

## Ecologia da polinização em *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae) Pollination ecology of *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae)

Cléo Gomes da Mota<sup>1</sup>  
Mário Augusto Gonçalves Jardim<sup>2</sup>

**Resumo:** Apresentam-se informações sobre a ecologia de polinização de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb., uma espécie florestal díóica de relevante importância econômica na região amazônica. O estudo foi realizado em uma área de várzea próximo à bacia do igarapé Murutucum, lado direito do rio Guamá, localizada no Campus da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), na cidade de Belém, estado do Pará, no período de janeiro a dezembro de 1999. Avaliou-se a biologia floral desde o aparecimento dos botões florais até a senescência das flores estaminadas e a formação de frutos nas flores pistiladas. Aplicaram-se testes bioquímicos em ambas as flores para verificação de odor, pigmentos, osmóforos e receptividade do estigma. A observação no comportamento dos visitantes florais foi realizada durante o período diurno, registrando-se os horários de visitas, tempo de permanência na flor e frequência; alguns indivíduos foram coletados com rede entomológica e identificados na Coordenação de Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). A antese ocorreu entre 6 e 16 horas nas flores estaminadas e entre 8 e 16 horas nas pistiladas; a presença de odor foi constatada apenas nas flores estaminadas, enquanto os pigmentos e osmóforos foram encontrados em ambas; o estigma mostrou-se receptivo no período entre 12 e 14 horas. Os insetos da ordem Diptera foram visitantes mais frequentes nas flores estaminadas e pistiladas. Os dípteros pequenos foram os agentes responsáveis pela polinização.

**Palavras-chave:** Biologia floral. Testes bioquímicos. Visitantes florais. *Virola surinamensis*.

**Abstract:** Information are presented on pollination ecology on *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. a dioecious arboreal species of great importance in the economy of the Amazon region. The study was carried out in the floodplain area near the Murucutu stream, right side of the Guamá River, at Universidade Rural da Amazônia (UFRA) in Belém city, Pará State, from January to December, 1999. It was evaluated the floral biology from floral button phase, until senescence stage in male flowers and formation of the fruit in female flowers. Biochemical tests were done to verify odour, pigment, osmofores and receptivity of the stigma. The observation on behaviour of the floral visitors was made during the diurnal period and the visit, time of the staying and frequency in the flowers were registered. Some individuals were collected with entomologic net and identified in the Coordenação de Zoologia of Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). The anthesis occurred between 6:00 a.m. and 4:00 p.m. in the staminate flowers and between 8:00 a.m. and 4:00 p.m. for pistillate flowers. The odour was reported only in staminate flowers and the pigments and osmofores in both flowers types. The stigma has shown to be receptive during period the between 12:00 and 2:00 p.m. The insects from Diptera order were visitors more frequent in the staminate flowers and pistillate flowers. The small Dipters were responsible by pollination.

**Key words:** Floral biology. Biochemistry tests. Floral visitors. *Virola surinamensis*.

<sup>1</sup> UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia, Mestre em Agronomia, Av. Tancredo Neves, s/n, CEP 66077-530, Belém-PA.

<sup>2</sup> MPEG - Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Botânica, Pesquisador, Cx. Postal, 399, CEP 66040-170, Belém-PA (jardim@museu-goeldi.br).



## INTRODUÇÃO

Estudos sobre biologia floral trazem informações essenciais para o entendimento da interação entre planta e animal e, principalmente, para o sistema de cruzamento das plantas. Atualmente, são considerados indicadores biológicos, pois contribuem em planos de conservação e manejo e permitem aferir informações para o fluxo gênico de populações, caracterizando, de forma eficaz, a biologia de reprodução de uma espécie (JARDIM, 1991). Para que ocorra a fecundação por um polinizador, a flor deve possuir uma determinada estrutura floral, associada a um padrão de florescimento e oferecer recursos florais (JARDIM; MACAMBIRA, 1997). As pesquisas com biologia floral em espécies arbóreas florestais têm auxiliado no entendimento do fluxo gênico e no sistema de reprodução, além da interação entre planta e animal (BAWA, 1974, 1980).

Alguns autores como Bawa (1974); Opler e Bawa (1978); Bawa e Beach (1981); Bullock e Bawa (1981); Bullock (1982); Armstrong e Drummond (1986); Jardim (1991); Pinã-Rodrigues *et al.* (1993); Pombal e Morellatto (1995); Jardim e Macambira (1997); Venturieri e Silva (1997); Maués *et al.* (1999) e Venturieri, Brienza e Neves (1999) têm estudado a ecologia de polinização em espécies florestais hermafroditas e monóicas de regiões tropicais. No entanto, apenas Bawa (1980) e Bullock (1982) vêm estudando a polinização de plantas dióicas. Segundo os autores, que consideram o dioicismo um aspecto extremamente evoluído nessas espécies, as plantas dióicas estabelecem sincronismos eficazes no florescimento das plantas masculinas e femininas e na oferta de recursos florais para auxiliar na sua reprodução por intermédio dos polinizadores.

*Virola surinamensis* (Rol.) Warb. é uma espécie dióica encontrada em extensas populações nativas nos ecossistemas de várzea e igapó na região amazônica, principalmente na região do estuário. Apresenta valor comercial madeireiro para produção

de compensados, laminados e fabricação de cabo de vassoura. No ano de 1994 ocupou segundo lugar na pauta de exportação no estado do Pará perdendo apenas para o mogno (ANDERSON MACEDO; MOUSASTICHSHVILY, 1994). Informações sobre a ecologia de polinização da espécie contribuirão como indicadores de preservação e manejo, a partir do conhecimento da estrutura e funcionalidade das flores e os visitantes com seus respectivos comportamentos e aqueles diretamente associados à polinização.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma área de várzea próxima à bacia do igarapé Murutucum, lado direito do rio Guamá, localizada no Campus da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), com coordenadas geográficas 01° 27' 25" e 01° 27' 39" latitude S e 48° 26' 36" e 48° 26' 48" longitude WGr. A maior altitude da área é de 41 m. A classificação climática, de acordo com Koppen, é do tipo Afi. A pluviosidade média anual é de 2900 mm e temperatura média anual de 25,9°C, variando entre 21 e 31°C. A umidade relativa está em torno de 84% e ocorrem 2219 horas de insolação anual. Os meses de maior pluviosidade estendem-se de janeiro a março.

O ambiente é composto por vegetação secundária, bastante alterada em função das constantes intervenções antrópicas nas bordas do fragmento florestal (campinas e queimadas) e da utilização da área para pecuária. *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. é encontrada com frequência, destacando-se, também, as seguintes espécies: o açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), genipapo (*Genipa americana* L.), munguba (*Bombax munguba* Mart.), embaúba (*Cecropia* sp.) e tatapiririca (*Tapirira guianensis* Aubl.).

As observações da biologia floral foram efetuadas com auxílio de duas torres metálicas do tipo andaime, que foram alocadas próximo a quatro árvores masculinas

e quatro femininas em fase de floração. O período de observação das fenofases florais masculinas foi de janeiro a junho de 1999, compreendendo desde a formação do botão floral até abscisão total das flores. Nas plantas femininas esse período foi de julho a dezembro de 1999 e compreendeu desde a formação do botão floral até a fase inicial da formação dos frutos. Tanto para as flores masculinas como as femininas, foram observados os horários de antese, mudanças florais (cor, odor, presença de pólen e néctar) e abscisão da flor nos seguintes horários: 10h, 12h, 14h, 16h e 18h durante dez dias consecutivos.

Os testes bioquímicos foram aplicados para verificação de odores, pigmentos, osmóforos e receptividade do estigma, segundo métodos usados por Dafni (1992), Jardim (1991) e Venturieri e Silva (1997). A classificação de odores foi feita colocando-se dez flores de cada sexo em recipiente de vidro hermeticamente fechado em diferentes horários: 8h; 12h; 14h; 16h; 18h e 22h e avaliando-se conforme a seguinte classificação: 0= sem odor; 1= odor percebido somente com insistência; 2= odor moderado percebido com dificuldade e 3= odor intenso percebido prontamente (VENTURIERI; SILVA, 1997).

Para a detecção dos pigmentos foi utilizado um becker com 1 ml de hidróxido de amônia a 24%. As flores foram colocadas em um pequeno crivo acoplado ao becker e coberto com papel laminado por dez minutos, com a finalidade de expor as partes florais aos gases. As alterações ocorrentes foram anotadas (VENTURIERI; SILVA, 1997).

Para avaliar a presença de osmóforos foi utilizada a metodologia de Vogel (1963), com a imersão das flores em solução de vermelho neutro (1:1000) em diferentes intervalos de tempo (10', 30', 1h e 2h). Posteriormente, as flores foram lavadas com água para retirar o excedente e as regiões coradas foram anotadas.

Para a receptividade do estigma foram observadas 20 flores em diferentes horários após a antese

(CRESTANA, 1993). A reação foi quantificada pelo número de bolhas de ar formadas em um minuto.

A observação do comportamento dos visitantes florais foi realizada de janeiro a dezembro de 1999 durante o período diurno. Foram classificados em visitante ocasional pilhador, predador e provável polinizador e registraram-se os horários de visitas, tempo de permanência na flor e frequência (número de indivíduos/flor). Alguns indivíduos foram capturados com rede entomológica e acondicionados em álcool 70%, os quais foram identificados na Coordenação de Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas flores estaminadas, a antese ocorreu nas primeiras horas do dia (6h) durando até o final da tarde, sendo que o maior pico de abertura floral ocorreu entre 12h e 16h. Em média abrem-se 27 flores/dia. No momento da antese os grãos de pólen já se encontravam expostos nas aberturas longitudinais das anteras e na parte interna das pétalas. Seis horas após a antese, as flores passaram a apresentar coloração marrom escuro e após 24 horas observou-se o início da senescência floral. As bordas das pétalas adquiriram cor amarela escuro e isso ocorreu, concomitantemente, com o início da abscisão. Foram consideradas efêmeras, pois permanecem pouco mais de 24 horas inseridas na inflorescência.

Nas flores pistiladas, a antese ocorreu durante o dia, desde às 8 h até o final da tarde. Entretanto, as observações demonstraram que o maior número de flores em antese ocorreu entre 9h e 16h. No período de 12h às 16h constatou-se maior número de flores abertas havendo em média 10 flores/dia. Apresentaram odor suave e adocicado, estigma amarelo receptivo com lóbulos estigmáticos fechados, mas com presença de exsudato. Os lóbulos estigmáticos abriram-se no decorrer do dia e permanecendo abertos cerca de 48 horas.



As observações feitas no estigma, quanto à posição dos lóbulos estigmáticos (aberto ou fechado) demonstraram maior percentual de flores com estigma aberto no período da tarde (Figura 1), enquanto a produção de exsudato foi maior pela manhã (Figura 2).

As mudanças florais iniciaram-se 48 horas após antese, onde o estigma foi adquirindo coloração marrom escuro das bordas para o centro. Após 72 horas, as flores foram adquirindo tonalidade amarela escura e, até o 7º dia de abertura, as bordas das pétalas começaram a escurecer, iniciando o processo de abscisão das flores que não foram polinizadas. Persistiram apenas as flores fecundadas com ligeira dilatação do ovário. Após o 15º dia, continuaram inseridas nas inflorescências apenas as flores que se encontravam em processo de formação do fruto, ou seja, o ovário estava dilatado e as pétalas, já totalmente secas, ainda persistiam presas à base do ovário.

Quanto aos testes bioquímicos para odores, as flores masculinas e femininas apresentaram odor suave e

adocicado perceptível após antese que ocorreu no final da manhã. Para os pigmentos, as flores masculinas e femininas, quando expostas aos vapores de hidróxido de amônia, alteraram a cor de amarelo claro para amarelo escuro, indicando a presença de flavonóides. Para osmóforos, a solução de vermelho neutro, quando aplicada às flores masculinas e femininas, revelou a ocorrência de osmóforos nas pétalas, principalmente nas bordas. A ocorrência de maior número de osmóforos nas bordas das flores coincidiu com a maior intensidade de odor nos horários de abertura das flores. Para receptividade do estigma, os testes realizados com água oxigenada a 20 volumes demonstraram reação positiva com a enzima catalase durante o dia, com aumento na reação no período de 12h às 14h.

De acordo com Endress (1994), os movimentos dos lóbulos estigmáticos têm função ecológica e afeta a hercogamia, agindo como um sinal visual para os polinizadores. Por ser uma espécie dióica, o florescimento apresenta maior tempo de duração nos indivíduos masculinos e femininos (BAWA,

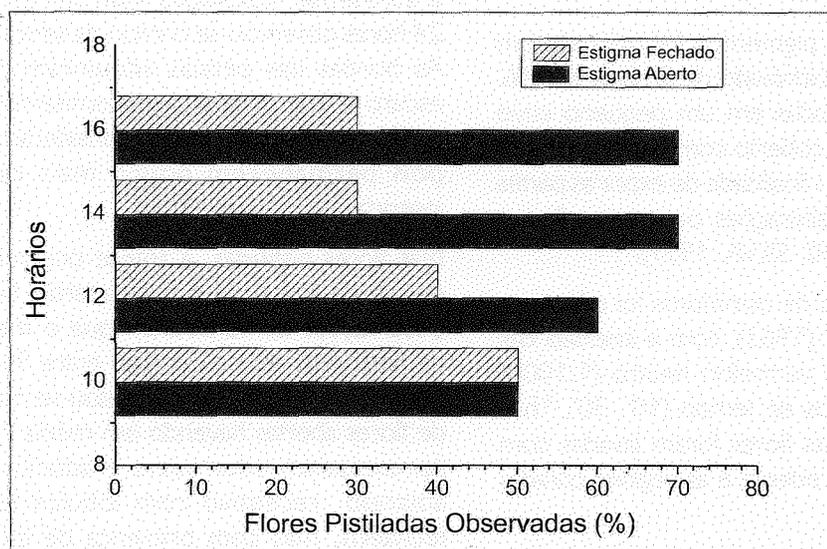


Figura 1. Posição do estigma (aberto e fechado) de *Viola surinamensis* (Rol.) Warb. Expresso em percentagem por horário de observação.



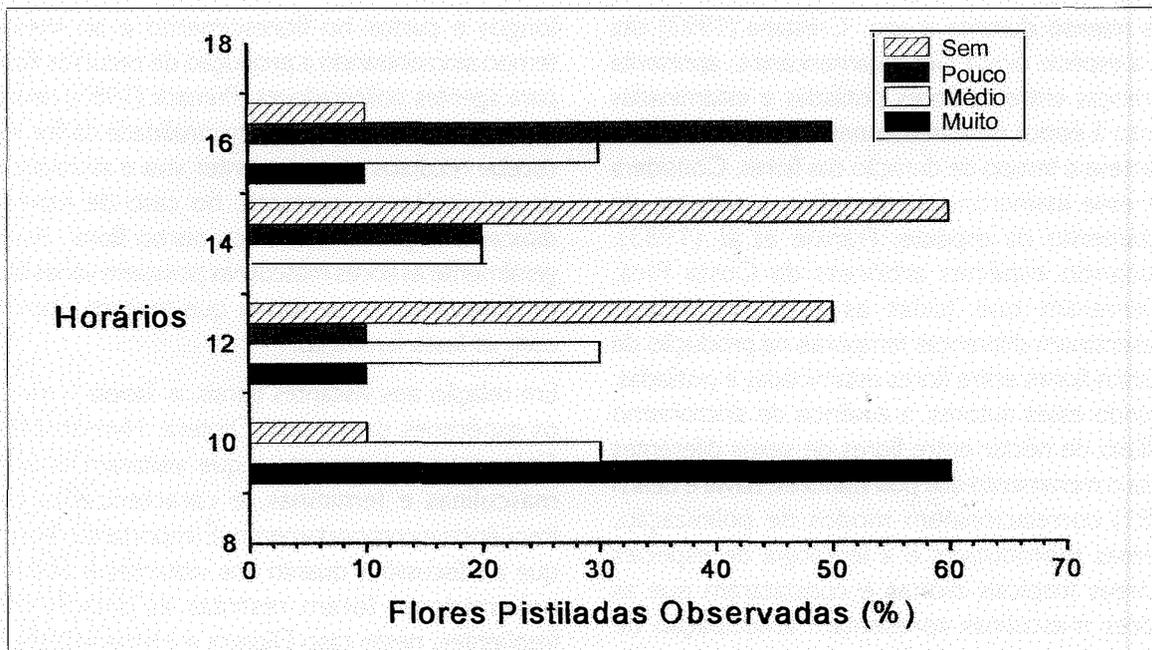


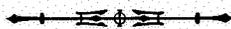
Figura 2. Percentual de flores pistiladas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. com exsudato expresso em percentagem por horário de observação.

1983; GORI, 1983; NEWSTRON *et al.*, 1994). Segundo Melampy e Howe (1977) e Bullock e Bawa (1981), as árvores dióicas masculinas iniciam a floração mais cedo e permanecem mais tempo em relação às árvores femininas. Para Willson (1979), Bawa (1980), Stephenson e Bertin (1983) e Bawa (1983), nas espécies dióicas tropicais as plantas masculinas investem mais na produção de flores do que as femininas.

O florescimento masculino prolongado e antecipado também pode ser importante na atração e manutenção do número de polinizadores necessários para o aumento do sucesso reprodutivo, porém, essas diferenças entre as fases florais têm sido atribuídas ao alto custo fisiológico da produção de frutos resultando em aumento proporcional na alocação de recursos para a reprodução feminina (LOYD; WEBB, 1977; DELPH; MEAGHER, 1995). Para Newstron *et al.* (1994), nas espécies dióicas ocorrem sensíveis diferenças no modelo de floração entre plantas masculinas e femininas. Os resultados

encontrados para *V. surinamensis* estão em concordância com o proposto por Willson (1979), Bawa (1980), Stephenson e Bertin (1983); Bawa (1983) e Newstron *et al.* (1994), pois o tempo de formação e maturação das flores masculinas é bem maior que o das flores femininas. Possivelmente, as flores masculinas teriam a função de atrair mais visitantes florais com a maior oferta de alimento em um maior espaço de tempo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bullock (1982), que estudou, na Costa Rica, a estrutura populacional e o padrão de distribuição espacial da espécie dióica *Campsonura sprucei* (A.D.C.) Warb (Myristicaceae), que apresentou comportamento diferenciado entre árvores masculinas e femininas em relação ao grau de florescimento, pois as flores masculinas permaneciam mais tempo do que as femininas. Piña-Rodriguez *et al.* (1993) fizeram referência aos diferentes padrões de florescimento masculino e feminino em *V. surinamensis*, constatando que o masculino é bem



mais intenso durante o ano. Crestana (1993) cita que a espécie dióica *Genipa americana* L. apresenta diferenças entre as flores pistiladas e estaminadas quanto à época de florescimento, período, horário de antese e tempo de duração das flores. Considera que esse assincronismo beneficia o sistema de cruzamento da espécie. Frankie *et al.* (1983), estudando espécies arbóreas da Costa Rica, observaram que todas as espécies dióicas apresentavam diferenças temporais na produção de recursos florais entre flores estaminadas e pistiladas. Segundo esses autores, a ausência de sincronismo no fluxo de néctar entre flores de sexos diferentes facilita o movimento dos polinizadores. Bawa e Beach (1981) correlacionaram modos de polinização, sistemas reprodutivos e a fenologia de espécies arbóreas tropicais dióicas e constataram que as árvores masculinas apresentam antecipação de horário de antese com maior duração no período de floração e, em alguns casos, com maior frequência de florescimento em comparação com as plantas femininas.

Bawa (1983) constatou que é comum encontrar diferenças na duração da floração nas plantas dióicas, pois, se de fato o grau de fecundação floral é determinado principalmente pelo macho, seria necessário o prolongamento da floração feminina para a produção de frutos. Por outro lado, um extenso período na floração feminina pode ser encurtado, se ocorrer limitação nos recursos florais para polinizadores. Os resultados obtidos em *V. surinamensis* parecem concordar com essa afirmativa, pois as flores masculinas funcionam somente como doadoras de pólen e investem, principalmente, na quantidade, com flores pequenas de curta longevidade. Flores femininas investem mais na qualidade da fertilização, possuindo flores maiores que permanecem mais tempo na inflorescência. Para Ashman e Schoen (1996), a longevidade floral nas angiospermas é um caráter que se reflete na adaptação da planta em diversas condições bióticas e abióticas, fazendo com que ocorram períodos

longos e curtos no florescimento e ao mesmo tempo sincronizando a produção de recursos florais para agentes polinizadores. Primack (1985) ressalta que durante o período de funcionalidade da flor, esta recebe recursos para se manter viva e atrativa para os polinizadores, portanto, no caso de espécies dióicas é importante o sincronismo floral. Assim, geralmente as flores masculinas possuem várias fases de florescimento, de forma que tenham sincronia com as fases femininas.

Em relação aos visitantes florais, a Tabela 1 mostra os espécimes das ordens Diptera, Hymenoptera, Coleoptera e Homoptera que visitaram as flores masculinas e femininas, e caracterizadas pela frequência e comportamento. É importante ressaltar que as discussões quanto aos visitantes e possíveis polinizadores foram restritas às ordens mais frequentes, neste caso Diptera e Hymenoptera

Com elevado número de espécimes visitantes, a Ordem Diptera foi representada pelas famílias Drosophilidae, Syrphidae, Tachinidae, Phoridae, Sarcophagidae e Cecydomiidae. Esses visitantes foram observados visitando flores de ambos os sexos durante todo o dia. Porém, constatou-se maior número de indivíduos/famílias nas flores femininas. Para estimar a frequência de visita dos dípteros, estes foram agrupados por classes de tamanho: Classe I - Pequeno ( $\leq 2,5$  mm), com 52% nas flores masculinas e 41% nas femininas; Classe II - Grande ( $\geq 4,0$  mm), com frequência de 33% nas plantas masculinas e 25% nas femininas e Classe III - Médio ( $> 2,5$  mm e  $< 4,0$  mm), com 15% nas flores masculinas e 25% nas femininas.

Os dípteros da Classe I, pertencentes às Famílias Phoridae, Drosophilidae e Cecydomiidae, apresentaram comportamentos semelhantes. Estes pousavam sobre as flores e caminhavam para seu interior, permanecendo em cada flor cerca de dois minutos. Estes insetos, devido a seu tamanho, penetravam no interior da flor, onde tocavam os órgãos reprodutivos com a finalidade de forragear

Tabela 1. Visitantes florais de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. caracterizados por Ordem, Família, Espécie, Frequência e Comportamento no período de janeiro a dezembro de 1999.

Ordem	Família	Espécie	Frequência	Comportamento
Diptera	Drosophilidae	não-identificada	Comum	Polinizador
	Dolichopodidae		Raro	Pilhador
	Syrphidae	<i>Copestylum</i> sp.	Comum	Polinizador
	Syrphidae	<i>Erytalys</i> sp.	Comum	Pilhador/Polinizador
	Milichidae		Raro	Pilhador
	Muscidae		Raro	Polinizador
	Tachinidae	não-identificada	Comum	Pilhador/Polinizador
	Phoridae	não-identificada	Comum	Pilhador/Polinizador
	Sarcophagidae	não-identificada	Comum	Pilhador
Cecydomiidae	não-identificada	Comum	Pilhador/Polinizador	
Hymenoptera	Apidae	<i>Appis mellifera</i>	Muito comum	Pilhador
	Apidae	<i>Trigona recursa</i>	Comum	Pilhador
	Apidae	<i>Trigona spinipes</i>	Comum	Pilhador
	Halictidae	<i>Augochloropsis illustris</i>	Muito comum	Ocasional
	Halictidae	<i>Halictus nigromarginatus</i>	Muito comum	Pilhador
	Formicidae	<i>Camponotus femoratus</i>	Comum	Pilhador
	Meliponidae	<i>Melipona pondicoliis</i>	Comum	Ocasional
	Xylocopidae	<i>Xylocopa neoxylocopa</i>	Raro	Ocasional
	Tenebrionidae	<i>Epitragini</i> sp.	Raro	Pilhador
Coleoptera	Carabidae	<i>Lebia</i> sp.	Muito comum	Pilhador
	Curculionidae	<i>Phyllotrox</i> sp.	Raro	Ocasional
	Nitidulidae	<i>Mystrops</i> sp.	Raro	Predador
Homoptera	Membracidae	<i>Tynelia</i> sp.	Muito comum	Ocasional

grãos de pólen e óleos odoríferos produzidos pelos osmóforos. Interessante ressaltar que todos os insetos pertencentes às famílias acima citadas apresentaram comportamentos muito semelhantes. De maneira geral, estiveram presentes nas plantas de ambos os sexos durante o ano todo, tanto na estação seca quanto na chuvosa e parecem ser generalistas quanto ao hábito de forrageamento. Em flores estaminadas consumiam, principalmente, grãos de pólen e, em alguns casos, óleos voláteis dos osmóforos. Esse comportamento permitia que tocassem as anteras com todo corpo, o que possibilitava a aderência e posterior carregamento de pólen. Nas flores pistiladas, pousavam sobre as pétalas e penetravam até o ovário em busca de néctar. Pousavam sobre as flores, penetravam na região do ovário em busca de néctar ou na superfície

estigmática que geralmente estava com exsudato. Em geral, demoravam mais tempo nessas flores. Esse comportamento pode ser um indicativo de atuarem como polinizadores. Indivíduos da família Drosophilidae foram observados, na região, visitando flores estaminadas e pistiladas, entre 10h e 19h, na estação chuvosa. Pousavam nas pétalas das flores pistiladas e, em seguida, penetravam na flor até atingirem o ovário em busca de néctar e nas flores estaminadas em busca de grãos de pólen.

Os dípteros da Classe II, pertencentes às famílias Muscidae e Syrphidae, visitaram flores estaminadas e pistiladas durante todo o dia, principalmente nos horários entre 9h e 17h. Nas flores estaminadas coletavam pólen no período matutino e vespertino e nas flores pistiladas introduziam a probóscide na região ovariana em busca de néctar. Em seguida

tocavam a superfície estigmática, principalmente quando apresentava exsudação. O comportamento de forrageamento e a frequência indicam que estes podem ser polinizadores eventuais.

Os dípteros da Classe III pertencentes às famílias Dolichopodidae, Sarcophagidae e Milichidae, visitaram flores estaminadas e pistiladas durante todo o ano, geralmente no horário da manhã, entre 7h e 9h. Apareciam em menor frequência e com número reduzido de indivíduos. Observou-se que sempre estavam presentes na época de florescimento das árvores de ambos os sexos. Porém, o tempo de ocorrência e permanência foi bem mais comum nas flores pistiladas, possivelmente em busca de néctar.

Insetos da Ordem Hymenoptera foram frequentes nas flores masculinas e femininas. Nas plantas masculinas estavam presentes no período de 8h às 17h, enquanto nas plantas femininas entre 7h e 9h. Essa ordem foi representada pelas famílias Apidae, Formicidae, Meliponidae e Halictidae. A frequência desses insetos e o comportamento apresentado não demonstraram nenhuma relação com o transporte de pólen, pois só visitaram flores pistiladas. Apidae e Halictidae tiveram baixa representatividade, desempenhando a função de visitantes ocasionais e pilhadores de pólen apenas nas flores estaminadas.

Os visitantes das Ordens Coleoptera e Homoptera tiveram baixa frequência nas flores masculinas e femininas ao longo de todo período de observação, sendo observados, esporadicamente, nas flores estaminadas e, algumas vezes, nas flores pistiladas. Diante da baixa frequência dos indivíduos e periodicidade nas visitas florais, considerou-se que esses teriam a principal função de pilhadores de pólen e néctar.

A principal recompensa ofertada aos visitantes nas flores estaminadas foi o pólen. Entretanto, foram observados insetos visitantes em botões florais e pétalas em ambos os sexos, justamente na região onde os testes bioquímicos revelaram a presença de osmóforos. Nas flores pistiladas, o néctar foi a principal

recompensa. Não foi observada produção de néctar nas flores estaminadas. Piña-Rodrigues *et al.* (1996) afirmam que as flores pistiladas apresentam baixa quantidade de néctar, geralmente nas primeiras horas do dia. O maior número de indivíduos foi observado nas flores masculinas. Dentre estes, os dípteros das famílias Drosophilidae, Syrphidae e Muscidae, o que permitiu considerar a importância dos insetos destas famílias como prováveis polinizadores nesta população de *Viola surinamensis*.

De acordo com Faegri e Van Der Pijl (1979), a eficiência na polinização realizada por pequenos dípteros é limitada pelo seu tamanho; eles não podem carregar grande quantidade de pólen; contudo, a limitada capacidade de transporte pode ser compensada pela frequência de visitas. Segundo os autores, as flores polinizadas por dípteros apresentam floração regular e simples, órgãos sexuais expostos, guias do néctar frequentemente presentes e odor imperceptível. Entretanto, muitos autores enfatizam que dípteros respondem com maior facilidade aos estímulos olfativos que os visuais, sendo considerado como um atrativo primário para esse grupo. De acordo com Kevan (1983), os Syrphidae e outros dípteros com probóscide longa são hábeis para explorar flores tubulares. Essas flores são geralmente polifílicas e são polinizadas também por outros insetos. Segundo Proctor, Yeo e Lack (1996), os dípteros são atraídos por flores de cores amarela, branca, parda e púrpura que, ocasionalmente, imitam cores de excremento ou material em decomposição. Entretanto, o odor adocicado pode guiar os insetos da mesma forma para o recurso.

Podem alimentar-se de duas formas, dependendo do seu aparelho bucal. Existem aqueles que se alimentam sugando ou lambendo líquidos expostos e partículas sólidas, como grãos de pólen. A preferência dos dípteros em se alimentar de partículas sólidas é facilitada se estiverem suspensas em líquido. Em alguns grupos de dípteros as probóscides são alongadas e adaptadas para flores tubulares longas. O acesso dos dípteros aos recursos

oferecidos pela flor pode estar relacionado à cor das flores que podem distinguir quando estão forrageando. Flores de cor púrpura ou azul atraem freqüentemente dípteros de aparelho bucal longo dos gêneros *Brachycera* e *Cyclorrhapha*. Flores azuis e púrpuras normalmente possuem néctar localizado mais profundamente do que flores de outras cores. Estas diferenças nas cores auxiliam os insetos a diferenciar as flores mais apropriadas para eles (PROCTOR; YEO; LACK, 1996).

É interessante ressaltar a estratégia de atração utilizada pelas árvores de *Virola surinamensis* da seguinte forma: as plantas masculinas apresentam grande investimento na produção de flores com maior visibilidade, indicando que estas árvores poderiam atrair insetos a grandes distâncias, enquanto que as plantas femininas menos vistosas, com menor número de flores, poderiam atrair principalmente pela similaridade às flores e inflorescências masculinas e pelo seu odor característico, comum aos dois sexos. Desta forma supõe-se que as flores femininas são polinizadas por engano. Neste contexto, o odor deve possuir primordial atuação na atração dos polinizadores. Esta característica de polinização por engano foi observada por Armstrong e Drummond (1986) em espécies do gênero *Myristica*, onde flores femininas mimetizam flores masculinas.

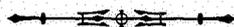
Quanto ao aspecto evolutivo da atração, Bawa e Beach (1981) destacam que o aroma floral é predominante nas Myristicaceae. Para Lloyd e Well (1992) os dípteros podem ser considerados polinizadores arcaicos. Além do que, segundo Endress (1994), existe um grande número de espécies de Magnoliidae que são polinizadas por dípteros. Desta forma, podemos sugerir estudos futuros que testem, de maneira apropriada, a hipótese de que *Virola surinamensis* é efetivamente polinizada por dípteros e a existência de co-evolução entre dípteros e Myristicaceae.

Os dípteros são considerados insetos polinizadores, embora a maioria deles não dependa das flores para

alimentação. Muitos coletam néctar ou exsudato estigmático de flores abertas que ocorrem em muitas famílias de plantas (ENDRESS, 1994). Essas flores podem ser efetivamente polinizadas por moscas. Entretanto, essa possibilidade é, geralmente, descartada ou esses insetos são relegados a papéis secundários sem uma verificação mais precisa.

Pombal e Morellatto (1995), estudando as características florais e a polinização de *Dendropanax cuneatum* (Araliaceae) em floresta semidecídua no sudoeste do Brasil, observaram que as flores são arrançadas em panículas compostas de glomérulos globosos expostas para fora da folhagem. As flores são esverdeadas com odor agradável e néctar exposto. As flores foram visitadas, principalmente, por dípteros. Contudo, borboletas, mariposas, abelhas e vespas foram também observadas. Porém, os muscideos foram os mais importantes, sendo que *Morellia humeralis* e *M. dendropanacis* foram considerados os principais polinizadores. De acordo com Maués *et al.* (1999), o acapu (*Voucapoua americana* Aubl.—Leguminosae) apresenta inflorescências paniculadas eretas, flores hermafroditas com antese diurna (6 horas) e permanecem na planta de 3 a 4 dias quando não fecundadas. Os recursos florais e atrativos são aroma, pólen e néctar. Os principais visitantes foram abelhas de pequeno porte das famílias Apidae, Anthophoridae e Halictidae; dípteros da família Syrphidae; vespas das famílias Vespidae e Sphecidae; besouros das famílias Chrysomelidae e Cerambycidae e ainda seis espécies de borboletas e três de mariposas. Dentre os visitantes os sirfídeos foram considerados os principais polinizadores na área de estudo.

Venturieri, Brienza e Neves (1999), estudando a ecologia reprodutiva do taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), verificaram que essa espécie possui inflorescências do tipo panícula, com flores amarelas, odor adocicado e agradável. Os dípteros das famílias Syrphidae e Stratiomiidae são considerados polinizadores ocasionais.



Segundo Percy e Cronk (1997), na espécie dióica *Nesohedyotis arborea*, a polinização é realizada por pequenos Syrífideos e, ainda segundo os autores, esses são eficientes polinizadores a distâncias superiores a 50 m. O gênero *Myristica* (Myristicaceae) possui flores inconspícuas e polinizadas por pequenos insetos generalistas (ARMSTRONG; DRUMMOND, 1986; IRVINE; ARMSTRONG, 1983; ARMSTRONG; IRVINE, 1989). *Viola surinamensis* apresenta padrão de distribuição agregada e síndrome de polinização entomófila, com maior freqüência de Syrífideos, Drosofilídeos e Muscídeos, que são considerados polinizadores de curta distância de vôo (HOWE, 1990). Os dados obtidos para *Viola surinamensis* coincidem com os de Opler e Bawa (1978); Bawa (1980); Bawa e Beach (1981) e Bawa (1983) no qual o dioicismo tem sido relacionado às flores pequenas, brancas, amarelas ou verde pálido, a qual a morfologia não especializada atrai variedades de insetos pequenos e generalistas, principalmente abelhas. Pombal e Morellatto (1995) destacam que a ocorrência de polinização por dípteros em espécies florestais aparentemente generalistas tem relação com o tamanho das flores. As flores de *Viola surinamensis* são visitadas por uma grande variedade de insetos não-especializados que preferem flores amarelas (KEVAN, 1983; ENDRESS, 1994). Segundo Proctor, Yeo e Lack (1996), a cor pode estar associada à localização ou exposição do recurso. Desta forma flores de cor amarela poderiam atrair insetos generalistas que visitam flores abertas.

*Viola surinamensis* possui características similares a *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), principalmente quanto ao tipo de inflorescência e insetos visitantes, além de possuir inflorescências do tipo panículas cônicas e antese diurna entre 7h e 11h (DESAI *et al.*, 1994). É importante lembrar que área de estudo encontra-se bastante alterada por atividades antrópicas e muito fragmentada, o que poderia influenciar na ação dos polinizadores. De acordo com Murcia (1994) a fragmentação da floresta afeta diretamente os polinizadores, alterando o número

de visitantes por flores ou sua identificação. Os efeitos diretos sobre as plantas podem incluir mudanças na estrutura reprodutiva da população, mudança na densidade das flores ou na distribuição espacial de indivíduos sexualmente compatíveis. As conseqüências das mudanças no número de flores e densidade são, provavelmente, diferentes entre as espécies, dependendo de sua especificidade e interação com o polinizador. Entretanto, a fragmentação florestal pode causar quantidade de flores e árvores a ponto da planta não produzir o recurso floral suficiente para suprir a população de polinizadores. A conseqüência final é a perda do polinizador pela extinção ou emigração, seguida de perda para a população da planta, como resultado da falta de produção (MURCIA, 1994).

A polinização nas plantas é beneficiada quando as flores são visitadas por agentes do tipo generalista que forrageiam muitas espécies, podendo persistir por um longo período em um ou mais indivíduos.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, A. B.; MACEDO, D. S.; MOUSASTICHOSVILY. 1994. Impactos ecológicos e sócio-econômicos da exploração seletiva de *Viola* no estuário amazônico: implicações para políticas florestais brasileiras. Relatório final. Rio de Janeiro: WWF, 76 p.
- ARMSTRONG, J. E.; DRUMMOND, B. A. 1986. Floral biology of *Myristica fragans* Houtt (Myristicaceae), the nutmeg of commerce. *Biotropica*, v. 18, n. 1, p. 32-38
- ARMSTRONG, J. E.; IRVINE, A. K. 1989. Flowering, sex ratio, pollen-ovulo, fruit set and reproductive effort of a dioecious tree, two different rain forest community. *Am. J. Bot.*, v. 76, n. 1, p. 74-85.
- ASHMAN, Tia-Lynn; SCHOEN, D. J. 1996. Floral longevity, fitness consequences and resources cost. In: LLOYD, D. G.; BARRETT, S. C. H. (Ed.). *Floral biology: studies on floral evolution in animal-pollinated plants*. New York: Chapman & Hall, p. 410.
- BAWA, K. S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evolution*, v. 28, n. 1, p. 15-39.
- BAWA, K. S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, v. 11, p. 15-39.
- BAWA, K. S.; BEACH, J. H. 1981. Evolution of sexual systems in flowering plants. *Ann. Mo. Bot. Gdn.*, v. 68, p. 254-274.
- BAWA, K. S. 1983. Patterns of flowering in tropical plants. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Eds.). *Handbook of experimental pollination biology*. New York: Scientific and Academic Editions, p. 394-410.



- BULLOCK, S. H. 1982. Population structure and reproduction in the neotropical dioecious *Campsonera sprucei* (A. D. C.). *Oecologia*, v. 55, p. 1494-1504.
- BULLOCK, S. H.; BAWA, K. S. 1981. Sexual dimorphism and the annual flowering pattern in *Jacaratia dolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae) in a Costa Rican Forest. *Ecology*, v. 62, p. 1494-1505.
- CRESTANA C. de S. M. 1993. **Biologia da Reprodução de *Genipa americana* L.** (Rubiaceae) na Estação Ecológica de Moji-Guaçu Estado de São Paulo. 103f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro.
- DAFNI, A. 1992. **Pollination ecology**. Oxford: Oxford University, 250 p.
- DELPH, L. F.; MEAGHER, T. R. 1995. Sexual dimorphism masks life history trade-offs in the dioecious plant *Silene latifolia*. *Ecology*, v. 76, n. 3, p. 775-785.
- DESAI, U. T. 1994. Floral biology of mango hybrid Sai-Sugandh. *Rec.Hort.* v. 1, n. 1, p. 11-13
- ENDRESS, P. K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University, 511 p.
- FAEGRI, K.; PILJ, L. Van der. 1979. **The principles of pollination ecology**. 3.ed. Oxford: Pergamon, 244p.
- FRANKIE, G. W. et al. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry Forest. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Ed.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Scientific and Academic Editions, p. 411-448.
- GORI, D. F. 1983. Post-pollination phenomena and adaptive floral changes. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Ed.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Scientific and Academic Editions, p. 31-49.
- HOWE, H. F. 1990. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. *J. Trop. Ecol.*, v. 6, n. 1, p. 259-280.
- IRVINE, A. K.; ARMSTRONG, J. E. 1983. Beetle pollination in tropical forest of Australia. In: GOMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C. (Ed.). **Rain forest regeneration and management**. Paris: UNESCO, p. 135-149.
- JARDIM, M. A. G. 1991. **Aspectos da biologia reprodutiva de uma população natural de açazeiro** (*Euterpe oleracea* Mart.) no Estuário Amazônico. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- JARDIM, M. A. G.; MACAMBIRA, M. L. J. 1997. Identificação dos insetos visitantes de inflorescências da palmeira inajá (*Maximiliana maripa* L.). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool.*, v. 13, n. 1, p. 85-94.
- KEVAN, P. G. 1983. Floral colors through the insect eyes: what they are and what they mean. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Ed.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Scientific and Academic Editions, p. 3-30.
- LLOYD, D. G.; WEBB, C. J. 1977. Secondary sex characteres in plants. *Bot. Ver.*, v. 43, p. 177-216.
- LLOYD, D. G.; WELL, M. S. 1992. Reproductive biology of a primitive angiosperms, *Pseudowintera colorata* (Winteraceae) and the evolution of pollination systems in the anthophyta. *Plant Syst. Evol.*, v. 181, p. 75-95.
- MAUÉS, M.M. et al. 1999. Biologia de polinização do acapú (*Vouacapoua americana* Aubl.), Leguminosae, uma essência florestal Amazônica. In: SIMPÓSIO DE SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO EMBRAPA/DFID. Belém: EMBRAPA/CAPTU/DFID. 309 p.
- MELAMPY, M. N.; HOWE, H. F. 1977. Sex ratio in the tropical tree *Triplaris americana* (Polygonaceae). *Evolution*, v. 31, p. 867-872.
- MURCIA, C. 1994. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plant. In: SCHELAŞ, J.; GRENBERG (Eds.). **Forest patches in tropical landscape**. Washington, DC: Island Press, p. 19-36.
- NEWSTRON, L. E. et al. 1994. Diversity of long-term flowering patterns. In: MCDADE, L. A. et al. (Eds.). **La selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago: Chicago University, p. 35-46.
- ÖPLER, P. A.; BAWA, K.S. 1978. Sex ratio in tropical forest trees. *Evolution*, v. 32, n. 4, p. 812-821.
- PERCY, D. M.; CRONK, Q.C.B. 1997. Conservation in relation to mating system in *Nesohedyotis arborea* (Rubiaceae), a rare endemic tree from St. Helena. *Biol. Conserv.*, v. 80, n. 2, p. 135-145.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. et al. 1993. Ecologia da polinização de *Virola surinamensis* (Roß) Warb. (Myristicaceae) no estuário amazônico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 1993, São Luiz, **Anais...** São Luiz: Sociedade Botânica do Brasil, p. 188.
- POMBAL, E. C. P.; MORELLATTO, P. C. 1995. Polinização por moscas em *Dendropanax cuneatum* Decne. & Planch. (Araliaceae) em floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.*, v. 18, n. 2, p. 157-162.
- PRIMACK, R.B. 1985. Longevity of individual flowers. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* v. 16, p.15-37.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. 1996. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins Pub., 479 p.
- STEPHENSON, A. G.; BERTIN, R. I. 1983. Male competition, Female choice, and sexual selection in plant. In: REAL, L. (Ed.). **Pollinization biology**. Orlando: Academic Press, p.110-140.
- VENTURIERI, G. A.; SILVA, M. B. 1997. Fenologia de floral do cacau-jacaré (*Herrania mariaae*) – Sterculiaceae. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Bot.*, v. 13, n. 1, p. 31-47.
- VENTURIERI, G. C.; BRIENZA, Jr. S.; NEVES, C. B. 1999. Ecologia reprodutiva do taxi-branco (*Scderolobium paniculatum* var. *paniculatum* Vogel), Leguminosae. In: SIMPÓSIO DE SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO EMBRAPA/DFID. Belém: EMBRAPA/CAPTU/DFID. 309 p.
- VOGEL, S. 1963. Duftdrüsen in Dienste der Osmophoren. *Bot. Stud.*, Jena, v. 10, p. 600-763.
- WILLSON, M. F. 1979. Sexual selection in plants. *Am. Natur.*, v. 113, p. 777-790.

Recebido: 05/02/2003

Aprovado: 30/07/2003

