

**BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA DE POLINIZAÇÃO DE  
*SOLANUM STRAMONIFOLIUM* JACQ. (SOLANACEAE) EM  
REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA, PERNAMBUCO<sup>1</sup>**

Elisangela Lúcia de S. Bezerra<sup>2</sup>  
Isabel Cristina Machado<sup>3</sup>

Recebido em 20/01/02. Aceito em 30/08/2002

**RESUMO** – (Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco). A deiscência de anteras através de pequenos poros apicais é uma característica encontrada em várias espécies da família Solanaceae, especialmente no gênero *Solanum*, característica esta que restringe a polinização a um grupo de abelhas fêmeas capazes de vibrar as anteras para retirada do pólen. A fenologia, biologia floral e a polinização de *Solanum stramonifolium* foram estudadas entre os meses de agosto/1999 a dezembro/2000 em populações naturais ocorrentes no Parque Estadual de Dois Irmãos, um dos poucos remanescentes de Mata Atlântica localizada em Recife, Pernambuco (8°7'30"S e 34°52'30"W). *Solanum stramonifolium* é um arbusto com flores dispostas em inflorescências racemosas, apresentando corola branca e cinco estames de um amarelo intenso, com anteras poricidas dispostas ao redor do gineceu. A antese ocorre nas primeiras horas do dia, havendo reflexão de luz ultravioleta e presença de áreas de concentração de emissão de odor por toda a corola e na região apical das anteras. *Solanum stramonifolium* tem padrão de floração contínuo e apresenta flores hermafroditas (62%) e funcionalmente masculinas (38%), o que caracteriza a espécie como andromonoica. Treze espécies de abelhas foram observadas visitando as flores de *S. stramonifolium* (nove polinizadores e quatro pilhadores). A constante e grande produção de flores faz com que *Solanum stramonifolium* mantenha sua guilda de polinizadores e garanta assim a sua reprodução, sendo, ao mesmo tempo, uma importante fonte de recursos para a manutenção destas abelhas.

**Palavras-chave** – *Solanum*, polinização vibrátil, andromonoica, Floresta Atlântica, melitofilia

**ABSTRACT** – (Floral biology and pollination system of *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) in an Atlantic Forest remnant in Pernambuco). The anthers deiscence through two small apical pores is a feature found in many species of Solanaceae, especially in the genus *Solanum*. This feature restricts pollination to a group of female bees which are able to vibrate the anthers (buzz pollination). The phenology, floral biology and pollination of *Solanum stramonifolium* were studied between August/1999 and December/2000 in natural populations occurring at Dois Irmãos State Park, one of the last Atlantic forest remnants in Recife city, Pernambuco state

<sup>1</sup> Trabalho vencedor do Concurso Prêmio Verde concedido pela Sociedade Brasileira de Botânica do Brasil (SBB/2001).

<sup>2</sup> Bolsista PIBIC/CNPq/UFPE (elsbezerra@zipmail.com.br)

<sup>3</sup> Departamento de Botânica, CCB, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Nelson Chaves s/n, Cidade Universitária, CEP 50372-970, Recife, PE, Brasil (imachado@ufpe.br)

(8°7'30"S and 34°52'30"W). *Solanum stramonifolium* is a shrub whose flowers are arranged in a racemose inflorescence and have white corolla and five stamens with poricidal anthers disposed around the gynoecium. Anthesis occurs early in the morning and the petals present a ultraviolet reflection pattern. *Solanum stramonifolium* presents continuous flowering pattern and have hermaphrodite (62%) and functional male flowers (38%), therefore the species is andromonoicous. Thirteen species of bees were observed visiting the flowers of *S. stramonifolium* (nine pollinators and four pollen robbers). The great and constant production of flowers of *S. stramonifolium* along the year is important to maintain the pollinators guild and to guarantee the plant reproduction.

**Key words** – *Solanum*, buzz-pollination, Atlantic Forest, melittophily, andromonoicy

## Introdução

A deiscência de anteras através de pequenos poros apicais é uma característica marcante em várias espécies da família Solanaceae, especialmente do gênero *Solanum*. Dentre as 15.000 ou até 20.000 espécies dos 544 gêneros e 72 famílias de Angiospermas que apresentam flores com anteras poricidas (Buchmann 1983), o gênero *Solanum* compreende mais de 1.400 espécies com distribuição cosmopolita e preferencialmente tropical (D'Arcy 1973), tendo sido objeto de vários estudos em biologia floral (Harris & Kucks 1902; Linsley 1962; Linsley & Cazier 1963; D'Arcy 1973; Bowers 1975; Buchmann *et al.* 1977; Schilling & Heiser 1979; Oliveira & Oliveira 1988; Avanzi & Campos 1997).

A polinização em espécies com anteras poricidas é feita por algumas abelhas fêmeas que são hábeis na coleta do pólen, através da vibração das anteras. Esse comportamento é chamado de "buzz-pollination" ou polinização por vibração (Buchmann 1983).

As três categorias de abelhas que visitam flores com anteras poricidas descritas por Michener (1962), Wille (1963) e Buchmann *et al.* (1977): 1 - abelhas vibráteis, 2 - abelhas mordedoras e 3 - abelhas coletoras, com a subcategoria "milking" (espremedoras), são encontradas visitando flores do gênero *Solanum*. Algumas efetuando a polinização e outras apenas pilhando.

*Solanum stramonifolium* Jacq. engloba todas as características de flores polinizadas por vibração e, neste trabalho, são apresentados

estudos sobre a morfologia, biologia floral e fenologia desta espécie de *Solanum*, com ênfase nos mecanismos de polinização e nas interações planta-polinizador.

## Material e métodos

Os estudos sobre a fenologia, biologia floral e o sistema de polinização de *S. stramonifolium* foram desenvolvidos entre agosto/1999 a dezembro/2000 em agrupamentos naturais constituídos de poucas plantas esparsas, até agrupamentos com mais de 40 indivíduos, distribuídos na borda da mata, localizada no Parque Estadual de Dois Irmãos (8°7'30"S e 34°52'30"W), região metropolitana do Recife, Pernambuco, um dos poucos remanescentes de Mata Atlântica do Estado.

O Parque possui cerca de 370ha e está distribuído em relevo levemente ondulado, com altitude de 30 a 80m, onde as precipitações pluviométricas atingem, em média, anualmente, cerca de 2.000mm. A temperatura do ar tem como valores mínimos 24°C, nos meses de junho a agosto, e valores máximos de 27°C, de dezembro a março (Machado *et al.* 1998).

Foram feitas observações sobre a morfologia, tamanho, coloração, duração e odor das flores, horário, duração e seqüência da antese e receptividade do estigma (Dafni 1992; Kearns & Inouye 1993), diretamente no campo e complementadas através da análise de desenhos esquemáticos realizados no laboratório, com o auxílio de câmara-clara acoplada a estereomicroscópio. Medidas acerca do diâmetro da corola de flores grandes e

pequenas foram realizadas a fim de se verificar diferenças significativas utilizando teste t através do software BioEstat 1.0.

O percentual dos diferentes tipos florais com relação à sexualidade foi determinado a partir da análise de 1.273 inflorescências e aproximadamente 1.200 flores num agrupamento com 12 indivíduos. Foram feitas também observações dos aspectos da fenologia da floração e frutificação através do acompanhamento semanal de dez indivíduos marcados aleatoriamente no campo. No decorrer de um ano, todas as inflorescências foram marcadas com etiquetas plásticas, sendo registrados o número de flores e o tipo floral, o número de frutos e de botões. O padrão de floração da espécie foi determinado a partir dos modelos apresentados por Gentry (1974) e Newstrom *et al.* (1994).

As áreas de concentração de emissão de odor foram detectadas através de solução aquosa de vermelho neutro (Vogel 1990) e a análise referente à absorção e reflexão de luz ultravioleta foi realizada através de observação direta de flores frescas em câmara provida com luz ultravioleta (Buchmann *et al.* 1977).

Para analisar a carga e a disponibilidade polínica, foram ensacadas 12 inflorescências, das quais foram coletados dez botões em pré-antese, dez flores após 3h de exposição aos visitantes, dez flores com 6h de exposição e outras dez após 9h de início da antese. O número de grãos de pólen por antera foi estimado utilizando-se uma câmara de Neubauer (Moura *et al.* 1987).

A fenologia e o comportamento dos visitantes foram estudados a partir de observações visuais diretas no campo em horários variados do dia, em um agrupamento com 15 indivíduos, e complementados pela análise de fotografias obtidas em campo. Durante o período de desenvolvimento do estudo, 50 horas de observação, distribuídas em oito dias entre os meses de novembro e dezembro/2000, das 5:00h às 15:00h, foram

dedicadas exclusivamente para o registro das abelhas durante suas visitas. Neste período foi feita a classificação das abelhas raras, comuns e muito comuns, de acordo com a frequência de visitas, tendo como critério o percentual obtido com as observações (de 0 a 5 %, de 5 a 15 % e de 15 a 45 %, respectivamente). Quanto ao tamanho, os visitantes foram classificados (*sensu* Frankie *et al.* 1983) como grandes (comprimento igual ou superior à 12mm) e pequenos (menos de 12mm de comprimento).

Algumas abelhas foram capturadas para verificar o local de deposição de pólen e para posterior identificação por especialistas. Os indivíduos coletados foram conservados a seco e encontram-se na coleção do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva da Universidade Federal de Pernambuco, como espécimes-testemunho.

Espécime-testemunho de *Solanum stramonifolium* foi depositado no Herbário UFP - Professor Geraldo Mariz, Universidade Federal de Pernambuco (UFP 27.719).

## Resultados e discussão

*Solanum stramonifolium* é um arbusto perene encontrado em bordas de mata e com comportamento de espécie pioneira. Suas flores estão dispostas em inflorescências racemosas, pentâmeras, actinomorfas, com cinco anteras poricidas, apresentando em média duas a três flores abertas, abrindo-se pelo menos uma por dia em cada inflorescência. Na fase de botão floral, as pétalas apresentam cor lilás em sua face externa, enquanto durante a antese a corola é branca, com cinco anteras de um amarelo vivo, dispostas ao redor do estilete (Fig. 1). Além de suas cores visíveis, as flores possuem um padrão de reflexão de ultravioleta concentrado no ápice das pétalas e no pedicelo das flores que, ao longo da antese, vai sendo perdido.

As flores de *S. stramonifolium* apresentam atributos que as enquadram na síndrome da melitofilia, descrita por Faegri & Pijl (1979) e,

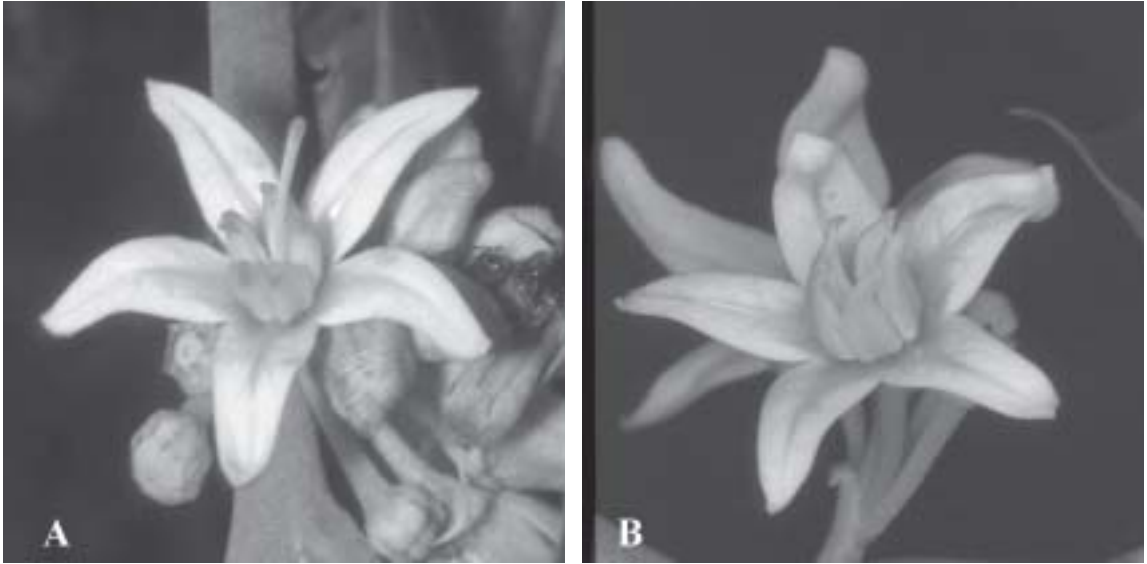


Figura 1. Flores de *Solanum stramonifolium*. A) flor de estilete longo; B) flor de estilete curto.

em especial, na síndrome de polinização vibrátil descrita por Buchmann (1983), tais como: antese diurna; ornamentação da corola com padrões visíveis e de ultravioleta contrastantes; presença de áreas de concentração de emissão de odor; estames coloridos, vistosos; anteras porcidas coniventes ao redor do estilete, com grãos de pólen pequenos e leves, liberados por vibração mecânica direta. Os grãos são lisos e sem adesivos lipídicos, o que facilita a sua liberação.

Esta combinação de características e a deiscência das anteras definem a síndrome de polinização por vibração (“buzz pollination”) para o gênero *Solanum* (Harris & Kucks 1902; Linsley 1962; Linsley & Casier 1963; Bowers 1975; Buchmann *et al.* 1977; Buchmann 1983; Vogel 1978; Schilling & Heiser 1979; Coleman & Coleman 1982; Endress 1994). Em seu trabalho, Dukas e Dafni (1990) sugerem que as flores polinizadas por movimentos vibratórios evoluíram de flores poliândricas nectaríferas que *a priori* reduziram o número de estames (e conseqüentemente a produção de pólen) seguida de redução da produção de néctar. No caso do gênero *Solanum*, as flores são isostêmones, caracterizando um tipo floral,

denominado *Solanum* (Vogel 1978; Bernhardt 1996).

A única recompensa floral oferecida por *S. stramonifolium* é o pólen, que é coletado exclusivamente por abelhas fêmeas que utilizam o recurso na alimentação de suas larvas. A procura destes animais por flores que oferecem este tipo de recurso, levou, ao longo da evolução floral, ao surgimento das flores de pólen (“pollen flowers”), as quais não secretam néctar ou qualquer outro tipo de recurso floral (Vogel 1978; Bernhardt 1996).

A antese inicia em horários variados ao longo do dia, estando a maioria das flores abertas às 5:00h e outras no decorrer do dia, até o entardecer. As flores permanecem abertas na planta por cerca de 36h, durando algumas vezes até 48h. Com o passar do tempo, as anteras vão se desgastando e ficando amarronzadas. A manutenção das flores por mais de um dia é vantajosa para a planta por ser energeticamente menos dispendioso mantê-las, reduzindo assim, à metade a produção de flores novas todos os dias. Desta forma, as flores velhas funcionam como um “display” visual para as abelhas às flores de *Solanum*. Outro atrativo visual é a

absorção e reflexão de luz ultravioleta como também é visto em *S. sessiliflorum* (Storti 1988), *S. lycocarpum* (Oliveira & Oliveira 1988), *S. douglasii* e *S. xanti* (Buchmann *et al.* 1977). As flores tratadas em solução de vermelho neutro revelaram áreas de concentração de emissão de odor próximas às margens da corola e algumas esparsas por todo o perianto. Em relação ao estigma, apenas o das flores de estilete longo apresentaram-se corados.

*S. stramonifolium* apresenta dois tipos florais, classificados a partir do comprimento de estilete e da função desempenhada: a) flores de estilete longo, hermafroditas (Fig. 1A) e b) flores de estilete curto (Fig. 1B), nas quais observa-se uma gradação em relação ao comprimento do estilete sendo, porém, funcionalmente masculinas. Apenas no primeiro tipo floral, o estilete exterioriza-se além do cone de anteras. Há também flores com diferentes dimensões, grandes e pequenas ( $p < 0.001$ ), com diâmetro médio da corola de 2,74cm (DP =  $\pm 0.0026$ ) e 1,68 cm (DP =  $\pm 0.0008$ ) respectivamente, ambas ocorrendo no mesmo indivíduo e até na mesma inflorescência, expostas à luz ou em áreas sombreadas. Também foram encontradas, esporadicamente, flores trímeras, tetrâmeras e outras unicamente masculinas. O estigma dos dois tipos florais encontra-se receptivo durante toda a duração da flor. A apresentação de diferentes tipos florais é bastante comum no gênero *Solanum* (Symon 1979), sendo também observado nas espécies *S. sessiliflorum* (Storti 1988), *S. lycocarpum* (Oliveira & Oliveira 1988), *S. aculeatissimum* e *S. variabile* (Avanzi & Campos 1997), nas quais apenas as flores de estilete longo formam fruto. A produção de flores pequenas pode ser uma estratégia desta espécie de *Solanum* para atrair as pequenas abelhas vibradoras que polinizam outras espécies simpátricas do gênero, visto que essas abelhas são mais eficientes nestas flores devido à redução da distância entre o estigma e a antera (Buchmann *et al.* 1977), abraçando diretamente todo o cone estaminal

com seu curto tórax.

*Solanum stramonifolium* apresenta padrões de floração e frutificação contínuos, com pico entre os meses de setembro a dezembro e outubro a fevereiro, respectivamente. Foi encontrado número médio de 20 botões por inflorescência, predominando as flores de estilete longo em todas as inflorescências de todos os indivíduos, totalizando 62%, das quais 93% formam fruto sob condições naturais. A fenologia da floração de *S. stramonifolium*, com padrão de floração contínuo (*sensu* Newstrom *et al.* 1994; Gentry 1974) e a produção de flores funcionalmente masculinas observadas em *S. stramonifolium* (38%) garantem a constância e frequência das visitas dos polinizadores.

Logo após a abertura das flores, grande quantidade de pólen é liberada através da ação dos visitantes que, nas primeiras três horas de visita, retiram aproximadamente 40% da quantidade total de pólen, permanecendo, após seis horas de abertura da flor, apenas 12% do total de grãos (Fig. 2). Contudo, no final da manhã ou ao entardecer, quando o recurso é escasso ou inexistente, as flores continuavam a receber visitas, sendo agora, porém submetidas a uma quantidade maior de movimentos de vibração pelas abelhas. A diminuição do recurso

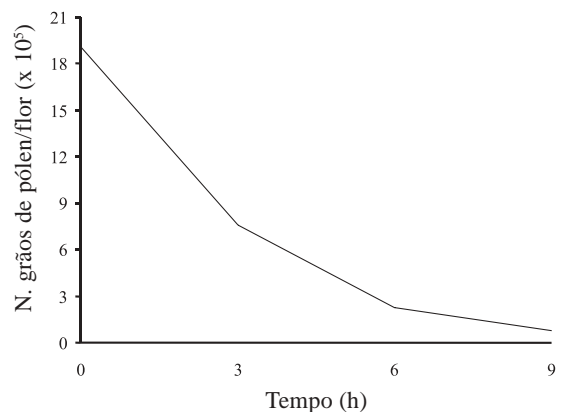


Figura 2. Disponibilidade polínica de *Solanum stramonifolium*.

acarreta, portanto, alteração no comportamento de coleta de pólen pelas abelhas, que passam então a girar repetidas vezes sobre a mesma flor, bem como induz a um número maior de visitas a flores, como descrito por Buchmann (1983). A alteração da cor da corola com a idade das flores, assim como o ressecamento do ápice, a conseqüente perda do amarelo vivo das anteras, constituem indicadores da redução da disponibilidade do recurso, semelhante ao

observado em *S. lycocarpum* (Oliveira & Oliveira 1988).

Treze espécies de abelhas visitam as flores de *S. stramonifolium* (Tab. 1). Apenas alguns gêneros de abelhas têm a capacidade de promover a polinização vibrátil, entre eles, *Augochloropsis*, *Bombus*, *Eufriesea*, *Euglossa*, *Eulaema*, *Melipona*, *Paratetrapedia*, *Pseudoaugochloropsis* e *Xylocopa* (Avanzi & Campos 1992; Lopes & Machado 1986; Oliveira

Tabela 1. Visitantes florais de *Solanum stramonifolium* no Parque Estadual de Dois Irmãos, classificados de acordo com Roubik (1992).

Visitantes	Comprimento do corpo (mm)	Comportamento/ Categoria	Duração da vibração (seg)	Frequência de visitas
<b>APIDAE</b>				
Bombinae				
Bombini				
<i>Bombus brevivillus</i> ** Franklin, 1913	15 - 18	Po/ Vi	5	R
Euglossini				
<i>Eufriesea surinamensis</i> ** (Linnaeus, 1758)	18 - 19	Po/ Vi	3	MC
<i>Euglossa</i> sp.**	11 - 13	Po/ Vi	4	R
<i>Eulaema cingulata</i> ** (Fabricius, 1804)	18 - 21	Po/ Vi	3	R
<i>Eulaema nigrita</i> ** Lepeletier (1841)	23	Po/ Vi	5	R
Meliponinae				
Meliponini				
<i>Melipona scutellaris</i> ** Latreille (1811)	10 - 14	Po/ Vi	5	MC
<b>ANTHOPHORIDAE</b>				
Anthophorinae				
Exomalopsini				
<i>Paratetrapedia</i> sp.*	5	Pi/ Vi	8	R
Trigonini				
<i>Plebeia</i> sp.*	4	Pi/ Co	NV	R
<i>Tetragonisca angustula</i> * (Latreille 1811)	4	Pi/ Co	NV	R
<i>Trigona</i> sp.*	5	Pi/ Mo	NV	R
Xylocopinae				
Xylocopini				
<i>Xylocopa suspecta</i> ** Moure & Camargo, 1988	24 - 26	Po/ Vi	3	MC
<b>HALICTIDAE</b>				
Halictinae				
Augochlorini				
<i>Augochloropsis</i> sp.*	8 - 10	Po/ Vi	9	C
<i>Pseudoaugochloropsis</i> sp.*	10 - 12	Po/ Vi	8	C

Po= polinizador; Pi= pilhador; Vi= vibrátil; Co= coletor; Mo= mordedor; NV= não vibrador; R= raro (até 5 % das visitas); C= comum (5 a 15 % das visitas) e MC= muito comum (15 a 45 % das visitas); \*Abelhas pequenas; \*\*Abelhas grandes (*sensu* Frankie *et al.* 1983).





cheio de pólen. Após a coleta, realiza comportamento de limpeza, pairando no ar, no intervalo entre as visitas, transferindo o pólen do tórax e do abdômen para as corbículas das pernas posteriores, com o auxílio das pernas anteriores e medianas. Em sua rota, visita quase que todas as flores de um mesmo indivíduo, deslocando-se, em seguida, para outro indivíduo.

Assim como *Melipona*, as demais abelhas grandes (Tab. 1) vibram todo o cone de anteras, liberando, neste momento, uma nuvem de pólen. Em sua rota, *Xylocopa suspecta* (Fig. 5B) visita em média 18 flores. *Eufriesea surinamensis*,

*Eulaema cingulata*, *E. nigrata* e *Bombus brevivillus* visitam cerca de 20 flores e *Euglossa* sp., cerca de oito. A aproximação destas abelhas também é frontal e a transferência de pólen para o armazenamento nas corbículas é feita em vôo, defronte à flor visitada. Com a diminuição da quantidade de pólen, ao longo do dia, estas abelhas passam a girar em cima do cone das anteras, procurando uma posição para efetivar com maior eficiência a coleta do pólen.

As abelhas pequenas que vibram (*Pseudoaugochloropsis* sp., *Augochloropsis* sp. e *Paratetrapedia* sp.) abordam diretamente cada

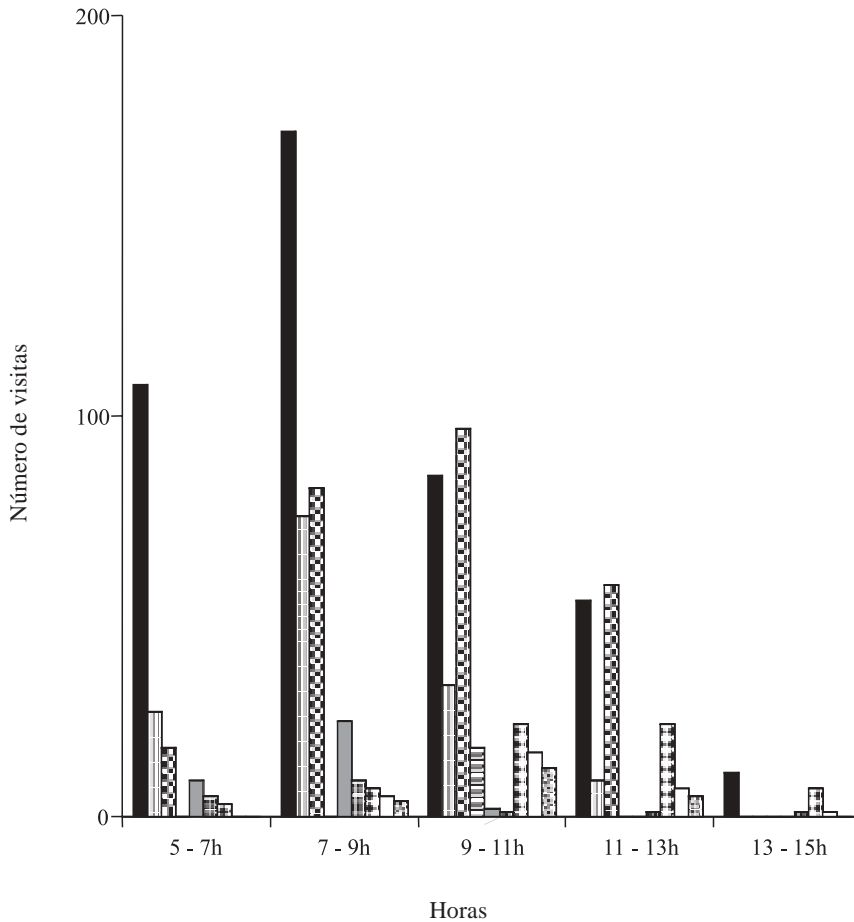


Figura 4. Média de freqüência dos visitantes florais de *Solanum stramonifolium* em um dia de visita (n = 8 dias). ■ *Melipona scutellaris*; □ *Eufriesea surinamensis*; ◆ *Xylocopa suspecta*; ▨ *Bombus brevivillus*; ■ *Euglossa* sp.; □ *Paratetrapedia* sp., ▨ Halictidae; □ *Eulaema cingulata*, ▨ *Eulaema nigrata*.



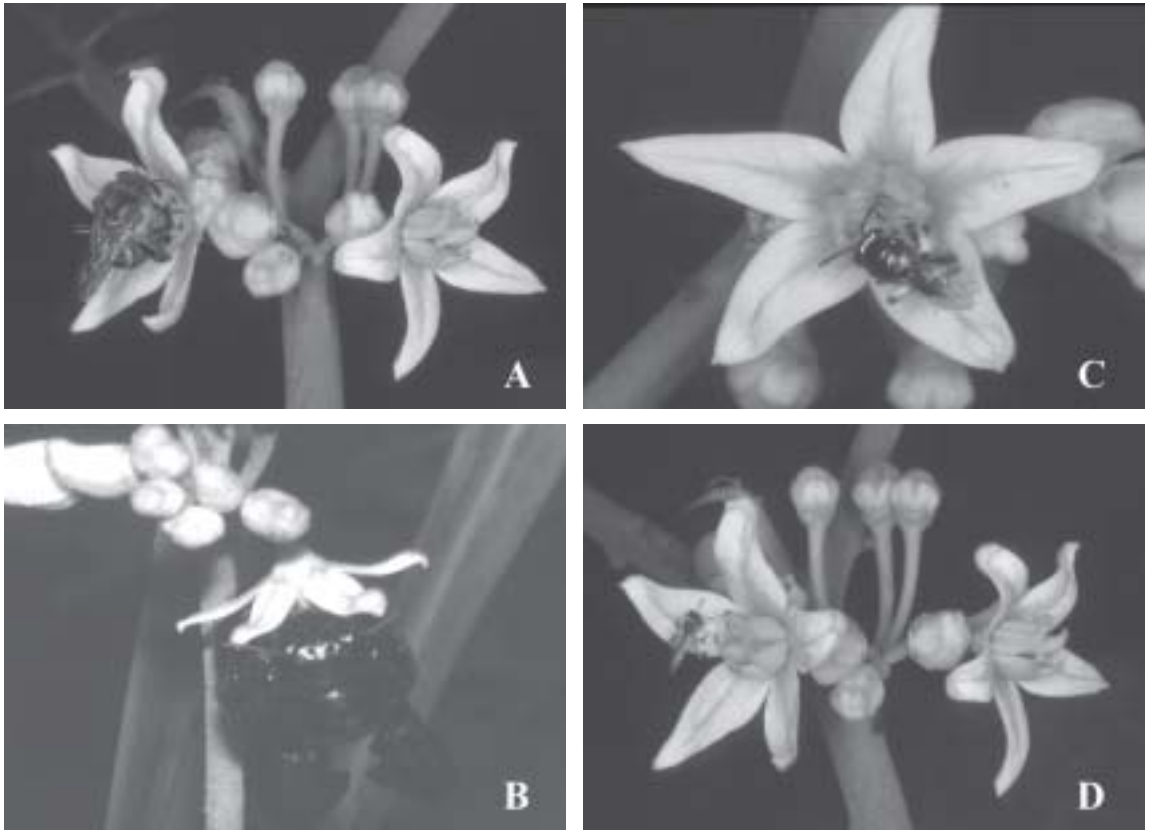


Figura 5. Visitantes florais de *Solanum stramonifolium*. A) *Melipona scutellaris*; B) *Xylocopa suspecta*; C) *Pseudoaugochloropsis* sp., vibrando apenas uma antera; D) *Tetragonisca angustula*, um dos pilhadores de *S. stramonifolium*.

antera e curvam seu tórax sobre os poros (Fig. 5C). A vibração é feita antera por antera, fazendo com que a duração de suas visitas em cada flor seja bem maior quando comparado com as abelhas maiores. Os representantes da família Halictidae são polinizadores mais eficientes nas flores pequenas, nas quais conseguem vibrar todo o cone de anteras e tocar o estigma das flores hermafroditas. Nas flores maiores, contudo, o contato com o estigma é rápido, ocorrendo apenas durante o deslocamento pelas anteras. Mesmo sendo uma abelha vibradora, *Paratetrapedia* sp. geralmente não poliniza as flores de *S. stramonifolium* devido ao seu pequeno tamanho. A remoção de pólen do tórax para as

corbículas se dá na própria flor; para isto, a abelha segura-se com as pernas anteriores na antera e se limpa com as medianas e posteriores.

Logo após a ação das abelhas vibradoras, o pólen residual da corola e do ápice das anteras era coletado pelas pequenas abelhas pilhadoras *Plebeia* sp. e *Tetragonisca angustula* (Fig. 5D). A coleta de pólen por *Trigona* sp. era feita através de cortes efetuados nas anteras com as mandíbulas.

Como descrito por Coleman & Coleman (1982), a diminuição do tamanho da abelha também reduz a sua eficiência como polinizador de espécies de *Solanum*, pois torna-se mais raro o seu contato com o estigma, o que faz com que esta espécie se enquadre no grupo de flores

polinizadas por abelhas grandes ( $\geq 12\text{mm}$  compr.), proposto por Frankie *et al.* (1983).

Apesar de *Augochloropsis* sp. e *Pseudo-augochloropsis* sp. apresentarem o mesmo comprimento de *Melipona scutellaris*, elas não são consideradas polinizadores efetivos pelo fato de não conseguirem vibrar todo o cone de anteras ao mesmo tempo, sendo, portanto, polinizadores ocasionais que contactam o estigma rapidamente durante seu deslocamento pelas anteras.

Apesar da deiscência poricida, de certo modo, restringir a variedade dos visitantes florais a apenas um grupo reduzido de abelhas, que conseguem vibrar seus músculos indiretos de vôo, esse sistema reduz a perda de pólen, visto que há um direcionamento do pólen expelido, através da vibração, para partes bem definidas do corpo do polinizador (Buchmann 1983). Porém, nas primeiras visitas, é visível a perda de quantidade considerável de grãos ao ser expelida a nuvem de pólen das anteras. A deiscência poricida das anteras faz com que *Solanum stramonifolium* selecione uma guilda de polinizadores hábeis na coleta do recurso; e a abundância de flores e a grande quantidade de pólen promovem a constância das abelhas, garantindo assim a sua reprodução.

### Agradecimentos

À Sílvia Regina A. Santos, pelo auxílio no trabalho de campo; aos Drs. Clemens Schlindwein e Márcio Oliveira, pela identificação das abelhas; à Direção do Parque Estadual de Dois Irmãos, ela permissão para realização do trabalho na área do Açude do Prata; ao CNPq, pelo auxílio financeiro.

### Referências bibliográficas

Avanzi, M. R. & Campos, M. J. O. 1997. Estrutura de guildas de polinização de *Solanum aculeatissimum* Jacq. e *S. variable* Mart. (Solanaceae). **Revista Brasileira de Biologia** 57: 247-256.

- Bernhardt, P. 1996. Anther adaptation in animal pollination. Pp. 192-220. In: W. G. D'Arcy & R. C. Keating (Eds.). **The anther**. Cambridge University Press.
- Bowers, K. A. W. 1975. The pollination ecology of *Solanum rostratum* (Solanaceae). **American Journal of Botany** 62: 633-638.
- Buchmann, S. L.; Jones, C. E. & Colin, L. J. 1977. Vibratile pollination of *Solanum douglasii* and *Solanum xantii* (Solanaceae) in Southern California. **The Wasman Journal Biology** 35: 1-25.
- Buchmann, S. L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms. Pp. 73-113. In: C.E. Jones & R.J. Little (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. Van Nostrand & Reinhold, New York.
- Coleman, J. R. & Coleman, M. A. 1982. Reproductive biology of andromonoecious *Solanum* (*Solanum palinacanthum* Dunal). **Biotropica** 14: 69-75.
- Dafni, A. 1992. **Pollination ecology**. Oxford University Press, Oxford.
- D'Arcy, W. G. 1973. Flora of Panama. Fam. Solanaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 60: 573-780.
- Dukas, R. & Dafni, A. 1990. Buzz-pollination in three nectariferous *Boraginaceae* and possible evolution of buzz-pollinated flowers. **Plant Systematics and Evolution**. 169: 65-68.
- Endress, P. K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1979. **The principles of pollination ecology**. 3<sup>a</sup> ed. Pergamon Press, London.
- Frankie, G. W.; Haber, W. A.; Opler, P. A. & Bawa, K. S. 1983. Characteristics and organization of large bee pollination systems in the Costa Rican dry forest. Pp.411-447. In: C. E. Jones, & R. J. Little, (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. Van Nostrand & Reinhold, New York.
- Gentry, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica** 6: 64-68.
- Harris, J. A. & Kucks, O. M. 1902. Observations of the pollination ecology of *Solanum rostratum* Dunal and *Cassia chamaecrista* L. **University of Kansas Science Bulletin** 1: 15-43.
- Kearns, C. A. & Inouye, D.W. 1993. **Techniques for pollination biologists**. Colorado University Press, Colorado.

- Linsley, E. G. 1962. The colletid *Ptiloglossa arizonensis* Timberlake, a maternal pollinator of *Solanum*. **Pan-Pacific Entomology** **38**: 75-82.
- Linsley, E. G. & Cazier, M. A. 1963. Further observations on bees which take pollen from plants of the genus *Solanum*. **Pan-Pacific Entomology** **39**: 1-18.
- Lopes, A. V. & Machado, I. C. S. 1986. Biologia floral de *Swartzia pickelii* Killip ex Ducke (Leguminosae-Papilionoideae) e sua polinização por *Eulaema* spp. (Apidae-Euglossini). **Revista Brasileira de Botânica** **1**: 17-24.
- Machado, I. C.; Lopes, A. V. & Pôrto, K. C. (Orgs.) 1998. **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana**. SECTMA (Secretaria da Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente). Editora Universitária -UFPE, Recife.
- Michener, C. D. 1962. An interesting method of pollen collecting by bees from flowers with tubular anthers. **Revista de Biologia Tropical** **10**: 167-175.
- Moura, R. A.; Wada, C. S.; Purchio, A. & Almeida, T.V. 1987. **Técnicas de laboratório**. Atheneu, Rio de Janeiro.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** **26**: 141-159.
- Oliveira-Filho, A.T. & Oliveira, L.C.A. 1988. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica** **11**: 23-32.
- Roubik, D.W. 1992. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge Tropical Biology series. Cambridge University Press, USA.
- Schilling Jr., E. E. & Heiser Jr., C. B. 1979. Crossing relationships among diploid species of the *Solanum nigrum* complex in North America. **American Journal of Botany** **66**: 709-716.
- Storti, E.F. 1988. Biologia floral de *Solanum sessiliflorum* Dun. var. *sessiliflorum*, na região de Manaus, AM. **Acta Amazonica** **18**: 55-65.
- Symon, D.E. 1979. Sex forms in *Solanum* (Solanaceae) and the role of pollen collecting insects. Pp.385-398. In: J. G. Hawkes; R. N. Lester, & A. D. Skelding, (Eds.). **The biology and taxonomy of the Solanaceae**. Academic Press, London.
- Vogel, S. 1978. Evolutionary shifts from reward to deception in pollen flowers. Pp. 89-96. In: A. J. Richards (Ed.) **The pollination of the flowers by insects**. Academic Press, London.
- Vogel, S. 1990. **The role of scent glands in pollination**. Smithsonian Institution Libraries and The National Science Foundation, Washington, D. C.
- Wille, A. 1963. Behavioural adaptations of bees for pollen collecting from *Cassia* flowers. **Revista de Biologia Tropical** **11**: 205-210.