insetos, muito raramente resultam em transferência de pólen, não podendo essas abelhas serem consideradas como polinizadores efetivos dessas plantas.

Especialização de flores e polinizadores

As flores de *Angelonia* apresentam morfologia semelhante, que se reflete, a grosso modo, na maneira semelhante de exploração da flor pelos visitantes. Como já discutido, todas as espécies observadas são polinizadas por abelhas (*Centris*), que utilizam as duas pernas anteriores, simultaneamente, para a coleta de óleo, o qual se localiza no interior de dois esporões. A polinização em todas as espécies é nototribica. Contudo, algumas diferenças devem ser ressaltadas, especialmente com relação a *A. pubescens*.

A flor de *A. pubescens* apresenta seus esporões nitidamente mais alongados e lateralmente direcionados. Esse

fato torna-se mais interessante quando se relaciona com algumas características morfológicas do seu polinizador. Além das visitas de *Paratetrapedia ruberi* que, devido ao seu comportamento de visita e pequeno tamanho em relação à flor não é um polinizador efetivo, *A. pubescens* foi observada recebendo visitas legítimas unicamente de *Centris (Paracentris) hyptidis*. Esta abelha apresenta as pernas anteriores nitidamente alongadas, quando comparadas com o padrão habitual exibido por outras espécies de *Centris*, assim como quando comparadas com o seu próprio comprimento do corpo e pernas medianas. Geralmente, na maioria das abelhas, as pernas medianas são mais longas do que as pernas anteriores (S. Vogel, com. pessoal) e, no caso de *C. hyptidis* essa relação é inversa. Esse mesmo tipo de proporção também é encontrado entre os gêneros sul-africanos *Diascia* (Scrophulariaceae) e *Rediviva* (Melittidae). As espécies de *Diascia*, como já mencionado, também apresentam elaióforos tricômáticos no interior de esporões alongados, cujo comprimento varia entre 2 e 22 mm (WHITEHEAD & STEINER, 1985; STEINER & WHITEHEAD, 1988). Em 1974, VOGEL, a partir das características estruturais da flor, tamanho dos esporões e analogia com as flores de *Angelonia*, presumiu a existência de uma abelha, cujas pernas anteriores fossem longas o suficiente para coletar o óleo floral localizado no interior dos esporões de flores de *Diascia*, inclusive naqueles mais longos. Apesar de, na época, parecer extraordinária, a suposição de Vogel foi posteriormente confirmada (VOGEL, 1984; WHITEHEAD & STEINER, 1985; MANNING & BROTHERS, 1986). Em algumas espécies de *Rediviva*, o comprimento das pernas anteriores excede, inclusive, o comprimento do seu próprio corpo, como no caso de *R. longimanus*, cujas pernas anteriores apresentam comprimentos de 17 a 20 mm e *R. emdeorum*, com pernas anteriores apresentando cerca de 25 mm de comprimento (VOGEL, 1984; WHITEHEAD & STEINER, 1985).

Além das pernas anteriores alongadas, *C. hyptidis* apresenta também uma série de diferenças no seu aparelho coletor de óleo, exibindo um padrão distinto do observado nas outras espécies de *Centris* capturadas. O pente, normalmente localizado nas pernas anteriores e medianas, não existe ou é bastante reduzido em *C. hyptidis*, indicando uma possível

regressão dessa estrutura. Nas pernas anteriores, o pente basitarsal é muito reduzido, sendo encoberto por pêlos coletores, densos e finos. Este padrão parece estar perfeitamente adaptado ao tipo de tricomas encontrados nos elaióforos de *A. pubescens*, cuja morfologia (semelhante também a *A. bisaccata* e a *A. hookeriana*) difere bastante da apresentada por *A. hirta*, podendo esta ser uma característica distintiva a ser usada no caso de uma separação de *Angelonia* em dois subgêneros. Em *A. pubescens* (assim como em *A. bisaccata* e *A. hookeriana*), a cabeça glandular dos tricomas é semi-esférica, composta por cerca de 50 células, cujo diâmetro é maior do que o apresentado pelos pedicelos das glândulas. Por sua vez, a estrutura dos pêlos das pernas anteriores de *C. hyptidis* funcionam, durante a coleta, como uma "esponja", absorvendo o óleo floral por capilaridade, ao invés de raspar a glândula, como acontece no caso das outras espécies de *Centris* em flores de *A. hirta*.

Absorção de óleo floral através de forças capilares é um modo de coleta mencionado por VOGEL (1984; 1986) com relação a *Macropis* em flores de *Lysimachia* e também sugerido para *Rediviva emdeorum* em flores de *Diascia longicornis*, inferido a partir dos caracteres morfológicos e estruturais das pernas anteriores da abelha. Em *C. hyptidis*, o movimento das pernas anteriores, durante a absorção do óleo, é circular e não longitudinal, como acontece com as outras espécies de *Centris*. As extremidades laterais da lígula das flores de *A. pubescens* são livres, possibilitam e, de uma certa forma, podem até guiar este movimento circular.

A redução do pente das pernas anteriores e sua completa ausência nas pernas medianas, já foi mencionada por NEFF & SIMPSON (1981), em algumas espécies dos subgêneros *Paracentris* e *Wagenknechtia*. A estrutura coletora de óleo observada nas pernas anteriores de *C. (Paracentris) hyptidis*, se aproxima da descrição de NEFF & SIMPSON (1981) para algumas espécies de *Paracentris* e principalmente de uma espécie nova de *Wagenknechtia*. Segundo esses autores, parece que este tipo de modificação dos pentes basitarsais surgiu independentemente nesses dois subgêneros, os quais contém também espécies com

padrões típicos de pentes nos dois pares de pernas. Ambos os subgêneros foram citados como exclusivamente associados a flores produtoras de óleo de *Calceolaria* (Scrophulariaceae) (VOGEL, 1974; NEFF & SIMPSON, 1981). Com os dados aqui apresentados, estende-se a participação desse grupo de abelhas a espécies de *Angelonia*, pelo menos no que diz respeito a *Paracentris*. *Angelonia* e *Calceolaria*, além de pertencerem a mesma família, apresentam elaióforos do tipo tricomático.

O padrão de aparelho coletor das pernas anteriores observado em *C. hyptidis*, também se assemelha ao registrado nas pernas de *Rediviva emdeorum*, espécie visitante em flores de *Diascia* (VOGEL, 1984), consistindo basicamente de pêlos finos sugadores e de alguns pêlos espatulados. Conforme mencionado anteriormente, o paralelismo entre os dois gêneros de plantas, *Angelonia* e *Diascia*, já foi sugerido por VOGEL (1974; 1988), e agora, devido às várias semelhanças encontradas na maneira de exploração das flores e à ausência de parentesco entre os dois gêneros de abelhas (*Rediviva* e *Centris*), pode-se também sugerir uma evolução paralela entre os polinizadores, pelo menos com relação à *C. hyptidis*.

Levando-se em conta a morfologia dos tricomas e o tamanho das flores, seria esperado que *C. hyptidis* também explorasse as flores de *A. bisaccata* e *A. hookeriana*, espécies que apresentam a mesma morfologia de tricomas encontrado em flores de *A. pubescens*. Porém, essas espécies foram observadas sendo visitadas e polinizadas unicamente por *Centris* sp.1, cujo aparelho coletor é do tipo mais comum, semelhante ao das outras espécies de *Centris*, ou seja, apresenta um desenvolvido pente basitarsal de cerdas fortes e espatuladas. Após visitas, nessas duas espécies de *Angelonia* nota-se, ao examinar os esporões abertos sob uma lupa, que várias cabeças glandulares foram removidas ou danificadas. Isto pode indicar um certo grau de inadequação com relação ao comportamento de forrageamento de *Centris* e a morfologia dos tricomas. Uma vez que as cabeças glandulares são largas e arredondadas, elas podem ser removidas facilmente durante a raspagem do elaióforo, pelos pentes basitarsais da abelha. Provavelmente são glândulas mais adequadas a uma coleta por capilaridade. Consequentemente, há

redução na quantidade de óleo produzido, podendo isto ser desvantajoso para essas espécies de plantas, no momento em que isto possa interferir na frequência e/ou diversidade de visitantes. Como já comentado anteriormente, em flores de *A. bisaccata* e *A. hookeriana*, apenas indivíduos de *Centris* sp.1 foram observados como visitantes legítimos, apesar da proximidade relativa dessas espécies com os agrupamentos de *A. hirta* (cerca de 1 km) e com *A. pubescens* (cerca de 500 metros). Sabe-se que abelhas (pelo menos espécies de *Apis*) conseguem percorrer distâncias de cerca de 2 km (KERR, 1956, *apud* SAZIMA, 1978b). JANZEN (1971) menciona que algumas abelhas Euglossini podem sobrevoar distâncias de vários quilômetros. Este mesmo autor (JANZEN, 1971), sugere que outros gêneros como *Bombus*, *Centris*, *Ptiloglossa* e *Xylocopa*, também podem percorrer distâncias semelhantes.

Coleta de recursos outros que óleo

Outro aspecto interessante a ser discutido com respeito às inter-relações entre *C. hyptidis* e *A. pubescens*, é a coleta ativa e concomitante de pólen, que se dá durante a retirada de óleo, através de movimentos de vibração da abelha, a qual, nesse momento, emite um zumbido característico. Fato semelhante foi observado também em Malpighiaceae (SAZIMA & SAZIMA, 1989). Coleta de pólen através de vibração (fenômeno denominado por Buchmann de "buzzing", em função do ruído emitido pela abelha), é conhecida principalmente em plantas, cujas flores apresentam anteras poricidas (BUCHMANN *et al.* 1977; BUCHMANN & HURLEY, 1978; BUCHMANN, 1983). A família Anthophoridae contém vários gêneros e espécies (incluindo *Centris*) que regularmente polinizam flores que possuem anteras poricidas, realizando movimentos de vibração. BUCHMANN & BUCHMANN (1981), mencionam a coleta de pólen por vibração, associada também a coleta de óleo, por indivíduos de *Paratetrapedia calcarata* em flores de *Mouriri myrtilloides* (Melastomataceae), cujas flores possuem anteras poricidas. Por outro lado, segundo BUCHMANN (1985), o

comportamento de vibração das abelhas em flores cujas anteras não são poricidas é raro, sendo um fenômeno provavelmente induzido nas abelhas, através de características morfológicas e visuais semelhantes àquelas encontradas em flores que são, normalmente, polinizadas por vibração (veja também SAZIMA & SAZIMA, 1989). Estas características, porém, não se aplicam a *A. pubescens*, uma vez que os estames são pouco evidentes. BUCHMANN (1985) fornece uma lista de onze espécies de plantas com anteras não poricidas, onde este tipo de comportamento de visita foi observado, sem fazer referência a espécies de *Centris* e *Angelonia*. Outro registro de coleta de pólen através de vibração, em flores cujas anteras apresentam deiscência longitudinal, é encontrado em OLIVEIRA (1986), com relação às espécies *Kielmeyera coriacea* e *K. speciosa* (Guttiferae).

Com relação à coleta de néctar, foram observadas visitas freqüentes de *C. hyptidis* principalmente em flores de *Ruellia aff. paniculata* (Acanthaceae). Embora o epíteto específico dessa espécie de *Centris* possa sugerir que diferentes espécies de *Hyptis* (Labiatae) seriam as prováveis fontes de néctar, para consumo próprio desta abelha, isto não foi observado, apesar do agrupamento de *Ruellia* ocorrer ao lado de plantas de *Hyptis* sp. e de *Angelonia hirta*.

Especificidade de visitantes

O comportamento de *C. hyptidis* indica que essa abelha é oligolética, sendo dependente de óleo e talvez também do pólen de *A. pubescens*. MICHENER (1954, *apud* LINSLEY, 1958) sugere que abelhas oligoléticas inicialmente apareceram em áreas mais áridas, onde a competição pelo pólen é mais intensa e, posteriormente, se espalharam pelos trópicos úmidos. Segundo LINSLEY (1958), geralmente as espécies oligoléticas exibem adaptações com relação à planta hospedeira, tais como: sincronização com o período de floração; períodos de vôo coincidindo com períodos de disponibilidade de pólen;

adaptações "psicológicas" a certas cores de flores e adaptações morfológicas para a coleta ou transporte de pólen ou então adaptações que facilitem a coleta simultânea do néctar e/ou óleo e do pólen. *C. hyptidis* está aparentemente bem adaptada para efetuar a coleta simultânea de óleo e pólen em flores de *A. pubescens*.

Especificidade com relação às espécies de *Centris* e representantes de Malpighiaceae não está documentada (VOGEL, 1988). Abelhas de diferentes tamanhos são observadas na mesma flor, assim como, uma mesma espécie de *Centris* é encontrada em diferentes espécies de plantas (GOTTSBERGER, 1986; VOGEL, 1988; SAZIMA & SAZIMA, 1989). Da mesma maneira, especificidade entre as espécies de *Rediviva* e flores de *Diascia*, apesar da relação entre o comprimento das pernas anteriores das abelhas e o comprimento dos esporões das flores, parece não ocorrer (WHITEHEAD & STEINER, 1985; STEINER & WHITEHEAD, 1988). STEINER & WHITEHEAD (1988) demonstram que uma determinada espécie de *Diascia* é visitada indiscriminadamente por várias espécies de *Rediviva*, apresentando comprimentos das pernas anteriores variados, ao mesmo tempo que, uma mesma espécie de *Rediviva* pode polinizar distintas espécies de *Diascia*, com diferentes comprimentos de esporões.

Por sua vez, o fato da não observação de indivíduos de *C. hyptidis* coletando pólen e óleo em flores de outras espécies, além de *A. pubescens*, assim como a correlação entre os caracteres de morfologia das pernas anteriores e os esporões/elaióforos da flor, sugerem estreita associação, ou mesmo uma co-evolução entre estes dois organismos, à semelhança do postulado por VOGEL (1984, 1988) entre os gêneros *Rediviva* e *Diascia*. Por outro lado, segundo BUCHMANN (1987), se o paralelismo entre os gêneros *Angelonia* e *Diascia* for considerado, então não se pode falar em termos de co-evolução, pelo menos no sentido restrito do termo. Uma co-evolução recíproca estreita (1:1) possivelmente não se aplica ao caso, porém mudanças co-evolutivas em ambos os taxa parecem possíveis. Esta forma de "co-evolução" foi denominada por Roubik e Ackerman de "co-evolução difusa", na tentativa de explicar as relações entre abelhas Euglossini e orquídeas

(ROUBIK & ACKERMAN, 1987 *apud* BUCHMANN, 1987). De uma maneira geral, pode-se dizer que plantas e polinizadores contribuem de forma recíproca, na evolução de ambos os organismos envolvidos, porém, poucos são os estudos que podem responder a questão tão polêmica: se as plantas e polinizadores co-evoluem e como se dá esse processo (FEINSINGER, 1983).

Sistema reprodutivo

Com relação ao sistema reprodutivo, as três espécies perenes (*A. hirta*, *A. bisaccata* e *A. hookeriana*) são auto-incompatíveis, dependendo inteiramente de um vetor de pólen para a sua fecundação e formação de frutos. Por outro lado, a espécie anual *A. pubescens* é auto-compatível, sendo a taxa de frutos formados por autogamia equivalente a taxa de frutos formados a partir de fecundação cruzada.

Apesar da constatada ocorrência de autogamia em *A. pubescens*, algumas das suas características florais são típicas de espécies xenógamas, como a ocorrência de protandria e a utilização de um polinizador relativamente especializado. De acordo com STEBBINS (1957), a autofertilização é, provavelmente, uma condição derivada a partir de ancestrais de fecundação cruzada. Segundo STEBBINS (1957, 1970), é comum espécies de ciclo de vida anual apresentarem este tipo de sistema reprodutivo, uma vez que a maioria dos morfólogos admitem que plantas com este ciclo de vida são derivadas a partir de plantas perenes. De acordo com PROCTOR & YEO (1975), a ocorrência de autopolinização entre plantas anuais é muito comum e pode ser também explicada pelo fato de que as plantas anuais estão sujeitas a grandes flutuações em seu número, no decorrer dos anos. Uma planta autógama estará apta a se recuperar mais rapidamente de um ano, no qual a população pode ter sido reduzida a pequenos números, ou mesmo a um único indivíduo, à semelhança da hipótese de dispersão à longa distância, sugerida por BAKER (1955). Além disso, segundo

PROCTOR & YEO (1975), na maioria das anuais autopolinizadas, há a possibilidade de acontecerem pelo menos cruzamentos ocasionais por insetos, que assegurariam algum grau de heterozigose. Mesmo uma pequena percentagem de cruzamentos é suficiente para manter uma variação genética necessária, que possibilite uma gradual adaptação da planta à mudanças no clima e outros fatores ambientais (STEBBINS, 1957).

Uma das razões para o estabelecimento da auto-fecundação, em uma determinada espécie, é explicada por condições desfavoráveis para os cruzamentos, exemplificada pela escassez de animais polinizadores (STEBBINS, 1957). Dessa maneira, uma estratégia reprodutiva, onde as duas possibilidades (autogamia e xenogamia) aconteçam de maneira alternada, pode ser vantajosa, especialmente em casos como o de *A. pubescens*, que parece ser polinizada unicamente por *C. hyptidis*. Neste caso, mesmo na ausência do polinizador em questão, a produção de sementes estará garantida através da auto-fecundação. Este tipo de estratégia reprodutiva é também comum em plantas com hábito colonizador, devido, entre outros fatores, à imprevisibilidade do novo ambiente a ser colonizado, no que diz respeito aos seus polinizadores (STEBBINS, 1957). Embora *A. pubescens* não apresente a maioria das características que definem, segundo BAKER (1974), uma planta invasora, essa espécie foi observada com freqüência, ocorrendo em áreas bastante perturbadas e em beiras de estrada, fora do local onde foram feitas as observações de campo, sugerindo, talvez, uma possível adaptação, de *A. pubescens*, à colonização de novos "habitats".

6.2 - *Cordia*

Melitofilia

As flores de *C. leucocephala*, apesar de apresentarem algumas características que não participam na caracterização da síndrome da melitofilia, conforme definida por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), como por exemplo, simetria radial, ausência de odor e de guias para nectários, podem ser classificadas nessa síndrome. Além disso, suas flores foram visitadas e polinizadas exclusivamente por abelhas pertencentes a família Andrenidae. Segundo o Prof. J.M.F. Camargo (com. pessoal), possivelmente se trata de espécie nova, provavelmente da sub-família Panurginae. De acordo com STEPHEN *et al.* (1969), a família Andrenidae está melhor representada na região Holártica, apresentando apenas a sub-família Panurginae com ocorrência no Novo Mundo, tanto na América do Norte como na América do Sul.

A exclusividade das visitas de Andrenidae em flores de *C. leucocephala* é curiosa, uma vez que as flores desta espécie de *Cordia* são grandes e o diâmetro do tubo da corola permitiria facilmente a exploração da flor por outras abelhas, inclusive de maior porte (porém foram observados apenas indícios de visitas de animais pilhadores de néctar, que não participam na transferência de pólen). A constância de abelhas em determinadas flores é fato conhecido, especialmente relacionada com a coleta de pólen (GRANT, 1950; LINSLEY, 1958).

Cordia globosa também pode ser considerada uma espécie melitófila, levando em conta vários de seus atributos florais, tais como, a conformação tubulosa das flores, o néctar oculto, porém em tubos não muito profundos e emissão de odor leve e perfumado. Além desses aspectos, deve-se considerar o fato desta espécie de *Cordia* ser visitada e polinizada principalmente por abelhas.

Apis mellifera foi o visitante/polinizador mais frequente, seguido por *Trigona spinipes*. O papel de *A. mellifera* como polinizador será discutido adiante, junto com a discussão sobre *Melochia tomentosa*.

Heterostilia

Com relação ao sistema reprodutivo, ambas as espécies, *C. leucocephala* e *C. globosa*, têm heterostilia - distilia - apresentando uma estrutura de população, cuja frequência das formas florais é isoplética, ou seja, apresenta proporções iguais com relação aos indivíduos com flores brevistilas e longistilas. Um equilíbrio semelhante na frequência dos tipos florais é encontrado em várias outras espécies heterostílicas, como *Jepsonia heterandra*, *Palicourea fendleri* e *Turnera hermannioides* (ORNDUFF, 1971; SOBREVILA *et al.*, 1983; BARRET & SHORE, 1985). Segundo vários autores (VUILLEUMIER, 1967; GANDERS, 1979; BARRET & SHORE, 1985; GIBBS, 1986) esse equilíbrio é resultado do forte sistema dialélico de incompatibilidade, que comumente está associado ao mecanismo estrutural da heterostilia, sobre o qual voltaremos a falar mais adiante.

O fenômeno da heterostilia no gênero *Cordia* foi mencionado desde DARWIN (1877b). OPLER *et al.* (1975) consideram que heterostilia é o tipo de sistema reprodutivo mais comum no gênero, citando como exceções apenas *C. alliodora* e *C. sebestena* como sendo espécies homostílicas. PERCIVAL (1974) refere-se a *C. sebestena* como sendo uma espécie homostílica. Entretanto, GIBBS & TARODA (1983) comentam a presença de flores homostílicas e brevistilas em *C. alliodora*. De acordo com GANDERS (1979) a ocorrência de heterostilia não está correlacionada com o tipo de comunidade em que a planta ocorre, estando, porém, associada ao hábito perene. Contudo, existem exemplos de espécies anuais que apresentam flores heterostílicas, como é o caso do gênero *Amsinckia*

(Boraginaceae). Tanto *C. leucocephala* como *C. globosa* são espécies arbustivas e perenes.

Diversos autores consideram que heterostilia é um mecanismo que surgiu independentemente em várias famílias, tendo, portanto, uma origem polifilética. Contudo, a ocorrência de polimorfismo semelhante em muitas espécies sugere que esses padrões morfológicos podem ser importantes no mecanismo reprodutivo das plantas (VUILLEUMIER, 1967; GANDERS, 1979; YEO, 1975). Os polimorfismos mais comuns associados com heterostilia envolvem tamanho dos grãos de pólen, quantidade de pólen produzida e número e tamanho das papilas estigmáticas (GANDERS, 1979; BARRET & SHORE, 1985). Em alguns casos pode haver pequena diferença na forma e tamanho do tubo da corola entre os dois tipos de flores (GANDERS, 1979).

Em *C. leucocephala* o interior da corola nas flores longistilas é pubescente na região basal dos filetes, ao passo que nas flores brevistilas essa região é glabra, semelhante ao que ocorre em *Lithospermum obovatum* (Boraginaceae), citado por GANDERS (1979). Segundo JOHNSTON (1952 *apud* GANDERS, 1979) este tipo de dimorfismo é muito raro. Pode-se especular que em flores brevistilas, a presença desses pêlos poderia dificultar a deposição e aderência dos grãos de pólen nos ramos estigmáticos. Em *C. globosa* esse dimorfismo não existe, sendo o interior da corola glabro em ambas as flores.

Como mencionado anteriormente, as espécies heterostílicas apresentam dimorfismo no tamanho e no número de grãos de pólen, sendo os grãos das flores brevistilas maiores do que os das flores longistilas (VUILLEUMIER, 1967; JUNG-MENDAÇOLLI, 1984). Com relação a quantidade de pólen, as flores longistilas produzem mais grãos, estando este fato, segundo VUILLEUMIER (1967) e GANDERS (1979), correlacionado com o menor tamanho dos grãos apresentados por este tipo floral. Apesar de não ter sido quantificada a produção de pólen em *C. leucocephala*, pode-se supor que exista essa correlação, já que o tamanho dos grãos das flores longistilas é significativamente menor do que os das flores brevistilas, como pode ser verificado nas medidas apresentadas. O tamanho dos grãos de

pólen de *C. leucocephala* está dentro da faixa global de variação encontrada em NOWICKE & RIDGWAY (1973) para as espécies de *Cordia* seção *Varronia*, uma vez que esses autores não especificaram as medidas relativas às flores brevistilas e longistilas.

O significado do polimorfismo polínico associado com heterostilia é pouco evidente. DARWIN (1877b) sugeriu que a diferença no tamanho dos grãos poderia estar relacionada com a necessidade de maiores reservas de energia em grãos de flores brevistilas, uma vez que esses grãos devem germinar em flores longistilas e desenvolver tubos que precisam percorrer distâncias maiores. Em plantas não heterostílicas, mas cujos estiletos são longos, geralmente os grãos de pólen tendem a ser grandes (GANDERS, 1979). Existem poucas evidências com respeito a função ou ao significado adaptativo da maioria dos polimorfismos do pólen, do estigma e da corola, frequentemente associados com heterostilia. Eles podem estar correlacionados com os aspectos bioquímicos da auto-incompatibilidade, porém não há evidência direta para esta suposição. De acordo com YEO (1975), os vários polimorfismos associados com heterostilia têm suas próprias funções, não sendo apenas manifestações morfológicas do sistema de incompatibilidade.

Na maioria das espécies heterostílicas ocorre correspondência recíproca entre o comprimento dos estames e do estilete. Essa posição recíproca das anteras e do estigma geralmente está associada a um mecanismo de fecundação cruzada, mediado pelos polinizadores (ORNDUFF, 1974; GANDERS, 1979). Em alguns casos, porém, essa correspondência pode não ser perfeita (GANDERS, 1979). Em *Cordia curassavica* e *C. dentata*, por exemplo, o estilete das flores longistilas apenas ultrapassa levemente as anteras, enquanto que nas formas brevistilas os estigmas e anteras estão bastante separados (OPLER et al., 1975). Além disso, dentro de uma população pode haver variação entre o comprimento de estames e estilete. Em alguns casos esta variação é extrema, sendo este o caso em algumas espécies de *Cordia* (OPLER et al., 1975). Em *C. leucocephala* e *C. globosa* há correspondência bastante evidente, principalmente com relação ao comprimento do estilete.

Semelhante ao observado em *C. leucocephala* e *C. globosa*, quase todos os taxa heterostílicos são auto-incompatíveis. Auto-compatibilidade é raro mas ocorre em algumas espécies heterostílicas de *Oxalis*, *Hedyotis*, *Pulmonaria officinalis* (GANDERS, 1979) e *Melochia pyramidata* (MARTIN, 1967). Nesses gêneros as espécies auto-compatíveis são consideradas como derivadas das auto-incompatíveis. GANDERS (1979) sugere que o sistema de incompatibilidade dialélico evoluiu a partir de ancestrais auto-compatíveis. O único gênero conhecido em que todas as espécies são auto-compatíveis é *Amsinckia* (WELLER & ORNDUFF, 1977).

Na opinião de VUILLEUMIER (1967) a heterostilia parece evoluir em duas direções: 1- em direção à dioicia ou subdioicia e 2- em direção à homostilia e autofertilização. Distilia tem aparentemente evoluído várias vezes em dioicia no gênero *Cordia*, no qual espécies como *C. inermis* e *C. colococca* são intermediárias entre a condição de distilia e dioicia (OPLER et al., 1975). A forma longistila tendo se tornado pistilada, enquanto a forma brevistila se torna estaminada.

Em várias espécies de *Primula* os cruzamentos envolvendo estigmas de flores brevistilas e pólen de flores longistilas resultam em maior formação de frutos do que vice-versa (GANDERS, 1979). Isto não ocorre em *C. globosa*, porém em *C. leucocephala* observa-se que os cruzamentos entre estigmas de flores brevistilas e pólen de flores longistilas não formam frutos, assim como os cruzamentos entre estigmas de flores longistilas e pólen de flores brevistilas resultaram em apenas 10% de frutos formados. A viabilidade dos grãos de pólen é baixa. Além disso não foram encontrados frutos formados naturalmente. A ausência de frutos em condições naturais é citada por TARODA & GIBBS (1986) e comentada também por ANDRADE-LIMA (1989). Outros estudos serão necessários para tentar elucidar os mecanismos do sistema reprodutivo nesta espécie. Talvez possa indicar uma mudança em direção à dioicia? É conhecida a ocorrência de reprodução vegetativa em *C. leucocephala* (ANDRADE-LIMA, 1989). Talvez, nos agrupamentos estudados, este seja o principal modo de reprodução desta espécie de *Cordia*.

6.3 - *Melochia*

Melitofilia e variedade de visitantes

As flores de *M. tomentosa* possuem vários atributos que permitem classificá-las como melitófilas, de acordo com a síndrome de melitofilia (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Suas flores apresentam cor vistosa, emitem odor leve e agradável e, principalmente, produzem néctar em pequena quantidade, escondido na parte basal interna das sépalas, semelhante ao que ocorre na maioria das Sterculiaceae e Malvaceae. A concentração de açúcares no néctar está dentro da faixa de variação relacionada por BAKER (1975) para espécies melitófilas.

Apesar de ser uma flor melitófila, com relação aos caracteres florais, *M. tomentosa* é alótrofa (q.v.), no que se refere a diversidade de seus visitantes, uma vez que foram observadas visitas de borboletas e, principalmente, de abelhas e de beija-flores. O polinizador mais efetivo, levando em consideração o comportamento e principalmente a frequência de visitas, é *Apis mellifera*.

As visitas de *A. mellifera* resultam em polinização esternotribica (cf. FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979), uma vez que a deposição de pólen se dá na parte ventral do tórax ou do abdômen da abelha. Essa polinização é facilitada pela posição inferior que os estames e estilete exertos, paralelos à parede da corola, assumem na flor, especialmente em flores horizontais ou inclinadas. *A. mellifera* é adequada para realizar a polinização de *M. tomentosa*, não apenas pelas suas dimensões em relação à flor, mas também por suas características fisiológicas. Segundo FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), *A. mellifera* possui atividade diurna, é uma abelha muito ativa e com boa percepção e capacidade para memorizar formas e contornos de plantas, além de possuir olfato bastante

desenvolvido. Além desses fatores, *A. mellifera* necessita de grande quantidade de alimento para consumo próprio, o que significa visitas repetidas e frequentes às flores. A constância das abelhas a determinada espécie de planta que estão explorando, em dado período, é um fator muito importante na garantia de maior eficiência na polinização, uma vez que além de aumentar as chances de polinização efetiva, também diminui o desperdício de pólen, reduzindo o fluxo interespecífico (GRANT, 1950). Durante os períodos de pico de floração, *A. mellifera* foi constante nas suas visitas às flores de *M. tomentosa*, podendo ser considerado um vetor eficiente, responsável em boa parte pela abundante formação de frutos em *M. tomentosa*. Essa planta, devido ao seu sistema reprodutivo, depende de um agente biótico para que ocorra fecundação.

O gênero *Apis* é originário dos trópicos e subtropicais do velho mundo, não havendo espécies indígenas no norte da Europa e nas Américas (SAZIMA, 1978b). A maioria das colônias de *A. mellifera* na região do sítio Riacho, em Alagoinha, provavelmente é formada por abelhas domésticas, menos agressivas do que a subespécie africana, *A. mellifera adansonii*. Segundo a população local, *M. tomentosa* é considerada planta melífera, atuando, portanto, como importante fonte de alimento para as colméias de *Apis* das imediações.

As outras abelhas (*Centris fuscata*, *Centris* sp.1, *C. tarsata*, *Xylocopa grisescens* e *Xylocopa* sp.1), observadas em flores de *M. tomentosa*, podem ser consideradas como bons polinizadores, levando em conta seu comportamento durante a coleta de néctar e sua frequência de visitas. *Trigona spinipes* foi considerada um pilhador de néctar, devido ao seu comportamento de furar lateralmente a flor. *Coelioxoides punctipennis*, apesar de visitar legitimamente, é um polinizador ocasional.

Entre as borboletas, apenas *Parides agavus* foi aqui considerada um polinizador ocasional. As outras espécies (*Agraulis vanillae maculosa*, *Anartia jatrophae*, *Urbanus simplicius* e *Phoebis sennae*) retiram o néctar sem contactar as anteras e o estigma, fortalecendo o argumento acerca da função

de borboletas como polinizadores efetivos em comunidades tropicais, discutido em MACHADO & SAZIMA (1987).

Todos os beija-flores observados foram considerados como bons polinizadores. Os comentários sobre as estratégias alimentares dos beija-flores serão tratados na discussão de *Ruellia asperula*, espécie tipicamente ornitófila.

Heterostilia

Com relação ao sistema reprodutivo, *M. tomentosa*, semelhante ao registrado em *Cordia leucocephala* e *C. globosa*, apresenta heterostilia (distilia), com uma estrutura populacional igualmente isoplética, ou seja, a proporção de indivíduos com flores brevistilas e longistilas é de 1:1.

Os indivíduos de *M. tomentosa*, observados em Alagoinha, são auto-incompatíveis, à semelhança dos resultados de MARTIN (1967) em Porto Rico, o que reforça a existência do sistema de incompatibilidade heteromórfico dialélico, normalmente associado ao mecanismo da heterostilia (VIULLEUMIER, 1967; GANDERS, 1979). Segundo MARTIN (1967), a reação de incompatibilidade em *Melochia* é expressada como uma inibição na germinação do grão de pólen ou uma interrupção no crescimento do tubo polínico no estigma e no estilete, ou seja, a reação é controlada esporofiticamente, como posteriormente comenta GANDERS (1979). Auto-compatibilidade, porém, pode também ocorrer em outras espécies heterostílicas do gênero *Melochia*, como acontece em *M. pyramidata* (MARTIN, 1967). Neste mesmo trabalho, MARTIN (1967) comenta que plantas isoladas de *M. nodiflora*, uma espécie homostílica e autofértil, podem formar frutos tanto no campo como em casa de vegetação. Na opinião de MARTIN (1967), espécies distílicas auto-incompatíveis têm dado origem a espécies distílicas auto-compatíveis, tais como *M. pyramidata*, e, populações de *M. pyramidata* podem ainda se tornar monomórficas, através da perda de uma das suas formas.

Este porém não parece ser o caso de *M. tomentosa*, uma vez que o sistema de auto-incompatibilidade e a distilia estão bem evidentes.

6.4 - *Pavonia*

As flores de *P. martii* apresentam atributos que podem enquadrá-las na síndrome da melitofilia, conforme descrição de FAEGRI & VAN DER PIJL (1979). Suas flores são amarelas, do tipo aberto, podendo receber visitas de insetos considerados "oportunistas". O néctar se encontra encoberto pelas pétalas, uma vez que é produzido na parte basal interna das sépalas, característica fundamental para sua classificação como melitófila. Segundo BROWN (1938, *apud* CRONQUIST, 1968), o não desenvolvimento de flores gamopétalas em representantes das famílias Sterculiaceae (como por exemplo *Melochia*) e Malvaceae, provavelmente é devido a localização do nectário no cálice e a consequente necessidade de manter livre o acesso ao néctar. De acordo com GOTTSBERGER (1972; 1986), as flores entomófilas de *Pavonia* geralmente apresentam forma de sino (campanuladas) ou são do tipo aberto, semelhante a *P. martii*.

Com relação aos visitantes florais, apenas abelhas foram registradas em flores de *P. martii*. De maneira geral, essas abelhas têm pouca participação no transporte de pólen, não só pelo seu comportamento de visita, mas principalmente pela reduzida frequência com que são realizadas as visitas. *Bicolletes* sp., espécie relativamente frequente, utiliza as flores basicamente como local para repouso, raramente contactando os órgãos sexuais. GOTTSBERGER (1972) também encontrou abelhas dormindo em flores de *P. communis*. *Bicolletes* sp. pode ser considerado um polinizador ocasional, juntamente com *Augochloropsis* sp. e Megachilidae.

A produção de frutos e a reprodução sexuada em *P. martii* dá-se principalmente através da auto-fecundação. Além da ausência de um sistema de incompatibilidade, *P. martii* apresenta um mecanismo de reflexão dos ramos estigmáticos em direção aos estames, propiciando auto-fecundação espontânea. Na maioria das plantas, a deposição do pólen no estigma é passiva, sendo transferido pelo polinizador. Porém em algumas espécies

de Malvaceae, como acontece em *P. martii*, o estigma tem um papel mais ativo, se movimentando e tocando as anteras da mesma flor. Esse movimento de curvatura dos ramos do estilete é um fenômeno comum nas Malvaceae, sendo observado em várias espécies de *Pavonia* (GOTTSBERGER, 1972), em *P. zeylandica* (VASIL & JOHRI, 1964), em *P. hastata* (BUTTROSE et al., 1977), em *P. rosea* (PERCIVAL, 1965), em *P. kotschyi* (HAGERUP, 1951) e em *P. dasypetala* (McDADE & DAVIDAR, 1984). VASIL & JOHRI (1964) interpretam esse mecanismo de movimento dos ramos estigmáticos como uma adaptação das plantas para assegurar a autofecundação. Por outro lado, na opinião de BUTTROSE et al. (1977) esse movimento dos estigmas (observado e estudado detalhadamente em *Hibiscus trionum*) pode ser interpretado como um mecanismo que favorece a fecundação cruzada; em *H. trionum*, as flores que são polinizadas manualmente com pólen de indivíduos diferentes, não exibem esse movimento dos ramos estigmáticos ou até mesmo, podem reverter o processo, no caso deste haver sido iniciado.

Independente das diferentes interpretações encontradas para explicar esse movimento, é indiscutível que, na ausência do polinizador, a formação de frutos e a consequente reprodução sexuada da espécie estará garantida, através da associação da auto-compatibilidade e do mecanismo de autopolinização espontânea (mediado pelo movimento de reflexão dos ramos estigmáticos em direção às anteras). Entretanto, podem ocorrer polinizações cruzadas, trazendo maior variabilidade genética para a população, uma vez que o movimento dos estiletos em *P. martii*, por exemplo, só tem início a partir das 13:00 - 13:30 horas, estando as flores abertas, atrativas e receptivas desde as 8:00 h. Exceção deve ser feita nos períodos mais secos, onde, na mesma planta, foram observadas a formação de flores bem menores, cujos estiletos se movem em direção às anteras a partir das 9:30 h, tendo completado o processo às 10:00 h. Essas flores apresentam comportamento semelhante às flores cleistógamas produzidas por algumas espécies em períodos secos, que representam condições desfavoráveis para a planta e para os polinizadores. Em *Ruellia graecizans*, na região de Campinas, São Paulo, ocorre cleistogamia na época seca (M. Sazima, com. pessoal). Cleistogamia é um fenômeno conhecido em *Pavonia*; *P. hastata* desenvolve flores cleistógamas no início do período de

floração e, em seguida, grandes flores chasmógamas (KNUTH, 1898-1905; FRYXELL, 1963). FRYXELL (1963), cita também *P. sepium* apresentando flores cleistógamas e chasmógamas.

De acordo com GOTTSBERGER (1972), nas Malvaceae o tipo de hábito (arbustivo/arbóreo) e o sistema de reprodução do tipo alogâmico estão geralmente associados à síndrome da ornitofilia, como acontece, por exemplo, em *P. montana* e *P. malvaviscoides* (SAZIMA, 1981). Por outro lado, existe uma relação entre hábito herbáceo, autogamia e entomofilia (GOTTSBERGER, 1972). Além disso, é interessante ressaltar que nas espécies auto-incompatíveis e ornitófilas, como *P. montana* e *P. malvaviscoides*, geralmente ocorre protoginia (SAZIMA, 1981), ao passo que as espécies melitófilas e autógamas, como por exemplo, *P. communis*, *P. lindmanii* são protândricas (GOTTSBERGER, 1972), semelhante ao aqui observado em *P. martii*. Na opinião de GOTTSBERGER (1972, 1986), a polinização por pássaros; nas Malvaceae, é uma condição primitiva e entomofilia seria uma condição derivada. Segundo GOTTSBERGER (1972, 1986), as Malvaceae se originaram em florestas neotropicais do terciário inferior, a partir de um ramo primariamente ornitófilo das Tiliaceae. Deste ramo ornitófilo evoluíram grupos entomófilos. As características de *P. martii* sugerem que esta espécie representa um estágio mais evoluído dentro de Malvaceae.

6.5 - *Ruellia*

Ruellia asperula

Ornitofilia

As flores de *Ruellia asperula* possuem uma série de características que permitem classificá-las como ornitófilas, ou seja, polinizadas por pássaros (cf. FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Os principais atributos que caracterizam essa síndrome são: flores tubulosas, expostas fora da folhagem, coloração vistosa - freqüentemente vermelha, ausência de odor, néctar abundante e grande distância entre os órgãos sexuais e a fonte de alimento. *R. asperula* apresenta todos esses atributos.

A simetria das flores ornitófilas geralmente não é considerada como um atributo importante na relação flor-pássaro, ao contrário do que ocorre nas flores melitófilas. Embora várias espécies ornitófilas apresentem simetria zigomorfa, como é o caso de *R. asperula*, esta característica, segundo FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), é desnecessária na eficiência das visitas, sendo a conformação tubulosa das flores muito mais importante. As flores tubulosas geralmente acumulam néctar no fundo do tubo floral, permitindo a exploração da flor pelos beija-flores, que possuem bico fino e comprido e língua extensível, com capacidade para retirar esse líquido armazenado na base do tubo da corola.

Por outro lado, a cor vermelha das flores de *R. asperula* é um dos atributos mais importantes na atração dos beija-flores (GRANT, 1966; GRANT & GRANT, 1968), embora haja vários registros de flores das mais diversas cores, inclusive brancas, recebendo também visitas de beija-flores, principalmente em regiões tropicais (GRANT, 1966; PROCTOR &

YEO, 1975). Na opinião de STILES (1981), a atração em espécies ornitófilas, pelo menos a inicial, se dá quase que exclusivamente pela cor das flores.

De acordo com GRANT & GRANT (1968), os mecanismos florais podem ser agrupados em quatro classes: mecanismos de atração, exclusão, proteção e polinização, levando-se em conta seu papel na eficiência da polinização. Esses mesmos autores comentam ainda que a eficiência na polinização pode aumentar com a redução na competição, pelo néctar, por visitantes não polinizadores. Dessa maneira, a cor vermelha das flores pode ser interpretada não apenas como um atributo que atrai os pássaros, mas também como um mecanismo de exclusão, que reduz as visitas de insetos (com exceção de borboletas) uma vez que esta cor não é facilmente percebida por abelhas (GRANT & GRANT, 1968; STILES, 1981).

A ausência de odor em flores de *R. asperula* é outra característica comumente associada à síndrome da ornitofilia, estando relacionada ao olfato pouco desenvolvido nos pássaros de uma maneira geral (PROCTOR & YEO, 1975; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979).

O néctar é a única recompensa oferecida aos pássaros pelas flores (STILES, 1981). As flores polinizadas por beija-flores geralmente apresentam néctar com baixas concentrações de açúcar, porém grandes volumes desse líquido, quando comparado com a quantidade de néctar produzida por flores entomófilas (PYKE & WASER, 1981; STILES, 1981). Este fato parece estar relacionado com a alta demanda energética requerida pelo metabolismo acelerado desses pássaros (BAKER, 1975; STILES, 1981; PYKE & WASER, 1981). A concentração de açúcares no néctar de *R. asperula* está dentro da faixa de variação encontrada por BAKER (1975) e PYKE & WASER (1981) para outras espécies ornitófilas, como *Erythrina*, *Heliconia*, *Salvia*, *Mimulus* e uma espécie não identificada de *Ruellia*. Segundo BAKER (1975), alta concentração de açúcares no néctar resultaria em alta viscosidade desse líquido, fato desvantajoso para beija-flores, que necessitariam de mais tempo para pairar defronte às flores.

R. asperula produz néctar em quantidade, desde a abertura do botão floral (ou mesmo um pouco antes) até a fase de murchamento da flor. Dessa maneira, uma vez que vários agrupamentos de *R. asperula* foram registrados na comunidade, e a estratégia de floração dessa espécie se caracteriza pela formação de várias flores abertas por indivíduo durante um período longo (cerca de 5 meses), pode-se considerar as plantas de *R. asperula* como uma fonte de alimento importante para os beija-flores dessa comunidade (Alagoinha).

Geralmente também é mencionada como uma característica associada a flores ornitófilas, a formação de tecidos mais resistentes na corola, com a função de evitar possíveis danos à flor, efetuados pelo bico dos beija-flores, assim como também para excluir visitas ilegítimas de pilhadores que freqüentemente furam externamente a base da corola de flores tubulosas, na tentativa de retirar o néctar, inacessível a esses animais por vias legítimas. No caso de *R. asperula* esse mecanismo de proteção e exclusão não existe, pelo menos no que se refere aos visitantes ilegítimos. A corola é de consistência membranosa, tendo sido observada, com freqüência, a visita de pilhadores (tanto abelhas como beija-flores).

Outra característica adequada a visitantes de aparelho bucal longo, como é o caso dos beija-flores, é a grande distância entre os estames e o estigma e a fonte de alimento, proporcionada pelo alongamento dos filetes e estilete, conforme pode ser observado em *R. asperula* e em diversas outras espécies ornitófilas como *Mimulus cardinalis* (Scrophulariaceae), *Ribes speciosum* (Saxifragaceae) (GRANT & GRANT, 1968), *Mutisia coccinea* (Asteraceae) (SAZIMA & MACHADO, 1983), *Ipomoea hederifolia* (Convolvulaceae) (MACHADO & SAZIMA, 1987) e *Vellozia* spp (Velloziaceae) (SAZIMA & SAZIMA, 1990). Essa relação de tamanho, considerada por GRANT & GRANT (1968) como um "mecanismo de polinização", propicia o contato dessas estruturas sexuais da flor com a cabeça, garganta ou bico dos pássaros, no momento da retirada do néctar.

Sistema reprodutivo

Os resultados dos experimentos de polinização manual em *R. asperula* indicam que esta espécie é autocompatível, de acordo com definição de WELLER & ORNDUFF (1977), uma vez que foram encontradas percentagens de frutos formados por autopolinização equivalentes às obtidas a partir das polinizações realizadas entre flores de indivíduos diferentes (xenogamia). Não ocorreu desenvolvimento de frutos apomíticos. A relação entre o número de grãos de pólen e o número de óvulos por flor (P/O) em *R. asperula*, está dentro da faixa de variação apresentada por CRUDEN (1977), e que caracteriza espécies auto-compatíveis.

De acordo com GRANT & GRANT (1968) a presença de sistemas de auto-incompatibilidade, protandria e protoginia são alguns dos mecanismos que promovem a polinização cruzada em flores ornitófilas da América do Norte. O fato da ocorrência de protoginia parcial em *R. asperula* não impede a alta taxa de autogamia nesta espécie, devido principalmente à sobreposição nos períodos de liberação de pólen e receptividade do estigma, bem como à proximidade espacial dessas estruturas. Durante o processo de antese, observa-se que o estigma amadurece cerca de meio-dia antes de ocorrer a deiscência das anteras. Contudo, a receptividade do estigma prolonga-se praticamente por toda a vida da flor, o que foi confirmado através das polinizações manuais efetuadas em estádios cronológicos distintos, nas quais a percentagem de formação de frutos não apresentou diferenças significativas. Essa protoginia parcial pode funcionar como um mecanismo que possibilita e até favoreça a polinização cruzada nesse período, em que a maturação das anteras em uma mesma flor ainda não foi concluída. Dessa forma, esses estigmas estariam aptos a receberem pólen de outras flores (do mesmo ou de indivíduos diferentes) que se encontram em fases mais adiantadas de antese.

A condição de um balanço entre auto-polinização e polinização cruzada traz uma série de vantagens, uma vez que a

formação de frutos e sementes estará de toda forma assegurada através da autogamia, assim como um certo grau de variabilidade genética, mantida pelos cruzamentos eventuais que ocorrem. Em *R. asperula* estes cruzamentos de fato acontecem, como pode ser verificado pela taxa de frutos formados pela ação dos visitantes (cerca de 35%).

A autogamia, conforme já discutido anteriormente com relação à *Angelonia pubescens*, é considerada uma condição derivada à partir de ancestrais de polinização cruzada. STEBBINS (1957) tenta justificar esta hipótese a partir da verificação de que muitas espécies autoférteis mantêm vários dos atributos relacionados exclusivamente com a polinização cruzada, como por exemplo os mecanismos de atração e a produção de néctar. Essa produção de substâncias para atrair e garantir visitas repetidas dos animais resulta, contudo, em um custo energético por parte da planta, a qual poderia alocar esse investimento em uma maior produção de sementes, à exemplo das plantas com autofecundação obrigatória (SOLBRIG, 1976). Por outro lado, a manutenção desses mecanismos de atração e recompensa garantem uma taxa de polinização cruzada, suficiente para manter o grau de heterozigose na população, possibilitando uma maior plasticidade adaptativa (STEBBINS, 1957).

Beija-flores como polinizadores ou pilhadores

Diversos autores consideram que pássaros surgiram como polinizadores em épocas posteriores às dos insetos (VAN DER PIJL, 1961; GRANT & GRANT, 1968; PROCTOR & YEO, 1975; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979; STILES, 1981). GRANT & GRANT (1968) sugerem que entomofilia é a condição original em *Penstemon* (Scrophulariaceae). Com base nos dados sobre o sistema reprodutivo e a biologia floral, é aqui sugerido que *R. asperula* represente um estágio evoluído dentro do gênero e, possivelmente tenha derivado de ancestral melitófilo, à semelhança de algumas espécies de Polemoniaceae, conforme

sugerido por GRANT & GRANT (1965). Como mencionado anteriormente, na opinião de RAMAMOORTHY (1988), a grande diversificação do gênero *Ruellia* com relação a sua morfologia floral é devido, principalmente, a uma radiação adaptativa aos animais polinizadores, que inclui desde abelhas, borboletas, beija-flores e até morcegos.

Das cinco espécies de beija-flores observadas visitando as flores de *R. asperula*, apenas *Eupetomena macroura* pode ser considerado como um polinizador efetivo, devido ao seu comportamento de visita. *Hylocharis sapphirina*, *Amazilia versicolor*, *A. lactea* e *Chrysolampis mosquitus* podem ser considerados como pilhadores de néctar de *R. asperula*, uma vez que, na maioria das suas visitas, esses pássaros furam externamente a base da corola para a retirada de néctar, sem contactar anteras ou o estigma. Apenas ocasionalmente foram observadas visitas "legítimas", principalmente por *A. lactea* e *C. mosquitus*, em que cerca de 50% das visitas observadas poderiam resultar em transferência de pólen. Contudo, apesar de não participarem efetivamente nas polinizações, esses pássaros podem influir no aumento da taxa de autopolinizações, pois durante a coleta de néctar (mesmo de maneira ilegítima), ocorre um deslocamento da flor, propiciando maior contato entre as anteras e o estigma da mesma flor. Por sua vez, esses pássaros "pilhadores" podem também influir na quantidade de néctar produzida, à semelhança do registrado por GILL (1988) em flores de *Heliconia imbricata* (Musaceae), nas quais a retirada de néctar aumenta a produção desse líquido. A retirada de néctar pelos pilhadores, por outro lado, pode diminuir a quantidade de néctar por flor, "forçando" o polinizador a visitar mais flores para se satisfazer, favorecendo, com isto, a polinização cruzada (v. STILES, 1975; CAMARGO et al., 1984).

Táticas de forrageamento

De acordo com LINHART (1973) e STILES (1975), basicamente existem dois tipos de estratégia alimentar entre os

beija-flores: 1- territorialidade, na qual o pássaro delimita uma área de alimentação (geralmente constituída por um agrupamento denso de plantas) e a defende contra outras espécies de beija-flores que se aproximam, e 2- "traplining", onde o beija-flor visita várias flores em diferentes plantas mais ou menos isoladas entre si, ao longo de uma rota estabelecida. Segundo LINHART (1973) e STILES (1981), o comportamento territorial, dependendo do tamanho da área a ser defendida e do número de indivíduos nela presentes, pode reduzir o fluxo de pólen intraespecífico, uma vez que além do beija-flor forragear em uma área delimitada, seu comportamento agressivo afasta ou reduz as visitas de outros pássaros. Por outro lado, uma estratégia do tipo "traplining", favorece e incrementa a possibilidade de polinizações cruzadas (JANZEN, 1971; BAKER, 1973).

Eupetomena macroura foi aqui considerado como uma espécie territorial, na medida em que este pássaro, em vários dos agrupamentos observados, delimitava uma área explorada e a defendia contra outras espécies que se aproximavam. Nos intervalos entre as visitas, *E. macroura* permanecia todo o tempo pousado em um ramo de *Bumelia sartorum* nas imediações do agrupamento de *R. asperula*. Comportamento territorial em *E. macroura* foi mencionado por RUSCHI (1982) e J. VIELLIARD (com. pessoal).

Apesar de *E. macroura* apresentar comportamento agressivo em relação a outros beija-flores observados, a frequência de visitas dessas espécies foi bastante alta, equivalendo ou algumas vezes até mesmo superando, às visitas do *Eupetomena*. Este pássaro mostrou uma preferência pelas flores localizadas em posições mais elevadas na planta, semelhante ao sugerido por SAZIMA (1978b) com relação às suas observações em flores de *Barbacenia* (Velloziaceae). Conseqüentemente, os outros beija-flores menores, como *Hylocharis* e *Chrysolampis*, tinham acesso às flores mais baixas, embora a visita por parte desses pássaros, também em flores localizadas em partes mais altas da planta, tenha sido registrada. *Chrysolampis mosquitus* também exibiu comportamento territorial, assim competindo com *E. macroura*, durante o mês de setembro, pelo mesmo agrupamento

de *R. asperula*. Neste período foram registradas numerosas agressões recíprocas entre essas duas espécies de beija-flores. Durante os meses em que não foi verificada a presença de *C. mosquitus*, pôde ser devido a deslocamentos locais ou a "pequenas migrações" desse pássaro (RUSCHI, 1982), ou então a substituição de *R. asperula* por outra fonte alimentar, como por exemplo flores de *Melochia tomentosa*, onde a competição com *Eupetomena macroura* não ocorria.

Conforme já discutido anteriormente, o comportamento territorial favorece a autopolinização e a geitonogamia (LINHART, 1973; STILES, 1975). No caso de *R. asperula*, cujo único polinizador efetivo observado foi *E. macroura*, uma espécie territorial, o fluxo polínico entre indivíduos diferentes pode ficar comprometido, praticamente reduzindo-se aos cruzamentos entre plantas de diferentes genótipos existentes no mesmo agrupamento ("território") defendido por *Eupetomena* e às visitas "legítimas" esporádicas de *A. versicolor* e *C. mosquitus*.

O comportamento territorial de um beija-flor, na medida em que reduz a possibilidade de polinização cruzada, é desfavorável às espécies auto-incompatíveis. Porém, em espécies auto-compatíveis, como é o caso de *R. asperula*, esta estratégia alimentar pode aumentar a probabilidade de que toda flor do mesmo agrupamento seja visitada, resultando em uma alta taxa de formação de frutos, fato possivelmente vantajoso para a planta. *R. asperula* apresenta, inclusive, algumas características que, segundo STILES (1975), favorecem a sua exploração por beija-flores territoriais, tais como grande produção de flores por inflorescência, extenso período de duração da inflorescência e grande quantidade de néctar, sendo este de fácil acesso. Dessa maneira, de acordo com STILES (1975), o grau de auto-compatibilidade pode selecionar a fenologia de uma determinada planta, no sentido de favorecer beija-flores territoriais ou não, como é sugerido, por esse autor, para algumas espécies de *Heliconia*.

Amazilia lactae e *A. versicolor* não delimitaram território nos agrupamentos de *R. asperula* observados, embora

comportamento territorial em diversas espécies do gênero já tenha sido registrado por LINHART (1973), STILES (1975) e em *A. lactea* por MACHADO & SAZIMA (1987). No caso dos agrupamentos de *R. asperula*, talvez os indivíduos de *A. lactea* e *A. versicolor* tivessem outras áreas de alimentação mais atraentes na vizinhança ou a competição com *Eupetomena macroura*, de certa forma, os obrigasse a procurar outros agrupamentos de *R. asperula* ou outras fontes de alimento.

De uma maneira geral, considera-se que os beija-flores não apresentam fidelidade, em suas visitas, a uma determinada espécie de planta (GRANT, 1949; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Apoiando esta afirmativa foram registradas numerosas visitas alternadas de *Hylocharis sapphirina*, *Chrysolampis mosquitus* e *Amazilia* em flores de *R. asperula*, *Opuntia* sp., *Cnidoscolus* sp., *Nicotiana* sp. e *Melochia tomentosa*. Por outro lado, *Eupetomena macroura*, enquanto defendia seu território, foi observado forrageando apenas em flores de *R. asperula*. É desconhecido o destino de *E. macroura* durante o período em que não existem flores de *R. asperula* na comunidade, uma vez que este pássaro não foi observado, na comunidade estudada, fora do período de floração de *R. asperula*. Provavelmente esse beija-flor procura outras fontes de alimento, podendo também realizar pequenas migrações, à semelhança do sugerido para *C. mosquitus*.

Outros visitantes

As visitas das borboletas (*Phoebis* spp.) e das abelhas (*Xylocopa* aff. *viridis*) em flores de *R. asperula* foram consideradas prejudiciais, já que esses insetos retiram o néctar sem contactar os órgãos sexuais da flor. *Trigona spinipes* coleta pólen igualmente sem contactar o estigma da flor, comportamento descrito para essa abelha em flores de *Passiflora edulis* (SAZIMA & SAZIMA, 1989). O papel de borboletas como polinizadores efetivos em regiões tropicais foi questionado por MACHADO & SAZIMA (1987).

Ruellia aff. paniculata

As flores de *R. aff. paniculata* possuem atributos que poderiam enquadrá-las nas síndromes da psicofilia e da melitofilia, conforme definida por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979). As flores são tubulosas, ligeiramente zigomorfas, de coloração lilás, apresentando um limbo bem desenvolvido, que funciona como plataforma de pouso para as borboletas e abelhas, e o néctar, produzido em quantidades moderadas, é acumulado na base do tubo floral, não muito profundo. O diâmetro relativamente estreito do tubo da corola poderia indicar, porém, uma adequação maior à psicofilia.

Porém, apesar dessa adequação à psicofilia, com relação aos seus visitantes, *R. aff. paniculata* é uma espécie alotrópica, sendo procurada por uma gama variada de animais, incluindo diversas espécies de abelhas, borboletas e também beija-flores. Este fato é mediado através de algumas características de sua morfologia floral que propiciam esse tipo de "promiscuidade" com relação aos seus visitantes. Por exemplo, o comprimento relativamente pequeno do tubo floral permite a retirada do néctar por insetos de língua de tamanhos variados, assim como a largura do tubo floral, especialmente na entrada da flor, facilita a penetração de abelhas de pequeno porte, como é o caso de *Ancyloscelis cf. frieseana*, para a tomada de néctar. Da mesma forma, as borboletas têm livre acesso ao néctar, utilizando o limbo retroflexo da corola como plataforma de pouso, enquanto introduzem sua probóscide no tubo floral. A conformação tubulosa da flor igualmente favorece a sua exploração por beija-flores, especialmente aqueles que apresentam o bico com comprimento curto, como é o caso de *Hylocharis sapphirina*. Além disso, a exteriorização dos estames e do estigma além do tubo da corola e, conseqüentemente, a grande distância apresentada entre esses órgãos, responsáveis pela polinização, e a fonte de alimento são características geralmente associadas à síndrome da ornitofilia (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979), conforme já discutido em *R. asperula*.

A cor lilás das flores, atrativa para as abelhas (cf. FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979; SAZIMA & SAZIMA, 1990), não exclui as visitas nem de borboletas nem dos beija-flores. A predominância da cor vermelha nas flores ornitófilas já foi discutida em *R. asperula*, assim como a não exclusividade dessa relação, visita por pássaros/cor vermelha das flores.

Apesar dessa diversidade de visitantes florais, algumas espécies foram mais freqüentes e constantes nas suas visitas. *Apis mellifera* foi a abelha mais freqüentemente observada, embora, devido ao seu tamanho e comportamento de visita não possa ser considerado um polinizador efetivo, uma vez que apenas ocasionalmente contacta o estigma da flor. *A. mellifera* é uma abelha considerada como "oportunista", explorando qualquer fonte de alimento acessível e disponível na comunidade (SAZIMA, 1978b).

Entre os visitantes observados pode-se considerar como polinizadores potenciais as espécies de *Centris* (*C. hyptidis*, *Centris* sp.1 e *C. fuscata*), uma espécie não identificada de *Xylocopa* e os beija-flores *Amazilia versicolor* e *Hylocharis sapphirina*. As espécies de *Centris* (à exceção de *C. fuscata*) devido ao seu tamanho em relação à flor e posição do estigma, apenas ocasionalmente realizam a polinização, à semelhança de *A. mellifera*. *Xylocopa grisescens* apresenta comportamento típico de pilhagem de néctar, uma vez que fura a base da corola externamente para a retirada dessa substância. Conforme mencionado, o comportamento de pilhagem de néctar por espécies de *Xylocopa* é bastante comum (INOUYE, 1981).

As outras abelhas menores, como *Melitoma segmentaria*, *Thygater analis* e *Ancyloscelis* cf. *frieseana* também não participam na polinização, uma vez que, devido ao seu tamanho não contactam as anteras nem o estigma durante a coleta de néctar. A visita desses insetos "pilhadores" pode, por sua vez, diminuir a quantidade de néctar oferecida por flor, obrigando, de certa forma, os outros animais polinizadores a visitar mais flores para satisfazer suas necessidades energéticas, aumentando assim a possibilidade de ocorrerem polinizações

cruzadas, como já discutido anteriormente. Isto é particularmente interessante no caso de *R. aff. paniculata*, uma vez que esta é uma espécie auto-compatível, como pode ser verificado através dos resultados das polinizações controladas, onde cerca de 100% das autopolinizações manuais desenvolveram frutos. *Ruellia aff. paniculata*, diferentemente de *R. asperula*, não apresenta protoginia parcial.

Apesar da mencionada adequação à psicofilia em *R. aff. paniculata*, as borboletas visitantes são pilhadoras de néctar, não contactando os órgãos sexuais da flor durante suas visitas, à semelhança do observado em flores de *R. asperula* e do discutido por MACHADO & SAZIMA (1987) com relação à *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit*.

Os principais polinizadores de *R. aff. paniculata* foram duas espécies de beija-flores, *Amazilia versicolor* e *Hylocharis sapphirina*, particularmente este último, devido tanto a seu comportamento como à frequência de suas visitas.

Ruellia aff. paniculata possivelmente representa um estágio de transição entre síndromes distintos (melitofilia, psicofilia e ornitofilia), explorando classes diferentes de visitantes/polinizadores. Esta capacidade de utilizar tipos diferentes de polinizadores é vantajosa, especialmente em ambientes com condições desfavoráveis e sujeitos a mudanças climáticas extremas, como acontece na área de estudo. Além disso, o fato de *R. aff. paniculata* ser uma espécie autógama, de distribuição ampla, sendo observada também em beiras de estrada e em locais onde a perturbação antrópica é intensa, sugere um hábito colonizador dessa espécie. Neste caso, essa flexibilidade com relação a diferentes polinizadores é bastante favorável, devido a imprevisibilidade do novo ambiente a ser colonizado, à semelhança do observado em *Ipomoea quamoclit* (MACHADO & SAZIMA, 1987).

6.6 - Considerações sobre ecologia da polinização na caatinga

Apesar do número de espécies estudadas neste trabalho representar uma pequena amostra do total de plantas da comunidade em questão, algumas considerações gerais podem ser discutidas, abrangendo aspectos de fenologia, estratégias de floração, variedade e constância dos polinizadores, diversidade das "recompensas" florais e sistemas de reprodução.

Fenologia floral

Foi aqui verificado que existem períodos de floração, tanto na estação seca como na chuvosa, que variam um pouco em função das condições climáticas anuais (figs. 56 e 57). Grande parte das espécies amostradas (45%) apresentou floração no início e/ou durante a estação chuvosa. Durante os meses de agosto a dezembro, correspondendo a estação seca, a percentagem de espécies floridas diminuiu para 30%, sendo agosto o mês onde esse valor foi mais baixo (Figs. 56 e 57). Vinte por cento das espécies apresentam floração no final da estação seca e 5% florescem tanto no período seco como no chuvoso. Apesar desses resultados indicarem uma periodicidade e um ritmo endógeno, a indução do fenômeno da floração parece estar intimamente relacionada com a precipitação pluviométrica. ALVIM (1964) comenta que vários fatores podem influenciar nos processos fisiológicos e fenológicos das plantas, entre os quais a alternância de períodos secos e úmidos. Segundo ALVIM (1964), em áreas tropicais, o período de floração de determinada espécie, pode depender de mudanças na precipitação, embora o padrão de produção de flores permaneça basicamente o mesmo. OPLER *et al.* (1976) demonstraram que a pluviosidade pode ser importante ao regular o mecanismo temporal da floração de algumas plantas tropicais.

PLANTAS	PRECIPITAÇÃO (mm)														
	19,0	20,6	96,0	28,2	22,3	116,0	49,5	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6	122,0	
MESES	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.
<i>Angelonia bisaccata</i>														
<i>Angelonia hirta</i>	---													
<i>Angelonia hookeriana</i>														
<i>Angelonia pubescens</i>														
<i>Caesalpinia ferrea</i>															
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>															
<i>Capparis flexuosa</i>															
<i>Cassia excelsa</i>															
<i>Cordia globosa</i>															
<i>Cordia leucocephala</i>															
<i>Eupatorium ballotifolium</i>															
<i>Lonchocarpus aff. campestris</i>															
<i>Melochia tomentosa</i>															
<i>Pavonia martii</i>															
<i>Ruellia asperula</i>															
<i>Ruellia aff. paniculata</i>															
<i>Serjania comata</i>															
<i>Spondias tuberosa</i>															
<i>Waltheria rotundifolia</i>															
<i>Ziziphus joazeiro</i>															

— Floração intensa / --- Poucas flores / Floração não observada, mas provável.

FIGURA 56 : Fenologia das espécies estudadas do sítio Riacho (Alagoinha - PE) e dados de precipitação pluviométrica mensal, referente ao ano de 1987 e início de 1988.

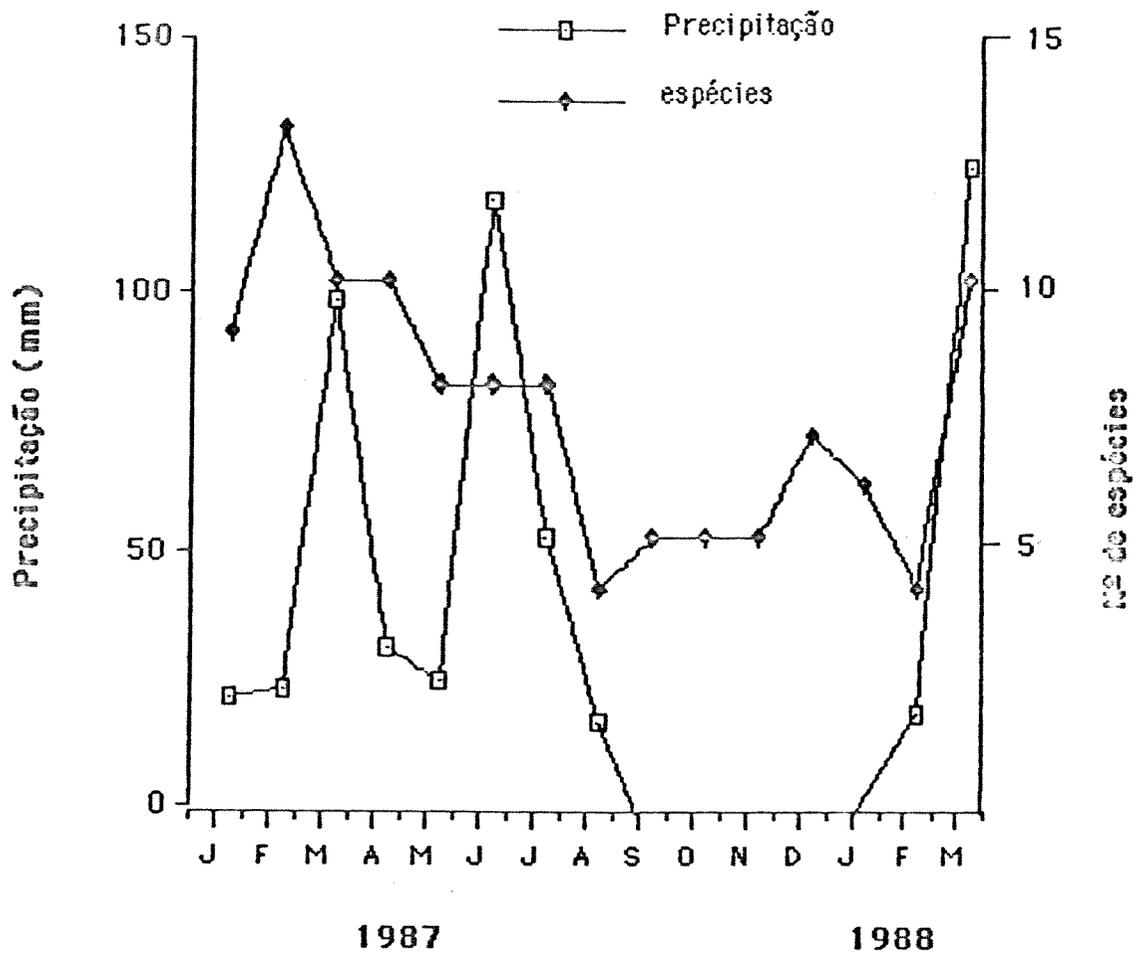


Figura 57 - Precipitação pluviométrica e número de espécies de plantas em floração, em Alagoinha - PE. (total de espécies = 20).

Em Alagoinha, por exemplo, no mês de fevereiro de 1987, 65% das espécies estudadas se encontravam em flor. Porém, no mesmo período do ano seguinte, somente 20% das espécies estavam floridas. Apenas em março os percentuais de espécies floridas voltaram a atingir valores de 50%, equivalentes à mesma época do ano anterior (fig. 57). Analisando-se o comportamento pluviométrico da região, no período correspondente, observa-se que em 1986 houve um período regular de seca e chuvas, com índice de precipitação anual alcançando valor de 672,2 mm. Por sua vez, o ano de 1987 caracterizou-se por apresentar nível de precipitação (365,4 mm) inferior à média anual para a região e a estação seca estendeu-se até janeiro/fevereiro de 1988, tendo como consequência o atraso na floração de quase todas as espécies consideradas.

É interessante ressaltar que 63% das plantas que florescem durante ou no final da estação seca e no início das primeiras chuvas, são espécies arbóreas. Isto pode indicar uma tendência das arbóreas para florescerem neste período do ano, enquanto as arbustivas e as herbáceas floresceriam preferencialmente no início e durante a estação chuvosa. De modo geral, esses resultados concordam com os dados obtidos por BARBOSA *et al.* (1989) para outras espécies arbóreas da mesma região. Algumas exceções existem, como é o caso de *Ruellia asperula* e de *Serjania comata*, espécies arbustiva e trepadeira, cujos períodos de floração se estendem pela estação seca, respectivamente de setembro a janeiro e de outubro a dezembro. JANZEN (1967) explica a floração simultânea de muitas espécies na estação seca, em função da disponibilidade de polinizadores. Segundo JANZEN (1967), a ausência de folhas, nesta estação, pode aumentar a visibilidade e a atração que as flores exercem em abelhas e pássaros.

As espécies de *Angelonia* e de *Ruellia*, bem como *Melochia tomentosa* e *Pavonia martii* apresentam estratégia de floração que pode ser classificada como "estado constante" de GENTRY (1974). Um aspecto interessante é o fato dessas espécies, principalmente *M. tomentosa*, *R. asperula* e *R. aff. paniculata*, formarem densos agrupamentos com numerosos

indivíduos da mesma espécie, ocupando área relativamente pequena. Essa estratégia favorece o comportamento territorial e oportunístico de algumas abelhas e pássaros, o que pode ser vantajoso neste tipo de comunidade, onde a diversidade de plantas e de polinizadores é baixa. Por sua vez, *Cassia excelsa*, *Lonchocarpus* aff. *campestris*, *Caesalpinia ferrea*, *C. pyramidalis*, *Cordia leucocephala* e *C. globosa* exibem padrões que se aproximam mais do tipo "cornucópia" ou de floração em massa, embora a duração do período de floração seja mais extensa e a quantidade de flores produzidas por indivíduo menor que o preconizado por GENTRY (1974) para espécies de Bignoniaceae. De maneira geral, as espécies da comunidade aqui estudada apresentaram estratégia de floração com características mistas de "estado constante" e de "cornucópia". De modo semelhante, FRANKIE et al. (1983) comentam que a maioria das árvores e lianas melitófilas de uma mata seca decídua na Costa Rica, que florescem na estação seca, apresentam estratégia de floração em massa. Por sua vez, as espécies melitófilas que florescem na estação chuvosa apresentam poucas flores por dia, durante período longo.

Em comunidades tropicais, muitas espécies utilizam o mesmo grupo de vetores de pólen, sendo geralmente considerado que o escalonamento da floração, em épocas diferentes, é uma maneira de evitar a competição por polinizadores (HEITHAUS, 1974; FRANKIE, 1975). Os efeitos da competição pelos polinizadores dependem do comportamento de forrageamento desses animais e de abundância relativa e dispersão das plantas (BAWA, 1983). Porém, a confirmação dessa hipótese de competição requer a demonstração de que a segregação temporal no período de floração entre espécies que competem entre si não é ao acaso, e que a sobreposição nos períodos de floração resultaria em diminuição na produção de sementes (BAWA, 1983). Por outro lado, existem alguns casos onde pode haver seleção pela convergência no período de floração de espécies simpátricas, que utilizam o mesmo grupo de polinizadores e que apresentam características de cor, forma, odor, etc. semelhantes (BAWA, 1983). Na comunidade aqui estudada, isto poderia estar ocorrendo, por exemplo, entre *Angelonia hirta* e *Ruellia* aff. *paniculata*, nas quais existe uma sobreposição no período de

floração, e a proximidade de seus indivíduos com flores de cor semelhante poderia funcionar como um mecanismo atrativo a longa distância. Essas duas espécies partilham de alguns polinizadores comuns (*Centris* sp.1, *C. fuscata*), embora o recurso floral procurado por essas abelhas seja diferente nas duas plantas (néctar em *Ruellia* e óleo em *Angelonia*). A sobreposição no período de floração das quatro espécies de *Angelonia* pode também estar relacionada com a disponibilidade das espécies de *Centris* neste período. BROWN & KODRIC-BROWN (1979) dão exemplos desse tipo de convergência em plantas ornitófilas, porém, discutem as desvantagens de como o fluxo de pólen interespecífico ou a competição podem ser maiores que as vantagens em um aumento no poder atrativo do conjunto de plantas envolvidas.

De modo geral, foi aqui observada sincronia de floração nos representantes de todas as espécies estudadas. Além dessa sincronia, o período de floração se estendeu por um tempo mínimo de dois meses, propiciando maiores oportunidades de cruzamentos, inclusive entre as espécies auto-compatíveis. De acordo com BAWA (1983), em populações que se reproduzem por fecundação cruzada, um indivíduo deve ser selecionado para florescer em sincronia com os outros da mesma espécie que ocorrem na mesma comunidade. Esse nível de sincronia na floração aumenta com o decréscimo na extensão do período de floração desses indivíduos. Plantas que florescem por períodos extensos têm maior probabilidade de cruzamento do que as com períodos curtos de floração.

Sistema reprodutivo

Apesar da comunidade estudada estar sujeita a condições ambientais que podem ser desfavoráveis em determinados períodos, 60% das plantas examinadas são auto-incompatíveis (tabela 22), dependendo de vetores de pólen para a sua fecundação. Dentre as espécies auto-compatíveis, *Angelonia*

	Angel. bisac.	Angel. hirta	Angel. hook.	Angel. pubes.	Cordia globo.	Cordia leuco.	Melochia toment.	Pavonia martii	Ruellia asper.	Ruellia aff. paniculata *
Forma de vida ¹	Ab	H	Ab	H	Ab	Ab	Ab	Ab/h	Ab	H
Simetria da flor ²	Z	Z	Z	Z	R	R	R	R	Z	Z
Tamanho da flor (mm)	20x13	27x24	17x13	16x13	7	34x29	6x13	40x40	36x21	14x20
Cor da flor ³	L/V	L/V	L/V	L/V	B	B	R	A	VE	L
Recompensa floral ⁴	O	O	O	O/P	N	N/P	N	N	N	N/P
Tipo de nectário ⁵	-	-	-	-	D	D	T	T	D	D
Concentr. de néctar	-	-	-	-	?	?	25-30%	?	25-33%	23-26%
Odor ⁶	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+
Mecanismos sistema reprodutivo ⁷	PR AI	PR AI	PR AI	PR AC	HE AI	HE AI	HE AI	PR AC	PG AC	HOMO AC
Posição estigma em relação anteras	acima	acima	acima	acima	acima/abaixo	acima/abaixo	acima/abaixo	acima/abaixo	acima	acima
Tipo de flores (síndrome) ⁸	MELI	MELI	MELI	MELI	MELI	MELI	MELI	MELI	ORNI	PSICO/ORNI
Classes de visitantes	1	1	1	1	2	1	4	1	2	3
Polinização ⁹	NOTO	NOTO	NOTO	NOTO	PERI	PERI	ESTER	PERI	NOTO	NOTO
Duração da antese	8 dias	7 dias	8 dias	5 dias	6-7 horas	8 horas	10 horas	7-8 horas	1 1/2 dias	7-8 horas
Duração da floração (meses)	5-6	8-9	5-6	4-5	4	3	12	4-5	6-7	4-5

Tabela 22 - Síntese dos atributos florais das espécies estudadas no Sítio Riacho (Alagoinha-PE). (1- Ab= Arbusto; H=erva; 2- Z= Zigomorfa; R= radial; 3-L=lilás; V=violeta; B= branca; R=rosa; A=amarelo; VE=vermelho; 4- O= óleo; P=pólen; N= néctar; 5- (-)= ausência de nectário; D=disco; T=tricomático; 6- (-)= não emissão de odor; (+) leve emissão de odor; (++)= emissão de odor; 7-PR= protândria; HE= heterostilia; PG= protoginia; HOMO=homogâmica; AI=Auto-incompatível; AC=auto-compatível; 8- MELI= melitofila; PSICO= psicofila; ORNI= ornitofila; 9- NOTO= nototribica; ESTER= esternotribica; PERI= peritribica; *plantas com hábito colonizador).

pubescens e *Ruellia* aff. *paniculata* apresentam hábito colonizador, já tendo sido discutida a vantagem da existência de sistema de reprodução autógamo em plantas com este tipo de comportamento.

Diversos autores discutem que a ocorrência de polinização sob condições desfavoráveis pode levar a predominância de autogamia (HAGERUP, 1951; STEBBINS, 1957; GRANT & GRANT, 1965). Uma das vantagens da auto-compatibilidade é o aumento da probabilidade de ocorrerem polinizações bem sucedidas, mesmo diante da ausência ou escassez de polinizadores (HAGERUP, 1951). Além disso, pressões seletivas para produção de grande quantidade de sementes podem também ser responsáveis pela evolução de auto-compatibilidade (BAWA, 1974).

A predominância do sistema de reprodução alogâmico, nas plantas auto-incompatíveis estudadas, é mediada pela presença de heterostilia em 50% das espécies e de protandria nas 50% restantes. Além disso, as estratégias de floração basicamente do tipo "estado constante", favorecem o comportamento de forrageamento do polinizador do tipo "trap-line", que, por sua vez, promove fecundação cruzada. Em Alagoinha, foi observado rebrote de várias espécies auto-incompatíveis, como por exemplo *Angelonia hirta* e *Cordia leucocephala*, sugerindo que esta também pode ser uma estratégia de reprodução nesta comunidade, sujeita a flutuações ambientais severas (v. HERRERA, 1987). Em vegetação de cerrado, por exemplo, as condições de seca pronunciada, os solos oligotróficos e a ocorrência de queimadas periódicas são fatores determinantes para se considerar a reprodução sexuada pouco eficiente ou mesmo inviável entre as plantas desta comunidade (FERRI, 1961 *apud* OLIVEIRA, 1986). Por sua vez, OLIVEIRA (1986) menciona que as interações bióticas talvez sejam mais importantes que as restrições ambientais na dinâmica de populações em espécies de cerrado, pelo menos no que se refere a espécies de *Kielmeyera*.

Visitantes florais

Abelhas predominam sobre as outras classes de animais (figs. 58 e 59). Foram registradas 22 espécies de abelhas, 13 de borboletas, 8 de vespas e 5 de beija-flores (cf. apêndices 1 e 2). Apesar de não ter sido observada diretamente, a polinização por morcegos é provável em duas espécies de *Capparis* (*C. flexuosa* e *C. yco*), assim como a provável ocorrência de esfingofilia em *Cereus* spp., em função de atributos florais. As abelhas participam como visitantes em 87% das plantas examinadas, sendo polinizadores efetivos em 77,4% das espécies. A predominância de abelhas como polinizadores de várias espécies de plantas em diferentes comunidades é bem conhecido (HEINRICH, 1975; FRANKIE, 1976; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979; GOTTSBERGER, 1986; GOTTSBERGER *et al.*, 1988).

Em Alagoinha, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* visitam, respectivamente, 38,5% e 46,2% das aqui estudadas. As outras espécies de abelhas participam de maneira menos diversificada, com relação a variedade de plantas forrageadas, na seguinte proporção: *Xylocopa* sp. (26,9%), *Centris* sp.1 (23,1%), *C. fuscata* e *Paratetrapedia ruberi* (15,4%), *Tetrapedia* cf. *rugulosa* e *Xylocopa grisescens* (11,5%) e *C. tarsata*, *C. trigonoides* e *C. hyptidis* (7,7%) (Fig. 60). Sobreposições ocorrem, onde a mesma espécie de abelha visita espécies vegetais diferentes, ou a mesma planta recebe visitas de distintas espécies de abelhas (Fig. 60). As outras onze espécies de abelhas foram observadas, cada uma, visitando apenas uma espécie de planta.

Verifica-se entre as abelhas, predominância de visitas exercida por *A. mellifera* e *T. spinipes*, espécies conhecidas pelo seu comportamento oportunístico e generalista, aproveitando qualquer fonte de néctar disponível na comunidade (PROCTOR & YEO, 1975; SAZIMA, 1978b; SAZIMA & SAZIMA, 1978, 1989a). O comportamento da abelha social *A. mellifera*, visitando as flores não apenas para consumo próprio, mas também para conseguir alimento para sua colméia, induz a realizar um

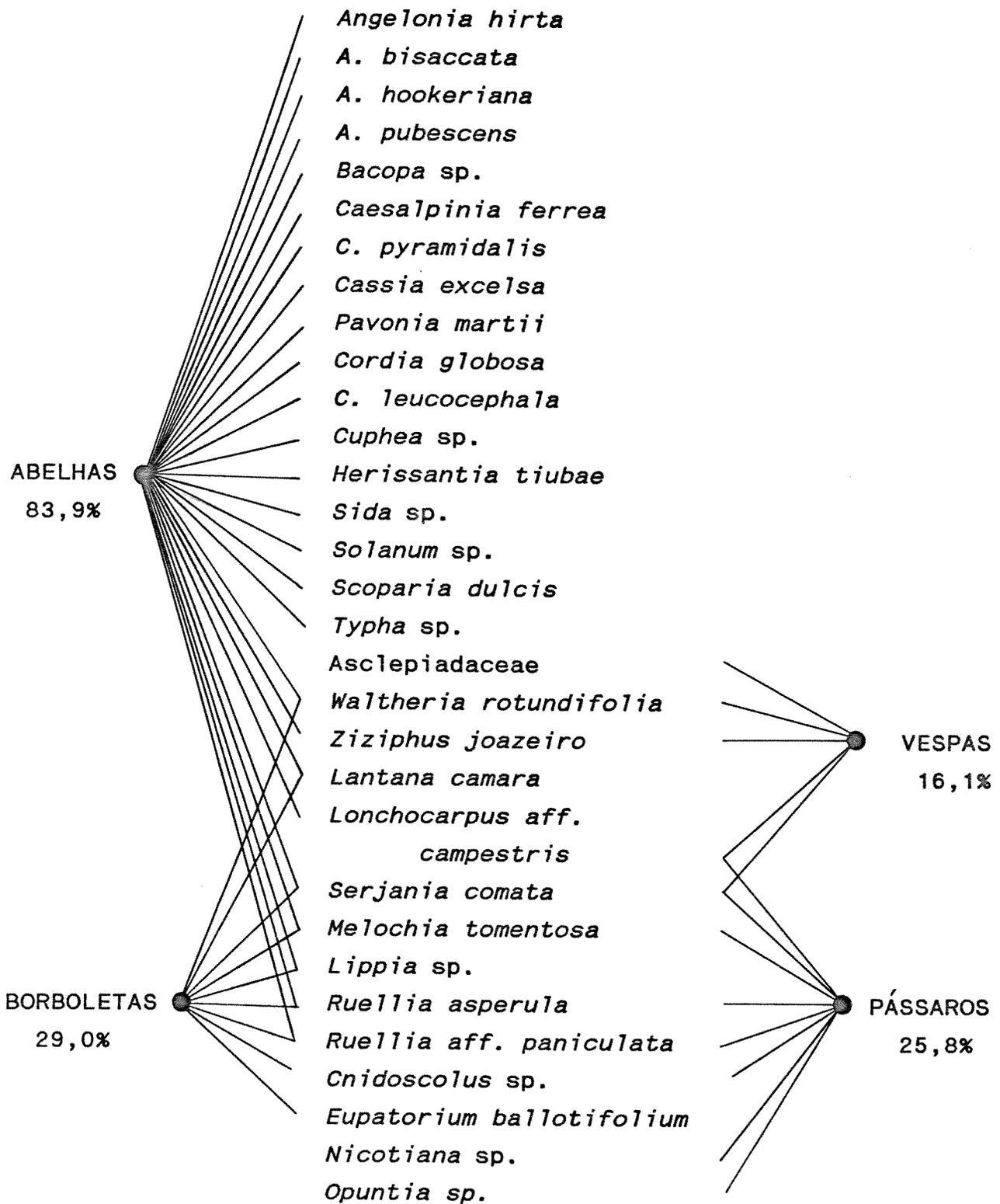


Figura 58 - Amplitude de ação das classes de visitantes nas plantas observadas, em Alagoinha - PE.

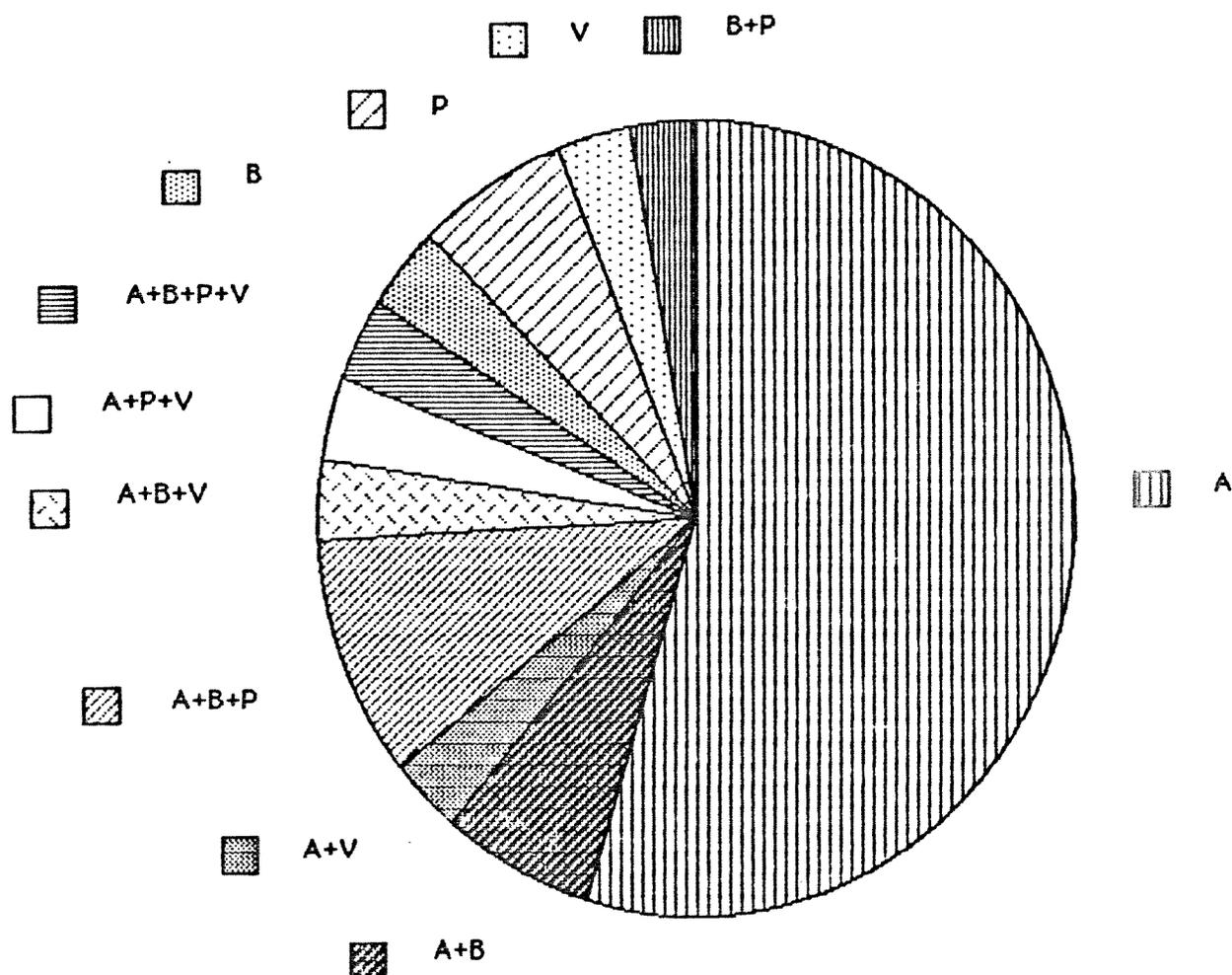


Figura 59 - Distribuição proporcional das classes exclusivas de visitantes e da combinação dessas classes, com relação às espécies de plantas visitadas em Alagoinha - PE. (total de plantas: $n = 31$; A= abelhas, B= borboletas, P= pássaros, V= vespas).

número considerável de visitas. Isto, por sua vez, pode beneficiar plantas auto-incompatíveis como *Melochia tomentosa* e *Cordia globosa*, uma vez que a probabilidade de formação de frutos provavelmente aumenta em função das visitas constantes e frequentes de *A. mellifera*. Por sua vez, *Trigona spinipes* é, na maioria das vezes, pilhador de pólen ou de néctar (v. SAZIMA & SAZIMA, 1989a). Essas abelhas "pilhadoras" podem, porém, participar do processo reprodutivo, na medida em que diminuem a quantidade do recurso alimentar oferecido por flor, forçando, conseqüentemente, os polinizadores efetivos a visitarem maior número de flores para satisfazer suas necessidades energéticas. Segundo HEINRICH & RAVEN (1972) e HEINRICH (1975), as plantas devem produzir recompensas suficientes para atrair os vetores de pólen, mas não o suficiente para saciá-los, de maneira que sejam evitados os movimentos entre as plantas e a polinização cruzada. Neste sentido os "pilhadores" podem estar participando positivamente no processo reprodutivo.

O escalonamento nos períodos de floração das espécies visitadas por *A. mellifera* e *T. spinipes* permite melhor distribuição dessas abelhas entre as plantas, diminuindo os efeitos negativos da competição, ao mesmo tempo que oferece suprimento alimentar a esses insetos durante todo o ano.

Ao lado da grande riqueza de espécies vegetais visitadas concomitantemente por *A. mellifera* e por *T. spinipes*, observa-se também certa especificidade em grande número de abelhas (Fig. 60). Porém é possível que, a medida que novas observações de campo, envolvendo outras plantas forem feitas, a sobreposição entre plantas e abelhas visitantes aumente. Contudo, algumas relações estreitas entre planta/polinizador foram registradas na comunidade, especialmente com respeito a *Cordia leucocephala*/Andrenidae, *Angelonia*/*Centris* e *A. pubescens*/*C. hyptidis*. A diversidade de recompensas florais (pólen, néctar, óleo) encontradas nas plantas da comunidade é responsável, em grande parte, pelas interações visitantes/polinizadores. Com relação especificamente ao recurso "óleo floral", este está disponível na comunidade apenas através das espécies de *Angelonia*. É possível que representantes de Malpighiaceae ocorram nas imediações, apesar

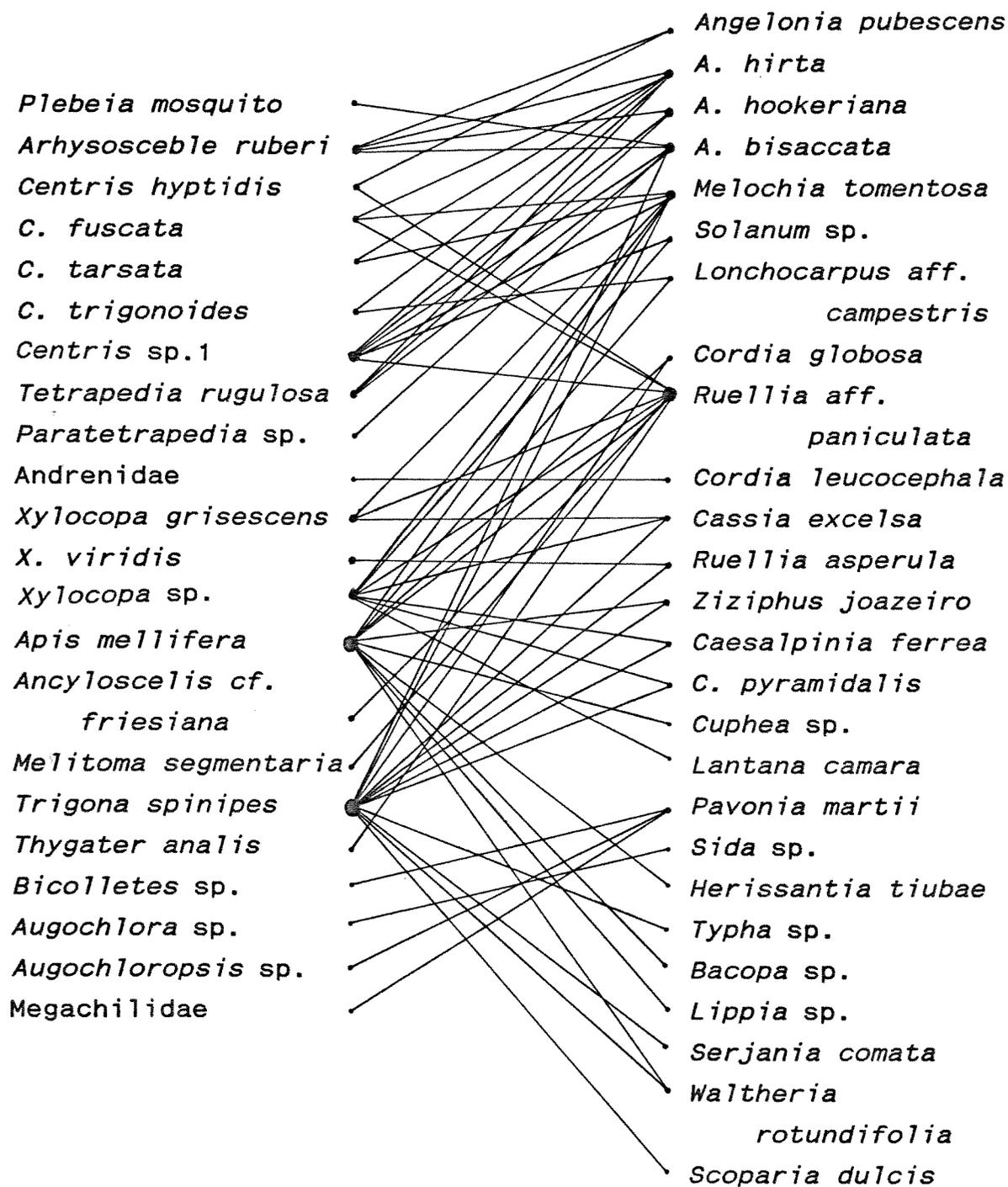


Figura 60 - Complexidade das interrelações entre abelhas e plantas, na comunidade do Sítio Riacho, Alagoinha - PE.

de não terem sido observados. Registrou-se a presença de vários indivíduos de *Stigmaphyllon* sp. distando cerca de 20-30 Km do sítio Riacho, recebendo visitas de *Tetrapedia* sp. Sabe-se que abelhas *Centris* conseguem voar distâncias de vários quilômetros (JANZEN, 1971).

De modo geral, as borboletas apresentam comportamento generalista, visitando diferentes flores durante todo o ano (fig. 61a), não sendo aqui considerados polinizadores importantes. Apenas as espécies de *Strymon* (Fam. Lycaenidae) foram observadas exclusivamente em flores de *Eupatorium ballotifolium*, indicando especificidade.

Os beija-flores também apresentam características típicas de espécies generalistas, uma vez que se utilizam de qualquer tipo de flor com néctar disponível e de fácil acesso (Fig. 61b). Fato semelhante foi observado por SAZIMA (1978b) em *Colibri serrirostris*, na Serra do Cipó, Minas Gerais. No sítio Riacho a única exceção foi *Eupetomena macroura*, observado forrageando exclusivamente em flores de *Ruellia asperula*, não sendo visto na comunidade em períodos quando esse recurso energético não estava disponível, demonstrando, possivelmente, menor flexibilidade desse pássaro em explorar fontes alimentares alternativas.

A relativa "promiscuidade" dos outros beija-flores, visitando flores de várias espécies de plantas, pode ser casual, devido a baixa diversidade de plantas tipicamente ornitófilas na comunidade, representadas somente por *Ruellia asperula* e *Opuntia* sp. Por sua vez, o comportamento generalista verificado na grande maioria dos beija-flores possibilita a presença dos pássaros, nessa comunidade, durante todo o ano (à exceção de *E. macroura*) uma vez que os recursos alimentares vão sendo gradativamente substituídos. Porém, é na estação seca que ocorre a maior diversidade e quantidade de beija-flores, correspondendo ao período de floração das duas espécies ornitófilas (*R. asperula* e *Opuntia* sp.).

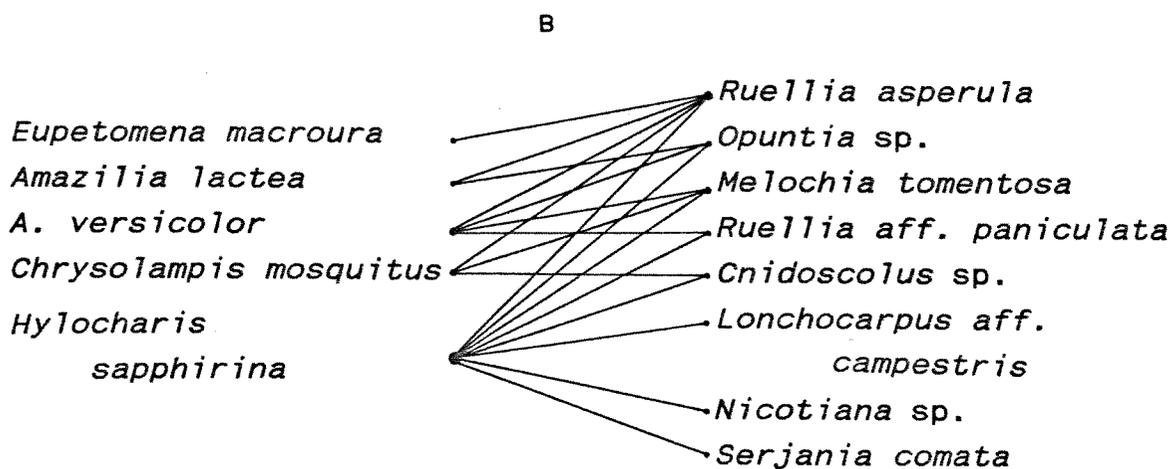
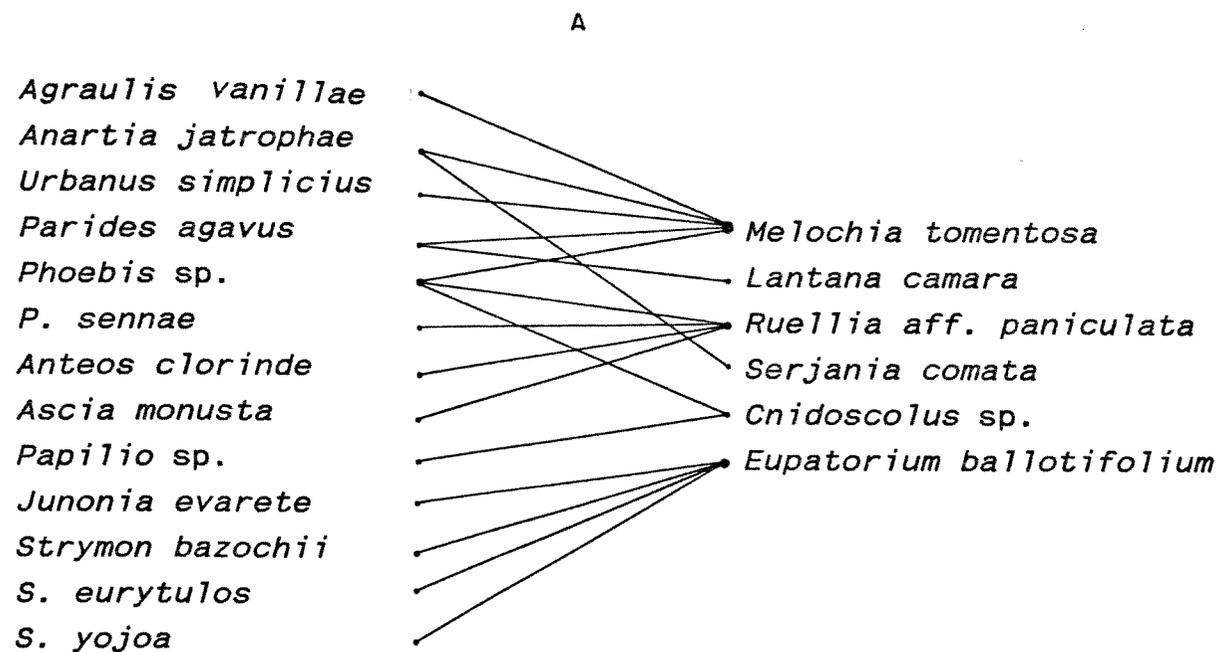


Figura 61 - A. Interrelações entre borboletas e plantas na comunidade do Sítio Riacho, Alagoinha - PE; B. Interrelações entre pássaros e plantas, na mesma comunidade.

Considerações finais

Em resumo, os dados obtidos demonstram que a maioria das espécies estudadas dependem dos animais, pelo menos em uma das fases da sua reprodução. As abelhas, particularmente *Apis mellifera* e espécies de *Centris* e *Xylocopa*, são polinizadores importantes e dominantes na comunidade, participando no processo reprodutivo de várias espécies auto-incompatíveis, as quais dependem desses animais para a sua fecundação. Em menor proporção, os beija-flores e as vespas também participam no fluxo polínico intraespecífico, contribuindo para maior variabilidade genética, particularmente das espécies auto-compatíveis. Dessa forma, os esforços dirigidos na conservação desse ecossistema devem considerar as necessidades do processo reprodutivo de suas espécies, a maneira como está ocorrendo a distribuição espacial de espécies alógamas e autógamas, além de fornecer condições para a sobrevivência dos polinizadores no seu ambiente natural.

7 - CONCLUSÕES

As espécies ocorrentes no sítio Riacho florescem escalonadamente ao longo do ano todo. Verifica-se, porém, uma tendência dos representantes arbóreos em florescerem na estação seca. A precipitação pluviométrica pode ser fator importante como estímulo para início da floração em várias espécies.

A floração das espécies abrange tanto a estação seca como a chuvosa, havendo, conseqüentemente, alimento disponível para os polinizadores, na comunidade, durante praticamente todo o ano.

Há variação no que diz respeito ao sistema reprodutivo das plantas, sendo registrada, entre as espécies analisadas, uma proporção de 60% de espécies auto-incompatíveis. As espécies com características de plantas invasoras são auto-compatíveis.

Heterostilia e protandria são alguns dos mecanismos que previnem a auto-polinização nas espécies da comunidade.

Em períodos desfavoráveis, alguns mecanismos podem ser ativados promovendo a auto-fecundação, como por exemplo, cleistogamia e movimentos dos ramos estigmáticos em *Pavonia martii*.

Os recursos florais disponíveis na comunidade, para os polinizadores, incluem néctar, pólen e óleo.

A comunidade em questão é basicamente melitófila, sendo as abelhas responsáveis pela polinização de 77,4% das espécies estudadas.

Apis mellifera e *Trigona spinipes*, abelhas que apresentaram comportamento oportunista e generalista, são atualmente as espécies mais frequentes e as que visitam maior diversidade de plantas. Espécies de *Xylocopa* e *Centris* também são importantes vetores de pólen na comunidade.

Algumas interações específicas entre planta/polinizador foram observadas na comunidade, como por exemplo, *Cordia leucocephala*/Andrenidae e *Angelonia* spp/*Centris* spp.

Angelonia pubescens e *Centris hyptidis* podem ser considerados um exemplo de co-evolução ou evolução recíproca entre a planta e o polinizador.

As visitas das borboletas, nas plantas observadas dessa comunidade, raramente resultam em transporte de pólen.

Nessa comunidade vegetal, a síndrome de ornitofilia é observável apenas em duas espécies: *Ruellia asperula* e *Opuntia* sp.

Os beija-flores nessa comunidade, à exceção de *Eupetomena macroura*, apresentam comportamento generalista, em função, talvez, da pouca diversidade de flores tipicamente ornitófilas.

A maioria das plantas dessa comunidade depende dos animais para sua reprodução.

8 - RESUMO

A biologia floral de algumas espécies ocorrentes em vegetação de caatinga foi estudada, com ênfase nas interações das plantas com a fauna local nos processos de polinização. Também foram estudados aspectos de fenologia floral e sistema reprodutivo. As observações e os trabalhos de campo foram realizados em Alagoinha (8°27' S e 36°46' W), zona agreste de Pernambuco, esporadicamente durante os anos de 1984, 1985, 1986 e intensivamente durante o ano de 1987, estendendo-se até março de 1988. A região apresenta clima quente, semi-árido, com temperaturas médias anuais compensadas de 23,5°C e valor médio anual de precipitação pluviométrica entre 600 a 700 mm. A vegetação local é caracterizada pela predominância de representantes arbustivos.

De modo geral, o período de floração da maioria (65%) das espécies ocorre durante a estação chuvosa ou no final da estação seca, e o restante (30%) durante a estação seca. 5% das espécies floresce tanto na estação seca como na chuvosa. Notou-se uma tendência das espécies arbóreas em florescerem durante a época seca.

Com relação ao espectro de visitantes florais, verificou-se que as abelhas participaram como polinizadores em 77,4% das espécies estudadas. Como representantes melitófilos estão incluídas as espécies de *Angelonía* (*A. hirta*, *A. pubescens*, *A. bisaccata* e *A. hookeriana*), *Cordia* (*C. globosa* e *C. leucocephala*), *Melochia tomentosa*, *Pavonia martii*, *Cassia excelsa*, *Caesalpinia pyramidalis*, *C. ferrea* e *Lonchocarpus aff. campestris*. Entre as abelhas, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* foram as espécies mais frequentes e que visitaram maior diversidade de espécies vegetais. Essas abelhas apresentaram comportamento tipicamente "oportunista" ou "generalista", aproveitando qualquer fonte de alimento disponível e acessível dessas plantas.

Algumas especializações foram registradas, particularmente nas interrelações de espécies de *Angelonia* (Scrophulariaceae) e de *Centris* (Anthophoridae). Tais especializações estão associadas à coleta de óleo floral produzido nos elaióforos das flores de *Angelonia*. Detalhes da morfologia e disposição das glândulas de óleo e das adaptações encontradas nas flores e nas abelhas são apresentados.

Polinização por vespas foi registrada em 16,1 % das espécies, destacando-se *Waltheria rotundifolia* e uma espécie de Asclepiadaceae. Visitas de borboletas foram observadas em 29% do total de plantas, entre as quais destacaram-se as espécies *Ruellia* aff. *paniculata*, *Melochia tomentosa*, *Eupatorium ballotifolium* e *Cnidioscolus* sp. As visitas dessas borboletas raramente resultaram em transporte de pólen. Do total de espécies observadas, 25,8% foram visitadas por beija-flores, embora a síndrome de ornitofilia tenha sido registrada apenas em duas espécies: *Ruellia asperula* (Acanthaceae) e *Opuntia* sp. (Cactaceae). Levando em conta as características das diversas síndromes florais, *Ruellia* aff. *paniculata* poderia ser considerada como um estágio intermediário entre psicofilia e ornitofilia, embora o resultado das visitas das borboletas (pilhagem) e dos beija-flores (polinização) indiquem que esta seja uma espécie predominantemente ornitófila.

De modo geral, os beija-flores, nessa comunidade, são "oportunistas" e "generalistas", aproveitando fontes variadas de néctar, que estejam disponíveis e acessíveis na vegetação. *Eupetomena macroura* foi o único beija-flor especialista na comunidade, sendo observado apenas durante a estação seca, forrageando exclusivamente flores de *Ruellia asperula*. Esse pássaro apresentou comportamento territorial.

Apesar de não ter sido observada diretamente, quiropterofilia é provável em duas espécies de *Capparis* (*C. flexuosa* e *C. yco*), assim como esfingofilia em espécies de *Cereus*.

Com relação ao sistema reprodutivo, verificou-se que 60% das plantas estudadas são auto-incompatíveis, dependendo de

um vetor de pólen para a sua fecundação. Duas das espécies auto-compatíveis, *Angelonia pubescens* e *Ruellia* aff. *paniculata*, apresentaram hábito colonizador. Adaptações favorecendo autogamia foram observadas em *Pavonia martii*, através de movimentos dos ramos estigmáticos em direção às anteras, assim como pela presença de flores cleistógamas em períodos desfavoráveis. Entre as espécies auto-incompatíveis verificou-se que 50% apresentaram heterostilia e 50% apresentaram protandria.

9 - ABSTRACT

The floral biology of some "caatinga" vegetation species was studied with emphasis on the interactions between the plants and the local fauna in relation to the pollination process. Aspects of floral phenology and reproductive system were also observed. The field research was conducted in Alagoinha (8°27' S and 36°46' W), in the "agreste" zone of Pernambuco, Northeast of Brazil, at irregular intervals from 1984 to 1986 and intensively during 1987 and the first three months of 1988. The area has a hot, semi-arid climate, with annual average temperature of 23,5°C and annual rainfall between 600-700 mm, and in its vegetation predominate the shrub representatives.

Most of the species (65%) flowered during the rainy or at the end of the dry season, while the other 30 % flowered along the dry period. Five percent of the species flowered as well in the dry as in the rainy season. It was noticed that the trees tend to flower in the dry season.

In relation to the spectrum of the flower-visiting animals it was observed that the bees pollinate 77,4% of the studied species. Species of *Angelonia* (*A. hirta*, *A. pubescens*, *A. bisaccata* and *A. hookeriana*), *Cordia* (*C. globosa* and *C. leucocephala*), *Melochia tomentosa*, *Pavonia martii*, *Cassia excelsa*, *Caesalpinia pyramidalis*, *C. ferrea* and *Lonchocarpus aff. campestris* are regarded as melittophilous. *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* were the most frequent bee species and the ones which visited more plants. They showed a typical "opportunistic" behavior, since they used any available and accessible nutritional source from the plants.

Some specializations were registered, particularly concerning the species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) and *Centris* (Anthophoridae). These specializations are directly related to the collecting of the floral oil which is produced in the elaiophores of *Angelonia* flowers. Details of the

glandular morphology and disposition, as well as aspects of the adaptations between the flowers and the bees are discussed.

Wasps as pollinators were observed in 16,1% of the plants, especially *Waltheria rotundifolia* and a specie of Asclepiadaceae. Visits of butterflies were observed in 29% of the species, particularly *Ruellia aff. paniculata*, *Melochia tomentosa*, *Eupatorium ballotifolium* and *Cnidocolus* sp. The visits of those butterflies seldom resulted in pollen transport. Hummingbirds visited 25,8% of the plants, but the ornithophilic syndrome was observed in only two species: *Ruellia asperula* and *Opuntia* sp. Considering the characteristics of the several flower syndromes, *Ruellia aff. paniculata* could be considered as intermediate between psychophily and ornithophily. The results of the butterfly visits (nectar robbing) and of the hummingbird visits (pollination) indicate that *R. aff. paniculata* is predominantly an ornithophilous species.

The hummingbirds in this community were "generalistic" and "opportunistic", that is, they used all the available sources of nectar from the plants. *Eupetomena macroura* was the only specialist hummingbird in the community. It was observed during the dry season, foraging exclusively on flowers of *Ruellia asperula*. This bird presented territorial behavior.

Although not directly observed, chiropterophily is inferred for two species of *Capparis* (*C. flexuosa* and *C. yco*), and sphingophily probably occurs in some species of *Cereus*.

Concerning the reproductive system, 6 of the 10 species are self-incompatible and depend on a pollen vector for their fecundation. Two of the self-compatible species, *Angelonia pubescens* and *Ruellia aff. paniculata*, showed colonizing behavior. Adaptations which favor autogamy were observed for *Pavonia martii*, and consist of movements of stigmatic branches toward the anthers and of the presence of cleistogamous flowers, which appear in unfavorable periods. Half of the self-incompatible species presented heterostily and the other half presented protandry.

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIN, P.T. 1949. Observações ecológicas sobre a flora da região semi-árida do Nordeste. Ceres 8 (44): 105-111.

ALVIN, P.T. 1964. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: Anais 15º Congresso Nacional de Botânica, Porto Alegre.

ANDRADE-LIMA, D. 1954. Contribution to the study of the flora of Pernambuco, Brazil. Universidade Rural de Pernambuco. Monografia I. Ministério da Agricultura.

ANDRADE-LIMA, D. 1955. Contribuição ao estudo da flora de Pernambuco. Ciência e Cultura 7 (3): 149-150.

ANDRADE-LIMA, D. 1960. Estudos fitogeográficos do Estado de Pernambuco. Arg. Inst. Pesq. Agron. 50 : 305-341.

ANDRADE-LIMA, D. 1966. Vegetação. In: Atlas Nacional do Brasil, II-11, Cons. Nac. Geogr., Rio de Janeiro.

ANDRADE-LIMA, D. 1970. Recursos Vegetais de Pernambuco. Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco-CONDEPE. Série I(1) Agricultura.

ANDRADE-LIMA, D. 1972. Um pouco de ecologia para o Nordeste. 1ª edição, UFPE, CECINE, Recife.

ANDRADE-LIMA, D. 1977. Exame da situação atual dos componentes dos ecossistemas do Nordeste brasileiro e atividade humana. In: Encontro Regional sobre conservação da fauna e recursos faunísticos, p: 169-174. IBDF, Recife.

ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. Rev. Bras. Bot. 4 : 142-153.

- ANDRADE-LIMA, D. 1989. Plantas das Caatingas. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro. 243 pp.
- ARMBRUSTER, W.S. 1984. The role of resin in Angiosperm pollination: ecological and chemical considerations. Am. J. Bot. 71 : 1149-1160.
- AZEVEDO, A. 1972. Brasil- a terra e o homem. Co. Edit. Nac., São Paulo, Vol. 1, p. 397-462.
- BAKER, H.G. 1955. Self-compatibility and establishment after "long-distance" dispersal. Evolution 9 : 347-348.
- BAKER, H.G. 1973. Evolutionary relationships between flowering plants and animals in american and african forests. In: Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review. Edited by B.J. Meggers, E. S. Ayensu, W.D. Duckworth. Smithsonian Institution Press. Washington. pp: 145-159.
- BAKER, H.G. 1974. The evolution of weeds. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5 : 1-24.
- BAKER, H.G. 1975. Sugar concentrations in nectars from humming-bird flowers. Biotropica 7 : 37-41.
- BAKER, H.G. 1979. Anthecology: old testament, new testament, Apocrypha. N. J. J. Bot. 17: 431-440.
- BARBOSA, D.C.A. 1980. Estudos ecofisiológicos com *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan - Aspectos da germinação e crescimento. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 140 pp.
- BARBOSA, D.C.A.; HAMBURGO-ALVES, J.L.; PRAZERES, S.M. & PAIVA, A.M.A. 1989. Dados fenológicos de dez espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha-PE). In: Resumos XL Congresso Nacional de Botânica, Cuiabá, p: 195.

- BARRET, S.C.H. & SHORE, J.S. 1985. Dimorphic incompatibility in *Turnera hermannioides* Camb. (Turneraceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 72 : 259-263.
- BARRINGER, K. 1983. *Monopera*, a new genus of Scrophulariaceae from South America. Brittonia 35 (2): 111-114.
- BARRINGER, K. 1985. Revision of the genus *Basistemon* (Scrophulariaceae). Systematic Botany 10 (2): 125-133.
- BAWA, K.S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. Evolution 28 : 85-92.
- BAWA, K.S. 1983. Patterns of flowering in tropical plants. In: C.E. Jones & R.J. Little (eds.), Handbook of experimental pollination ecology. Van Nostrand Reinhold, New York. 558 pp.
- BAWA, K.S.; PERRY, D.R. & BEACH, J.H. 1985b. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. Am. J. Bot. 72 (3): 331-345.
- BAWA, K.S.; BULLOCK, S.H.; PERRY, D.R.; COVILLE, R.E. & GRAYUM, M.H. 1985b. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. Am. J. Bot. 72 (3): 346-356.
- BRAGA, R. 1953. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. Centro de Divulgação Universitária. Publ. nº2, Sér.1. Estudos e Ensaios, Fortaleza, Ceará. 523 pp.
- BRIZICKY, G.K. 1966. The genera of Sterculiaceae in the Southeastern United States. J. Arnold Arboretum 47 : 60-74.
- BROWN, J.H. & KODRIC-BROWN, A. 1979. Convergence, competition, and mimicry in a temperate community of hummingbird-pollinated flowers. Ecology 60 (5): 1022-1035.

- BUCHMANN, S.L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms. In: C.E. Jones and R.J. Little (eds.), Handbook of Experimental Pollination Biology, pp. 73-113. Scientific and Academic Editions, Van Nostrand Reinhold, New York, 558 pp.
- BUCHMANN, S.L. 1985. Bees use vibration to aid pollen collection from non-poricidal flowers. Journal of the Kansas Entomological Society 58 (3): 517-525.
- BUCHMANN, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. Ann. Rev. Ecol. Syst. 18 : 343-369.
- BUCHMANN, S.L. & BUCHMANN, M.D. 1981. Anthecology of *Mouriri myrtilloides* (Melastomataceae: Memecyleae), an oil flower in Panama. Biotropica 13 (Suppl.) : 7-21.
- BUCHMANN, S.L. & HURLEY, J.P. 1978. A biophysical model for buzz pollination in Angiosperms. J. Theor. Biol. 72 : 639-657.
- BUCHMANN, S.L., JONES, C.E. & COLIN, L.J. 1977. Vibratile pollination of *Solanum douglassii* and *S. xanti* (Solanaceae) in Southern California. Wasmann J. Biol. 35 : 1-25.
- BUTTROSE, M.S.; GRANT, W.J.R. & LOTT, J.N.A. 1977. Reversible curvature of style branches of *Hibiscus trionum* L., a pollination mechanism. Aust. J. Bot. 25 : 567-570.
- CAMARGO, J.M.F.; GOTTSBERGER, G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1984. On the phenology and flower visiting behavior of *Oxaea flavescens* (Klug) (Oxaeinae, Andrenidae, Hymenoptera) in São Paulo, Brazil. Beitr. Biol. Pflanzen 59: 159-179.
- CANE, J.H., EICKWORT, G.C., WESLEY, F.R. & SPIELHOLZ, J. 1983. Foraging, grooming, and mating behaviors of *Macropis nuda* (Hymenoptera: Melittidae) and use of *Lysimachia ciliata* (Primulaceae) oils in larval provisions. Am. Midl. Nat. 110 : 257-264.
- COCUCCI, A.A. 1984. Polinizacion en *Nierembergia hippomanica* (Solanaceae). Kurtziana 17 : 31-47.

CRONQUIST, A. 1968. The evolution and classification of flowering plants. Riverside Studies in Biology. Allen Press.

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

DARWIN, C. 1877a. Des effets de la fécondation croisée et de la fécondation directe dans le règne végétal. Paris, C. Reinwald et cie., Libraires-éditeurs. 496 pp.

DARWIN, C. 1877b. The different forms of flowers on plants of the same species. London, John Murray.

DAWSON, G. 1968. Las tribus y generos de Escrofulariaceas representados en Autro-America y su distribucion geografica. Revista del Museo de la Plata 11 (nueva serie) Botanica (59): 101-132.

DESCOLE, H. 1954. Scrophulariaceae. in: Descole, H. Gen. et Sp. Plant. Argentin. V, 1. Buenos Aires.

DICE, L.R. & LERAAS, H.J. 1936. A graphic method for comparing several sets of measurements. Contributions from the Laboratory of Vertebrate genetics of the University of Michigan 3: 1-3.

DULBERGER, R. 1970. Floral dimorphism in *Anchusa hybrida* Ten. Israel J. Bot. 19 : 37-41.

DUQUE, J.G. 1973. O Nordeste e as lavouras xerófilas. Banco do Nordeste do Brasil, 2ª ed., Fortaleza-CE, 238 pp.

EGLER, W.A. 1951. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. Revista Brasileira de Geografia 13 (4): 577-590.

ERDTMAN, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy - Angiosperms. Uppsala, 539 pp.

- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, New York. 244 pp.
- FEINSINGER, P. 1983. Coevolution and pollination. In: Coevolution, edited by D.J. Futuyma and M. Slatkin. pp. 282-310. Sinauer Associates Inc. Publishers, Massachusetts. 555 pp.
- FERRI, M.G. 1953. Balanço de água de plantas da caatinga. Anais IV Congr. Nac. Soc. Bot. Brasil : 314-332.
- FERRI, M.G. 1955a. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letras Univ. São Paulo 195. 170 pp.
- FERRI, M.G. 1955b. Problemas de reflorestamento da caatinga e do cerrado. Ciência e Cultura 7 : 12-14.
- FRANKIE, G.W. 1975. Tropical forest phenology and pollinator plant coevolution. In: Coevolution of animals and plants. L.E. Gilbert & P.H. Raven (eds.). University of Texas Press, Austin.
- FRANKIE, G.W. 1976. Pollination of widely dispersed trees by animals in Central America, with an emphasis on bee pollination systems. In: Tropical trees. Variation, breeding and conservation. Edited by J. Burley and B.T. Styles. Linnean Society Symposium Series. Number 2. Academic Press. pp. 151-159.
- FRANKIE, G.W.; HABER, W.A.; OPLER, P.A. & BAWA, K.S. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: C.E. Jones & R.J. Little (eds.) Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand Reinhold, New York. 558 pp.
- FRYXELL, P.A. 1963. Cleistogamy in the Malvaceae. Madroño 17 : 83-87.
- FRYXELL, P.A. 1988. The genus *Pavonia* Cav. (Malvaceae: Malvaceae) in Australia. Nuytsia 6 (3): 305-308.

- GANDERS, F.R. 1979. The biology of heterostyly. New Zealand J. Bot. 17 : 607-635.
- GENTRY, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotropica 6 (1): 64-68.
- GERLACH, D. 1977. Botanische Mikrotechnik. Georg Thieme Verlag. Stuttgart. 310 pp.
- GIBBS, P.E. 1986. Do homomorphic and heteromorphic self-incompatibility systems have the same sporophytic mechanism? Pl. Syst. Evol. 154 : 285-323.
- GIBBS, P.E., SEMIR, J. & CRUZ, N.D. da. 1977. Floral biology of *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae). Ciência e Cultura 29 (12): 1436-1441.
- GIBBS, P.E. & TARODA, N. 1983. Heterostyly in the *Cordia alliodora* - *C. trichotoma* complex in Brazil. Revta. Brasil. Bot. 6 : 1-10.
- GILL, F.B. 1988. Effects of nectar removal on nectar accumulation in flowers of *Heliconia imbricata* (Heliconiaceae). Biotropica 20 (2): 169-171.
- GOTTSBERGER, G. 1967. Blütenbiologische beobachtungen an brasilianischen Malvaceen. Österr. Bot. Z. 114 (4/5): 349-378.
- GOTTSBERGER, G. 1970. Beiträge zur Biologie von Annonaceen-Blüten. Österr. Bot. Z. 118 : 237-279.
- GOTTSBERGER, G. 1972. Blütenbiologische beobachtungen an brasilianischen Malvaceen. II. Österr. Bot. Z. 120 : 439-509.
- GOTTSBERGER, G. 1974. The structure and function of the primitive angiosperm flower - a discussion. Acta Bot. Neerl. 23 (4): 461-471.

GOTTSBERGER, G. 1977. Some aspects of beetle pollination in the evolution of flowering plants. Plant Syst. Evol., Suppl. 1 : 211-226.

GOTTSBERGER, G. 1986. Some pollination strategies in Neotropical Savannas and forests. Pl. Syst. Evol. 152 : 29-45.

GOTTSBERGER, G. 1989. Floral ecology. Report on the years 1985 (1984) to 1988. Progress in Botany 50: 352-379.

GOTTSBERGER, G.; CAMARGO, J.M.F. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1988. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luis, Maranhão, Brazil. Bot. Jahrb. Syst. 109 (4): 469-500.

GOTTSBERGER, G., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & EHRENDORFER, F. 1980. Reproductive biology in the primitive relic Angiosperm *Drimys brasiliensis* (Winteraceae). Pl. Syst. Evol. 135 : 11-39.

GRANT, K.A. 1966. A hypothesis concerning the prevalence of red coloration in California hummingbird flowers. Am. Nat. 100 (911): 85-97.

GRANT, K.A. & GRANT, V. 1968. Hummingbirds and their flowers. New York, Columbia University Press. 115 pp.

GRANT, V. 1949. Pollination systems as isolating mechanisms in angiosperms. Evolution 3 : 82-97.

GRANT, V. 1950. The flower constancy of bees. Botanical Review 16 : 379-398.

GRANT, V. & GRANT, K. 1965. Flower pollination in the Phlox family. Columbia University Press. New York. 180 pp.

GRANTSAU, R. 1988. Die Kolibris Brasiliens. Expressão e Cultura. Rio de Janeiro, Brasil. 2. Auflage. 233 pp.

HAGERUP, O. 1951. Pollination in the Faroes - in spite of rain and poverty in insects. Dan. Biol. Medd. 18 (15) : 1- 18.

- HAMBURGO-ALVES, J.L. & PRAZERES, S.M. 1980. Estudo da morfologia e fisiologia da germinação de plantas ocorrentes em região da caatinga II. *Triplaris pachu* Mart. (Poligonaceae). Brasil Florestal 44 : 85-94.
- HEINRICH, B. 1975. Bee flowers: a hypothesis on flower variety and blooming times. Evolution 29: 325-334.
- HEINRICH, B. & RAVEN, P.H. 1972. Energetics and pollination ecology. Science 176: 597-602.
- HEITHAUS, E.R. 1974. The role of plant-pollination interactions in determining community structure. Ann. Missouri Bot. Gard. 61 : 675-691.
- HEREDA, M.G.C. & DOMINGUES, A.J.P. 1962. Grandes Regiões, Meio-Norte e Nordeste. Cons. Nac. Geogr. IBGE, Rio de Janeiro, 562 pp.
- HERRERA, J. 1987. Flower and fruit biology in southern spanish Mediterranean shrublands. Ann. Missouri Bot. Gard. 74 : 69-78.
- HUEC, K. 1972. A região da caatinga do Nordeste brasileiro. In: As florestas da América do Sul. Ed. Universidade de Brasília e Ed. Polígono S.A. São Paulo. pp. 306-327.
- IBGE. 1977. Geografia do Brasil, Região Nordeste. Sergraf. IBGE, vol. 2. Rio de Janeiro.
- INOUE, D.W. 1981. The ecology of nectar robbing. In: B.L. Bentley and T.S. Elias (eds.), The biology of nectaries. Columbia University Press, New York.
- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P. & SILVEIRA, C.O.da. 1973. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Boletim Técnico 26 (série pedologia nº 14), Recife.

- JANZEN, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. Evolution 21 : 620-637.
- JANZEN, D.H. 1971. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. Science 171 : 203-205.
- JANZEN, D.H. 1975. Ecology of plants in the tropics. E. Arnold, London. 66 pp.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company. New York. First Edition. 523 pp.
- JOHNSTON, I.M. 1949. Studies in the Boraginaceae. XVII. *Cordia* section *Varronia* in Mexico and Central America. J. Arnold Arb. 30: 85-106.
- JUNG-MENDAÇOLLI, S.L. 1984. Contribuição ao estudo palinológico das Rubiaceae. São Paulo (Tese de Doutorado) Universidade de São Paulo, 191 pp.
- KNOLL, F. 1926. Die Erfolge der experimentellen Blütenökologie. Abh. Zool-Bot. Ges. (Wien) 12 (3): 567-615.
- KNUTH, P. 1898-1905. Handbuch der Blütenbiologie. I-III. Engelmann, Leipzig.
- KUHLMANN, E. 1974. O domínio da caatinga. Bol. Geogr. Rio de Janeiro 33 (241): 65-72.
- LEVIN, D.A. 1971. The origin of reproductive isolating mechanisms in flowering plants. Taxon 20 (1): 91-113.
- LEVIN, D.A. & ANDERSON, W.W. 1970. Competition for pollinators between simultaneously flowering species. Am. Nat. 104 (939): 455-467.
- LINDMANN, C.A.M. 1902. Die Blüteneinrichtungen einiger Südamericanischer Pflanzen. Bih. K. Svensk. Vet. -Akad. Handl. 14.

- LINHART, Y.B. 1973. Ecological and behavioral determinants of pollen dispersal in hummingbird-pollinated *Heliconia*. Am. Nat. **107** (956): 511-523.
- LINSLEY, E.G. 1958. The ecology of solitary bees. Hilgardia **27** (19): 543-599.
- LONG, R.W. 1964. Biosystematic investigations in south Florida populations of *Ruellia* (Acanthaceae). Am. J. Bot. **51** (8): 842-852.
- LUETZELBURG, P. von. 1922-1923. Estudo Botânico do Nordeste. IFOCS. 3 vols. Rio de Janeiro.
- LUETZELBURG, P. von. 1938. Dados básicos para o reflorestamento no Nordeste brasileiro. Boletim da Inspeção Federal de Obras contra as secas, **9** (1): 9-68.
- LOBREAU-CALLEN, D. 1983. Insectes pollinisateurs et pollen des fleurs à elaiophores. Adansonia **5** : 205-212.
- MACHADO, I.C.S. & SAZIMA, M. 1987. Estudo comparativo da biologia floral em duas espécies invasoras: *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit* (Convolvulaceae). Rev. Brasil. Biol. **47** (3): 425-436.
- MACHADO, I.C.S. & VOGEL, S. 1989. Die Ölblumen von *Angelonia* (Scrophulariac.): Bau und Bestäubung. In : 9. Symposium Morphologie, Anatomie und Systematic, Wien : 39.
- MANNING, J.C. & BROTHERS, D.J. 1986. Floral relations of four species of *Rediviva* in Natal (Hymenoptera: Apoidea: Mellitidae). J. ent. Soc. Sth. Afr. **49** (1): 107-114.
- MARTIN, F.W. 1967. Distyly, self-incompatibility, and evolution in *Melochia*. Evolution **21**: 493-499.
- MCDADE, L.A. & DAVIDAR, P. 1984. Determinants of fruit and seed set in *Pavonia dasypetala* (Malvaceae). Oecologia **64**: 61-67.

- MEEUSE, B.J.D. 1961. The story of pollination. New York. The Ronald Press Co., 243 pp.
- MONCADA, M. & HERRERA-OLIVER, P. 1988. La palinología del género *Cordia* (Angiospermae: Boraginaceae) en Cuba. Acta Botanica Cubana 58 : 1-10.
- MÜLLER, H. 1873. Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. Leipzig. 479 pp.
- NEFF, J.L. & SIMPSON, B.B. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in Systematics. Journal of the Kansas Entomological Society 54 (1): 95-123.
- NIMER, E. 1972. Climatologia da região Nordeste do Brasil - Introdução à climatologia dinâmica. Rev. Bras. Geogr. 34: 3-51.
- NIMER, E. 1977. Clima. In: Geografia do Brasil, Região Nordeste. Sergraf - IBGE, Rio de Janeiro, Vol. 2, pp. 47-84.
- NOWICKE, J.W. & RIDGWAY, J.E. 1973. Pollen studies in the genus *Cordia* (Boraginaceae). Amer. J. Bot. 60 (6): 584-591.
- OLIVEIRA, P.E.A.M. 1986. Biologia de reprodução de espécies de *Kielmeyera* (Guttiferae) de cerrados de Brasília, DF. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, 95 pp.
- OLIVEIRA, J.C.B. & LABORIAU, L.G. 1961. Transpiração de algumas plantas da caatinga aclimatadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. I- Comportamento de *Caesalpinia pyramidalis* Tull, de *Zizyphus joazeiro* Mart., de *Jatropha phyllacantha* Muell.Arg. e de *Spondias tuberosa* Arruda. An. Acad. Brasil. Ci. 33 (3/4): 351-373.
- OPLER, P.A.; BAKER, H.G. & FRANKIE, G.W. 1975. Reproductive biology of some Costa Rican *Cordia* species (Boraginaceae). Biotropica 7 (4): 234-247.

OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. Journal of Biogeography 3: 231-236.

ORMOND, W.T.; PINHEIRO, M.C.B. & DE CASTELLS, A.R.C. 1984. Contribuição ao estudo da reprodução e biologia floral de *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae). Rev. Brasil. Biol. 44 : 159-167.

ORNDUFF, R. 1971. The reproductive system of *Jepsonia heterandra*. Evolution 25 : 300-311.

ORNDUFF, R. 1974. Heterostyly in south african flowering plants: a conspectus. J. S. Afr. Bot. 40 (3): 169-187.

PERCIVAL, M. 1965. Floral biology. Pergamon Press. 243 pp.

PERCIVAL, M. 1974. Floral ecology of coastal scrub in southeast Jamaica. Biotropica 6 (2): 104-129.

PLEASANTS, J.M. 1983. Structure of plant and pollinator communities. In: C.E. Jones & R.J. Little (eds), Handbook of experimental pollination ecology. Van Nostrand Reinhold, New York. 558 pp.

PRAZERES, S.M. 1982. Morfologia e germinação de sementes e unidades de dispersão das caatingas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 80 pp.

PROCTOR, M. & YEO, P. 1975. The pollination of flowers. London, Collins. 417 pp.

PYKE, G.H. & WASER, N.M. 1981. The production of dilute nectars by hummingbird and honeyeater flowers. Biotropica 13 (4): 260-270.

- RADFORD, A.E., DICKINSON, W.C., MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. Vascular plant systematics. New York, Harper & Row Publishers. 891 pp.
- RAMAMOORTHY, T.P. 1988. A new species of *Ruellia* (Acanthaceae) from western Mexico. Annals of the Missouri Bot. Gard. 75 (4): 1664-1665.
- RAPOPORT, B. 1987. Ecologia da polinização e biologia da reprodução de *Cordia taguahyensis* Vell. (Boraginaceae). In: Resumos XXXVIII Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil. Universidade de São Paulo. p. 244.
- RAWITSCHER, F., HUECK, K., MORELLO, J. & PAFFEN, K.H. 1952. Algumas observações sobre a ecologia da vegetação das caatingas. An. Acad. Brasil. Ci. 24 (3) : 287-301.
- REAL, L. 1983. Pollination Biology. Academic Press, Inc. Florida. 338 pp.
- REIS, A.C.S. 1975. Clima da caatinga. Anais Acad. Ci. 48 : 325-335.
- RIZZINI, C.T. 1976. Contribuição ao conhecimento das floras nordestinas. Rodriguesia 28 (41) : 137-193.
- ROBERTS, R.B. & VALLESPER, S.R. 1978. Specialization of hairs bearing pollen and oil on the legs of bees (Apoidea: Hymenoptera). Annals of the Entomol. Society of America 71 : 619-627.
- ROMARIZ, D.A. 1972. A vegetação. In: Brasil - a terra e o homem. Azevedo, A. ed., Co. Edit. Nac., São Paulo, Vol. I. pp. 521-572.
- RUSCHI, A. 1982. Beija-flores do Estado do Espírito Santo. São Paulo, Editora Rios.

SAZIMA, M. 1977. Hummingbird pollination of *Barbacenia flava* (Velloziaceae) in the Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. Flora 166 : 239-247.

SAZIMA, M. 1978a. Polinização por moscas em *Bulbophyllum warmingianum* Cogn. (Orchidaceae), na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Rev. Bras. Bot. 1 : 133-138.

SAZIMA, M. 1978b. Biologia floral de espécies de Velloziaceae na Serra do Cipó, Minas Gerais. São Paulo (Tese de Doutorado) Universidade de São Paulo, 188 pp.

SAZIMA, M. 1981. Polinização de duas espécies de *Pavonia* (Malvaceae) por beija-flores, na Serra do Cipó, Minas Gerais. Rev. Bras. Biol. 41 (4): 733-737.

SAZIMA, M. & MACHADO, I.C.S. 1983. Biologia floral de *Mutisia coccinea* St. Hil. (Asteraceae). Rev. Bras. Bot. 6 (2): 103-108.

SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1975. Quiropterofilia em *Lafoensia pacari* St. Hil. (Lythraceae), na Serra do Cipó, Minas Gerais. Ci. Cult. 27 (4): 405-416.

SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1978. Bat pollination of the passion flower, *Passiflora mucronata*, in southeastern Brazil. Biotropica 10 (2): 100-109.

SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1980. Bat visits to *Marcgravia myriostigma* Tr. et Planch. (Marcgraviaceae) in southeastern Brazil. Flora 169 : 84-88.

SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1988. *Helicteres ovata* (Sterculiaceae) pollinated by bats in southeastern Brazil. Botanica Acta 101 : 269-271.

SAZIMA, I. & SAZIMA, M. 1989a. Mamangavas e Irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para polinização do maracujá (Passifloraceae). Revsta. bras. Ent. 33 (1): 109-118.

SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1989b. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. Botanica Acta 102 : 106-111.

SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1990. Hummingbird pollination in two species of *Vellozia* (Liliiflorae: Velloziaceae) in southeastern Brazil. Botanica Acta 103 (1): 83-86.

SAZIMA, M. & SANTOS, J.U.M. dos. 1982. Biologia floral e insetos visitantes de *Ludwigia sericea* (Onagraceae). Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi, N.S. Botânica 54 : 1-10.

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.

SCHMIDT, J.A. 1857. "Scrophularineae", in K.P. von MARTIUS, A.G. EICHLER & I. URBAN, Flora Brasiliensis, VIII, 1, 1857-1896. Munich.

SCHUMANN, K. 1886. "Malvaceae", "Sterculiaceae", in K.P. MARTIUS, A.G. EICHLER & I. URBAN, Flora Brasiliensis, XII, 3, 1886-1892. Munich.

SEIGLER, D., SIMPSON, B.B., MARTIN, C. & NEFF, J.L. 1978. Free 3-acetoxyfatty acids in floral glands of *Krameria* species. Phytochemistry 17 : 995-996.

SELL, Y. 1977. La cléistogamie chez *Ruellia lorentziana* Griseb. et quelques autres Acanthacées. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 90 : 135-147.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1972. Anthese und Bestäubung der Rubiaceen *Tocoyena brasiliensis* und *T. formosa* aus dem cerrado Brasiliens. Österr. bot. Z. 120 1-13.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1973. Blüten -und Fruchtbiologie von *Butia leiospatha* (Arecaceae). Österr. bot. Z. 121 : 171-185.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G. 1975. Über sphingophile Angiospermen Brasiliens. Plant Syst. Evol. 123 : 157-184.

SIMPSON, B.B. & NEFF, J.L. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. Ann. Missouri Bot. Gard. 68 : 301-322.

SIMPSON, B.B. & NEFF, J.L. 1983a. Evolution and diversity of floral rewards. In: Handbook of experimental pollination biology. C.E. Jones & R.J. Little (eds). Scientific and Academic Editions. N.Y. 558 pp.

SIMPSON, B.B. & NEFF, J.L. 1983b. Floral biology and floral rewards of *Lysimachia* (Primulaceae). Am. Nat. 110 (2): 249-256.

SIMPSON, B.B., NEFF, J.L. & SEIGLER, D. 1977. *Krameria*, free fatty acids and oil-collecting bees. Nature 267 (5607): 150-151.

SIMPSON, B.B., SEIGLER, D. & NEFF, J.L. 1979. Lipids from the floral glands of *Krameria*. Biochem. Syst. Ecol. 7 : 193-194.

SOBREVILA, C., RAMIREZ, N. & ENRECH, N.X. de. 1983. Reproductive biology of *Palicourea fendleri* and *P. petiolaris* (Rubiaceae), heterostylous shrubs of a tropical cloud forest in Venezuela. Biotropica 15 (3): 161-169.

SOLBRIG, O.T. 1976. On the relative advantages of cross- and self-fertilization. Ann. Missouri Bot. Gard. 63: 262-276.

SPRENGEL, C.K. 1793. Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. (Reprint 1972), Verlag von J. Cramer.

STAHL, E. 1967. Dünnschicht-Chromatographie. Ein Laboratoriumshandbuch. Zweite Auflage. Spring-Verlag. Berlin. 971 pp.

STEBBINS, G.L. 1957. Self fertilization and population variability in the higher plants. Am. Nat. 91 (861): 337-354.

STEBBINS, G.L. 1970. Adaptive radiation of reproductive characteristics in Angiosperms, I: pollination mechanisms. Annu. Rev. Ecol. Syst. 1 : 307-326.

STEINER, K.E. 1985. The role of nectar and oil in the pollination of *Drymonia serrulata* (Gesneriaceae) by *Epicharis* bees (Anthophoridae) in Panama. Biotropica 17 (3): 217-229.

STEINER, K.E. & WHITEHEAD, V.B. 1988. The association between oil-producing flowers and oil-collecting bees in the Drakensberg of Southern Africa. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 25 : 259-277.

STEPHEN, W.P.; BOHART, G.E. & TORCHIO, P.F. 1969. The biology and external morphology of bees. Agricultural Experiment station; Oregon State University; Corvallis, Oregon. 140 pp.

STILES, F.G. 1975. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. Ecology 56 : 285-301.

STILES, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. Ann. Missouri Bot. Gard. 68 : 323-351.

TARODA, N. 1984. Taxonomic studies on brazilian species of *Cordia* L. (Boraginaceae). Ph.D Thesis, University of St. Andrews, Scotland.

TARODA, N. & GIBBS, P.E. 1986. A revision of the brazilian species of *Cordia* subgenus *Varronia* (Boraginaceae). Notes RBG Edinb. 44 (1): 105-140.

TIGRE, C.B. 1968. Silvicultura para as matas xerófilas. Departamento Nacional de obras contra as secas. Ministério do Interior. Publicação nº 225. Séri I-A.

VAN DER PIJL, L. 1960. Ecological aspects of flower evolution. I. Phyletic evolution. Evolution 14 (4): 403-416.

VAN DER PIJL, L. 1961. Ecological aspects of flower evolution. II. Zoophilus flower classes. Evolution 15 : 44-59.

VAN DER PIJL, L. & DODSON, C. H. 1966. Orchid flowers - Their pollination and evolution. University of Miami Press, Florida. 214 pp.

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. 1949. As regiões naturais de Pernambuco. Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas 3: 25-33.

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. 1971. As regiões naturais do Nordeste - o meio e a civilização. Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Recife. 442 pp.

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. 1982. Processos de desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção. Recife, SUDENE, DAL.

VASIL, I. & JOHRI, M.M. 1964. The style, stigma and pollen tube - I. Phytomorphology 14 : 352-369.

VELOSO, H.P. 1966. Atlas florestal do Brasil. Minist. Agricult. Serv. Inform. Agric., Rio de Janeiro. 82 pp.

VOGEL, S. 1954. Blütenbiologische Typen als Elemente der Sippen-gliederung. Gustav Fischer Verlag. Jena. 338 pp.

VOGEL, S. 1958. Fledermausblumen en Südamerika. Österr. bot. Z. 105 : 491-530.

VOGEL, S. 1961. Die Bestäubung der Kesselfallen-blüten von *Ceropegia*. Beitr. Biol. Pfl. 36 : 159-237.

VOGEL, S. 1963. Duftdrüsen im Dienst der Bestäubung. Akad. Wiss. u. Lit., Math. -nat. Kl. Jahrg. 1962. Nr.10 : 601-763. Wiesbaden.

- VOGEL, S. 1965. Kesselfallen-Blumen. Umschau 1 : 12-17.
- VOGEL, S. 1966. Parfümsammelnde Bienen als Bestäuber von Orchidaceen und *Gloxinia*. Österr. bot. Z. 113 : 302-361.
- VOGEL, S. 1968. Chiropterophilie in der neotropischen Flora I. Flora 157 : 562-602.
- VOGEL, S. 1969a. Chiropterophilie in der neotropischen Flora II-III. Flora 158 : 185-222; 269-323.
- VOGEL, S. 1969b. Flowers offering fatty oil instead of nectar. Abstracts XI. Internat. Bot. Congress Seattle : 229.
- VOGEL, S. 1971. Ölproduzierende Blumen, die durch ölsammelnde Bienen bestäubt werden. Naturwiss. 58 : 58.
- VOGEL, S. 1973. Öl statt Nektar: die "Ölblume". Umschau 73 : 701-702.
- VOGEL, S. 1974. Ölblumen und Ölsammelnde Bienen. Akad. Wiss. u. Lit., Math. -nat. Kl., trop. u. Subtrop. Pflanzenwelt 7.
- VOGEL, S. 1976. Lysimachia: Ölblumen der Holarktis. Naturwiss. 63 : 44.
- VOGEL, S. 1978. Evolutionary shifts from reward to deception in pollen flowers. In: A.J. Richards (ed), The pollination of flowers by insects. Academic Press, New York. pp. 89-96.
- VOGEL, S. 1981. Abdominal oil-mopping - a new type of foraging in bees. Naturwiss. 67 : 627.
- VOGEL, S. 1984. The *Diascia* flower and its bee - an oil-based symbiosis in southern Africa. Acta Bot. Neerl 33 (4): 509-518.
- VOGEL, S. 1986. Ölblumen und Ölsammelnde Bienen. Zweite Folge: *Lysimachia* und *Macropis*. Tropische un Subtrop. Pflanzenwelt. Abhandl. Akad. Wiss. u. Lit., Math. -nat. Kl. 54: 149-312.

VOGEL, S. 1988. Die Ölblumensymbiosen - Parallelismus und andere Aspekte ihrer Entwicklung in Raum und Zeit. Z. zool. Syst. Evolut. -forsch. 26 : 341-362.

VOGEL, S. 1989. Fettes Öl als Lockmittel. Erforschung der ölbietenden Blumen und ihrer Bestäuber. Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, 1949-1989 : 113-130.

VOGEL, S. 1990. Ölblumen und Ölsammelnde Bienen. Dritte folge: Cucurbitaceen und Ctenoplectra (in Vorber.).

VOGEL, S. & MICHENER, C.D. 1985. Long bee legs and oil-producing floral spurs, and a new *Rediviva* (Hymenoptera, Melittidae; Scrophulariaceae). J. Kans. Entomol. Soc. 58 : 359-364.

VUILLEUMIER, B.S. 1967. The origin and evolutionary development of heterostyly in the Angiosperms. Evolution 21 : 210-226.

WALTER, H. & BRECKLE, S.W. 1984. Ökologie der Erde. Band 2. Spezielle Ökologie der Tropischen und Subtropischen Zonen. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 461 pp.

WELLER, S.G. & ORNDUFF, R. 1977. Cryptic self-incompatibility in *Amsinckia grandiflora*. Evolution 31 : 47-51.

WETTSTEIN, R. 1895. Scrophulariaceae. In: Natürlichen Pflanzenfamilien. A. Engler und K. Prantl (ed.) Vol.4. Leipzig. pp.39-107.

WHITEHEAD, V.B. & STEINER, K.E. 1985. Oil-collecting bees in South Africa. African Wildlife 39 (4): 144-147.

WHITEHEAD, V.B., SCHELPE, E.A.C.L.E. & ANTHONY, N.C. 1984. The bee, *Rediviva longimanus* Michener (Apoidea: Melittidae), collecting pollen and oil from *Diascia longicornis* (Thunb.) Druce (Scrophulariaceae). South African J. Sci. 80 : 286.

WILLIS, .C. 1960. A dictionary of the flowering plants and ferns. 6th edition. Cambridge. University Press.

YEO, P.F. 1975. Some aspects of heterostyly. New Phytol. 75 : 147-153.

Apêndice 1 - Animais observados em Alagoinha, espécies vegetais por eles visitadas e o recurso floral utilizado.

ANIMAIS	Recurso floral	Plantas hospedeiras
INSETOS		
Hymenoptera		
Anthophoridae		
<i>Ancyloscelis cf. friesiana</i>	N	<i>Ruellia aff. paniculata</i>
<i>Arhysosceble ruberi</i>	O+P O+P O+P O+P	<i>Angelonia hirta</i> <i>A. bisaccata</i> <i>A. hookeriana</i> <i>A. pubescens</i>
<i>Centris (Paracentris) hyptidis</i>	O+P N	<i>Angelonia pubescens</i> <i>Ruellia aff. paniculata</i>
<i>Centris fuscata</i>	O N N P	<i>Angelonia hirta</i> <i>Melochia tomentosa</i> <i>Ruellia aff. paniculata</i> <i>Cassia excelsa</i>
<i>Centris tarsata</i>	O N	<i>Angelonia hirta</i> <i>Melochia tomentosa</i>
<i>Centris trigonoides</i>	O N	<i>Angelonia hirta</i> <i>Lonchocarpus aff. campestris</i>
<i>Centris sp. 1</i>	O O O N P N	<i>Angelonia hirta</i> <i>A. bisaccata</i> <i>A. hookeriana</i> <i>Ruellia aff. paniculata</i> <i>Solanum sp.</i> <i>Melochia tomentosa</i>
<i>Melitoma segmentaria</i>	N	<i>Ruellia aff. paniculata</i>
<i>Tetrapedia cf. rugulosa</i>	O O O	<i>Angelonia bisaccata</i> <i>Angelonia hirta</i> <i>A. hokeriana</i>
<i>Paratetrapedia sp.</i>	O	<i>Angelonia bisaccata</i>
<i>Thygater analis</i>	N	<i>Ruellia aff. paniculata</i>

Apêndice 1 - Cont.

ANIMAIS	Recurso floral	Plantas hospedeiras	
<i>Xylocopa grisescens</i>	N	<i>Melochia tomentosa</i>	
	N	<i>Ruellia</i> aff. <i>paniculata</i>	
	P	<i>Cassia excelsa</i>	
<i>Xylocopa</i> aff. <i>viridis</i>	N	<i>Ruellia asperula</i>	
<i>Xylocopa</i> sp.	N	<i>Melochia tomentosa</i>	
	N	<i>Ruellia</i> aff. <i>paniculata</i>	
	N	<i>Lantana camara</i>	
	N	<i>Caesalpinia</i> <i>pyramidalis</i>	
	N	<i>C. pyramidalis</i>	
	P	<i>Cassia excelsa</i>	
	P	<i>Solanum</i> sp.	
ANDRENIDAE			
Não identificado	N	<i>Cordia leucocephala</i>	
APIDAE			
<i>Apis mellifera</i>	N	<i>Melochia tomentosa</i>	
	N+P	<i>Ruellia</i> aff. <i>paniculata</i>	
	N	<i>Ziziphus joazeiro</i>	
	N	<i>Cordia globosa</i>	
	N	<i>Waltheria</i> <i>rotundifolia</i>	
	N	<i>Lonchocarpus</i> aff. <i>campestris</i>	
	N	<i>Bacopa</i> sp.	
	N	<i>Lippia</i> sp.	
	P	<i>Herissantia tiubae</i>	
	N	<i>Cuphea</i> sp.	
	<i>Trigona spinipes</i>	P	<i>Angelonia bisaccata</i>
		P	<i>Serjania comata</i>
N		<i>Melochia tomentosa</i>	
P		<i>Ruellia asperula</i>	
P		<i>Caesalpinia ferrea</i>	
P		<i>C. pyramidalis</i>	
N+P		<i>Ziziphus joazeiro</i>	
P		<i>Waltheria</i> <i>rotundifolia</i>	
N		<i>Cordia globosa</i>	
N		<i>Scoparia dulcis</i>	
N		<i>Ruellia</i> sp.	
P		<i>Typha</i> sp.	
P		<i>Cassia excelsa</i>	

Apêndice 1 - Cont.

ANIMAIS	Recurso floral	Plantas hospedeiras
<i>Plebeia mosquito</i>	P	<i>Angelonia bisaccata</i>
COLLETIDAE		
<i>Bicolletes</i> sp.	N	<i>Pavonia martii</i>
HALICTIDAE		
<i>Augochlora</i> sp.	P	<i>Sida</i> sp.
	N	<i>Ruellia</i> aff. <i>paniculata</i>
<i>Augochloropsis</i> sp.	N+P	<i>Pavonia martii</i>
MEGACHILIDAE		
Não identificada	N	<i>Pavonia martii</i>
<i>Coelioxoides punctipennis</i>	N	<i>Melochia tomentosa</i>
VESPIDAE		
<i>Polistes</i> sp. 1	N	Asclepiadaceae
	N	<i>W. rotundifolia</i>
<i>Polistes</i> sp. 2	N	Asclepiadaceae
	N	<i>W. rotundifolia</i>
Não identificado 1	N	<i>W. rotundifolia</i>
Não identificado 2	N	<i>W. rotundifolia</i>
Não identificado 3	N	<i>W. rotundifolia</i>
EUMENIDAE 1	N	<i>Lonchocarpus</i> aff. <i>campestris</i>
EUMENIDAE 2	N	<i>Ziziphus joazeiro</i>
SCOLIIDAE	N	<i>Serjania comata</i>
LEPIDOPTERA		
Heliconiidae		
<i>Agraulis vanillae maculosa</i>	N	<i>Melochia tomentosa</i>

Apêndice 1 - cont.

ANIMAIS	Recurso floral	Plantas hospedeiras
Hesperiidae		
<i>Urbanus simplicius</i>	N	<i>Melochia tomentosa</i>
Lycaenidae		
<i>Strymon bazochii</i>	N	<i>Eupatorium</i> <i>ballotifilium</i>
<i>Strymon eurytulos</i>	N	<i>E. ballotifolium</i>
<i>Strymon yojoa</i>	N	<i>E. ballotifolium</i>
Nymphalidae		
<i>Anartia jatrophae</i>	N	<i>Melochia tomentosa</i>
	N	<i>Serjania comata</i>
<i>Junonia evarete</i>	N	<i>Ruellia</i> aff. <i>paniculata</i>
Papilionidae		
<i>Papilio</i> sp.	N	<i>Cnidoscolus</i> sp.
<i>Parides agavus</i>	N	<i>Melochia tomentosa</i>
	N	<i>Lantana camara</i>
Pieridae		
<i>Anteos clorinde</i>	N	<i>Ruellia</i> aff. <i>paniculata</i>
<i>Ascia monusta</i>	N	<i>R. aff. paniculata</i>
<i>Phoebis sennae</i>	N	<i>R. aff. paniculata</i>
	N	<i>Melochia tomentosa</i>
	N	<i>Cnidoscolus</i> sp.
<i>Phoebis</i> sp.	N	<i>Ruellia</i> aff. <i>paniculata</i>
	N	<i>Melochia tomentosa</i>
PASSAROS		
TROCHILIDAE		
<i>Amazilia lactea</i>	N	<i>Opuntia</i> sp.
	N	<i>Ruellia asperula</i>
<i>Amazilia versicolor</i>	N	<i>Melochia tomentosa</i>
	N	<i>Opuntia</i> sp.
	N	<i>Ruellia asperula</i>
	N	<i>R. aff. paniculata</i>

Apêndice 1 - Cont.

ANIMAIS	Recurso floral	Plantas hospedeiras
<i>Hylocharis sapphirina</i>	N	<i>Cnidoscolus urens</i>
	N	<i>Lonchocarpus</i> aff. <i>campestris</i>
	N	<i>Melochia tomentosa</i>
	N	<i>Nicotiana</i> sp.
	N	<i>Opuntia</i> sp.
	N	<i>Serjania comata</i>
	N	<i>Ruellia asperula</i>
	N	<i>R.</i> aff. <i>paniculata</i>
	N	<i>R. bahiensis</i>
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	N	<i>Cnidoscolus</i> sp.
	N	<i>Melochia tomentosa</i>
	N	<i>Ruellia asperula</i>
<i>Eupetomena macroura</i>	N	<i>Ruellia asperula</i>

Convenções: Recurso floral forrageado: N= néctar; P= pólen; O= óleo

Apêndice 2 - Plantas observadas, cor das flores, recurso floral e seus respectivos animais visitantes e eficiência como polinizadores, em Alagoinha - PE.

PLANTAS	cor flor	Recurso floral	Eficiência polinização	Animais visitantes
<i>Angelonia bisaccata</i>	V	O/P	3/4	<i>Paratetrapedia ruberi</i>
		O	1	<i>Centris</i> sp.1
		O/P	3/4	<i>Paratetrapedia</i>
		O/P	3/4	<i>Tetrapedia</i> cf. <i>rugulosa</i>
		P	3/4	<i>Trigona spinipes</i>
		P	3/4	<i>Plebeia</i> cf. <i>mosquito</i>
<i>A. hirta</i>	V	O/P	3/4	<i>Paratetrapedia ruberi</i>
		O	1	<i>Centris fuscata</i>
		O	1	<i>Centris</i> sp.1
		O	3	<i>C. trigonoides</i>
		O	4	<i>C. tarsata</i>
		O	3/4	<i>Tetrapedia</i> cf. <i>rugulosa</i>
<i>A. hookeriana</i>	V	O	1	<i>Centris</i> sp.1
		O	3/4	<i>Tetrapedia</i> cf. <i>rugulosa</i>
		O/P	3/4	<i>Paratetrapedia ruberi</i>
<i>A. pubescens</i>	V	O/P	1	<i>Centris hyptidis</i>
		O/P	3/4	<i>Paratetrapedia ruberi</i>
<i>Cordia globosa</i>	B	N	1	<i>Apis mellifera</i>
		N	3	<i>Trigona spinipes</i>
<i>C. leucocephala</i>	B	N	2	Andrenidae
<i>Melochia tomentosa</i>	R/L	N	1	Hymenopera: <i>Apis mellifera</i>
		N	2	<i>Centris fuscata</i>
		N	2	<i>C. tarsata</i>
		N	2	<i>Centris</i> sp.1
		N	2	<i>Xylocopa</i> <i>grisescens</i>
		N	2	<i>Xylocopa</i> sp.
		N	3	<i>Coelioxoides punctipennis</i>
		N	4	<i>Trigona spinipes</i>

Apêndice 2 - Cont.

PLANTAS	Cor flor	Recurso floral	Eficiência polinização	Animais visitantes
		N	3	Lepidoptera:
		N	4	<i>Parides agavus</i>
		N	4	<i>Agraulis vanillae maculosa</i>
		N	4	<i>Anartia jatrophae</i>
		N	4	<i>Phoebis sennae</i>
		N	3	Esfingídeo não identificado
		N	1	Trochilidae:
		N	1	<i>Hylocharis sapphirina</i>
		N	2	<i>Chrysolampis mosquitus</i>
		N	2	<i>Amazilia versicolor</i>
<i>Pavonia martii</i>	A	D	3	<i>Bicolletes</i> sp.
		N	3	<i>Augochloropsis</i> sp.
		N/P	3	Megachilidae
<i>Ruellia asperula</i>	V	N	1	Trochilidae:
		N	3	<i>Eupetomena macroura</i>
		N	3	<i>Amazilia lactea</i>
		N	3	<i>A. versicolor</i>
		N	3/4	<i>Hylocharis sapphirina</i>
		N	3/4	<i>Chrysolampis mosquitus</i>
		P	4	Hymenoptera:
		N	4	<i>Trigona spinipes</i>
		N	4	<i>Xylocopa</i> aff. <i>viridis</i>
		N	4	<i>Xylocopa</i> sp.
		N	4	Lepidoptera:
		N	4	<i>Phoebis sennae</i>
		N	4	<i>Phoebis</i> sp.
<i>R. aff. paniculata</i>	L	N	2	Hymenoptera:
		N	3	<i>Centris fuscata</i>
		N	3	<i>Centris</i> sp.1
		N	3	<i>C. hyptidis</i>
		N/P	3	<i>Apis mellifera</i>
		N	2	<i>Xylocopa</i> sp.
		N	4	<i>X. grisescens</i>
		N	4	<i>Ancyloscelis</i> cf. <i>friesiana</i>
		N	4	<i>Melitoma segmentaria</i>
		N	4	<i>Thygater analis</i>

Apêndice 2 - Cont.

PLANTAS	Cor flor	Recurso floral	Eficiência polinização	Animais visitantes
		N	4	Lepidoptera: <i>Ascia monusta</i>
		N	4	<i>Antheos clorinde</i>
		N	4	<i>Phoebis sennae</i>
		N	2	Trochilidae: <i>Amazilia</i> <i>versicolor</i>
		N	2	<i>Hylocharis</i> <i>sapphirina</i>

Convenções: Recurso floral: O= óleo; N= néctar; P= pólen; D= local para dormir; Cor da flor: V= violeta; B= branca; R/L= rosa/lilás; A= amarela; VE= vermelha; Eficiência na polinização: 1= muito bom; 2= bom; 3= ocasional; 4= pilhador. (mesmas definições da tabela 3).