

ISABEL CRISTINA SOBREIRA MACHADO
PROFESSOR-ASSISTENTE

DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

BIOLOGIA FLORAL DE IPOMOEA HEDERIFOLIA L. E

IPOMOEA QUAMOCLIT L. (CONVOLVULACEAE)

→ Na base

QUAMOCHIT

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual de Cam-
pinas, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em Biologia
(Biologia Vegetal).

Orientador: Profª Drª Marlies Sazima

À memória do meu irmão
GUSTAVO.

AGRADECIMENTOS

À Dra. MARLIES SAZIMA, do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas pela orientação criteriosa, amizade e estímulo constantes durante as diferentes fases deste trabalho.

À Dra. THEREZINHA SANT'ANNA MELHEN, da Seção de Dicotiledôneas do Instituto de Botânica de São Paulo, pela eficiente orientação nos estudos de morfologia do pólen, bem como pelas críticas e sugestões ao trabalho.

Ao Dr. HERMÓGENES DE FREITAS LEITÃO FILHO, do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas, pela amizade e incentivo durante todo o curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.

Ao Dr. IVAN SAZIMA, do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas, pelo auxílio na identificação dos beija-flores, assim como pelas críticas e sugestões ao trabalho.

Ao Dr. JACQUES MARIE EDMÉ VIELLIARD, do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas, pelo auxílio na identificação dos beija-flores e pelas valiosas sugestões ao trabalho.

Ao Prof. Pe JOSÉ MOURE, do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, pela identificação das abelhas.

Ao Dr. KEITH SPALDING BROWN JUNIOR, do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas, pela identificação das borboletas.

Ao Prof. WESLEY RODRIGUES SILVA, do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas, pelo auxílio na identificação dos beija-flores.

Ao Dr. THOMAS MICHAEL LEWINSOHN, do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas, pela identificação do besouro.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Estadual de Campinas, em particular a MÁRCIA REGINA SIQUEIRA e ANA ODETE SANTOS VIEIRA, pelo auxílio no trabalho de campo, amizade e numerosas sugestões.

Ao meu marido JOÃO MAURÍCIO LEITÃO ADEODATO, pelo auxílio no trabalho de campo, na confecção do abstract e pela leitura de parte do manuscrito.

Ao Prof. RAMIRO FONEGRA, da Universidade de Antioquia, Colômbia, pelo auxílio na realização das fotomicrografias dos grãos de pólen.

À Técnica de laboratório da Seção de Dicotiledôneas do Instituto de Botânica de São Paulo, ÂNGELA MARIA S. CORRÊA, pelo auxílio na realização das acetólises dos grãos de pólen.

Ao Prof. JOÃO SEMIR, do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas, pelas sugestões que auxiliaram na elaboração deste trabalho.

Ao Dr. WILLIAM HENRY STUBBLEBINE, do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas, pela leitura e correção do abstract.

À Universidade Federal de Pernambuco, nas pessoas do Dr. GERALDO ALMEIDA, Dr. GERARDO SAMPAIO e Dr. JOSÉ LUIZ DE HAMBURGO ALVES, pela concessão do meu afastamento, que possibilitou a continuação do curso.

Aos Colegas da Seção de Dicotiledôneas do Instituto de Botânica de São Paulo, pela amizade enriquecedora durante o curso.

Ao programa PICD/CAPES, pelo auxílio financeiro para a realização deste curso.

À Profa. KÁTIA CAVALCANTI PORTO, do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco, pela amizade e leitura de partes do manuscrito.

À Dra. LAÍSE DE HOLANDA CAVALCANTI-ANDRADE, do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco, pelo estímulo no meu aprendizado em Botânica e pela leitura de partes do manuscrito.

À Sra. ESMERALDA ZANCHETTA BORGHI, pelo acabamento artístico dado a algumas das ilustrações deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas, MARINA BRAGATTO VASCONCELLOS, MARIA ODETI F. PEDROSSANTI, MARIA CÉLIA GIORGI ALMEIDA, ZÉLIA DE FARIA, IZABEL PEREIRA ASSIS TOZZI e JOSÉ LUIZ MOREIRA, pela solicitude com que sempre atenderam.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

S U M Á R I O

	Pg.
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1 - Local de Estudo.....	8
2.2 - A Flor.....	9
2.3 - Os Visitantes.....	10
2.4 - Morfologia do Pólen.....	11
2.5 - Viabilidade do Grão de Pólen.....	15
2.6 - Número de Grãos de Pólen e Razão Pólen/Óvulo.	16
2.7 - Polinizações.....	16
III. RESULTADOS.....	19
3.1 - <i>Ipomoea hederifolia</i>	20
3.2 - <i>Ipomoea quamoclit</i>	41
IV. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	59
4.1 - A Flor.....	60
4.2 - Os Visitantes.....	64
4.3 - Morfologia do Pólen.....	71

4.4	- Sistema de Reprodução.....	73
V.	RESUMO.....	81
VI.	ABSTRACT.....	85
VII.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

I. INTRODUÇÃO

I.

INTRODUÇÃO

As diversas características florais existentes entre espécies ou categorias superiores das Angiospermas são interpretadas, por muitos autores, como sendo mecanismos adaptativos relacionados com uma maior eficiência na polinização (VAN DER PIJL, 1960; PERCIVAL, 1965; BAKER & HURD, 1968 ; PROCTOR & YEO, 1975; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979).

O sucesso adaptativo de uma determinada planta geralmente é controlado pelo seu grau de variabilidade genética, o qual está associado com o sistema de recombinação (GRANT, 1949a). São vários os fatores que regulam a recombinação nos vegetais, tais como número de cromossomos, frequência de quiasmas, barreiras de esterilidade, mecanismos de isolamento externos, sistema de reprodução e de polinização, potencial de dispersão e tamanho da população (GRANT, 1949a). Para compreender algumas das relações existentes entre uma determinada planta ou população, sua diversidade e adaptabilidade, é indiscutível a importância de estudos sobre biologia floral. O estudo de biologia floral de uma determinada espécie, por abranger investigações sobre os sistemas de polinização e reprodução, além de esclarecer alguns dos fatores que regulam a recombinação, contribui para um melhor entendimento das estratégias reprodutivas dos vegetais.

A biologia floral, de acordo com FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), é o estudo de todos os fenômenos de vida numa

flor, desde a abertura do botão floral até a sua fertilização. Outras interpretações mais restritas do mesmo termo são conhecidas, como é o caso daquela de PERCIVAL (1965), que considera apenas, como objeto de estudo de biologia floral, os eventos ocorridos no intervalo entre a deiscência da antera e/ou receptividade do estigma e o encerramento dessas funções por ambos os órgãos sexuais. No presente trabalho preferiu-se empregar o termo biologia floral no sentido mais amplo, como o adotado por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979).

O presente estudo trata da biologia floral das espécies *Ipomoea hederifolia* L. e *I. quamoclit* L. da família Convolvulaceae. A família Convolvulaceae compreende 40-50 gêneros e cerca de 1.200 espécies, distribuídas principalmente nos trópicos e subtrópicos de todo o mundo, sendo poucas as espécies que ocorrem nas regiões temperadas (AUSTIN, 1975). Convolvulaceae é composta por plantas trepadeiras ou arbustivas com folhas simples, alternas, inteiras ou partidas, flores efêmeras, gamopétalas, ovário sempre súpero e fruto seco capsular (AUSTIN, 1975; STACE, 1979).

O gênero *Ipomoea* L., com cerca de 500 espécies, é o maior da família Convolvulaceae. Abrange espécies de hábito e forma variadas, incluindo lianas, ervas e arbustos erectos, caracterizando-se principalmente pelo grão de pólen espinulado e estigma capitado, inteiro ou biglobular. Muitas espécies desse gênero têm grande importância econômica. Assim, são citadas como plantas ornamentais (HOEHNE, 1922; O'DONELL,

1959; AUSTIN, 1975), como fontes de alimento (PURSEGLOVE, 1974), como fornecedores de substâncias tóxicas e medicinais (HOEHNE, 1922; FALCÃO, 1945), como forragens para o gado (HOEHNE, 1922; PURSEGLOVE, 1974) e, ainda, como invasoras de culturas causando sérios problemas às plantas cultivadas (LEITÃO FILHO et alii, 1972; BLANCO, 1978).

Ipomoea tem recebido diferentes tratamentos taxonômicos pelos diversos autores, devido principalmente a seu grande número de espécies, o que torna bastante complexa a delimitação desse gênero. As espécies *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit*, abordadas neste trabalho, já foram descritas, juntamente com outras, em um gênero à parte: *Quamoclit* Moench. Alguns autores como CHOISY (1845) e HOUSE (1909) concordam com esta separação do gênero. Outros como O'DONELL (1959) e AUSTIN (1975, 1979) preferem considerar essas espécies como pertencentes a uma secção, subsecção ou subgênero de *Ipomoea* L., devido ao fato de apresentarem um conjunto de caracteres comuns, evidenciando uma afinidade com as demais espécies do gênero. O'DONELL (1959), em seu estudo detalhado das espécies americanas do gênero *Ipomoea* secção *Quamoclit*, concluiu que não é possível a separação, pois os caracteres tidos como determinantes para *Quamoclit*, tais como sépalas com aristas carnosas, corola hipocraterimorfa, estames exertos e ovário 4 - locular com um óvulo por lóculo, também estão presentes em outras espécies de *Ipomoea*, não relacionadas com a referida secção. Outra interpretação para *Ipomoea* é feita por AUSTIN (1975), que trata as espécies incluídas neste gênero como "grupo de espécies",

reconhecendo oito grupos definidos, sendo *Quamoclit* um deles.

Além do problema genérico, há o fato da espécie *I. hederifolia* L. ser frequentemente confundida com *I. coccinea* L., sendo mencionada com este nome em quase toda a literatura da América tropical e subtropical (O'DONELL, 1959). *I. coccinea* tem sua área de distribuição geográfica limitada aos Estados Unidos, sendo portanto uma espécie de zona temperada, ao passo que *I. hederifolia* é predominantemente encontrada em regiões tropicais da América, desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina, ocorrendo também na Malásia e na África (O'DONELL, 1959; D. AUSTIN, in litt). Entre estas duas espécies existem também algumas diferenças estruturais e morfológicas, já mencionadas por LINNEU (apud O'DONELL, 1959), referentes aos pedicelos frutíferos reflexos e sépalas maiores (4 a 6 mm de comprimento) para *I. coccinea*, contrapondo-se aos pedicelos frutíferos eretos e sépalas menores (até 3 mm de comprimento) para *I. hederifolia*.

No presente trabalho foram adotados os critérios taxonômicos de O'DONELL (1959) e AUSTIN (1975, 1979).

O gênero *Ipomoea* vem sendo estudado sob vários aspectos, relacionados principalmente com a taxonomia, citogenética e bioquímica de suas espécies (KING & BAMFORD, 1937; JONES, 1964; 1968; GENEST, 1965; BANERJEE & BHATNAGAR, 1974; PEREZ et alii, 1980), porém são ainda escassos os dados sobre a biologia floral e o sistema de reprodução de representantes desse gênero. Certas generalizações são feitas a partir de estudos realizados com algumas espécies de *Ipomoea*, em particu

lar *I. batatas* (L.) Lam., a qual tem sido objeto de diversas investigações sobre o seu sistema de incompatibilidade (MARTIN, 1965 ; 1970a).

O primeiro registro sobre a polinização de representantes de *Ipomoea* foi feito por TRELEASE (1880), que afirma ter visto flores de espécies selvagens e cultivadas sendo visitadas por beija-flores no Alabama. Esta e outras referências foram catalogadas por KNUTH (1905) - incluindo observações próprias - no seu "Handbuch der Blutenbiologie", onde expõe algumas características da morfologia floral e da reprodução de várias espécies de *Ipomoea*. Como visitantes mais frequentes são citadas abelhas, entre as quais algumas espécies de *Apis*, *Centris*, *Ceratina* e *Euglossa*. Algumas dessas abelhas foram observadas por DUCKE (apud KNUTH, 1905) em flores vermelhas de espécies trepadeiras, que ocorrem no Brasil. No mesmo trabalho KNUTH (1905) refere-se também a visitas de besouros e, mais raramente, a visitas de borboletas e esfingídeos em *Ipomoea*. VAN DER PIJL (1954) considera que os principais visitantes das flores de representantes do gênero *Ipomoea* são abelhas. DELPINO (apud VAN DER PIJL, 1954), por sua vez, sugere que as flores de *I. quamoclit* seriam visitadas por pássaros e que as de *I. bona-nox* L. seriam visitadas por mariposas Sphingidae. Referências de pássaros como visitantes de flores do gênero *Ipomoea* são raras; contudo, espécies da seção *Quamoclit* já foram citadas como adaptadas a polinização por beija-flores (WILSON, 1960; AUSTIN, 1975). Observações de visitas de beija-flores a *I. coccinea* L. uma espécie também porten

cente a esta secção, foram feitas por GRANT & GRANT: (1970) , no Arizona, VAN DER PIJL (1937) observou pilhagem de nêctar em flores de *I. coccinea*, cultivadas em Java, por pássaros nativos dessa região. SCHILISING (1970) observou visitas de abelhas, principalmente das famílias Anthophoridae, Apidae, Colletidae e Halictidae, nas flores de *I. triloba* L., *I. setifera* Poir e *I. batatas* (L.) Lam. Visitas de abelhas às flores de *I. batatas* (L.) Lam. e *I. indica* (Burm. f.) Merrill foram também observadas por REAL (1981). MAIMONI-RODELLA et alii (1982) também observaram visitas de abelhas em *I. cairica* (L.) Sweet. Dentre os trabalhos sobre o sistema de incompatibilidade e formação de híbridos em *Ipomoea* destacam-se os de NOHARA (1930) , KAGAWA & NAKAJIMA (1933), JONES & DEONIER (1965), MARTIN (1965; 1970a; 1970b), GURIES (1978) e ABEL & AUSTIN (1981).

No presente trabalho foram abordados aspectos referentes a fenologia, morfologia floral, palinologia, sistema de reprodução, mecanismos de polinização e comportamento dos animais visitantes. Este estudo foi realizado tendo-se em vista, basicamente, ampliar os conhecimentos sobre biologia floral em *Ipomoea* por ora ainda escassos, e fornecer informações adicionais que eventualmente possam ser utilizadas na delimitação do gênero *Ipomoea* e, especificamente, da Secção *Quamoelit*.

II.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1

Local de Estudo

Os estudos sobre biologia floral de *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit* foram realizados, respectivamente, na Fazenda Santa Elisa, Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas e na Fazenda Santa Genebra, ambas no município de Campinas, São Paulo. O trabalho de campo estendeu-se de março de 1981 a junho de 1982.

A região de Campinas está situada em altitudes de 600 a 800 metros, a uma latitude sul de 22°53' e 47°04' de longitude oeste (LINHARES, 1979). O clima da região é tropical mesotérmico, alternadamente úmido e seco. O período úmido é o mais quente, compreende os meses de outubro a março e possui a maior percentagem de precipitação pluvial, chegando a alcançar um total de 80%. O período seco estende-se de abril a setembro (LINHARES, 1979).

A Fazenda Santa Elisa situa-se nos arredores da cidade de Campinas e tem uma área aproximada de 700 hectares. Nesta fazenda localiza-se o Centro Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas, cujo objetivo principal é realizar pesquisas, básicas ou aplicadas, visando o desenvolvimento da agricultura. Para as observações e estudos foram utilizadas plantas de *I. hederifolia* que cresciam numa plantação de milho, ocupando cerca de 100 m² e plantas de *I. hederifolia* que se encontra-

vam à beira de um caminho, com área aproximada de 80 m^2 . A distância entre esses dois locais de observação era cerca de 200 metros.

A Fazenda Santa Genebra localiza-se às margens da rodovia SP-332 que liga Campinas à Paulínia. Esta fazenda, além de extensos cultivos de algodão e hortaliças, possui uma mata com área aproximada de 200 hectares e fisionomia característica de matas latifoliadas tropicais do Estado de São Paulo (LINHARES, 1979; SENNA, 1979). Para as observações sobre *I. quamoclit* foram utilizadas plantas que cresciam em um algodoal, ocupando cerca de 100 m^2 e plantas que cresciam na beira da mata, com área aproximada de 80 m^2 .

2.2

A Flor

Observações periódicas sobre a biologia e morfologia floral foram feitas em diferentes estádios de desenvolvimento da flor. Dados sobre horário e sequência da antese, receptividade do estigma e disponibilidade de pólen, duração da flor, concentração de néctar, assim como desenvolvimento dos frutos, foram registrados. Foram feitos também estudos sobre forma, tamanho, coloração e odor das flores, bem como localização, quantidade e tipo do alimento oferecido aos visitantes (néctar, pólen ou partes florais). A cor das flores foi determinada de acordo com o "Naturalist's Color Guide" (SMITHE, 1974). A concentração de açúcares no néctar de *I. hederifolia* e de *I. quamoclit* foi medida no campo, com auxílio de um refratômetro de bolso, utilizando-se, respectivamente, 20 e 10 flores de cada

espécie. O néctar foi coletado em capilares de vidro, empregando-se um capilar para cada flor de *I. hederifolia*. Em *I. quamoclit* o néctar foi retirado com micro-seringa com capacidade para 50 µl. Foi coletado material botânico de ambas as espécies de *Ipomoea* para herborização. Exsicatas foram depositadas no Herbário do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas (UEC nº 25.239 e 27.843). Foram fixados flores e botões em FAA 50% e álcool 70%. Os desenhos das flores foram feitos a partir de material fresco ou fixado, com auxílio de câmara clara acoplada a lupa estereoscópica.

2.3

Os Visitantes

Foram registrados os animais visitantes às flores de *I. hederifolia* e *I. quamoclit*. Em observações visuais diretas, foram registrados aspectos referentes a frequência, duração, horário e comportamento dos animais durante as visitas. Para análises mais detalhadas do comportamento foram feitas fotografias. Foi também registrado qual era o tipo de alimento procurando pelos visitantes. Para classificar os animais não polinizadores, foi utilizada a terminologia descrita em INOUE (1980), adequada ao tipo de visita realizada, como segue:

- a) Roubo de néctar - o visitante faz um buraco no tubo da corolla para coletar o néctar.

b) Furto de néctar - o visitante não fura a flor. A coleta do néctar é feita pela mesma abertura utilizada pelos polinizadores, porém por razões morfológicas ou estruturais não ocorre a polinização.

c) Roubo de pólen - o visitante coleta pólen danificando tecidos florais.

Os insetos visitantes foram capturados com auxílio de puçã ou sacos plásticos, sendo eterizados e posteriormente fixados a seco para identificação.

A identificação dos animais visitantes às flores de *I. Zederifolia* e *I. quamoclit*, foi feita com o auxílio dos seguintes pesquisadores: Prof. Pe. José Moura (abelhas) ; Dr. Ivan Szazima, Dr. Jacques Marie Edme Vielliard e Prof. Wesley Rodrigues Silva (beija-flores); Thomas Michael Lewinsohn (besouro) e Keith Spalding Brown Junior (borboletas).

Foram feitos desenhos esquemáticos das cabeças dos beija-flores a partir de ilustrações em SAZIMA (1978) e RUSCHI (1982).

2.4

Morfologia do Pólen

Para o estudo da morfologia dos grãos de pólen foi utilizada a técnica de acetólise (ERDTMAN, 1952), adequada às espécies estudadas, como segue: antenas de flores de cada es

pécie foram coletadas ao acaso, nas diferentes populações, com auxílio de tesoura e pinça, sendo fixadas em ácido acético glacial, por um mínimo de 24 horas. Posteriormente, esse material foi colocado em tubos de vidro numerados e as anteras triturdadas com auxílio de um bastão. O fixador foi separado por centrifugação e, após retirar o sobrenadante, o material polínico foi submetido a 5 ml da mistura de acetólise, que consta de nove partes de anidrido acético para uma de ácido sulfúrico. Essa mistura foi colocada em banho-maria, numa temperatura de aproximadamente 80°C por um minuto e meio. Após nova centrifugação, a mistura de acetólise foi decantada e o material polínico lavado com água destilada acrescentada de duas gotas de álcool etílico. Nova centrifugação foi feita e acrescentou-se ao tubo uma mistura de água destilada e glicerina da proporção de 1:1, permanecendo o material polínico neste meio durante 40 minutos. Após esse período foi centrifugado e decantado o sobrenadante e o pólen foi coletado e montado em lâminas histológicas com gelatina glicerinada.

Efetuaram-se medidas em 25 grãos distribuídos ao acaso em diversas lâminas. Foram feitas medidas das seguintes grandezas:

- a) Diâmetro: DI, com e sem espinho; DII, com e sem espinho (fig. 1).
- b) Abertura: foi medido o diâmetro do poro (D_p) que estava situado medianamente no grão (fig. 1).

As medidas de espessura da exina e de suas camadas, tamanho dos espinhos e distância entre eles (fig.2), foram feitas em dez grãos.

Os desenhos foram efetuados com auxílio de uma câmara clara. As fotomicrografias foram feitas utilizando - se filme panatomic-x: 32 ASA.

Foram realizadas 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) e 95% entre as duas espécies. No caso onde só foram feitas dez medidas, calculou-se apenas a média aritmética ($\bar{x}$). O intervalo de confiança foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula (HELLER, 1968):

$$IC = \bar{x} \pm s\bar{x} \cdot t_{n-1} \quad \text{onde: } t_{n-1} = \text{"t de Student"} \\ \text{para } n-1 \text{ graus de liberdade a 95\%, obtido} \\ \text{na tabela de FISHER \& YATES (1971).}$$

Os valores dos intervalos de confiança foram colocados em gráficos (DICE & LERAAS, 1956), onde:

- O traço horizontal representa a faixa de variação dos grãos de pólen.
- O traço vertical localiza a média aritmética das medidas dos grãos de pólen.

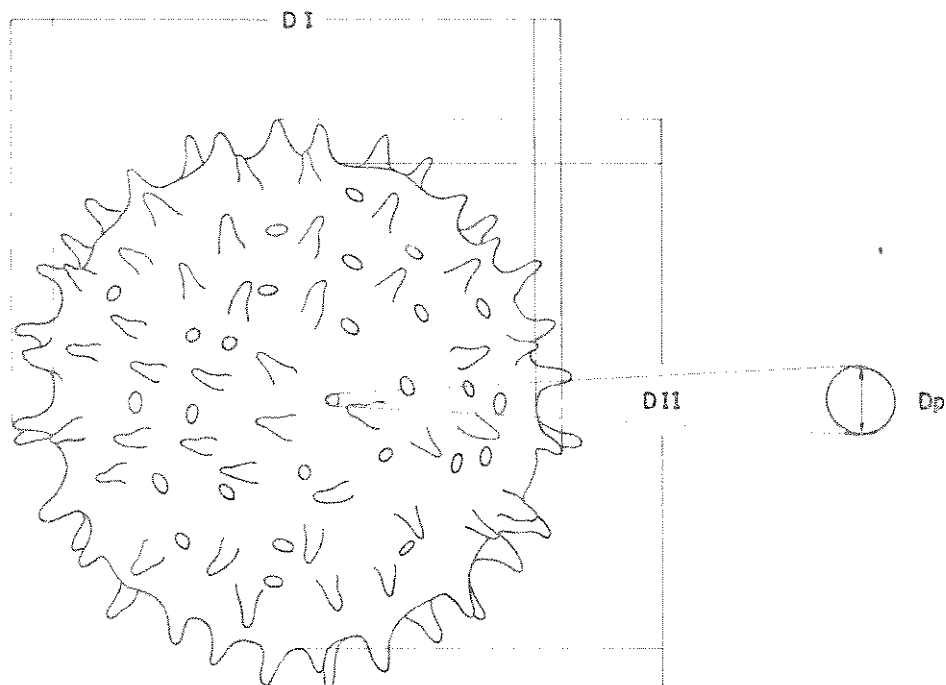


Figura 1 - Representação esquemática das medidas efetuadas nos grãos de pólen das espécies *I. hederifolia* e *I. quamoclit*. Diâmetro I (DI), com e sem espinho; Diâmetro II (DII), com e sem espinho e diâmetro do poro (Dp).

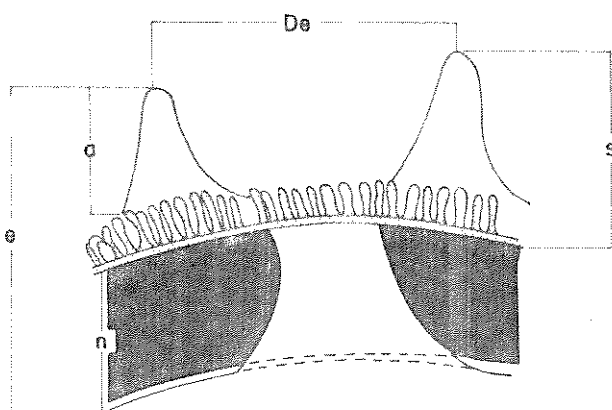


Figura 2 - Representação esquemática das medidas efetuadas na parede dos grãos de pólen das espécies de *I. hederifolia* e *I. quamoclit*. Exina (e), nexina (n), sexina (s), altura do espinho (a), e distância entre espinhos (De).

- O retângulo representa o intervalo de confiança da média.

A contagem dos poros existentes na superfície dos grãos de pólen, foi feita tomando-se por base dez quadradinhos, cada um com 25 cm^2 de área, equivalentes a $9.246 \text{ }\mu\text{m}^2$, quando projetados em câmara clara.

2.5

Viabilidade do Grão de Pólen

A viabilidade dos grãos de pólen das flores de *I. hederifolia* e *I. quamoclit* foi verificada empregando-se duas técnicas de coloração. Uma delas consiste na coloração do citoplasma do grão de pólen pelo carmim acético (RADFORD et alii, 1974). Os grãos viáveis apresentam-se com coloração laranja bem evidente e os inviáveis, fracamente coloridos de laranja ou incolores, como resultado da pequena quantidade de citoplasma ou de sua total ausência. A outra técnica utilizada (ALEXANDER, 1980), consiste basicamente da reação distinta de dois corantes, verde malaqueta e fucsina ácida, com a parede e o protoplasma do grão de pólen. O verde malaqueta reage com a celulose da parede do grão, produzindo coloração esverdeada e a fucsina ácida reage com o protoplasma, produzindo coloração púrpura. Os grãos inviáveis apresentam-se verdes devido a ausência ou a pequena quantidade de protoplasma. A amostragem dos grãos de pólen foi realizada ao acaso entre os indivíduos das populações de *I. hederifolia* e *I. quamoclit*. Para cada espécie foram utilizados vinte botões (dez botões para cada técnica empregada). Os botões foram coletados no dia anterior à sua abertura. De cada botão foram retiradas duas anteras, cujo conteúdo

polínico foi espalhado numa lâmina histológica, com auxílio de um estilete. Em seguida foi colocada uma gota de corante e uma lamínula. Ao microscópio, após cerca de duas horas, fez-se o registro dos grãos viáveis e inviáveis contando-se 200 grãos em cada lâmina.

2.6

Número de Grãos de Pólen e Razão Pólen/Óvulo

A verificação do número de grãos de pólen por antera foi feita espalhando-se, com auxílio de um estilete, todo o conteúdo de uma antera em uma lâmina histológica com uma gota de carmim acético 1,2%. A lâmina foi previamente quadriculada com caneta hidrográfica "Pilot", delimitando seis áreas para contagem. Contou-se os grãos com auxílio de uma lupa, cuja luz incidia por baixo. Para cada espécie foram contados os grãos de todas as cinco anteras de dez flores. A razão pólen/óvulo foi encontrada dividindo-se o número médio de grãos por flor pelo número de óvulos de cada flor (CRUDEN, 1977).

2.7

Polinizações

Concomitantemente às observações de campo, foram feitas polinizações manuais que, em ambas as espécies, consistiram dos seguintes tratamentos:

1. verificação da ocorrência de autopolinização espontânea e/ou apomixia: botões foram ensacados sem qualquer tratamento;

2. verificação da ocorrência de apomixia: botões foram emasculados e ensacados sem tratamento posterior;
3. polinizações cruzadas: pólen de flores de indivíduos diferentes foi transferido manualmente para o estigma de flores anteriormente emasculadas, as quais eram ensacadas em seguida;
4. verificação da ocorrência e da taxa de polinizações cruzadas por intermédio dos visitantes: botões emasculados foram marcados com etiquetas e deixados descobertos, possibilitando o contato com os visitantes;
5. polinizações interespecíficas: pólen de flores de *I. quamoclit* foi transferido para o estigma de flores previamente emasculadas de *I. hederifolia*. Pólen de flores de *I. hederifolia* foi transferido para o estigma de flores anteriormente emasculadas de *I. quamoclit*. As flores foram ensacadas logo após o tratamento.

O ensacamento dos botões foi feito utilizando-se sacos de papel impermeável, presos ao pedúnculo da flor por meio de arames plastificados, finos. A emasculação dos botões foi efetuada com auxílio de uma tesoura de ponta com a qual se fazia uma pequena abertura na base do tubo da corola e cortavam-se todos os estames. Os outros botões e flores, próximos à flor emasculada, foram retirados. O tipo de polinização desejada era feito no dia seguinte, por ocasião da ântese.

Cada flor tratada foi etiquetada, contendo a data e o tipo de experiência realizada. Todas as flores tratadas permaneceram ensacadas até a maturação e deiscência do fruto, no caso de sua formação. O critério usado para estabelecer a porcentagem de sucesso dos resultados, obtidos nas polinizações manuais, foi a formação de frutos, confirmada pela viabilidade e germinação das sementes, com posterior desenvolvimento das plântulas. A germinação das sementes foi conseguida através da escarificação de sua parede com ácido sulfúrico puro (HARDCASTLE, 1978). As sementes foram colocadas num Becker contendo ácido sulfúrico por cerca de 15 minutos. Após esse período foram lavadas em água corrente durante duas horas e, em seguida, colocadas em placas de germinação por cerca de uma semana. Posteriormente as plântulas foram transferidas para canteiros.

III.

RESULTADOS

3.1

Ipomoea hederifolia

Ipomoea hederifolia é uma espécie trepadeira, invasora, que ocorre geralmente em habitats perturbados ou em áreas de cultivo. As observações e o trabalho de campo com esta espécie foram efetuados em dois locais distintos, situados na Fazenda Santa Elisa. Num deles, *I. hederifolia* crescia em uma plantação de milho (Fig. 3) e no outro, esta espécie encontrava-se à beira de um caminho. Entre as plantas de milho havia também indivíduos de *Leonotis* sp. (Labiatae) e *Canavalia* sp. (Leguminosae-Faboideae), além de Gramíneas. Na beira do caminho as plantas de *I. hederifolia* usavam como suporte árvores secas, de modo que suas flores se encontravam a, aproximadamente, 3-4 metros do solo. Além de Gramíneas, trepadeiras da família Leguminosae também ocorriam neste local. Periodicamente era feita a limpeza deste caminho, devido a invasão das Gramíneas, ou mesmo de Convolvuláceas, como é o caso da espécie estudada.

À época de floração de *I. hederifolia* nos locais e períodos de estudo iniciou-se aproximadamente em abril, estendendo-se até meados de junho.



Figura 3 - *Ipomoea hederifolia* em milharal da Fazenda Santa Elisa. Note a presença de indivíduos de *Leonotis* sp. (Labiateae) e Gramíneas.

A Flor

As flores de *I. hederifolia* estão dispostas em inflorescências do tipo dicásio composto modificado (Fig. 4), sendo a primeira ramificação dicasial e as restantes monocasiais, podendo apresentar uma ou várias (4 a 6) flores abertas ao mesmo tempo. A exteriorização das flores na folhagem se deve ao comprimento do eixo principal da inflorescência, que chega a alcançar cerca de 100 mm. A organização das flores neste eixo proporciona posições variadas, podendo ocorrer flores desde erectas até pendentes.

As figuras 5 e 6 mostram a morfologia externa e

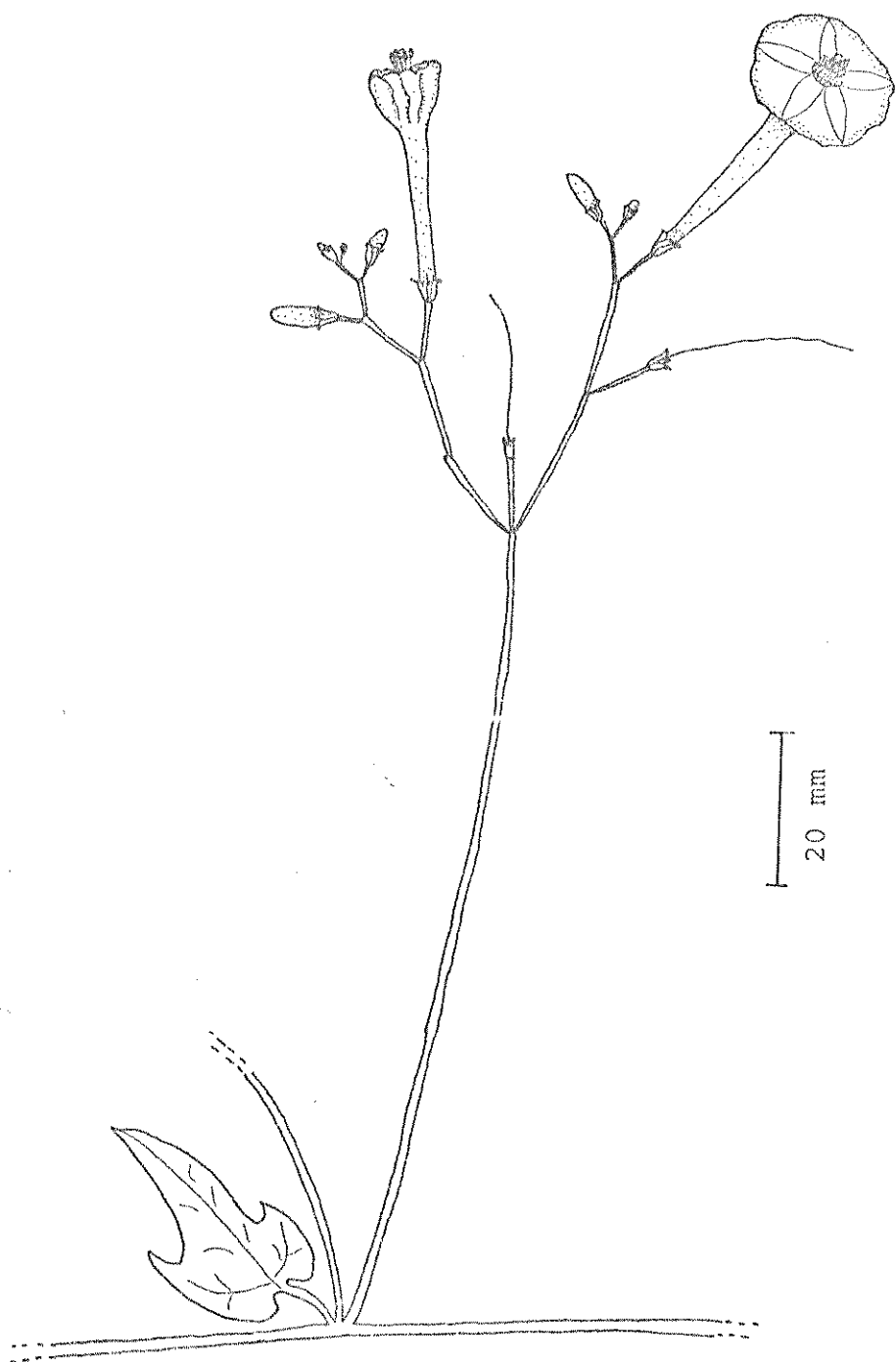


Figura 4 - Esquema da inflorescência de *I. hederifolia*. Note o longo eixo principal, que expõe as flores fora da folha - gem.

interna da flor, em corte longitudinal. O pedicelo varia de 6 a 10 mm de comprimento, é glabro e tem coloração verde - limão ("Lime-green", nº 59). O cálice é formado por cinco sépalas livres, apresentando tamanhos diferentes e coloração verde-oliva ("Bunting-green", nº 150). As sépalas são aristadas e permanecem na flor até a formação e desenvolvimento do fruto. Não apresentam pêlos nem glândulas.

A corola, hipocraterimorfa, de prefloração contorcida, é constituída por cinco pétalas de consistência membranacea, soldadas entre si, formando um tubo. O ápice do tubo apresenta-se rebatido, formando o limbo da corola. O comprimento do tubo da corola pode variar de 25 a 31 mm e o diâmetro da flor aberta, na região do limbo da corola, pode variar de 19 a 26 mm. Observa-se uma curvatura ao longo do tubo da corola. A porção superior do tubo tem, em média, 3 a 5 mm de diâmetro. A corola de flores recém abertas e de flores que se encontram em fase receptiva apresentam a cor vermelho-sangue ("Geranium", nº 12). Na entrada do tubo há uma diferenciação na tonalidade desta cor, que se apresenta mais viva e brilhante. Nas flores em início de murchamento a cor da corola é o vermelho escuro ("Spectrum red", nº 11).

O androceu é composto de cinco estames exertos, livres entre si, porém soldados ao tubo da corola a uma altura de 7 mm da base do tubo. Os filetes são brancos na base e cor-de-rosa ("Rose" nº 9) da sua metade até o ápice. O tamanho é variável, encontrando-se filetes de 31 a 35 mm de comprimento em uma mesma flor. Possuem, na sua base, pêlos glandulares capita-

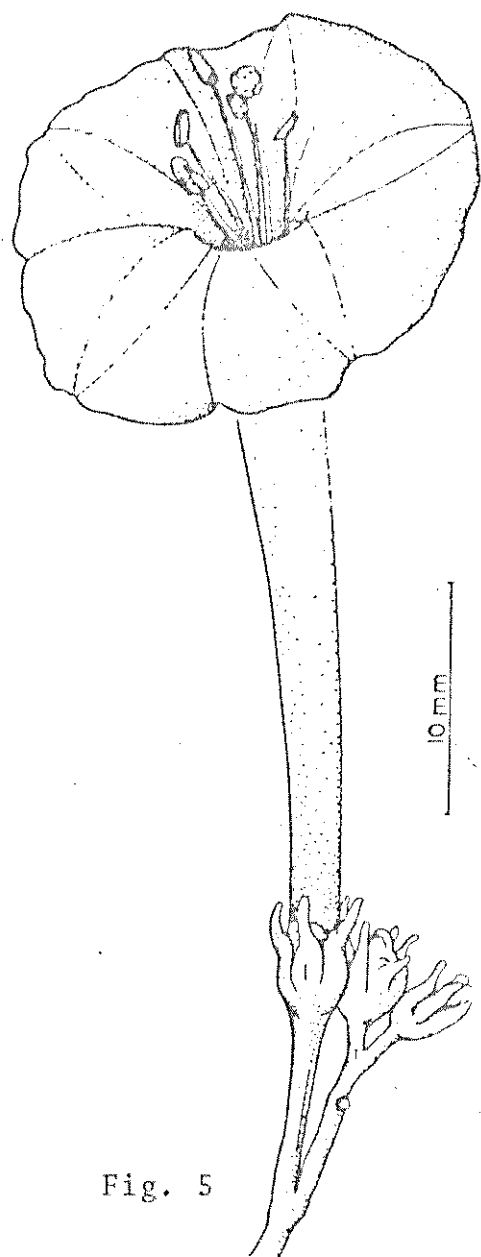


Fig. 5

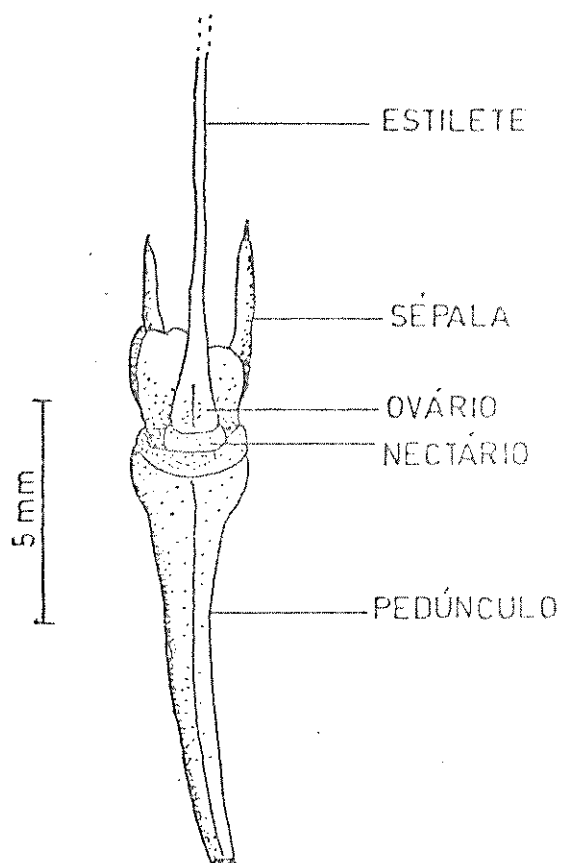


Fig. 6

Figuras 5 e 6 - *Ipomoea hederifolia* (5) esquema da flor mostrando a disposição das anteras e estigma; (6) esquema de parte da flor, mostrando a localização do nectário.

dos, desde o ponto de inserção no tubo da corola, até uma extensão aproximada de 4 a 5 mm acima deste ponto. As anteras apresentam deiscência longitudinal, são basifixas, medem cerca de 2 a 2,5 mm de comprimento e são brancas. O grão de pólen também é branco.

O estigma é bilobado, exerto, branco, do tipo papiloso e seco, não apresentando secreção fluida aparente. O estilete é flexível e mede 33 a 39 mm de comprimento. Não apresenta pêlos nem glândulas em toda sua extensão. O ovário é glabro, súpero, 4-locular com um óvulo por lóculo, mede cerca de 1,2 mm de comprimento por 1,0 mm de diâmetro e não apresenta pêlos. O nectário situa-se abaixo do ovário, tem forma de anel completo e mede cerca de 0,8 mm de comprimento. A concentração de açúcares encontrada no néctar é, em média, de 29%, variando de 22 a 32%. Há produção de néctar durante todo o período em que a flor se encontra aberta. O néctar produzido em *I. hederifolia* é facilmente retirado com auxílio de capilares de vidro.

As flores de *I. hederifolia* abrem em diferentes horários. Há flores que abrem pela manhã, por volta das 06:00h; flores que abrem à tarde, a partir das 16:00 h. e flores que abrem à noite, tendo-se feito o último registro às 22:00 h. Consequentemente, encontram-se flores abertas durante qualquer período do dia e da noite. A abertura se dá lentamente, através da distensão do limbo da corola. Após a abertura das flores, as anteras apresentam-se ainda fechadas e situadas numa posição abaixo do estigma, ambas as estruturas dentro do tubo da corola.

Após cerca de duas horas, as anteras começam a abrir e a expor o pólen. A distância entre as anteras e o estigma nesta ocasião já é menor, devido ao crescimento dos filetes. O crescimento dos filetes continua e decorridas aproximadamente 5 a 6 horas após a abertura da flor, as anteras encontram-se na mesma altura do estigma ou além dele, ambos fora do tubo da corola. Nessa ocasião, o estigma muitas vezes já se encontra coberto de pólen, oriundo de anteras da mesma flor. A duração das flores é variável, havendo algumas que iniciam o processo de murchamento 12 horas após a ântese e outras 24 a 36 horas após.

Não foi percebido odor nas flores em qualquer período do dia ou da noite.

O período decorrido desde a abertura da flor até a deiscência do fruto é de aproximadamente 35 dias. O fruto é uma cápsula, apresentando cor verde até a maturação, quando então adquire gradualmente cor castanha. As sementes de *I. hederifolia* emitiram a radícula 3 a 6 dias após colocadas nas placas de germinação.

Visitantes

Em trinta dias de observação no campo, os visitantes mais frequentes às flores de *I. hederifolia* foram beija-flores, sendo *Amazilia lactea* (Lesson) a espécie mais frequente. As outras espécies registradas, em ordem decrescente de frequência foram: *Calliphlox amethystina* (Boddaert); *Eupetomena macroura* (Gmelin); e *Phaethornis pretrei* (Lesson & Delattre).

Ainda foi vista uma outra espécie de beija-flor, cuja identidade não foi possível esclarecer. A Fig. 7 mostra a relação entre o comprimento do bico de quatro das espécies de beija-flores visitantes e o comprimento do tubo da flor de *I. hederifolia*.

O comportamento de visita das diversas espécies de beija-flores em flores de *I. hederifolia*, foi similar. O passarinho pairava defronte a flor, introduzia o bico no tubo da corola, provavelmente para retirar néctar, contactando então as anteras e o estigma com a fronte ou a garganta (Fig. 8). As visitas eram bastante rápidas, durando cerca de 2 segundos em cada flor. O beija-flor visitava várias flores em seguida antes de se afastar do local ou então pousava em um ramo próximo e logo após reiniciava as visitas, abandonando o local em seguida.

Amazília lactea foi observada visitando as flores de *I. hederifolia* a partir das 07:30 h, continuando as visitas ao longo do dia, em intervalos irregulares, tendo sido feito o último registro às 18:30 h, no crepúsculo. As flores visitadas encontravam-se em diferentes alturas, desde 40 cm acima do nível do solo até cerca de 3 metros. Frequentemente, *A. lactea* foi observada visitando flores de *Leonotis* sp. (Labiatae) alternadamente com as de *I. hederifolia*, que se encontravam próximas.

O beija-flor *Calliphlox amethystina*, na primeira semana de observação (em maio) visitou com frequência as flores de *I. hederifolia*. Após esse período, durante cerca de 10 dias, esse pássaro permaneceu a maior parte do tempo pousado num ramo próximo à esta população de *I. hederifolia*, perseguindo

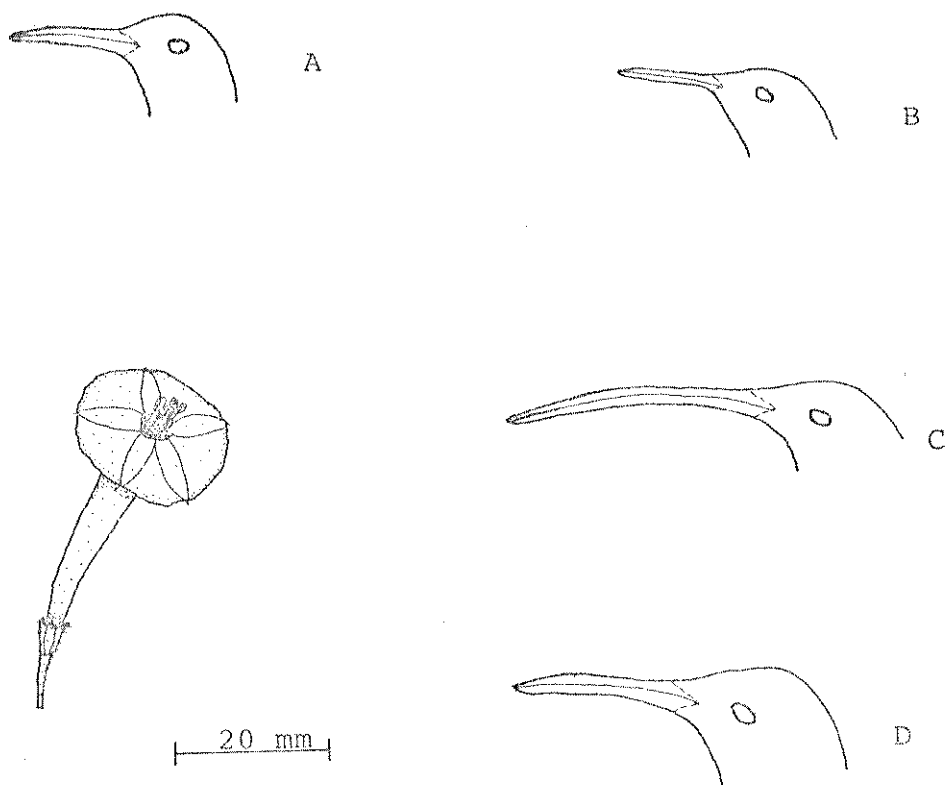


Figura 7 - Esquema das cabeças dos beija-flores visitantes e sua relação com a flor de *Ipomoea hederifolia*.

- A - *Amazilia lactea*;
- B - *Calliphlox amethystina*;
- C - *Phaethornis pretrei*;
- D - *Eupetomena macroura*.



Figura 8 - *Amazilia versicolor* ao visitar uma flor de *Ipomoea hederifolia*. Note o contato do estigma com a garganta do pássaro. (Fotografia tirada por I. Sazima em maio de 1983)*.

(*) - Este beija-flor não foi observado no decorrer do trabalho de campo, porém o fato de apresentar comportamento semelhante ao das espécies estudadas justifica a inclusão da foto.

outras espécies de beija-flores que se aproximavam das flores desta planta, passando a visitá-las apenas ocasionalmente.

Apenas em uma ocasião foi registrada a visita comitante de *Amazilia lactea* e *Eupetomena macroura*, às flores de *I. hederifolia*. Não foi observado comportamento agressivo entre essas duas espécies, no decorrer das visitas. Por essa ocasião, havia muitas flores no agrupamento de *I. hederifolia* e, além disso, as flores visitadas pelos dois pássaros não estavam muito próximas.

Todas as cinco espécies de beija-flores foram observadas visitando flores de *I. hederifolia* do milharal e da beira do caminho, exceto *C. amethystina*, visto apenas em flores da beira do caminho. *P. pretrei* e *E. macroura* foram observados visitando somente as flores pendentes. Visitas ocasionais de *P. pretrei* foram registradas apenas durante o mês de junho. *E. macroura* também foi observada fazendo visitas esporádicas às flores de *I. hederifolia*.

Outros visitantes observados nas flores de *I. hederifolia* foram borboletas principalmente *Phoebis philea* (Joh) Pieridae e *Parides agavus* (Drury), Papilionidae. *P. philea*, pousava no limbo e introduzia a probóscide no tubo da corola, permanecendo com as asas fechadas (Fig. 9). Ocasionalmente, ocorria o contato da cabeça ou parte superior das asas com as anteras e o estigma. Esta borboleta visitou cerca de 5 a 7 flores de um mesmo agrupamento de *I. hederifolia*, antes de se afastar do local, permanecendo cerca de um minuto em cada flor, na maioria das vezes. *Parides agavus* foi observado apenas em um dos dias de observação, ao fazer duas visitas na população de *I. hederifolia* da beira do caminho. Apoiava-se na corola da flor com as patas, permanecendo com as asas em movimento. Ao retirar o néctar, *P. agavus* penetrava com a cabeça no tubo da flor, contactando então as anteras e o estigma. Os grãos de pólen ficavam aderidos na porção proximal das asas, tórax e no abdômem desta borboleta (Fig. 10).



Figura 9 - *Phosbia philea* (Pieridae) ao visitar flor de *Ipomoea hederifolia* na Fazenda Santa Elisa .
(Foto I. Sazima)



Figura 10 - *Parides agavus* (Papilionidae) ao visitar flor de *Ipomoea hederifolia*. Note pólen na porção proximal das asas e no abdômen da borboleta.
(Foto I. Sazima).

Mamangavas, *Xylocopa* sp., foram vistas ocasionalmente nas flores de *I. hederifolia*. O comportamento de visita dessa abelha era variado: agarrava-se nas anteras e no estigma, introduzindo a língua no tubo da corola, ou então perfurava a base do tubo, sem contactar os órgãos sexuais da flor. Esse último comportamento foi mais frequente. *Xylocopa* sp. visitava ativamente flores de *Canavalia* sp. (Leguminosae-Faboideae) que se encontravam nas proximidades da população estudada de *I. hederifolia*.

Morfologia do Pólen

Os grãos de pólen de *I. hederifolia* (Figs. 11 e 12) são esféricos, pantoporados, com espinhos distribuídos por toda a superfície do grão que, por sua vez, é pilada.

Aberturas: apresentam poros circulares distribuídos por toda a superfície, cujos diâmetros medem cerca de $5,6 \mu\text{m}$. Foram encontrados, em média, 21 poros (variando de 19 a 22) numa área de superfície do grão equivalente a $9.246 \mu\text{m}^2$.

Exina: a exina apresenta pilas e espinhos (Figs. 11 e 13). Os espinhos têm, em média, $10 \mu\text{m}$ de altura e a distância entre eles é bastante variável, sendo de $19,6$ até $38,9 \mu\text{m}$ (Fig. 14). Há também variação na forma dos espinhos, ocorrendo predominantemente os de formato cônico, havendo também espinhos com a base dilatada (Fig. 14). O ápice do espinho é arredondado. A escultura básica da superfície dos grãos de pólen é constituída por pilas pequenas que envolvem os poros (Figs. 15 e 16). As

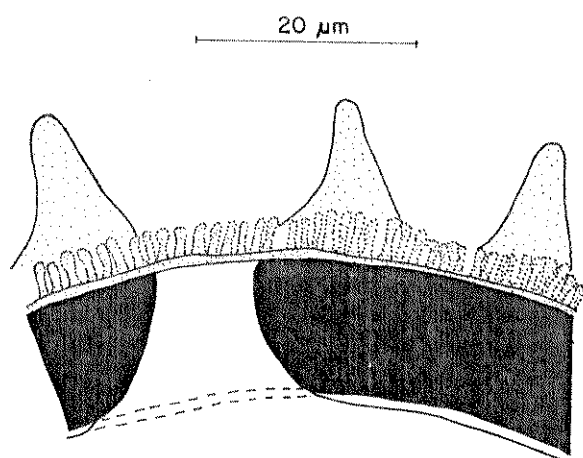


Fig.11

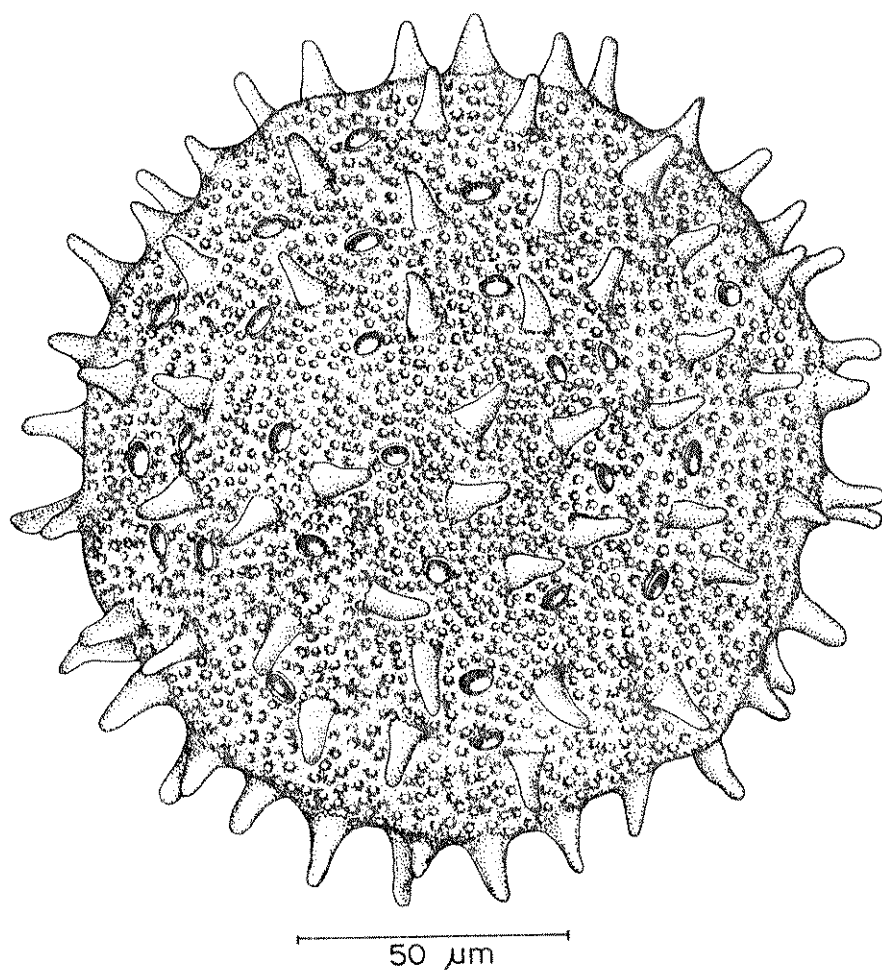


Fig. 12

Figura 11 - Corte óptico do grão de pólen de *Ipomoea hederifolia*.

Figura 12 - Vista geral do grão de pólen de *Ipomoea hederifolia*,
mostrando a escultura e as aberturas.

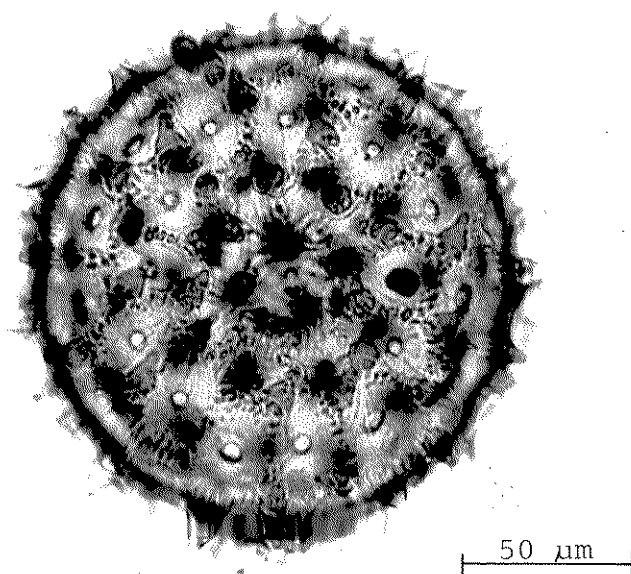


Figura 13 - Fotomicrografia da vista geral do grão de pólen de *Ipomoea hederifolia*.

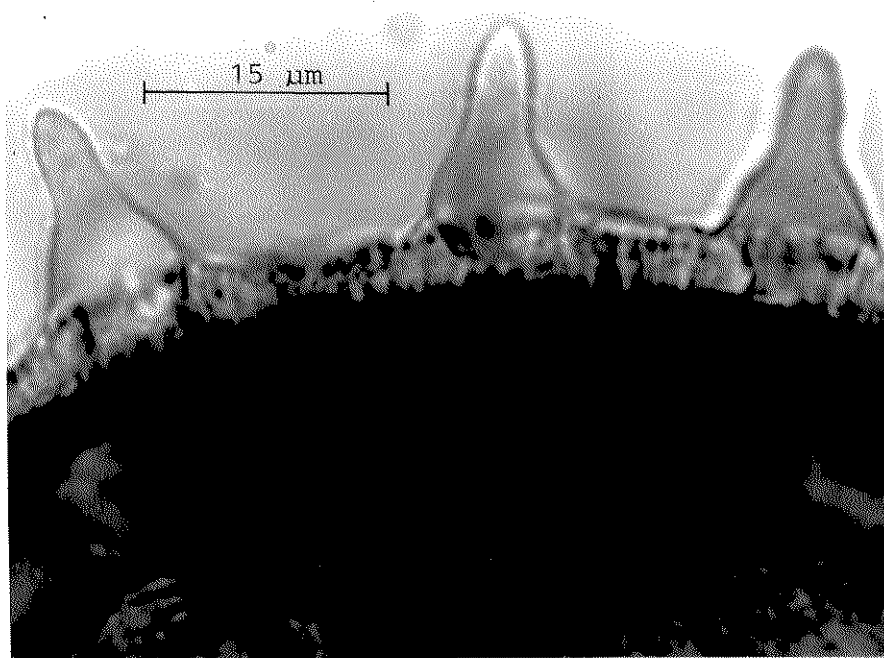


Figura 14 - Fotomicrografia do corte óptico do pólen de *Ipomoea hederifolia*. Note espinho de ápice arredondado e base dilatada.

Fig. 15

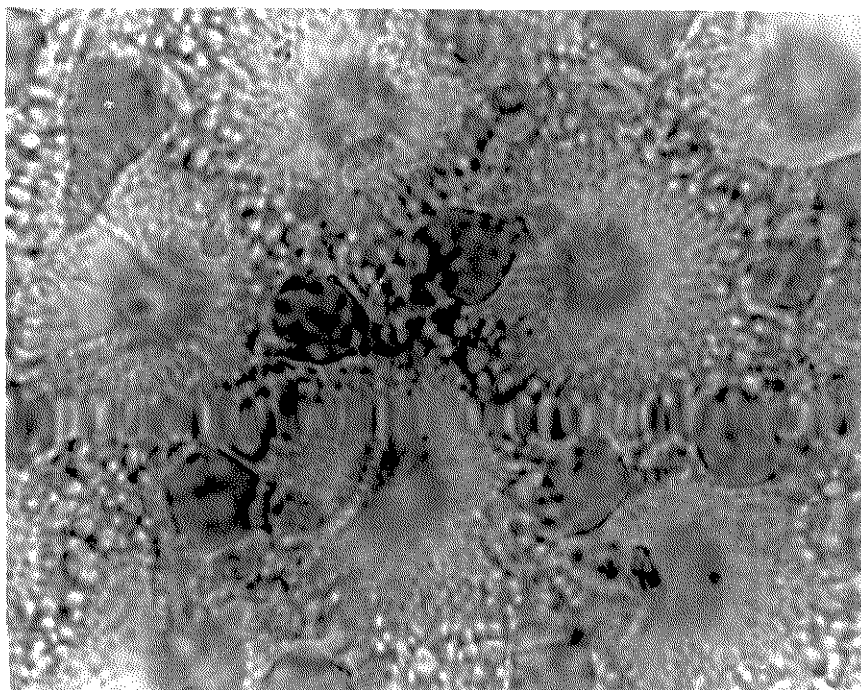
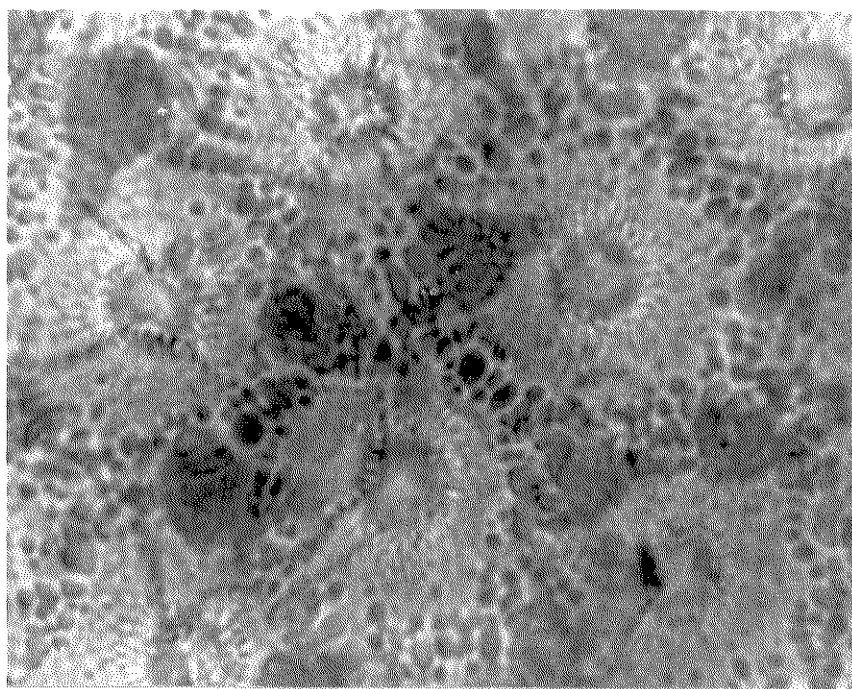


Fig. 16



Figuras 15 e 16 - Fotomicrografias do padrão LO-Análise dos grãos de pólen de *Ipomoea hederifolia*(14) luz; (15) obscuridade.

pilas mais afastadas dos poros, que ficam em depressões, são ligeiramente maiores de tamanho, chegando a unir suas cabeças formando tetos interrompidos hexagonais (Figs. 15 e 16). A nexina tem cerca de 15,6 μm de espessura. A nexina é mais espessa que a sexina apresentando, respectivamente, 10 μm e 4,6 μm de espessura.

Medidas: as medidas dos diâmetros I e II dos grãos de pólen de *I. hederifolia* estão apresentadas na Tabela I. As figuras 17 e 18 representam o intervalo de confiança dos diâmetros I e II, tomados com e sem espinho.

Tabela 1: Medidas de diâmetros I e II dos grãos de pólen de *I. hederifolia*.

GRANDEZAS	COM ESPINHO	SEM ESPINHO
DIÂMETRO I		
Faixa de variação (μm)	143,41 - 163,01	125,45 - 146,29
$\bar{x} \pm s\bar{x}$ (μm)	153,17 $\pm$ 1,2	136,75 $\pm$ 1,1
s (μm)	6,0	5,5
V(%)	3,92	4,02
DIÂMETRO II		
Faixa de variação	143,0 - 166,17	125,86 - 147,66
$\bar{x} \pm s\bar{x}$ (μm)	153,17 $\pm$ 1,3	136,86 $\pm$ 1,2
s (μm)	6,5	5,9
V (%)	4,24	4,31

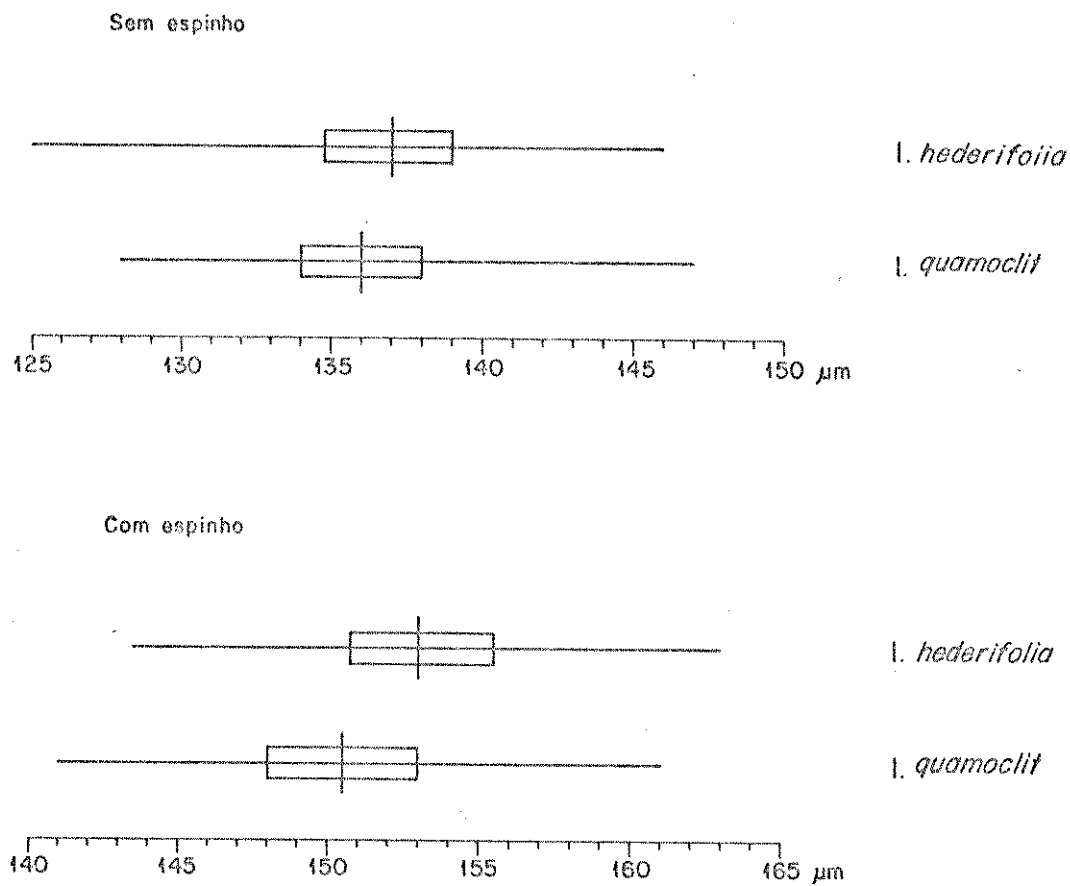


Figura 17 - Intervalo de confiança a 95% do Diâmetro I (DI) dos grãos de pólen com e sem espinho, de *I. hederifolia* e *I. quamoclit*

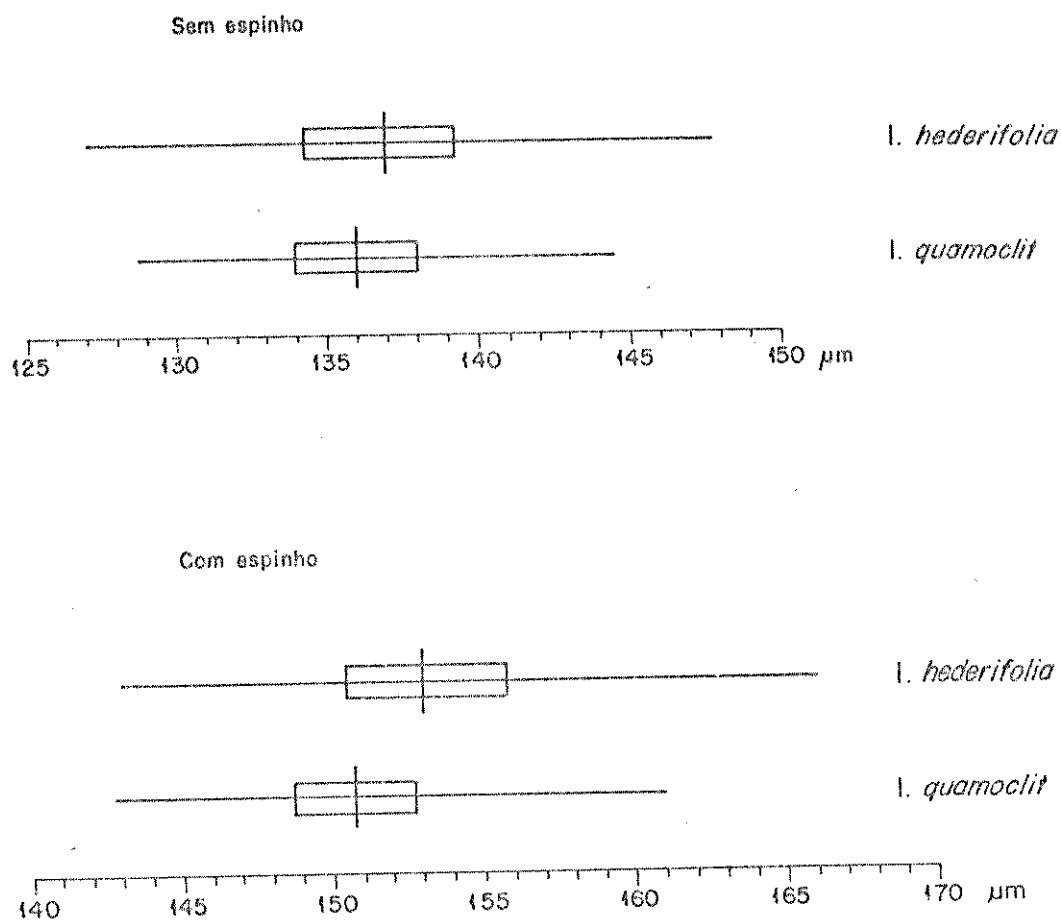


Figura 18 - Intervalo de confiança a 95% do Diâmetro II (DII) dos grãos de pólen com e sem espinho, de *I. hederifolia* e *I. quamoclit*

Viabilidade do Grão de Pólen

A viabilidade dos grãos de pólen de *I. hederifolia* é de 92% quando utilizada a técnica do carmim acético e de 97% quando aplicada a técnica do verde malaqueta e da fucsina ácida.

Número de Grãos de Pólen e Razão Pólen/Óvulo

Os resultados referentes ao número de grãos de pólen de *I. hederifolia* encontrados por flor e a razão pólen/óvulo estão resumidos na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados do número de grãos de pólen encontrados por flor e a razão de pólen/óvulo de *I. hederifolia*

N	ÓVULOS POR FLOR	GRÃOS DE PÓLEN POR FLOR	RAZÃO PÓLEN/ÓVULO
10	4	720	180

Polinizações

Na Tabela 3 estão sumarizados os resultados sobre as experiências de polinização manual, da taxa de polinizações cruzadas realizadas pelos visitantes em flores de *I. hederifolia* e do número de frutos formados em condições naturais nas populações estudadas.

Tabela 3: Resultados das observações de polinizações em flores de *I. hederifolia*.

PROCEDIMENTO	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESSO (%)
EXPERIMENTOS MANUAIS			
Flores sem tratamento (controle)	50	42	84
Flores emasculadas (apomixia)	50	0	0
Pólen de plantas diferentes (xenogamia)	42	35	83
Pólen de espécie diferente (<i>I. hederifolia</i> X <i>I. quamoclit</i>)	29	0	0
POLINIZAÇÃO POR VISITANTE	45	10	22
CONDIÇÕES NATURAIS	...	...	ca90

3.2

Ipomoea quamoclit L.

Ipomoea quamoclit é também uma espécie trepadeira, invasora, ocorrendo mais frequentemente em ambientes perturbados ou em áreas de cultivo. Esta espécie já foi coletada em restinga, cerrado, campo, beira de mata e inclusive em serras de 800 metros de altitude, segundo o registro de coletas do Herbário do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas (UEC) e do Herbário do Estado "Maria Eneyda P.K. Fidalgo" (SP).

As observações e os trabalhos de campo com esta espécie foram conduzidos em dois ambientes adjacentes situados na Fazenda Santa Genebra. No primeiro, *I. quamoclit* crescia numa plantação de algodão onde, às vezes, ocupava grandes extensões. As plantas de *I. quamoclit* se enrolam de tal forma nos pés de algodão, que prejudicam a sua colheita (Fig. 19). Neste mesmo algodoal encontravam-se numerosos indivíduos de *Emilia sonchifolia* Benth. (Compositae) e *Acanthospermum hispidum* DC. (Compositae). No segundo ambiente, vários agrupamentos de plantas de *I. quamoclit* cresciam na beira da mata de Santa Genebra, situada ao lado do algodoal. Neste local, as flores de *I. quamoclit* encontravam-se nas mais diferentes alturas, desde muito próximas ao solo até cerca de cinco metros de altura, pelo fato de alguns indivíduos desta espécie usarem como suporte ramos de árvores que se encontravam na beira da mata. Nas proximidades, ocorriam plantas de *Lantana camara* L. (Verbenaceae), *Dalechampia* sp. (Euphorbiaceae), além de várias Compositae e Gramineae.



Figura 19 - *Ipomoea quamoclit* em algodoal da Fazenda Santa Genebra.

O período de floração de *I. quamoclit* nos locais observados teve início em março, encerrando-se em maio, na população da beira da mata e estendendo-se até meados de junho na população do algodoal. Contudo, em etiquetas de herbário (UEC e SP) e observações próprias, em outras localidades, foram registradas coletas de *I. quamoclit* em flor, nos meses de janeiro, novembro e dezembro.

A Flor

As flores de *I. quamoclit* estão dispostas em inflorescências do tipo dicásio composto modificado (Fig. 20), apresentando uma ou duas, algumas vezes três, flores abertas ao mesmo tempo. O eixo principal da inflorescência tem, em média, 50 mm de comprimento, podendo variar de 20 a 65 mm, o que permite a exteriorização das flores, colocando-as em posições variadas, eretas, horizontais ou pendentes.

As figuras 21 e 22 representam a morfologia externa e interna da flor em corte longitudinal. O pedicelo tem em média 15 mm de comprimento, é glabro e tem cor verde-limão ("Lime-green", nº 59). O cálice é formado por cinco sépalas livres, as quais possuem tamanhos diferentes numa mesma flor, variando de 4 a 7 mm, e permanecem na flor até a formação e deiscência do fruto. As sépalas possuem pequenas aristas de consistência membranácea. Não apresentam pêlos nem glândulas e sua coloração é verde-oliva ("Bunting-green", nº 150).

A corola é tubulosa, hipocraterimorfa, de preflo-
ração contorcida, constituída por cinco pétalas soldadas. Os lobos da corola são livres, conferindo-lhe aspecto estelar. O comprimento do tubo tem, em média, 27 mm e o diâmetro da flor aberta na região dos lobos mede 22 mm. A coloração do tubo internamente é rosa claro ("rose pink", nº 108D) e externamente é rosa-goiaba ("spinel red", nº 108B). Os lobos da corola são mucronados nas áreas mesopétalas e apresentam cor vermelho-cereja

("poppy red", nº 108A).

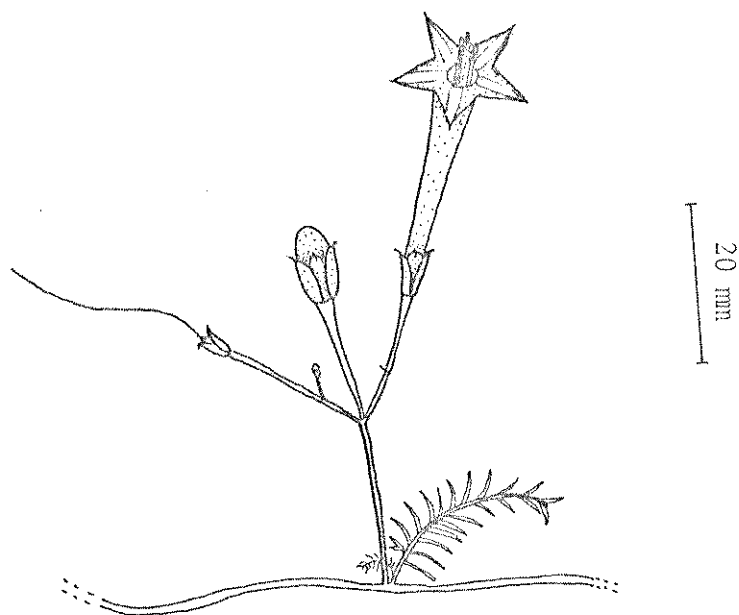


Figura 20 - Esquema da inflorescência de *Ipomoea quamoclit*. Note o comprimento do eixo principal e a presença de uma única flor aberta.

Os estames, em número de cinco, são exertos, li
vres entre si porém soldados ao tubo da corola a uma altura a
proximada de 4 a 5 mm acima da base do tubo. Os filetes são
brancos na base e cor-de-rosa ("Rose", nº 9) da sua metade até
o ápice. O tamanho dos filetes é variável, tendo-se encontrado
desde 24 até 28 mm de comprimento em uma mesma flor. Possuem
pêlos glandulares capitados na sua base, a partir do ponto de
inserção no tubo da corola, até cerca de 7 a 9 mm acima deste
ponto. As anteras são brancas, basifixas, medem cerca de 1,8
mm de comprimento e apresentam deiscência longitudinal. O grão

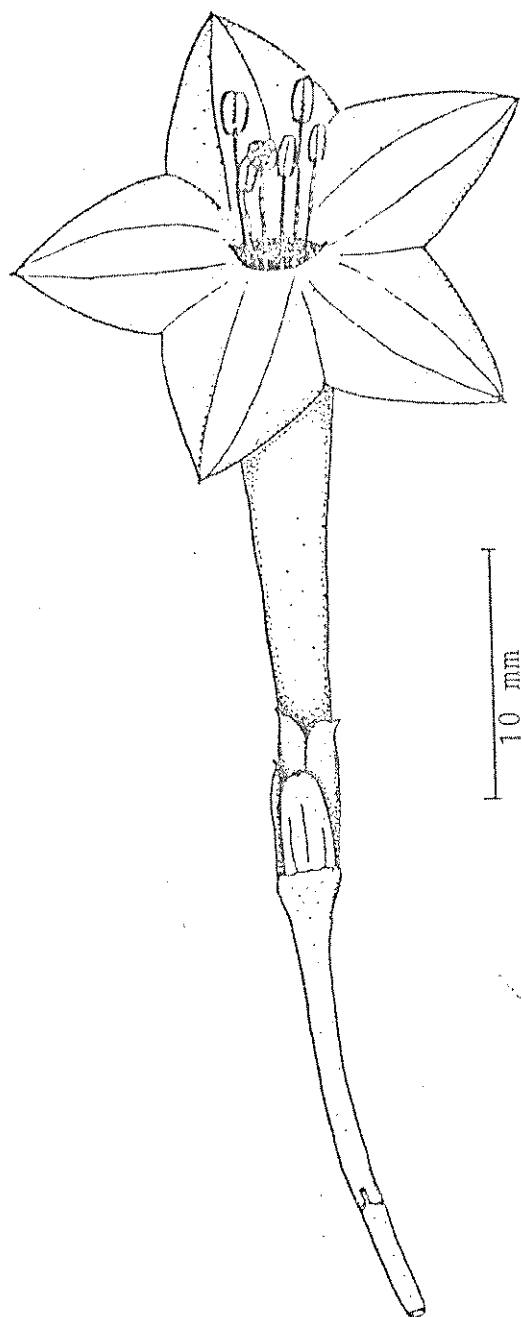


Fig. 21

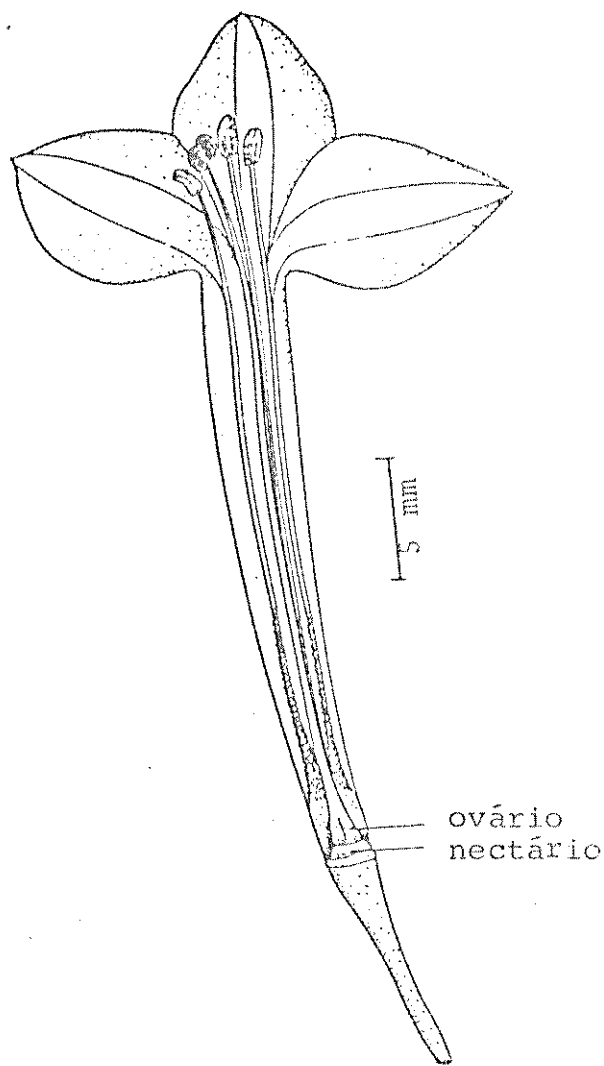


Fig. 22

Figuras 21 e 22 - *Ipomoea quamoclit* (21) esquema da flor mostrando a proximidade entre anteras e estigma; (22) esquema de uma flor em corte longitudinal onde se observa grande distância entre anteras e estigma e o nectário.

de pólen também é branco.

O estigma é bilobado, exerto, branco, do tipo seco e papiloso. O estilete é flexível e apresenta 28 a 31 mm de comprimento. Não apresenta pêlos nem glândulas em toda sua extensão. O ovário é súpero, 4-locular, com um óvulo por lóculo. O ovário mede cerca de 1,2 mm de comprimento por 0,9 mm de diâmetro e não apresenta pêlos.

O nectário situa-se abaixo do ovário, tem forma anelar e mede cerca de 0,5 mm de comprimento. A concentração de açúcares no néctar de *I. quamoclit* é, em média, 26%, variando entre 24 e 29%. A quantidade de néctar das flores de *I. quamoclit* é menor do que a de *I. hederifolia*, sendo possível retirá-lo, para medidas de concentração de açúcares, apenas com o auxílio de uma micro-seringa. Não foi percebido odor nas flores.

A ântese floral é diurna. As flores abrem por volta das 06:00 h e começam a murchar por volta das 13:30 h ou 14:00 h. A abertura das flores se dá lentamente, através da distensão dos lobos da corola. Em dias mais frios, as flores podem abrir e fechar um pouco mais tarde. As anteras estão maduras e deiscentes após a abertura da flor. Por essa ocasião o estigma provavelmente está receptivo. Na fase de botão o comprimento dos filetes é menor do que o do estilete que se encontra curvado por cima dos estames. Durante a abertura da flor, ocorre a distensão do estilete e o crescimento dos filetes. Após este crescimento as anteras ficam situadas próximas do estigma.

O período decorrido desde a abertura da flor até a deiscência do fruto foi de aproximadamente 35 dias. O fruto é uma cápsula de cor verde até a sua maturação, quando então adquire, gradualmente cor castanha.

As sementes de *I. quamoclit*, tratadas com ácido sulfúrico, germinaram em três dias, alcançando 100% de sucesso.

Os Visitantes

Durante as observações de campo, realizadas num total de 20 dias, os animais visitantes às flores de *I. quamoclit* registrados foram os seguintes, em ordem de frequência para cada família: Borboletas - *Anteos clorinde* (Godart), *Phoebis argante* (Fabricius), *P. philea* (Johansson) e *P. sennae* (Linné), Pieridae; *Celaenorrhinus similis* (Hayward) e *Perichares philetas adela* (Hewitson), Hesperíidae; *Parides agavus* (Drury), Papilionidae. Abelhas - *Oxaea flavescens* Klug, Andrenidae, *Ceratina* sp. e *Exomalopsis auropilosa* Spinola, Apidae, *Pseudoaugochloropsis graminea* Halictidae; Pássaros: *Chlorostilbon aureoventris* (d'Orbigny & Lafresnaye), Trochilidae.

Dentre esses animais, os observados com mais frequência foram as borboletas Pieridae do gênero *Phoebis*. O comportamento de visita de *P. argante*, *P. philea* e *P. sennae* às flores de *I. quamoclit* foi similar. Essas três espécies de borboletas pousavam nos lobos da corola e introduziam a probóscide no tubo, provavelmente para retirar néctar. As asas permaneciam

fechadas durante as visitas (Fig. 23) e, ocasionalmente, havia o contato da cabeça ou parte proximal das suas asas com as antenas e o estigma da flor. Estas borboletas permaneciam cerca de um minuto em cada flor, em seguida voando para outra flor. Visitavam, aproximadamente, dez flores próximas antes de se afastarem do local. Ocasionalmente, dois indivíduos da mesma espécie pousavam em uma única flor, porém abandonavam-na em seguida, provavelmente sem terem retirado néctar. Foram registradas visitas destas duas espécies de *Phoebis* durante todo o período em que as flores se encontravam abertas, ocorrendo um pico de visitas entre 10:00 e 13:00 h. *P. argante*, *P. philea* e *P. sennae* foram observadas visitando flores de indivíduos de *I. quamoclit* que cresciam no algodoal e na beira da mata.

Nas imediações das plantas de *I. quamoclit* havia vários indivíduos de *Emilia sonchifolia* (Compositae), cujas inflorescências, também de coloração avermelhada, não foram visitadas por *Phoebis*. *E. sonchifolia*, por sua vez, era visitada ativamente por abelhas *Apis mellifera*, as quais não visitavam as flores de *I. quamoclit*.

Anteos clorinde exibiu o mesmo comportamento de visita observado e descrito para as espécies de *Phoebis*. Porém somente foram registradas visitas às flores de *I. quamoclit* que se encontravam na beira da mata. Além disso, as visitas ocorreram em frequência bem menor que as de *Phoebis* spp.



Figura 23 - *Phoebis philea* ao visitar uma flor de *Ipomoea quamoclit*. Note a relação entre a cabeça da borboleta e os elementos sexuais da flor.

Entre as HesperIIDae, *Celaenorrhinus similis* foi mais frequente que *Perichares philetes adela*. Durante a visita à flor de *I. quamoclit*, *C. similis* pousava nos lobos da corola

e introduzia sua probóscide no tubo da flor, permanecendo com as asas abertas. Em todas as visitas observadas, houve contato de sua cabeça com anteras e estigma da flor. *C. similis* também visitava várias flores da mesma população antes de se afastar, permanecendo cerca de 30 a 40 segundos na mesma flor. A frequência de visita dessa espécie foi menor do que a registrada para *Phoebis argante*.

Perichares philetes adela teve comportamento de visita semelhante ao descrito para as espécies de *Phoebis*. Entretanto, não foi registrado, durante as visitas observadas, contato de qualquer parte de seu corpo com os estames e o estigma da flor. *P. philetes adela* foi observada visitando apenas flores de indivíduos de *I. quamoclit* que se encontravam na beira da mata.

A papilionídea *Parides agavus* foi observada visitando flores de *I. quamoclit* apenas quatro vezes, no decorrer do trabalho de campo, exclusivamente indivíduos da beira da mata. Havia, nessa ocasião, um agrupamento de *Lantana camara* (Verbenaceae) em plena floração ao lado da população de *I. quamoclit*, cujas flores eram visitadas por diversas espécies de borboletas, entre as quais *P. agavus*. Durante a visita à *I. quamoclit*, *P. agavus* apoiava-se à corola, batendo as asas, e introduzia a sua probóscide no tubo da corola, à procura de néctar. Durante a visita, podia tocar com a cabeça as anteras e o estigma da flor de *I. quamoclit*. A visita de *P. agavus* era rápida, durando cerca de 20 segundos.

Dentre as abelhas, *Oxaea flavescens* (Andrenidae) foi a mais frequente, tendo sido observada visitando exclusivamente flores de indivíduos de *I. quamoclit* que cresciam no algoal. Não foi observada visita de *O. flavescens* em flores de outras espécies que se encontravam nas proximidades. *O. flavescens* aproximava-se da flor de *I. quamoclit* com um zumbido característico e pousava no tubo da corola agarrando-se aí com as patas . Com a caebça voltada para a base da flor e o corpo paralelo ao tubo da corola, introduzia as peças bucais por entre as sêpalas e perfurava a base do tubo, provavelmente retirando o néctar aí depositado (Fig. 24). Visitava várias flores do agrupamento de *I. quamoclit* antes de se afastar. Ocasionalmente, foi observada a presença de mais de um indivíduo de *O. flavescens* visitando , concomitantemente, flores do mesmo agrupamento de *I. quamoclit*.

Pseudoaugochloropsis graminea (Halictidae), exibiu comportamento similar ao de *Oxaea flavescens*, durante suas visitas em flores de *I. quamoclit*. Registrou-se, porém, frequência menor dessa abelha, que não foi observada diariamente. *P. graminea* foi observada em flores de indivíduos de *I. quamoclit* que se encontravam na beira da mata e no algodoal.

Ceratina sp. e *Exomalopsis auropilosa* (Apidae) foram encontradas ocasionalmente nas flores de *I. quamoclit* . *Ceratina* sp. coletava pólen, podendo tocar no estigma ao passar de uma antera para outra. *Exomalopsis auropilosa* penetrava no tubo da flor, o que era possível devido ao seu pequeno tamanho,



Figura 24 - *Osaia flavesceus* ao visitar uma flor de *Ipomoea quamoclit*, perfurando a base do tubo floral.

provavelmente para retirar o néctar lá existente; ao sair podia tocar nas anteras e no estigma.

O beija-flor *Chlorostilbon aureoventris* foi observado principalmente em flores de *I. quamoclit* da beira da mata; foram registradas apenas três visitas na população do algodoal. Durante a visita, o pássaro pairava defronte à flor e introdu

zia o bico no tubo da corola, provavelmente retirando nêctar. Podia tocar, com a fronte e o bico, nas anteras e no estigma da flor. Geralmente visitava várias flores do mesmo agrupamento antes de se afastar, demorando cerca de dois segundos em cada flor. As flores visitadas se encontravam em diferentes alturas, desde 50 cm acima do nível do solo até cerca de 3 a 4 metros.

Foi registrada, apenas em um dia, a presença de vários besouros, *Astylus* sp. (Dasytidae), se alimentando de pólen e parte das anteras de flores de *I. quamoclit* da beira da mata.

Morfologia do Pólen

Os grãos de pólen da espécie *I. quamoclit* não diferem morfológicamente dos grãos de *I. hederifolia*, apresentando-se também esféricos, pantoporados, com superfície pilada e recoberta de espinhos (Fig. 25).

Aberturas: apresenta poros circulares com cerca de 5,2 μm de diâmetro. O número de poros encontrados em uma área da superfície do grão equivalente a 9.246 μm^2 foi, em média, de 26, variando de 22 a 29 poros.

Exina: apresenta pilas e espinhos (Fig. 26). A altura dos espinhos foi a mesma encontrada para *I. hederifolia* e a distância entre eles também mostrou-se variável, porém sendo de 13,3 até 49,4 μm . A forma do espinho não mostra diferenças significativas com relação ao descrito para *I. hederifolia*, assim como no que diz respeito a escultura básica da superfície

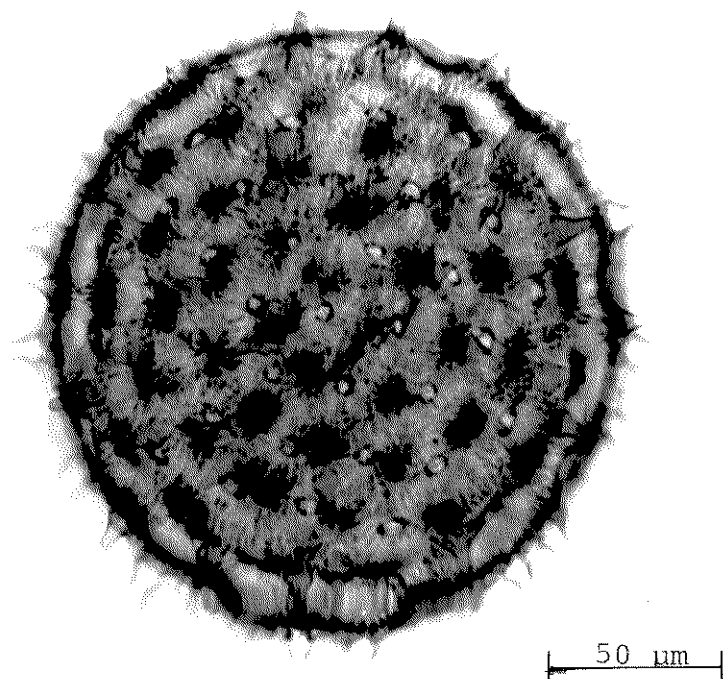


Figura 25 - Fotomicrografia da vista geral do grão de pólen de *Ipomoea quamoclit*.

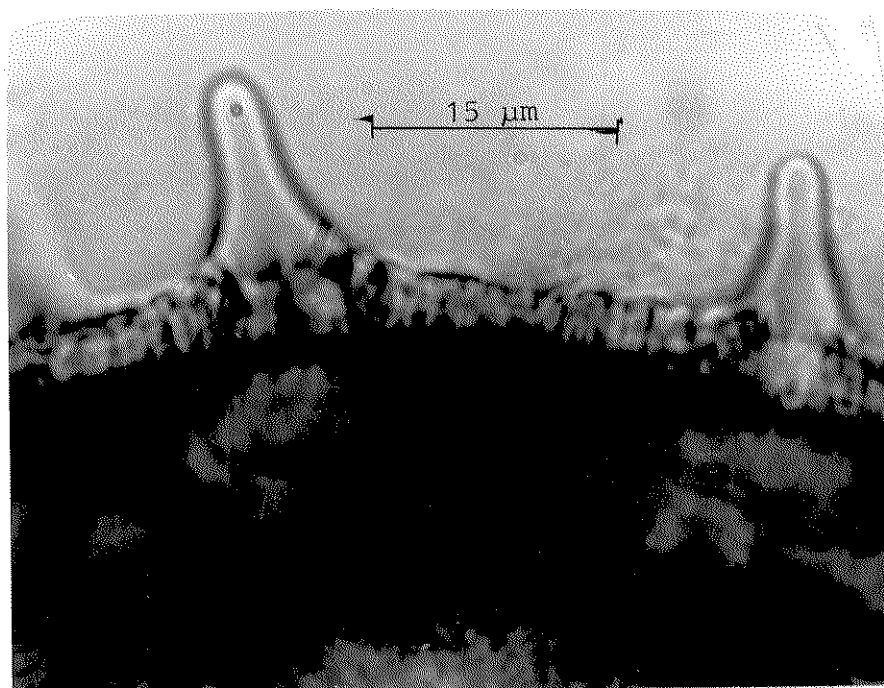


Figura 26 - Fotomicrografia do corte óptico do pólen de *Ipomoea quamoclit*. Note os espinhos cônicos e as pilas da sexina.

do grão (Figs. 27 e 28). A exina tem cerca de 14,8 μm de espessura, a nexina sendo também mais espessa do que a sexina, apresentando, respectivamente, 11 μm e 4,7 μm de espessura.

Medidas: as medidas dos diâmetros I e II dos grãos de pólen de *I. quamoclit* estão sumarizadas na Tabela 4. As figuras 17 e 18 representam o intervalo de confiança dos diâmetros I e II, tomados com e sem espinho.

Tabela 4: Medidas dos diâmetros I e II dos grãos de pólen de *I. quamoclit*.

GRANDEZAS	COM ESPINHO	SEM ESPINHO
DIÂMETRO I		
Faixa de variação (μm)	141,21 - 161,23	128,05 - 147,11
$\bar{x} \pm s\bar{x}$ (μm)	150,52 $\pm$ 1,2	136,04 $\pm$ 1,1
s (μm)	5,8	5,6
V (%)	3,85	4,12
DIÂMETRO II		
Faixa de variação (μm)	142,72 - 160,96	128,74 - 144,50
$\bar{x} \pm s\bar{x}$ (μm)	150,63 $\pm$ 1,0	135,99 $\pm$ 1,0
s (μm)	5,2	5,0
V (%)	3,45	3,68

Viabilidade do Grão de Pólen

A viabilidade dos grãos de pólen de *I. quamoclit* é de 92% quando utilizada a técnica do carmim acético e de 95% quando aplicada a técnica do verde malaqueta e da fucsina ácida.

Fig. 27

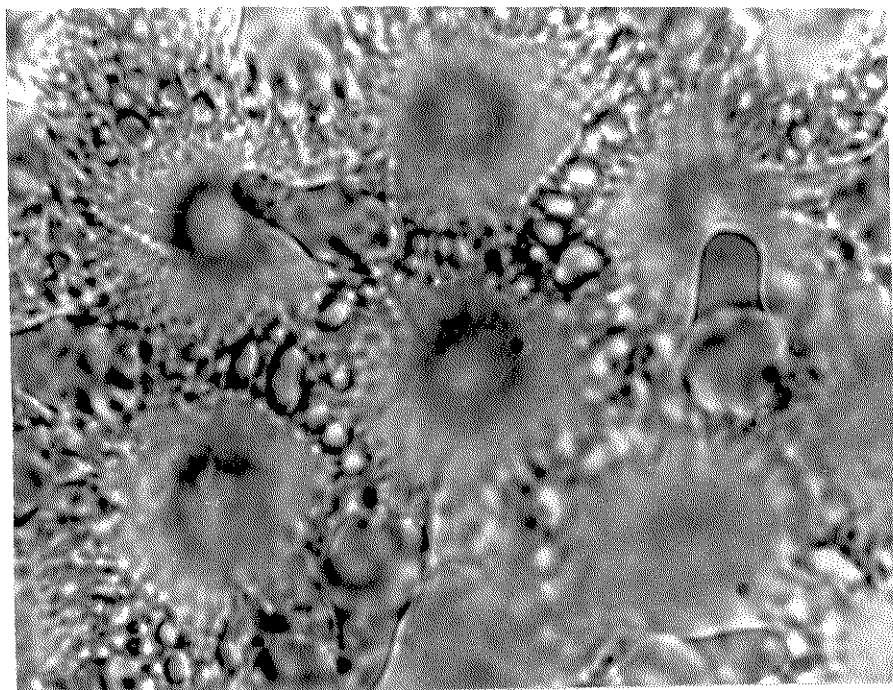
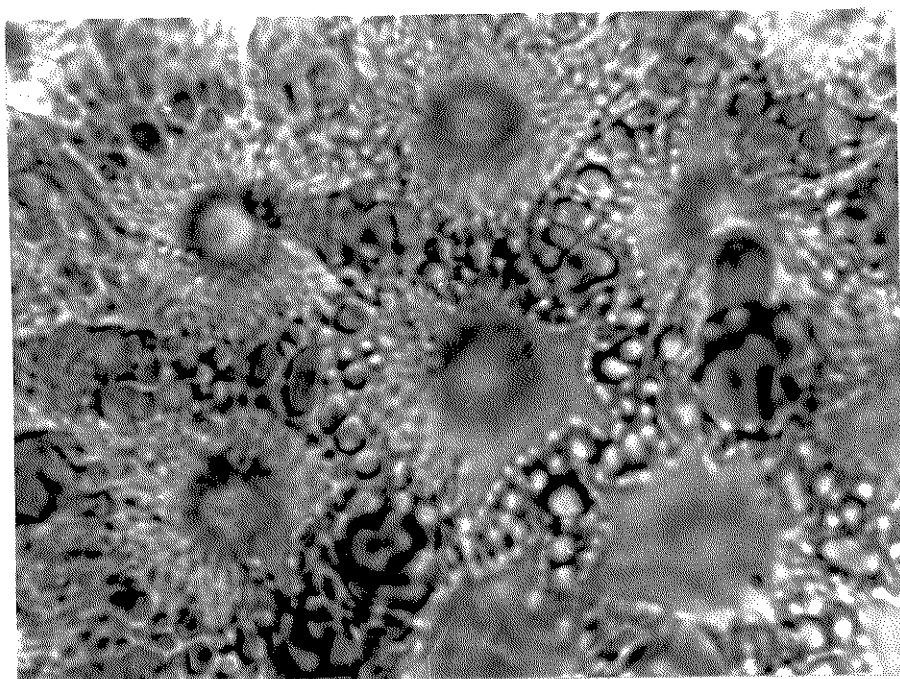


Fig. 28



Figuras 27 e 28 - Fotomicrografias do padrão LO-Análise dos grãos de pólen de *Ipomoea quamoclit*. (26) luz; (27) obscuridade.

Número de Grãos de Pólen e Razão Pólen/Óvulo

Os resultados referentes ao número de grãos de pólen de *I. quamoclit* encontrados por flor e a razão pólen/óvulo estão sumarizados na Tabela 5.

Tabela 5: Resultados do número de grãos de pólen encontrados por flor e a razão pólen/óvulo de *I. quamoclit*

N	ÓVULOS POR FLOR	GRÃOS DE PÓLEN POR FLOR	RAZÃO PÓLEN/ÓVULO
10	4	560	140

Polinizações

Na Tabela 6 estão resumidos os resultados sobre as experiências de polinização manual, da taxa de polinizações cruzadas realizadas pelos visitantes em flores de *I. quamoclit* e do número de frutos formados em condições naturais nas populações estudadas.

Tabela 6: Resultados das observações de polinização em flores
de *I. quamoclit*

PROCEDIMENTO	FLORES (n)	FRUTOS (n)	SUCESSO (%)
EXPERIMENTOS MANUAIS			
Flores sem tratamento (controle)	37	31	84
Flores emasculadas (apomixia)	30	0	0
Pólen de plantas diferentes (xenogamia)	38	30	83
Pólen de espécie diferente (<i>I. quamoclit</i> X <i>I. hederifolia</i>)	38	7*	18
POLINIZAÇÃO POR VISITANTE	19	10	52
CONDIÇÕES NATURAIS	-	-	ca90

(*) Frutos mal desenvolvidos com poucas ou nenhuma semente.

IV. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

IV.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

4.1

A Flor

As flores de *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit* possuem características que as aproximam dos síndromes da ornitofilia (polinização por pássaros) e da psicofilia (polinização por borboletas) definidos por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979). Ambas as espécies possuem flores tubulosas que podem ser exploradas por pássaros, especialmente beija-flores, que possuem bico fino e comprido e língua extensível com capacidade de retirar o néctar acumulado na base do tubo da corola, ou por borboletas, insetos que possuem aparelho bucal (probóscide) fino e comprido (PROCTOR & YEO, 1975; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979).

As flores de *I. hederifolia* e *I. quamoclit*, expostas fora da folhagem, permitem fácil acesso aos visitantes; além da exposição, a coloração vermelha torna as flores bem visíveis. Ambas as características, exposição e colorido vistoso, são assinaladas para diversas outras espécies ornitófilas de outras famílias (GRANT & GRANT, 1968; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Colorido vistoso também é considerado por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979) como uma característica de flores psicófilas. O sentido da visão é bastante desenvolvido em beija-flores e, conseqüentemente, um mecanismo primordial de atração para esses pássaros seria a cor apresentada pelas flores por eles visitadas (PROCTOR & YEO, 1975). De acordo com FAEGRI & VAN DER PIJL (1979) a relação entre cor vermelha das flores e visitas de pás

saros não é absoluta, havendo, inclusive, flores brancas que são visitadas por beija-flores. Porém a predominância da cor vermelha em flores visitadas por esses pássaros levou a proposição de que a percepção do vermelho pelos beija-flores deve ser maior do que para as outras cores do espectro (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). De uma maneira geral, a cor vermelha das flores pode ser considerada não apenas como um atributo que atrai os pássaros, mas também como um mecanismo que reduz as visitas de insetos, outros que borboletas, uma vez que esta cor não é percebida facilmente por muitas abelhas (STILES, 1981).

As flores de *I. hederifolia* e *I. quamoclit* apresentam o limbo da corola desenvolvido, o qual é utilizado por alguns insetos como área para pouso durante a visita. Geralmente é considerado como desnecessária uma plataforma de pouso em flores polinizadas por beija-flores, devido ao hábito de parrar desses pássaros (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Por sua vez, flores polinizadas por borboletas necessitam de uma área para pouso, uma vez que esses insetos geralmente pousam nas flores durante suas visitas (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Segundo FAEGRI & VAN DER PIJL (1979) e PROCTOR & YEO (1975) flores ornitófilas, ao contrário das psicófilas, possuem consistência firme e o ovário frequentemente é protegido contra danos causados por bicadas acidentais. Embora a corola de *I. hederifolia* e de *I. quamoclit* apresente consistência membranácea, não foram observados danos provenientes das visitas dos beija-flores. As flores de *I. hederifolia* e de *I. quamoclit* são inodoras e esta é outra característica que está associada ao síndrome da ornitofilia, já que os beija-flores não possuem olfato bem desenvolvi

do (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Por outro lado, flores psicófilas, de uma maneira geral, apresentam odor leve, agradável (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979).

Outra característica associada aos síndromes da ornitofilia e psicofilia definidos por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), que também estão presentes em *I. hederifolia* e *I. quamoclit* é a grande distância entre os órgãos sexuais e a fonte de alimento.

A concentração de açúcares no néctar das flores de *I. hederifolia* e *I. quamoclit* é semelhante, de um modo geral, ao encontrado por BAKER (1975) em outras plantas ornitófilas. A quantidade de néctar produzida em cada flor de *I. hederifolia* é pequena, porém, devido ao grande número de flores abertas ao mesmo tempo, a quantidade deste líquido num determinado agrupamento deve ser elevada, situação que parece favorecer o comportamento de territorialidade nos beija-flores visitantes (STILES, 1975). Embora esta quantidade de néctar possa ser considerada pequena quando comparada com a de algumas outras flores ornitófilas, como *Barbacenia flava* Mart. ex. Schult. Velloziaceae (SAZIMA, 1977), *Mutisia coccinea* St. Hil., Astera-ceae (SAZIMA & MACHADO, no prelo), aparentemente é suficiente para manter o interesse dos beija-flores na exploração desta flor. Além disso, pequena quantidade de néctar "força" o beija-flor a visitar muitas flores para conseguir energia suficiente, promovendo maior fluxo de pólen na população (JANZEN, 1971; HEINRICH & RAVEN, 1972; BAKER, 1975). Em *I. quamoclit* a quantidade de néctar produzida por flor é bem menor do que em *I.*

hederifolia, sendo provavelmente esse fator um dos mais importantes na seleção dos visitantes. Além disso, as flores de *I. quamoclit* possuem tubo com diâmetro mais estreito do que as de *I. hederifolia*, fator que pode provavelmente funcionar como guia para a probóscide das borboletas. Segundo FAEGRI & VAN DER PIJL (1979) as borboletas preferem sugar néctar de flores com tubos estreitos.

A proximidade dos síndromes da ornitofilia e da psicofilia é discutida por FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), que os separam apenas pela presença de leve odor e pela posição ereta das flores, nas espécies polinizadas por borboletas. Destas duas características, apenas flores eretas estão presentes em *I. hederifolia* e *I. quamoclit*.

Uma vez que as duas espécies de *Ipomoea*, aqui estudadas, apresentam características comuns aos síndromes de ornitofilia e psicofilia e foram visitadas e polinizadas tanto por beija-flores como por borboletas, a sua classificação em um ou outro síndrome é problemática, mesmo considerando a ausência de odor. Assim, foi adotado o critério do tipo de visitante mais frequente, da quantidade de néctar e das pequenas diferenças morfológicas entre as duas espécies, para classificar *I. hederifolia* como predominantemente ornitófila e *I. quamoclit* como predominantemente psicófila. Convém lembrar que sendo *I. hederifolia* e *I. quamoclit* espécies invasoras, a capacidade de utilizar dois tipos diferentes de polinizadores é vantajosa, devido a imprevisibilidade do novo ambiente colonizado.

4.2

Os Visitantes

Os principais visitantes das flores de *I. hederifolia* foram cinco espécies de beija-flores. De acordo com o comportamento de visita, todos esses pássaros poderiam realizar a polinização. Contudo, levando-se em conta a frequência de visita e as dimensões da cabeça em relação à flor de *I. hederifolia*, pode-se considerar *Amazilia lactea* como o polinizador mais efetivo.

Phaethornis pretrei e *Eupetomena macroura* visitaram apenas flores pendentes de *I. hederifolia*. O mesmo comportamento, de *P. pretrei*, já havia sido observado em visitas a outras espécies de flores, por SAZIMA (1978; 1981) na região da Serra do Cipó, Minas Gerais e por SAZIMA & MACHADO (no prelo) na região de Campinas, São Paulo. Este fato pode estar relacionado ao comprimento e curvatura do bico desses pássaros, assim como ao tamanho do seu corpo e de sua cauda, fatores que poderiam dificultar a visita em flores eretas ou mesmo horizontais. Por outro lado, *Amazilia lactea* e *Calliphlox amethystina* visitaram flores de *I. hederifolia* que se encontravam em qualquer posição.

O bico de *Phaethornis pretrei* é o que possui curvatura mais pronunciada, das espécies de beija-flores que visitam *I. hederifolia*. Esta característica talvez facilite a exploração destas flores por *P. pretrei*, uma vez que o tubo floral de *I. hederifolia* apresenta uma curvatura semelhante.

Segundo LINHART (1973) e STILES (1975) basicamente ocorrem dois tipos de estratégia alimentar entre os beija-flores, traduzidos por comportamentos distintos: 1 - territorialidade, no qual o pássaro delimita uma área de alimentação com plantas agrupadas e as defende contra outras espécies de beija-flores que se aproximam, e 2 - linha-de-captura ("trap-lining"), em que o beija-flor segue uma rota regular de visita, a plantas isoladas. De acordo com a definição de territorialidade alimentar proposta por STILES (1975) pode-se considerar *Calliphlox amethystina* como espécie territorial, na medida em que permanecia nas proximidades do agrupamento de *I. hederifolia* durante determinado tempo (mais de 1 h), alimentando-se nas flores e afastando outros beija-flores das proximidades. *Amazilia lactea* também poderia ser territorial, uma vez que permanecia por algum tempo próximo ao agrupamento de *I. hederifolia*, embora não tenha sido observado comportamento agressivo em relação a outros beija-flores. Comportamento territorial em outras espécies de *Amazilia* já foram observados por LINHART (1973) e STILES (1975). Contudo, os indivíduos de *A. lactea* observados poderiam ter outras áreas de alimentação nas vizinhanças, uma vez que desapareciam por algum tempo do local. O agrupamento de *I. hederifolia* do milharal distava apenas cerca de 200 metros do agrupamento da beira do caminho. Além da atração que outros agrupamentos poderiam exercer, havia o fato das constantes agressões por parte de *C. amethystina* que, de certa forma, obrigava *A. lactea* a procurar outras fontes de alimento.

Por sua vez, *Phaethornis pretrei* e *Eupetomena macroura* não exibiram comportamento de territorialidade, uma vez que realizavam visitas esporádicas e não permaneciam na população observada de *I. hederifolia*. Esse resultado também concorda com os de LINHART (1973) e STILES (1975) para outras espécies de *Phaethornis* e com os de SAZIMA (1978) para *P. pretrei* que não apresentavam comportamento territorial. O fato de *E. macroura* não ter apresentado territorialidade pode ser devido a essa fonte de alimento ser ocasional para ele, uma vez que é comum essa espécie estabelecer território alimentar (J.Vielliard com. pessoal).

O hábito da territorialidade pode diminuir o fluxo de pólen de uma determinada população vegetal, na medida em que fica estabelecida uma área a ser explorada pelo beija-flor (LINHART, 1973; STILES, 1975). Neste caso, *P. pretrei* e *E. macroura*, provavelmente, são os principais agentes responsáveis pelo maior fluxo de pólen entre as populações de *I. hederifolia*. Contudo, STILES (1981) comenta que o efeito da territorialidade na polinização cruzada depende da área do território defendido e do número de indivíduos aí estabelecidos.

Beija-flores em geral não apresentam fidelidade nas visitas a uma determinada planta (GRANT, 1949b; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). A exemplo disso, foram observadas visitas de *Amazilia lactea* em flores de *I. hederifolia* e *Leonotis* sp. (Labiatae), durante a estadia deste beija-flor no local de observações. Comportamento similar foi encontrado por SAZIMA

(1978) com relação ao beija-flor *Colibri serrirostris* na Serra do Cipó, Minas Gerais.

Pode-se dizer também que todas as espécies observadas de beija-flor apresentaram comportamento "oportunistas", explorando um número elevado de flores de *I. hederifolia* do mesmo agrupamento antes de se deslocarem para outro. Este tipo de comportamento pode favorecer a autogamia e a geitonogamia nas populações desta planta, uma vez que o transporte de pólen entre flores do mesmo indivíduo torna-se elevado.

As borboletas que visitam as flores de *I. hederifolia* foram consideradas polinizadores ocasionais, uma vez que podem realizar o transporte de pólen, porém são visitantes pouco frequentes. Em maio de 1976, M. Sazima (com. pessoal) observou visitas frequentes de *Parides agavus* a flores de *I. hederifolia* que se desenvolviam à sombra de árvores jovens de *Persea gratissima* (Lauraceae) na Fazenda Santa Elisa. *P. agavus* é uma borboleta comumente encontrada visitando flores de ambientes parcialmente sombreados, como beiras de mata, clareiras (I. Sazima, com. pessoal). As poucas visitas registradas de *P. agavus* a flores de *I. hederifolia*, no presente trabalho, podem ser devido ao fato das duas populações estudadas de *I. hederifolia* se encontrarem em locais bastante ensolarados.

STILES (1981) comenta que, de um modo geral, polinização por insetos (abelhas ou borboletas) provavelmente

foi precursora da polinização por beija-flores, devido ao fato de haver vários estágios intermediários entre um e outros síndrome, como por exemplo, no gênero *Hamelia* (Rubiaceae) que contém espécies polinizadas por pássaros, borboletas ou ambos. Considera-se que pássaros surgiram como polinizadores em épocas posteriores às dos insetos (VAN DER PIJL, 1961; PROCTOR & YEO, 1975; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979).

Uma vez que a maior parte das espécies de *Ipomoea* é visitada principalmente por abelhas (KNUTH, 1905; VAN DER PIJL, 1954; SCHILISING, 1970; REAL, 1981 e MAIMONI - RODELLA et alii, 1982), é possível que estas espécies sejam as mais primitivas do gênero. Com base nos dados de biologia floral, é aqui sugerido que *I. hederifolia* seja uma das espécies mais evoluídas de *Ipomoea* e possivelmente tenha derivado de ancestral melitófilo deste gênero. Considerações semelhantes foram desenvolvidas por GRANT & GRANT (1965) para diversos gêneros de Polemoniaceae.

As visitas de mamangavas (*Xylocopa* sp.) a flores de *I. hederifolia* foram consideradas prejudiciais, já que na maioria das vezes esses insetos furavam o tubo da corola para retirar o néctar, sem contactar os órgãos sexuais da flor, comportamento este descrito como roubo de néctar. Os principais insetos que roubam néctar são abelhas de língua curta, particularmente espécies de *Xylocopa* e *Bombus* (INOUE, 1981).

Em flores de *I. quamoclit*, outra espécie aqui estudada, os principais visitantes observados foram borboletas.

De acordo com o comportamento e com a frequência de visita , poderia-se considerar como polinizadores de *I. quamoclit* as espécies *Phoebis argante*, *P. philea* e *P. sennae* (Pieridae) e *Celaenorrhinus similis* (Hesperiidae). *Parides agavus* (Papilionidae) e *Anteos clorinde* (Pieridae) também podiam realizar o transporte de pólen, porém eram visitantes ocasionais. As visitas de *Perichares philetas adela* (Hesperiidae) foram consideradas como furto de néctar, uma vez que essa borboleta não tocava nos órgãos sexuais da flor durante as visitas.

Pode-se considerar a maioria das espécies de borboletas visitantes de *I. quamoclit* como constantes, com exceção de *Parides agavus*, que visitava ativamente flores de *Lantana camara* (Verbenaceae), nas proximidades. Por sua vez , esse mesmo agrupamento de *Lantana* era visitado por várias outras espécies de borboletas que não se aproximavam das flores de *I. quamoclit*. Fidelidade ou constância nas visitas de borboletas já foi comentada por GRANT (1946b), o qual considera que os Lepidópteros, de um modo geral, permanecem constantes às flores se há néctar em quantidade suficiente. De acordo com BAKER & HURD (1968) a constância dos animais visitantes não somente aumenta a possibilidade de polinização de uma determinada planta, como também reduz o desperdício de pólen.

As abelhas que visitaram as flores de *I. quamoclit* foram consideradas, de uma maneira geral, prejudiciais. *Oxaea flavescens* (Andrenidae) e *Pseudoaugochloropsis graminea* (Halictidae) exibiam comportamento típico de roubo de

néctar, na medida em que ambas fazem um furo no tubo das flores de *I. quamoclit* para retirar o néctar. O *flavescens*, inclusive, era bastante frequente, podendo interferir no número de visitas legítimas dos polinizadores, uma vez que consumo de néctar por parte desta abelha certamente diminui a quantidade e a disponibilidade deste líquido na flor. Por outro lado, há registros de que pilhagem de néctar não tem efeito nocivo na produção de sementes (INOUE, 1981). Este autor comenta ainda que os animais pilhadores geralmente procuram flores tubulosas, com grande distância entre os órgãos sexuais e o nectário, à semelhança das flores de *I. quamoclit*.

Ceratina sp.e *Exomalopsis auropilosa* (Apidae) poderiam realizar o transporte de pólen, porém as visitas eram tão esporádicas que estas abelhas foram aqui consideradas como polinizadores ocasionais das flores de *I. quamoclit*.

O beija-flor *Chlorostilbon aureoventris* foi aqui considerado como um polinizador ocasional das flores de *I. quamoclit*, levando-se em conta seu comportamento e a frequência nas visitas. Pode-se dizer que esse pássaro apresentou comportamento "oportunista", explorando várias flores de *I. quamoclit* de um mesmo agrupamento antes de se deslocar para outro. É possível que o número baixo de visitas realizadas por *C. aureoventris* a flores de *I. quamoclit* no algodoal, seja devido ao fato destas flores serem visitadas com maior frequência por abelhas, com conseqüente redução de volume de néctar por flor, fato que não foi observado com tanta intensidade na

quelas da beira da mata.

Os besouros observados nas flores de *I. quamoclit* são prejudiciais, na medida em que danificam partes florais ao se alimentarem de pólen.

Considerando os dados de biologia floral de *I. quamoclit* é aqui sugerido que também esta espécie represente um estágio mais evoluído entre as espécies de *Ipomoea*, tendo possivelmente derivado de ancestral melitófilo deste gênero.

4.3 Morfologia do Pólen

A morfologia dos grãos de pólen das Convolvuláceas já foi utilizada como característica taxonômica para separar tribos, de acordo com os dois tipos básicos de grãos de pólen encontrados na família: pólen espinhoso - tribo Echinocónieae e pólen liso - tribo Psiloconieae (HOEHNE, 1922). De acordo com as características de morfologia polínica, *I. hederifolia* e *I. quamoclit* pertencem a tribo Echinoconieae.

A morfologia polínica do gênero *Ipomoea* parece ser bastante uniforme sendo, inclusive, estabelecido o "tipo *Ipomoea*" para grãos de pólen na família Convolvulaceae (ERDTMAN, 1952). Estudos de LABOURIAU & BARTH (1962) reforçam a uniformidade na morfologia polínica do gênero *Ipomoea*, apresentando dados do grão de pólen de *I. villosa* Meissner, que basi-

camente não difere do padrão normal do gênero.

Os dados obtidos neste trabalho mostram que não há diferenças morfológicas entre os grãos de pólen de *I. hederifolia* e *I. quamoclit*. Há uma variação na forma dos espinhos, porém sendo observada nas duas espécies. Também é impossível separar as duas espécies levando-se em conta o tamanho dos grãos de pólen, como pode ser observado analisando os gráficos do intervalo de confiança dos diâmetros I e II. Há apenas uma pequena diferença no número de poros por superfície do grão. Contudo, considerou-se essa variabilidade insuficiente para distinguir as duas espécies, uma vez que em dez grãos examinados houve sobreposição dos valores encontrados.

As medidas relacionadas por ERDTMAN (1952) dos grãos de pólen e dos espinhos de algumas espécies de *Ipomoea* são similares às obtidas para *I. hederifolia* e *I. quamoclit* no presente estudo. Entretanto, de acordo com resultados encontrados por LAGUARDIA (1961), os grãos de pólen de *I. coccinea* apresentam medidas inferiores às encontradas para *I. hederifolia* no presente estudo. *I. coccinea* pertence à mesma secção de *I. hederifolia* havendo ainda dúvidas quanto à separação destas duas espécies (O'DONELL, 1959). Essa característica dos grãos de pólen de *I. coccinea* estudada por LAGUARDIA (1961) talvez poderia ser utilizada para delimitar as duas espécies.

A associação entre a morfologia polínica e o modo de polinização é conhecida entre plantas anemófilas e

zoófilas (ZANDONELLA & LECOCQ, 1977; FERGUSON & SKVARLA, 1982). De acordo com ZANDONELLA & LECOCQ (1977), os grãos de pólen de plantas zoófilas, de uma maneira geral, são maiores e mais ornamentados do que os de plantas anemófilas. A superfície espinhosa dos grãos de pólen de *I. hederifolia* e *I. quamoclit* provavelmente provoca a aglutinação dos grãos em massas maiores, facilitando a sua aderência nas asas das borboletas e no bico e na cabeça dos beija-flores.

4.4

Sistema de Reprodução

Neste trabalho, os resultados de polinização manual em *I. hederifolia* indicam que esta espécie é autocompatível, tendo sido encontrada uma alta percentagem de frutos formados nas flores não tratadas (controle). Estes resultados de autopolinização espontânea em *I. hederifolia* foram, inclusive, equivalentes aos obtidos a partir das polinizações manuais com flores de plantas diferentes (polinização cruzada). O resultado concorda com WELLER & ORNDUFF (1977) que consideram uma espécie vegetal como autocompatível, quando o número de sementes provenientes de autopolinização for equivalente ao número de sementes produzidas através de polinização cruzada. Não ocorreu desenvolvimento de frutos apomíticos em flores de *I. hederifolia*, uma vez que nenhuma flor emasculada formou fruto.

Os resultados de polinização manual em *I. quamoclit* foram similares aos obtidos para *I. hederifolia*. Assim, também foi encontrada uma alta percentagem de frutos formados por autopolinização espontânea (controle), com resul-

tados equivalentes aos encontrados a partir das polinizações cruzadas, portanto, também é uma espécie autocompatível. Também não houve formação de frutos apomíticos. Os resultados da formação de frutos por ação dos visitantes (22% em *I. hederifolia* e 52% em *I. quamoclit*) mostra a importância dos animais no transporte de pólen dessas duas espécies, garantindo assim certo grau de variabilidade genética nas populações de *I. hederifolia* e *I. quamoclit*. Na ocasião em que foram feitos os experimentos de formação de frutos por ação dos visitantes, os agrupamentos de *I. hederifolia* estavam no final da floração, ao passo que os de *I. quamoclit* se encontravam em plena floração, explicando, então, o resultado diferencial encontrado.

A autocompatibilidade parece estar largamente difundida em *Ipomoea*, sendo rara a ocorrência de autoincompatibilidade nos representantes da família Convolvulaceae (MARTIN, 1970a). EAST (1940) apresenta apenas uma espécie, *I. crassicaulis* (Benth.) Robins, com possibilidade de ser autoestéril. KNIGHT (apud MARTIN, 1970a) encontrou autoincompatibilidade em *I. cairica* (L.) Sweet, *I. cathartica* Poir, *I. pandurata* (L.) G. F.W. e *I. tyrianthina* Lindl. e autocompatibilidade em várias outras espécies de *Ipomoea*.

Neste trabalho foram feitos cruzamentos entre *I. hederifolia* e *I. quamoclit*, porém só houve desenvolvimento do ovário quando se transferiu pólen de *I. hederifolia* para o estigma de *I. quamoclit* e ainda assim numa percentagem baixa (18%), sendo os frutos (com poucas ou nenhuma semente) menores

que os provenientes de cruzamentos intraespecíficos. Já DARWIN (1877) comenta sobre a sensibilidade dos sistemas sexuais, mostrando que cruzamentos recíprocos entre espécies nem sempre dão o mesmo resultado. Experimentos de hibridação do gênero *Ipomoea*, de um modo geral, não têm alcançado sucesso, exceto entre espécies muito próximas (MARTIN, 1970b). E NOHARA (1930) e KAGAWA & NAKAJIMA (1933) fizeram cruzamentos interespecíficos na secção *Quamoclit* e conseguiram a formação de híbridos, aparentemente entre as mesmas espécies aqui estudadas. Seria interessante repetir os cruzamentos entre *I. hederifolia* e *I. quamoclit* para confirmar os resultados aqui obtidos, que divergiram dos de NOHARA (1930) e KAGAWA & NAKAJIMA (1933).

Sabe-se que as barreiras de reprodução limitam a troca de genes entre populações ou espécies, evitando a formação de híbridos (GRANT, 1949a; LEVIN, 1971). São conhecidos vários mecanismos que atuam como barreiras de reprodução e, de acordo com LEVIN (1971), a autogamia é considerada um deles, na medida em que diminui a variabilidade genética de uma população. Apesar de reduzir o fluxo gênico, aumentando assim o grau de homozigose, têm surgido mecanismos que promovem a autofertilização, inclusive com algumas vantagens favorecidas pela seleção natural, embora a maioria das espécies vegetais deva seu sucesso adaptativo ao desenvolvimento de uma fertilização cruzada, com consequente diversidade gênica (STEBBINS, 1970).

Várias hipóteses tentam explicar o aparecimento da autofecundação nos vegetais. BAKER (1955) sugere que a

dispersão de uma única semente à grande distância só leva ao estabelecimento de uma população se a espécie em questão for capaz de autofecundação. Outra explicação seria que em condições ambientais desfavoráveis para cruzamentos, tais como pobreza de animais polinizadores e competição interespecífica entre eles as flores poderiam "recorrer" à autopolinização (LEVIN, 1972). De acordo com STEBBINS (1957), secas periódicas e frios intensos também levariam a autopolinização. Outra hipótese está associada com a colonização de novos "habitats", com comportamento esta característico de ervas daninhas ou plantas invasoras, cujas populações estão constantemente sendo destruídas e rapidamente se estabelecendo em locais indisponíveis (STEBBINS, 1957; BAKER, 1974).

As espécies *I. hederifolia* e *I. quamoclit* apresentam quase todas as características descritas por BAKER (1974) para definir uma erva daninha, tais como rápido crescimento e estabelecimento em novos "habitats", taxa alta e contínua de produção de sementes e autocompatibilidade. No trabalho de LORENZI (1982) sobre ervas daninhas, *I. hederifolia* e *I. quamoclit*, entre outras Convolvuláceas, são citadas como causadoras de sérios problemas, principalmente na colheita mecânica de cereais e grãos.

Alguns autores consideram a autocompatibilidade nas plantas uma condição derivada a partir de ancestrais autoincompatíveis (STEBBINS, 1957; ORNDUFF, 1969; LEVIN, 1972). Justificativas para esta proposição são sugeridos por STEBBINS (1957), como por exemplo, a permanência de estruturas relacio-

nadas exclusivamente com a polinização cruzada, em flores de espécies autoférteis, como os mecanismos de atração e a produção de néctar; além do ponto de vista filogenético de que muitas espécies autoférteis, de um modo geral, parecem ser morfológicamente mais especializadas do que seus parentes de fertilização cruzada. A produção de estruturas e substâncias para atrair e recompensar animais visitantes resulta num determinado custo energético pela planta, a qual emprega energia que poderia ser utilizada numa maior produção de sementes a exemplo das plantas que se reproduzem por autofecundação (SOLBRIG, 1976). Contudo, a manutenção desses mecanismos atrativos é importante para garantir certa quantidade de polinização cruzada e consequente heterozigose, uma vez que a predominância de autofertilização, de um modo geral, funciona como uma barreira ao surgimento de novas estratégias adaptativas (STEBBINS, 1957).

As flores de *I. hederifolia* e *I. quamoclit* são muito coloridas e produzem néctar. Estas características garantem visitas de animais às flores dessas duas espécies e, consequentemente, polinizações efetivas, como foi confirmado pela obtenção de frutos a partir das visitas realizadas pelos animais em flores emasculadas das duas espécies. Esses cruzamentos podem ser oriundos de flores diferentes da mesma planta ou de plantas diferentes, garantindo neste último caso a troca de genes entre as plantas. Por outro lado, a produção de sementes nestas duas espécies de *Ipomoea* está assegurada pela alta percentagem de frutos formado por autofecundação. A existência de um balanço entre autofecundação e fecundação cruzada parece

ser um tipo de sistema de reprodução bem adaptado para o estabelecimento de uma determinada espécie (STEBBINS, 1957).

O estigma de *I. hederifolia* e *I. quamoclit* se enquadra no tipo apresentado por HESLOP-HARRISON & SHIVANNA (1977) para espécie de *Ipomoea*, classificado como seco, sem secreção fluida e com papilas unicelulares. HESLOP-HARRISON & SHIVANNA (1977) sugerem também uma correlação entre o tipo de estigma e o sistema de incompatibilidade, quando este existe. No caso de estigmas secos, o sistema de autoincompatibilidade apresentado é o esporofítico, isto é, a reação de incompatibilidade está localizada ao nível do estigma. Concordando com essa sugestão, para a família Convolvulaceae, de um modo geral, há referências do sistema de incompatibilidade ser do tipo esporofítico (MARTIN, 1965; 1970a). No caso de *I. hederifolia* e de *I. quamoclit* isto não se aplica, uma vez que estas espécies são autocompatíveis. Porém, a associação entre tipo de estigma e o sistema de incompatibilidade pode ser importante no estabelecimento de linhas evolutivas num determinado taxon, uma vez que a autocompatibilidade é considerada, de uma maneira geral, uma condição derivada a partir de ancestrais autoincompatíveis, como já foi discutido anteriormente.

Segundo ORNDUFF (1969) a mudança de xenogamia para autogamia é acompanhada por um decréscimo no tamanho da flor e alterações na morfologia floral, reduzindo o custo energético por flor. Concordando também com a redução do custo energético, CRUDEN (1977) estabelece a relação de que plantas

autógamas têm uma razão de grãos de pólen por óvulo (P/O) mais baixa do que as plantas xenógamas; uma vez que nas primeiras ocorre uma diminuição no número de grãos de pólen por flor sem contudo diminuir o número de óvulos; conseqüentemente há uma correlação entre P/O e o sistema de reprodução, CRUDEN (1977) fornece também uma lista de espécies e seus respectivos P/Os, entre os quais encontra-se *Quamoclit* cf. *pinnata* (= *I. quamoclit*), cujo resultado está bem próximo ao encontrado neste trabalho para *I. quamoclit*. CRUDEN (1977) refere-se ainda à necessidade de visitantes para realizar a polinização de *I. quamoclit*, o que não ocorre nesta mesma espécie, aqui estudada, uma vez que mesmo as flores controle, sem contato com visitantes, formaram frutos.

A alta viabilidade encontrada nos grãos de pólen de ambas as espécies de *Ipomoea* estudadas compensa, de certa forma, o baixo número de grãos de pólen por óvulo, aumentando a possibilidade de fecundação.

CRUDEN (1977) discute também a possibilidade da velocidade do crescimento do tubo polínico em muitas plantas ser mais rápida em polinizações cruzadas do que em autopolinizações, como por exemplo em *Iris tenax* (Iridaceae), onde os tubos polínicos apresentam uma diferença na velocidade de crescimento de 10 horas, entre uma e outra condição. Em *I. hederifolia* e *I. quamoclit* é possível que isto ocorra, mas faltam dados para apoiar este fato. Entretanto, geralmente há deposição de pólen no estigma da mesma flor antes de receber

qualquer visita, devido à proximidade entre anteras e estigma, condição acentuada pelo crescimento dos filetes durante a vida da flor destas duas espécies. Crescimento dos filetes ocorre em muitas espécies de *Ipomoea* e já foi sugerido como um mecanismo para promover a autofertilização neste gênero (BURCK apud KNUTH, 1905). Portanto, em *I. hederifolia* e *I. quamoclit*, a não ser que o tubo polínico se desenvolva mais rapidamente em grãos de pólen provenientes de polinizações cruzadas, possivelmente o pólen da mesma flor depositado anteriormente já tenha desenvolvido o tubo polínico e atingido o saco embrionário.

De acordo com a discussão apresentada, pode-se concluir que *I. hederifolia* e *I. quamoclit* apresentam estratégias reprodutivas semelhantes, estando bem adaptadas, considerando o caráter invasor apresentado por ambas as espécies.

Foi estudada a biologia floral das espécies *Ipomoea hederifolia* L. e *Ipomoea quamoclit* L., respectivamente, na Fazenda Santa Elisa e na Fazenda Santa Genebra, ambas no município de Campinas, São Paulo.

Ipomoea hederifolia apresenta flores tubulosas, vermelhas, expostas fora da folhagem, inodoras e com grande distância entre os órgãos sexuais e a fonte de alimento. *I. hederifolia* foi considerada predominantemente ornitófila por ser visitada por quatro espécies de beija-flores: *Amazilia lactea*, *Calliphlox amethystina*, *Eupetomena macroura* e *Phaethornis pretrei*. Uma quinta espécie de beija-flor, não identificada, também foi observada. Todos esses pássaros possuem comportamento de visita similar, podendo realizar a polinização. O visitante mais frequente, às flores de *I. hederifolia*, foi *Amazilia lactea*, considerada, por isto, como o polinizador mais efetivo de *I. hederifolia*. Algumas borboletas também foram observadas nas flores de *I. hederifolia*, porém, devido a pouca frequência de visitas foram consideradas polinizadoras ocasionais. Mamangavas *Xylocopa* sp. roubam o néctar de *I. hederifolia*.

O grão de pólen de *I. hederifolia* é esférico, pantorado, com espinhos distribuídos por toda a superfície do grão. O grande tamanho e a ornamentação do grão podem estar relacionados com o tipo de polinizador.

I. hederifolia apresenta alto grau de autocompatibilidade e não ocorre apomixia. Entretanto, esta espécie não é necessariamente autogâmica, reproduzindo-se também por alogamia.

Embora apresente características semelhantes às de *I. hederifolia*, *I. quamoclit*, foi considerada predominantemente psicófila por ser visitada por várias espécies de borboletas: *Anteos clorinde*, *Phoebis argante*, *P. philea* e *P. sennae* (Pieridae); *Celaenorrhinus similis* e *Perichares philètes adela* (Hesperiidae) e *Parides agavus* (Papilionidae). Entre essas borboletas as mais frequentes foram as espécies de *Phoebis* (Pieridae) que, de acordo com o comportamento de visita, podem realizar a polinização. *Celaenorrhinus similis* (Hesperiidae) e *Parides agavus* (Papilionidae) podem ser considerados polinizadores ocasionais das flores de *I. quamoclit*. As outras borboletas exibiram comportamento típico de pilhadores de néctar. O beija-flor *Chlorostilbon aureoventris* também foi observado visitando flores de *I. quamoclit*, podendo realizar o transporte de pólen durante as visitas. No entanto, suas visitas são pouco frequentes, sendo considerado, portanto, um polinizador ocasional. Algumas abelhas também foram vistas em flores de *I. quamoclit*, na sua maioria, roubando néctar e pólen.

O grão de pólen de *I. quamoclit* é semelhante ao de *I. hederifolia* não sendo possível separá-los a partir dos caracteres morfológicos.

O sistema de reprodução de *I. quamoclit* também é semelhante: ao de *I. hederifolia* ocorrendo alto grau de auto-compatibilidade. Não ocorre apomixia. Cruzamentos interespecíficos foram feitos, só havendo desenvolvimento do ovário numa percentagem baixa, quando transferiu-se pólen de *I. hederifolia* para o estigma de *I. quamoclit*.

Os dados de biologia floral obtidos neste trabalho corroboraram a caracterização de *I. hederifolia* e *I. quamoclit* como ervas daninhas.

Com base nos dados de biologia floral, *I. hederifolia* e *I. quamoclit* poderiam representar estágios mais evoluídos entre as espécies de *Ipomoea*, essencialmente visitadas por abelhas, sendo aqui sugerido que ambas tenham se originado de ancestrais melitófilos deste gênero.

VI.

ABSTRACT

The floral biology of the species *Ipomoea hederifolia* L. and *Ipomoea quamoclit* L., was studied, respectively, in the Fazenda Santa Elisa and Fazenda Santa Genebra, both in the Campinas Metropolitan Area, São Paulo.

I. hederifolia presents red tubular flowers, exposed outside from the foliage, odorless and with great distance between the sexual elements and the food source. *I. hederifolia* was considered predominantly ornithophilous for it is visited by four species of hummingbirds: *Amazilia lactea*, *Calliphlox amethystina*, *Eupetomena macroura* and *Phaethornis pretrei*. A fifth species of hummingbird, not identified, was also observed, visiting and possibly pollinating flowers of *I. hederifolia*; however, the most frequent visitor was *A. lactea*, considered the most effective pollinator of that species. Some butterflies were also observed in the flowers of *I. hederifolia* but, taking into account the low frequency of these visits, the butterflies were considered to be only occasional pollinators. *Xylocopa* sp. is a nectar robber of *I. hederifolia*.

The pollen grain of "*I. hederifolia*" is spherical with spines distributed over all the grain's surface. The large size and the ornamentation of the grain may be related to the kind of pollinator.

I. hederifolia presents a high degree of self-compatibility and apomixis does not occur. Nevertheless, this species is not necessarily autogamic, since it also reproduces by alogamy.

I. quamoclit, although showing characteristics similar to those of *I. hederifolia*, was considered predominantly psicophilous for it is visited mainly by several species of butterflies: *Anteos clorinde*, *Phoebis argante*, *P. philea* and *P. sennae* (Pieridae); *Celaenorrhinus similis* and *Perichares philetas adela* (Hesperiidae) and *Parides agavus* (Papilionidae). Among these butterflies, the most frequent were the species of *Phoebis* (Pieridae) which, according to the visiting behavior, may be effective pollinators. *Celaenorrhinus similis* (Hesperiidae) and *Parides agavus* (Papilionidae) may be considered occasional pollinators of the *I. quamoclit* flowers. The others butterflies showed a typical nectar robbing behavior. The *Chlorostilbon aureoventris* hummingbird was also observed visiting *I. quamoclit* flowers, being able to transfer the pollen during the visits. Nevertheless, its visits are not common; for this reason, it is considered an occasional pollinator. Some bees were also seen in *I. quamoclit* flowers, the majority of them being nectar and pollen robbers.

The pollen grain of *I. quamoclit* is similar to *I. hederifolia*'s, being impossible to separate them based on the morphological characters.

The reproductive system of *I. quamoclit* is also similar to the one of *I. hederifolia*, a high degree of self - compatibility occurs and there is no apomixis. Interspecific crossings were made but few ovaries developed when the pollen of *I. hederifolia* was transferred to the stigma of *I. quamoclit*.

This work supports the characterization of *I. hederifolia* and *I. quamoclit* as weeds.

Based on the floral biology data here obtained , *I. hederifolia* and *I. quamoclit* represent more developed stages among the species of *Ipomoea* which are essentially visited by bees, and, probably, these species have both evolved from mellitophilous ancestor of that genus.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VII.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, W.E. & AUSTIN, D.F. - Introgressive hybridization between *Ipomoea trichocarpa* and *Ipomoea lacunosa* (Convolvulaceae). Bulletin of the Torrey Botanical Club, New York, 108 (2): 231-9, 1981.

ALEXANDER, M.P. - A versatile stain for pollen, fungi, yeast and bacteria. Stain Technology, New York, 55 (1): 13-8, 1980.

AUSTIN, D.F. - Convolvulaceae. In: Flora of Panama. Annals of the Missouri Botanical Garden, Missouri, 62: 157-224, 1975.

AUSTIN, D.F. - An infrageneric classification for *Ipomoea* (Convolvulaceae). Taxon, 28 (4): 359-61, 1979.

BAKER, H.G. - Self-compatibility and establishment after "long-distance" dispersal. Evolution, 9 : 347-8, 1955.

BAKER, H.G. - The evolution of weeds. Annual Review of Ecology and Systematics, 5: 1-24, 1974.

BAKER, H.G. - Sugar concentrations in nectars from humming-bird flowers. Biotropica, 7 (1): 37-41, 1975.

BAKER, H.G. & HURD, P.D. - Intrafloral ecology. Annual Review of Entomology, 13: 385 - 411 , 1968.

BANERJEE, S.K. & BHATNAGAR, S.P. - Indole bases of some seeds of *Ipomoea* species. Indian Journal of Pharmacy, 36 (2): 44-6, 1974.

BLANCO, H.G. - C  atologo das esp  cies de mato infestantes de   reas cultivadas no Brasil - - fam  lia das campainhas (Convolvulaceae). O Biol  gico, 44: 259 - 78, 1978.

CHOISY, Convolvulaceae. In: De Candolle, A.P. Prodromus systematis naturales regni vegetabilis, vol. 9 : 335-7, 1845.

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

DARWIN, C. - Des effets de la f  condation crois  e et de la f  condation directe dans le r  gne v  g  tal. Paris, C. Reinwald et C^{ie}., Libraires-  diteurs, 1877. 496 p.

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

EAST, E.M. - The distribution of self sterility in the flowering plants. Proceedings of the American Philosophical Society, 82 : 449-518, 1940.

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

FAEGRI, K. & PIJL, L. Van Der - The principles of pollination ecology. London, Pergamon Press, 3rd edition, 1979. 244 p.

FALCÃO, J.I. de A. - Considerações sobre a família Convolvulaceae. Tese para concurso de naturalista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1945. 31 p.

FERGUSON, I.K. & SKVARLA, J.J. - Pollen morphology in relation to pollinators in Papilionoideae (Leguminosae). Botanical Journal of the Linnean Society, 84: 183-93, 1982.

FISHER, R.A. & YATES, F. - Tabelas estatísticas para pesquisas em biologia, medicina e agricultura. São Paulo, Ed. Polígono e Ed. da Universidade de São Paulo, 1971. 150 p.

GENEST, K. - A direct densitometric method on thinlayer plates for determination of lysergic acid amide, isolysergic acid amid and clavine alkaloids in morning glory seeds. Journal of Chromatography. 19 (3) 531-9, 1965.

GRANT, V. - The regulation of recombination in plants. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. 23 : 337-63, 1949a.

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

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

GRANT, V. & GRANT, K.A. - A hummingbird-pollinated species of Boraginaceae in the Arizona flora. Proceedings of the National Academy of Sciences, 66 (3): 917-9, 1970.

GURIES, R.P. - A test of the mentor pollen technique in the genus *Ipomoea*. Euphytica, 27 : 825-30, 1978.

HARDCASTLE, W.S. - Influence of temperature and acid scarification duration of scarlet morningglory (*Ipomoea coccinea*) seed germination. Weed Science, 26 (3): 261-3, 1978.

HEINRICH, B. & RAVEN, P.H. - Energetics and pollination ecology. Science, 176:597-602 , 1972.

HELLER, R. - Manuel de statistique biologique . Paris, Gauthier-Villars ed., 1968, 269 p.

HESLOP-HARRISON, Y. & SHIVANNA, K.R. - The receptive surface of the angiosperm stigma. Annals of Botany, 41:1233-58, 1977.

HOEHNE, F.C. - Convolvulaceas dos Hervários : Horto "Oswaldo Cruz", Museu Paulista e Comissão Rondon. Anexos das Memórias do Instituto Butantan - secção de Botânica. 1 (6): 1-83 e 93-7, 1922.

HOUSE, H.D. - Studies in the North American Convolvulaceae - V. *Quamoclit*. Buletin of the Torrey Botanical Club, 36(10):595-603, 1909.

INOUE, D.W. - The terminology of floral larceny.
Ecology, 61 (5): 1251-3, 1980.

INOUE, D.W. - The ecology of nectar robbing .
In B.L. Bentley and T.S. Elias editors, The
biology of nectaries. New York, Columbia
University Press, 1981, in press.

JANZEN, D.H. - Euglossine bees as long-distance
pollinators of tropical plants. Science, 171:
203-5, 1971.

JONES, A. - Chromosome number in the genus
Ipomoea. Journal of Heredity, 55: 216-9, 1964.

JONES, A. - Chromosome numbers in *Ipomoea* and
related genera. Journal of Heredity, 59:
99-102, 1968.

JONES, A. & DEONIER, M.T. - Interspecific
crosses among *Ipomoea lacunosa*, *I. ramoni* ,
I. trichocarpa, and *I. triloba*. Botanical
Gazette, 126: 226-32, 1965.

KAGAWA, F. & NAKAJIMA, G. - Genetical and
cytological studies on species hybrids in
Quamoclit. Japanese Journal of Botany, 6 (3):
315-27, 1933.

- KING, J.R. & BAMFORD, R. - The chromosome number in *Ipomoea* and related genera. Journal of Heredity, 28 (8): 278-82, 1937.
- KNUTH, P. - Handbuch der bluetenbiologie. Vol. III. Leipzig, Engelmann, 1905. 601p.
- LABOURIAU, M.L.S. & BARTH, O.M. - Pollen grains of plants of the "Cerrado" - II. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 34 (1): 89-100, 1962.
- LAGUARDIA, A.M. - Morfologia del grano de polen de algunas colvolvulaceas Uruguayas. Boletin de la Sociedade Argentina de Botânica, 9: 187-97, 1961.
- LEITÃO FILHO, H.F. CONDORCET, A. & BACCHI, O. . Plantas invasoras de culturas no Estado de São Paulo. Vol. I, São Paulo, HUCITEC, 1972.
- LEVIN, D.A. - The origin of reproductive isolating mechanisms in flowering plants. Taxon, 20 (1): 91-113, 1971.
- LEVIN, D.A. - Competiton for pollinator service: a stimulus for the evolution of autogamy . Evolution, 26: 668-9, 1972.

- LINHARES, A.X. - Sinantropia de dípteros muscóides de Campinas. Campinas (Tese de Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, 1979.
- LINHART, Y.B. - Ecological and behavioral determinants of pollen dispersal in hummingbird - pollinated *Heliconia*. The American Naturalist, 107(956): 511-25, 1973.
- LORENZI, H. - Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa, São Paulo, Edição do autor, 1982, 425 p.
- MAIMONI-RODELLA, R.C.S., RODELLA, R.A., AMARAL JUNIOR, A. & YANAGIZAWA, Y. - Polinização em *Ipomoea cairica* (L.) Sweet. (Convolvulaceae) Naturalia, 7: 167-72, 1982.
- MARTIN, F.W. - Incompatibility in the sweet potato. A review. Economic Botany, 19: 406 - 15, 1965.
- MARTIN, F.W. - Self-and interespecific incompatibility in the Convolvulaceae. Botanical Gazette, 131(2): 130-44, 1970a.
- MARTIN, F.W. - Pollen germination on foreign stigmas. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 97 (1): 1-6, 1970b.

NOHARA, S. - Genetical studies on *Quamoclit*.
Journal of the College of Agriculture, 11 (1):
 21-44, 1930.

O'DONELL, C.A. - Las especies americanas de
"Ipomoea" L. sect. "*Quamoclit*" (Moench)
 Griseb. Lilloa, 29: 19-86, 1959.

ORNDUFF, R. - Reproductive biology in relation
 to systematics. Taxon, 18:121-33, 1969.

PERCIVAL, M. - Floral biology. London, Pergamon
 Press, 1965. 243 p.

PEREZ, A.M.C., GONZALES, E.A., MARQUEZ, J. ,
 BAILIN, J., GARCIA, F.J. and COLLERA, O.
 Chromatographic profiles of the seeds of some
 species of Convolvulaceae. Phyton. Revista
Internacional de Botânica Experimental, 39
 (1): 85-94, 1980.

PIJL, L. van der. - Disharmony between asiatic
 flower-birds and american bird-flowers. An
nales du Jardin Botanique de Buitenzorg, 48:
 17-26, 1937.

PIJL, L. van der - *Xylocopa* and flowers in the
 tropics. II. Observations on *Thunbergia* ,
Ipomoea, *Costus*, *Centrosema* and *Canavalia*.
Proceedings of the Royal Academy of Sciences,
57: 541-51, 1954.

PIJL, L. van der - Ecological aspects of flower evolution. I. Phyletic evolution. Evolution, 14 (4): 403-16, 1960.

PIJL, L. van der - Ecological aspects of flower evolution. II. Zoophilous flower classes. Evolution, 15: 44 - 59, 1961.

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

PURSEGLOVE, J.W. - Tropical crops - Dicotyledons. London, Longmann, 1974.

RADFORD, A.E., DICKINSON, W.C. MASSEY, J.R. & BELL, C.R. - Vascular plant systematics. New York, Harper & Row Publishers, 1974. 891 p.

REAL, L.A. - Nectar availability and bee foraging on *Ipomoea* (Convolvulaceae). Biotropica, 13 (2): 64-9, 1981.

RUSCHI, A. - Beija-flores do Estado do Espírito Santo. São Paulo, Editora Rios, 1982.

SAZIMA, M. - Hummingbird pollination of *Barbacenia flava* (Velloziaceae) in the Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. Flora, 166: 239-47, 1977.

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

SAZIMA, M. - Polinização de duas espécies de *Pavonia* (Malvaceae) por beija-flores, na Serra do Cipó, Minas Gerais. Revista Brasileira de Biologia, 41 (4): 733-7, 1981.

SAZIMA, M. & MACHADO, I.C.S. - Biologia floral de *Mutisia coccinea* St. Hil. (Asteraceae) . Revista Brasileira de Botânica (no prelo) , 1983.

SCILISING, R.A. - Sequence and timing of bee foraging in flowers of *Ipomoea* and *Aniseia* (Convolvulaceae). Ecology, 51: 1061-7, 1970.

SENNA, M.L.C. - Análise e proposições para uma reserva ecológica, sua utilização científica e social. Mata da Fazenda de Santa Genebra . Trabalho de Graduação Interdisciplinar. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 1979.

SMITHE, F.B. - Naturalist's color guide. New York, The American Museum of Natural History, 1975.

SOLBRIG, O.T. - On the relative advantages of cross-and self-fertilization. Annals of the Missouri Botanical Garden, 63: 262 - 76 , 1976.

STACE, C.A. Convolvulaceae. In: Flowering plants of the world. V.H. Heywood editor . London, Oxford University Press, 1979. 335 p.

STEBBINS, G.L. - Self fertilization and population variability in the higher plants. American Naturalist, 91 (861): 337-54, 1957.

STEBBINS, G.L. - Adaptative radiation of reproductive characteristics in Angiosperms , I: pollination mechanism. Annual Review of Ecology and Systematics, 1: 307-26, 1970.

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

STILES, F.G. - Geographical aspects of bird - flower coevolution, with particular reference to Central America. Annals of the Missouri Botanical Garden, 68: 323-51, 1981.

TRELEASE, W. - Fertilization of flowers by hummingbirds. American Naturalist, 14: 362 - 3, 1880.

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

WILSON, K.A. - The genera of Convolvulaceae in the southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum, 41: 298-317, 1960.

ZANDONELLA, P. & LECOCQ, M. - Morphologie pollinique et mode de pollinisation chez les Amaranthaceae. Pollen et Spores, 19 (1):119-41, 1977.