

## Coleta de Pólen, Interações Agonísticas e Horários de Atividade dos Visitantes Florais (Insecta: Diptera, Hymenoptera) de Pimenteiras Silvestres (Piperaceae)

RODOLFO ANTÔNIO DE FIGUEIREDO

*Universidade Estadual Paulista*

O comportamento dos insetos visitantes de flores é importante para o fluxo de pólen e para a polinização cruzada efetiva. Sirfídeos (Syrphidae) são visitantes florais freqüentes, embora seja incerto seu papel no fluxo gamético de plantas, devido ao reduzido número de estudos realizados com esses insetos. O presente estudo teve por objetivo descrever aspectos do comportamento dos visitantes sobre as inflorescências de pimenteiras silvestres (Piperaceae), utilizando observações naturalísticas. Os resultados mostram que há coleta ativa de pólen pelos insetos visitantes, agressão intra- e interespecífica nas inflorescências das pimenteiras e uma concentração da atividade nas horas mais quentes do dia. Conclui-se que as inflorescências de pimenteiras são importantes para alimentação e reprodução dos insetos visitantes, principalmente sirfídeos, os quais partilham tais recursos no ecossistema estudado.

Descritores: Visitantes florais. Atividade Diária. Dominância.

**Pollen collecting, agonistic interactions and daily activity distribution of floral visitants (Insecta: Diptera, Hymenoptera) in native peppers (Piperaceae).** The behavior of visiting insects in flowers plays an important role in pollen flow and cross-pollination effectiveness. Hoverflies (Syrphidae) are frequent flower visitants, but their role in plant gametic flux is not wholly determined. The present study aimed to describe aspects of the behavior of the visitants upon inflorescences of peppers (Piperaceae), using naturalistic observations. The results show that there is active pollen collecting by the visitant insects, intra- as well as interespecific aggression on the pepper inflorescences, and a concentration of activity at the hottest hours of the day. Inflorescences of peppers seem thus important for the feeding and breeding of insect visitants, mainly hoverflies, which share this resource in the ecosystem studied.

Index terms: Visiting insects. Daily Activity. Dominance.

Estudos de biologia da polinização somente se consolidaram, no Brasil, na década de 1970, e constituem uma área ainda em desenvolvimento (Figueiredo, 2000). Dentre os diversos aspectos importantes para a compreensão do tema, tais como morfologia floral, fenologia e sistema reprodutivo dos vegetais, está o do comportamento dos animais visitantes.

As pimenteiras silvestres são importantes economicamente pois apresentam componentes químicos de uso terapêutico e industrial (Abe, Takikawa, & Mori, 2001; Ang-Lee, Moss, & Yuan, 2001) além de terem seus frutos um uso como especiarias (Pouvreau, 1984). Alguns estudos estão atualmente revelando serem as Piperaceae componentes fundamentais das florestas tropicais (Galindo-Gonzalez, Guevara, & Sosa, 2000; Hartemink, 2001). O primeiro es-

---

Rodolfo Antônio de Figueiredo, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 13506-900 - Rio Claro - SP. E-mail: rorofig@hotmail.com. Artigo derivado de Tese de Doutorado, defendida na Universidade Estadual de Campinas em 1997, sob orientação da Profª. Dra. Marlies Sazima..

---

Agradecimentos: à Fundação José Pedro de Oliveira e à Estação Experimental de Agricultura de Jundiá por permissão em realizar o estudo nas suas áreas, ao CNPq (processo 140055/94-0) e a um revisor anônimo por sugestões que aprimoraram em muito a primeira versão deste manuscrito.

tudo da biologia da polinização das pimentei-  
ras silvestres no Brasil foi publicado recente-  
mente (Figueiredo & Sazima, 2000).

O presente estudo tem por objetivo a  
descrição do comportamento de visita dos in-  
setos que utilizam as inflorescências das pimen-  
teiras silvestres, o registro dos seus horários de  
atividades e de suas interações agonísticas.

## Métodos

### Áreas de Estudo

As áreas de estudo se encontram na Re-  
serva de Santa Genebra (22°49'S, 47°07'W, 670  
m alt.), Campinas – SP, e na Estação Experi-  
mental de Agricultura de Jundiaí, Estado de São  
Paulo (23°06'S, 46°55'W, 715m alt.).

A Reserva de Santa Genebra possui área  
de 251,77 ha, sendo rodeada por plantações e  
residências. No presente estudo, a vegetação da  
reserva é definida como mata semidecídua,  
apresentando dois subtipos florestais: a mata  
semidecídua propriamente dita, que correspon-  
de a aproximadamente 85% da reserva, e a mata  
higrófila ou de brejo, cobrindo ca. 15% da área  
total (Leitão-Filho, 1995). O relevo é levemente  
ondulado e o solo classificado como latossolo  
roxo eutrófico com textura argilosa. As árvores  
de maior porte estão em áreas de sucessão se-  
cundária adiantada, lianas são encontradas por  
quase toda a borda da reserva e o estrato her-  
báceo-arbustivo é razoavelmente denso  
(Matthes, 1992; Morellato, 1991). Cinco por  
cento da mata semidecídua foi queimada em  
1981 e está em processo de regeneração (Lei-  
tão-Filho, 1995).

A Reserva de Santa Genebra foi escolhi-  
da como objeto de estudo por estar protegida  
de ações antrópicas, por apresentar várias es-  
pécies de Piperaceae e por proporcionar aces-  
so fácil aos locais de crescimento das plantas de  
modo a reduzir o tempo e esforço consumidos  
para a coleta dos dados (Dafni, 1992). A região  
de Campinas apresenta sazonalidade bastante  
marcada com estação chuvosa entre outubro a  
março e estação seca de abril a setembro (Mello,  
Pedro Junior, Ortoloni, & Afonsi, 1994).

A área de mata semidecídua da Estação  
Experimental de Agricultura de Jundiaí, per-  
tencente ao Instituto Agrônomo de Campi-  
nas, é de aproximadamente 30 ha, apresenta  
alta diversidade florística (Hernandes, 1996) e  
está rodeada por áreas de plantio de árvores  
frutíferas (principalmente uva, maracujá,  
nêspera e caqui) e um eucaliptal.

Além disso, foram feitas observações em  
*Pothomorphe umbellata*, uma pimenteira silvestre,  
encontrada no Parque Ecológico de São Carlos  
(21°58'S, 47°52'W, 840 m alt.), cuja área de ve-  
getação nativa é classificada como mata ciliar.  
Este gênero de Piperaceae não foi encontrado  
nas duas outras áreas de estudo.

### Espécies estudadas

O registro das espécies de piperáceas que  
ocorrem nas áreas de estudo foi feito a partir  
de transectos percorridos nos ambientes de  
borda e interior das matas semidecíduas e  
higrófilas nas áreas de estudo (Goldsmith &  
Harrison, 1976). Ao longo destes transectos,  
foram tomadas como unidades amostrais qua-  
drados de 1 m x 1 m. Na Reserva de Santa Ge-  
nebra foram feitos levantamentos em 3200 m<sup>2</sup>  
em borda e 910 m<sup>2</sup> em interior de mata  
semidecídua, e 800 m<sup>2</sup> na borda e 1120 m<sup>2</sup> no  
interior de mata higrófila. Na Estação Experi-  
mental de Jundiaí foram registradas as pipe-  
ráceas de 2230 m<sup>2</sup> de borda e 1500 m<sup>2</sup> de inter-  
ior de mata semidecídua, e 1920 m<sup>2</sup> de interior  
de mata higrófila.

Os insetos coletados nas inflorescências  
das piperáceas foram anestesiados em frascos  
contendo algodão embebido em éter sulfúrico  
e montados em alfinetes entomológicos ou pre-  
servados em frascos individuais contendo álco-  
ol 70%. A confirmação das ordens e famílias e a  
identificação de diversas espécies foram feitas  
por A. X. Linhares (Departamento de  
Parasitologia da Universidade Estadual de Cam-  
pinas). Para a identificação dos gêneros de  
Syrphidae (Diptera) foram utilizadas as chaves  
de Do Val (1972), Thompson (1972), e de  
Vockeroth & Thompson (1987). Também foram  
feitas comparações com exemplares deposita-  
dos no Museu de História Natural da Universi-

dade Estadual de Campinas. Posteriormente, todo o material foi remetido para o Centro de Identificação de Insetos Fitófagos (CIIF), Universidade Federal do Paraná. A identificação das espécies de insetos foi feita por: L. Marinoni (Diptera, Syrphidae), C. Carvalho (Diptera, Muscidae), L. M. Almeida (Coleoptera), O. Mielke (Lepidoptera), K. Zanol (Hemiptera), J. Grazia (Hemiptera) e Pe J. S. Moure (Hymenoptera). Material testemunho foi depositado no Museu de História Natural da Universidade Estadual de Campinas.

O registro de visitantes florais na maioria das espécies de piperáceas foi feito através de observação direta em 10 a 20 inflorescências entre 6h e 18h, geralmente em dias seguidos. Cada período de observação em uma determinada espécie era de 12 horas ininterruptas (perfazendo 60 horas no total, ao longo de cinco dias de observação). Cada espécie de Piperaceae da Reserva de Santa Genebra recebeu ca. 60 horas de observação, enquanto que as duas espécies de *Piper* da Estação Experimental de Jundiá foram estudadas das 10h às 16h, perfazendo um total de 30 horas de observação, e *Pothomorphe umbellata* por 8 horas das 8h às 16h. As observações em *Piper aduncum* foram realizadas em fevereiro de 1995, *P. amalago* em março e abril, *P. arboreum* em abril, *P. crassinervium* em maio, *P. gaudichaudianum* em março, *P.*

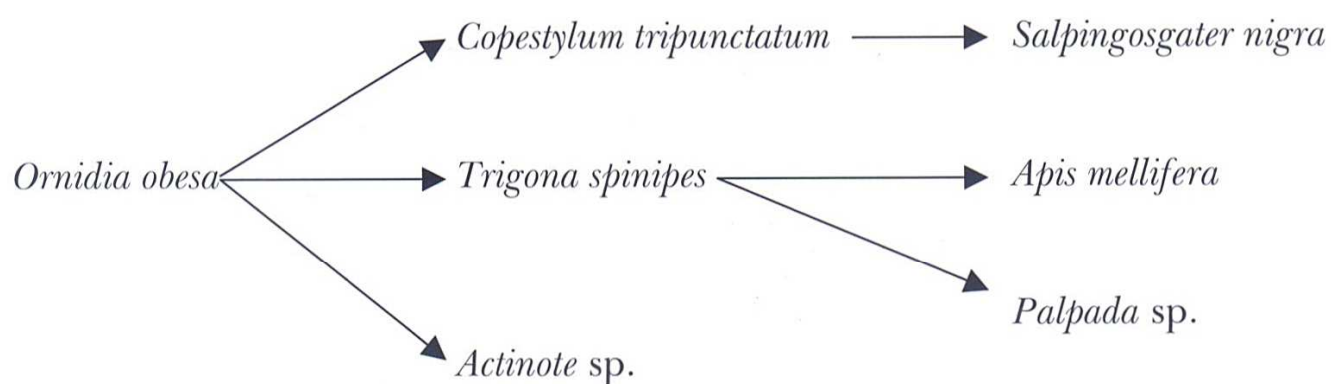
*glabratum* em maio, *P. macedoi* em abril, *P. mikanianum* em outubro, *P. mollicomum* em outubro, *P. regnelli* em julho, *P. xylosteoides* em setembro, *Ottonia martiana* em agosto, *O. propinqua* em novembro, *Peperomia alata* em setembro, *P. circinnata* em setembro e outubro, *P. rotundifolia* em novembro, *P. urocarpa* em junho e *Pothomorphe umbellata* em agosto.

O horário de visita de cada indivíduo de inseto era anotado para registrar a quantidade de visitas ao longo do dia nas inflorescências. A atividade dos insetos nas flores foi caracterizada através de observações diretas no campo e de fotografias. Foram registrados encontros agonísticos com outras espécies, comportamento de coleta de pólen, número de inflorescências visitadas e duração das visitas dos principais grupos de visitantes florais. A nomenclatura utilizada para a morfologia externa dos insetos seguiu McAlpine (1981).

## Resultados

### Atividades dos Insetos Visitantes nas Inflorescências

As moscas Syrphidae utilizaram as inflorescências das piperáceas para coletar principalmente pólen, mas também lambeiram subs-



**Figura 1.** Relações de dominância entre os visitantes florais de piperáceas na Reserva de Santa Genebra.

tâncias produzidas nas brácteas. Os himenópteros somente visitaram as piperáceas para coleta de pólen.

A Figura 1 mostra as relações de dominância entre as espécies que apresentaram interações agonísticas. *Ornidia obesa* foi a espécie dominante, pois promoveu deslocamentos bruscos em *Copestylum tripunctatum*, *Salpingogaster nigra*, *Trigona spinipes*, *Apis mellifera*, *Palpada* sp. e em *Actinote* sp. (Lepidoptera: Nymphalidae). Foram coletados 48 indivíduos de *Ornidia obesa* nas inflorescências de *Piper regnelli*, onde foi registrada a maioria dos seus encontros agonísticos, sendo 36 dos indivíduos machos. Os machos de *O. obesa* eram os que mais afugentavam as outras espécies das inflorescências.

#### Comportamento de Visitas de Díptera (Syrphidae)

As moscas deslocavam-se vagarosamente sobre a inflorescência das piperáceas, em um único sentido, da parte proximal para a distal, tocando constantemente o labelo nas anteras, estigmas e brácteas das flores. Movimentavam o abdome para cima e para baixo constantemente, tocando a sua parte distal nas flores. *Ornidia obesa* e *Salpingogaster nigra* coletaram pólen com as pernas dianteiras, contatando o labelo nos pulvilos que contêm o pólen. *Ocyptamus* spp. tocavam as flores com o abdome, mas por diversas vezes as visitaram com o abdome erguido. Em *Ottonia*, as espécies de *Ocyptamus* destacavam as anteras mais maduras, segurando-as pelas pernas dianteiras antes de contatá-las com o labelo. *Copestylum* spp. não coleram pólen com as pernas, mas contataram os pulvilos das per-

**Tabela 1.** Porcentagem de visitas de dípteros às piperáceas (1: *Piper aduncum*, 2: *Piper amalago*, 3: *Piper arboreum*, 4: *Piper crassinervium*, 5: *Piper gaudichaudianum*, 6: *Piper glabratum*, 7: *Piper macedoi*, 8: *Piper mikanianum*, 9: *Piper mollicomum*, 10: *Piper regnelli*, 11: *Piper xylosteoides*, 12: *Ottonia martiana*, 13: *Ottonia propinqua*, 14: *Peperomia urocarpa*).

DIPTERA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Allograpta neotropica</i>				0,1						0,1				
<i>Chrysomya putoria</i>				0,3						0,1				
<i>Copestylum belinda</i>		2,4	1,5					0,9						
<i>Copestylum lanei</i>			1,5				1,2			0,2			1,1	
<i>Copestylum mus</i>			3,0	6,1										
<i>Copestylum pallens</i>										1,2				
<i>Copestylum tripunctatum</i>			47,3			1,4		0,9	0,9					
<i>Copestylum vagum</i>				0,6										
<i>Copestylum virtuosa</i>				1,8				0,9		1,1				
<i>Copestylum</i> sp.1		2,7	1,5			2,7		38,4	1,8					
<i>Copestylum</i> sp.2			17,9			9,5								
<i>Copestylum</i> sp.3								0,9		0,1				
Diptera sp.1				0,1					0,9	0,1				
Diptera sp.2						0,7				1,5				
Diptera sp.3						0,7				0,8				
<i>Leucopodella</i> sp.										0,1				75,0
<i>Limnophora</i> sp.1				0,3										
<i>Limnophora</i> sp.2										1,0				
<i>Neocorynura</i> sp.					4,8									
<i>Ocyptamus arx</i>	0,4			1,1				0,9	1,8	0,1		5,3	1,1	
<i>Ocyptamus clarapex</i>					4,8	12,2	47,6	5,4	29,7	0,2	7,1		33,5	
<i>Ocyptamus</i> sp.1		1,0		2,0	9,5	6,8	1,2	12,5	0,9			26,3	4,8	
<i>Ocyptamus</i> sp.2			5,5		4,8	39,5	33,3		0,9		69,6		0,5	

Tabela 1. (continuação).

DIPTERA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Ocyptamus</i> sp.4		0,3				14,3				0,1			0,5	
<i>Ocyptamus</i> sp.5		0,7							2,7	0,9				12,5
<i>Ocyptamus</i> sp.6					38,1				2,7					
<i>Ocyptamus</i> sp.7					14,3							29,0		
<i>Ocyptamus</i> sp.8	0,4					0,7			12,6					
<i>Ocyptamus zenia</i>	0,4								15,3				0,5	
<i>Ornidia obesa</i>	0,4	36,2		67,4				3,6		39,3				
<i>Orthonevra neotropica</i>				2,8					2,7	0,2				
<i>Palpada furcata</i>								1,8		9,2				
<i>Palpada obsoleta</i>										0,1				
<i>Palpada</i> sp.1									0,9	8,2				
<i>Palpada</i> sp.2								8,0		3,8				
<i>Palpada</i> sp.3										1,0				
<i>Salpingogaster minor</i>				1,4				2,7	0,9					12,5
<i>Salpingogaster nigra</i>	72,4	29,5	4,0	4,5			2,4	4,5	9,9		3,6			
<i>Salpingogaster</i> sp.1									1,8					
<i>Salpingogaster</i> sp.2									0,9			10,5		
<i>Salpingogaster</i> sp.3	0,8													
Sarcophagidae sp.	0,4													
<i>Setulina</i> sp.				0,3				1,8		0,1			1,1	
<i>Syrphus phaeostigma</i>										0,3				
<i>Toxomerus</i> sp.					4,8	0,7			1,8	1,5				
<i>Trichopsomyia</i> sp.1	19,7	4,7		0,3						0,1				
<i>Trichopsomyia</i> sp.2		0,7		3,1						0,1				
<i>Trichopsomyia</i> sp.3							1,2							
<i>Xanthandrus bucephalus</i>							2,4							

nas dianteiras freqüentemente com o labelo. Quando se deslocavam pela inflorescência, estas moscas permaneciam com o abdome levantado, mas ao lamberem néctar e pólen o abdome era abaixado. *Leucopodella* sp. (Syrphidae), o principal visitante *Peperomia urocarpa* não visitou as partes da inflorescência que apresentavam apenas estigmas receptivos.

As moscas permaneceram de 30 seg a 20 min nas inflorescências das piperáceas. *Ornidia obesa* colocou-se na face abaxial das folhas de algumas piperáceas, onde podia permanecer imóvel, contatar o labelo na superfície foliar, ou realizar a limpeza do corpo. A limpeza do corpo de *O. obesa* era iniciada pelas pernas dianteiras, que eram esfregadas uma na outra e nas pernas medianas. Em seguida, os pulvilos das pernas dianteiras eram esfregados na probóscide e no labelo. *Salpingogaster nigra* também realizava a

limpeza corporal na face abaxial das folhas de *Piper arboreum*. *Copestylum* spp. realizou a limpeza do corpo pousada no pedúnculo da inflorescência. Na atividade de limpeza, as pernas dianteiras limpavam a probóscide e as pernas medianas e o labelo contatavam os pulvilos. As pernas posteriores e o abdome não eram limpos.

#### Comportamento de Visitas de Hymenoptera

As abelhas realizaram visitas mais rápidas, permanecendo de poucos segundos até no máximo 4 minutos nas inflorescências de uma piperácea. Elas deslocavam-se vagarosamente pela inflorescência, coletando pólen principalmente com as pernas dianteiras. *Augochloropsis cuprella* coletou pólen das flores de *Ottonia propinqua* por vibração.

As abelhas pousavam na base das inflorescências e as visitavam deslocando-se em direção à parte distal. Pernas, tórax e abdome contatavam as flores. *Apis mellifera* fez visitas mais rápidas, com duração de 2 a 15 seg em cada inflorescência e visitaram 2 a 5 inflorescências de cada planta. As abelhas Anthophoridae (prin-

cipalmente *Exomalopsis analis*) visitaram apenas uma inflorescência por visita à planta, permanecendo de 1 a 3 seg na planta.

As espécies de Megachilidae (principalmente *Megachile bertonii*), após a visita, limpavam seus corpos pousadas na face adaxial das folhas das piperáceas.

**Tabela 2.** Porcentagem de visitas de himenópteros e de lepidópteros às piperáceas (1: *Piper aduncum*, 2: *Piper amalago*, 3: *Piper arboreum*, 4: *Piper crassinervium*, 5: *Piper gaudichaudianum*, 6: *Piper glabratum*, 7: *Piper macedoi*, 8: *Piper mikanianum*, 9: *Piper mollicomum*, 10: *Piper regnelli*, 11: *Piper xylosteoides*, 12: *Ottonia martiana*, 13: *Ottonia propinqua*, 14: *Peperomia urocarpa*).

HYMENOPTERA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Anthophoridae sp.1				0,1										
Anthophoridae sp.2				0,1										
Apidae sp.						0,7								
<i>Apis mellifera</i>				3,4				2,7		13,2			12,2	
<i>Augochlora caerulior</i>	0,4					2,7								
<i>Augochlora</i> sp.		0,3					4,8	3,6	1,8		5,4		2,1	
<i>Augochloropsis brasiliana</i>						0,7		5,4	0,9				1,1	
<i>Augochloropsis cuprella</i>													12,8	
<i>Augochloropsis hebecens</i>										0,1				
<i>Augochloropsis</i> sp.		0,3										5,3		
<i>Colletes petropolitanus</i>			8,0	0,3		0,7					1,8			
<i>Dialictus</i> sp.1					4,8					0,1				
<i>Dialictus</i> sp.2						4,1		0,9	3,6					
<i>Exomalopsis analis</i>					4,8					0,5				
<i>Megachile bertonii</i>	0,4	2,4	8,0			1,4								
Megachilidae sp.2			2,0							0,4	3,6			
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>										0,1			19,7	
<i>Neocorynura</i> sp.				0,3	4,8		1,2							
<i>Notophus</i> sp.				0,3					0,9	1,2				
<i>Oxaea flavescens</i>										0,1				
<i>Stelopolybia</i> sp.										0,1			0,5	
<i>Tetragonisca angustula</i>	2,3	15,8		1,4	9,5		6,0	2,7			5,4		8,0	
<i>Trigona spinipes</i>										13,1				
LEPIDOPTERA														
<i>Actinote</i> sp.				0,1						1				
Hesperiidae	0,4													
<i>Josia adiante</i>				0,3						1				
Lepidoptera sp.						0,7							0,5	
Nymphalidae sp.				0,3										

**Tabela 3.** Número de registros de visitantes florais nas piperáceas ao longo do dia.

HORAS DO DIA	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Piper aduncum</i>	0	0	21	70	88	41	10	7	16	18	4	0
<i>P. amalago</i>	0	0	13	33	62	89	39	13	24	19	7	2
<i>P. arboreum</i>	0	0	1	8	44	52	23	30	25	17	5	0
<i>P. crassinervium</i>	0	58	127	126	90	81	41	68	65	44	18	6
<i>P. gaudichaudianum</i>	0	0	1	3	8	3	6	2	2	4	1	0
<i>P. glabratum</i>	0	0	4	12	13	19	36	27	29	13	8	2
<i>P. macedoi</i>					13	12	15	25	14	6	4	
<i>P. mikianianum</i>	0	1	5	7	13	17	29	15	13	4	3	0
<i>P. mollicomum</i>	0	1	5	10	16	22	20	15	7	8	5	3
<i>P. regnelli</i>	0	0	64	141	204	196	408	395	345	195	57	13
<i>P. xylosteoides</i>					7	11	14	12	6	4	3	
<i>Ottonia martiana</i>	0	0	0	1	7	13	11	4	2	1	1	0
<i>O. propinqua</i>	0	0	5	21	31	44	35	33	11	6	5	1
<i>Peperomia urocarpa</i>	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	0	0
<i>Pothomorphe umbellata</i>			1	1	1	1	0	1	1	0	0	

#### Comportamento de Visitas de Outros Grupos

Os indivíduos de *Limnophora* spp. (Muscidae) visitaram 1 a 2 inflorescências e permaneceram 3 a 4 seg contatando as brácteas com o labelo. *Setulina* sp. (Lauxaniidae) visitou as inflorescências somente nas primeiras horas da manhã e no final da tarde. Permaneciam imóveis vários minutos, contatando as anteras e estigmas da mesma flor com o labelo e deslocavam-se muito pouco pela inflorescência. Os lepidópteros visitaram 1 a 2 inflorescências por planta, permanecendo de 5 a 15 seg em cada uma.

Indivíduos de Thomisidae (Arachnida) foram registradas nas inflorescências de *Piper crassinervium*, *P. regnelli* e *Ottonia propinqua*. Estas aranhas foram encontradas a partir do segundo dia de floração. As presas capturadas pelas aranhas foram *Ornidia obesa*, *Apis mellifera*, *Palpada* sp. e *Copestylum* sp. Estas aranhas permaneciam na mesma inflorescência durante todo o dia, mas mudavam de inflorescência no dia seguinte.

Espécies de Coleoptera (Chrysomelidae: Alticinae e Scarabaeidae: Rutelinae) e de Hemiptera (*Sibaria armata*, Pentatomidae; *Megalotomus* sp, Alydidae e *Tropidosteptes* sp.,

Miridae) encontradas nas inflorescências de Piperaceae apresentaram comportamento de predação floral. As espécies de Chrysomelidae consumiram vagarosamente flores individuais das piperáceas e se deslocaram pouco na inflorescência. A espécie de Scarabaeidae geralmente predava somente uma inflorescência a cada visita, que podia durar ca. 2h, e consumia todas as flores.

As espécies de Hemiptera permaneciam várias horas sobre a mesma inflorescência perfurando os ovários das flores e os frutos com o aparelho bucal. Além dos hemípteros adultos, havia várias ninfas e ovos sobre as inflorescências.

#### Horários de Atividades dos Visitantes Florais

Nas Tabelas 1 e 2 está discriminada a porcentagem de registro de cada espécie de visitante floral (Diptera, Tabela 1; Hymenoptera e Lepidoptera, Tabela 2). O número de registros de visitantes florais nas piperáceas, ao longo do dia está indicada na Tabela 3. Em *Piper aduncum* foram registradas 264 visitas florais, a maioria delas no período da manhã, com pico às 10h. Em *P. amalago*, 81,21% das visitas foram

**Tabela 3.** Número de registros de visitantes florais nas piperáceas ao longo do dia.

HORAS DO DIA	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Piper aduncum</i>	0	0	21	70	88	41	10	7	16	18	4	0
<i>P. amalago</i>	0	0	13	33	62	89	39	13	24	19	7	2
<i>P. arboreum</i>	0	0	1	8	44	52	23	30	25	17	5	0
<i>P. crassinervium</i>	0	58	127	126	90	81	41	68	65	44	18	6
<i>P. gaudichaudianum</i>	0	0	1	3	8	3	6	2	2	4	1	0
<i>P. glabratum</i>	0	0	4	12	13	19	36	27	29	13	8	2
<i>P. macedoi</i>					13	12	15	25	14	6	4	
<i>P. mikanianum</i>	0	1	5	7	13	17	29	15	13	4	3	0
<i>P. mollicomum</i>	0	1	5	10	16	22	20	15	7	8	5	3
<i>P. regnelli</i>	0	0	64	141	204	196	408	395	345	195	57	13
<i>P. xylosteoides</i>					7	11	14	12	6	4	3	
<i>Ottonia martiana</i>	0	0	0	1	7	13	11	4	2	1	1	0
<i>O. propinqua</i>	0	0	5	21	31	44	35	33	11	6	5	1
<i>Peperomia urocarpa</i>	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	0	0
<i>Pothomorphe umbellata</i>			1	1	1	1	0	1	1	0	0	

#### Comportamento de Visitas de Outros Grupos

Os indivíduos de *Limnophora* spp. (Muscidae) visitaram 1 a 2 inflorescências e permaneceram 3 a 4 seg contatando as brácteas com o labelo. *Setulina* sp. (Lauxaniidae) visitou as inflorescências somente nas primeiras horas da manhã e no final da tarde. Permaneciam imóveis vários minutos, contatando as anteras e estigmas da mesma flor com o labelo e deslocavam-se muito pouco pela inflorescência. Os lepidópteros visitaram 1 a 2 inflorescências por planta, permanecendo de 5 a 15 seg em cada uma.

Indivíduos de Thomisidae (Arachnida) foram registradas nas inflorescências de *Piper crassinervium*, *P. regnelli* e *Ottonia propinqua*. Estas aranhas foram encontradas a partir do segundo dia de floração. As presas capturadas pelas aranhas foram *Ornidia obesa*, *Apis mellifera*, *Palpada* sp. e *Copestylum* sp. Estas aranhas permaneciam na mesma inflorescência durante todo o dia, mas mudavam de inflorescência no dia seguinte.

Espécies de Coleoptera (Chrysomelidae: Alticinae e Scarabaeidae: Rutelinae) e de Hemiptera (*Sibaria armata*, Pentatomidae; *Megalotomus* sp, Alydidae e *Tropidosteptes* sp.,

Miridae) encontradas nas inflorescências de Piperaceae apresentaram comportamento de predação floral. As espécies de Chrysomelidae consumiram vagarosamente flores individuais das piperáceas e se deslocaram pouco na inflorescência. A espécie de Scarabaeidae geralmente predava somente uma inflorescência a cada visita, que podia durar ca. 2h, e consumia todas as flores.

As espécies de Hemiptera permaneciam várias horas sobre a mesma inflorescência perfurando os ovários das flores e os frutos com o aparelho bucal. Além dos hemípteros adultos, havia várias ninfas e ovos sobre as inflorescências.

#### Horários de Atividades dos Visitantes Florais

Nas Tabelas 1 e 2 está discriminada a porcentagem de registro de cada espécie de visitante floral (Diptera, Tabela 1; Hymenoptera e Lepidoptera, Tabela 2). O número de registros de visitantes florais nas piperáceas, ao longo do dia está indicada na Tabela 3. Em *Piper aduncum* foram registradas 264 visitas florais, a maioria delas no período da manhã, com pico às 10h. Em *P. amalago*, 81,21% das visitas foram

de Diptera, com as visitas principalmente no período da manhã. Foram registradas 201 visitas às flores de *P. arboreum*, com pico de visitação entre 10h e 11h. *Piper crassinerviium* foi visitada por dípteros, himenópteros e lepidópteros, com visitas ocorrendo ao longo do dia. *Piper gaudichau-dianum* teve 76% das visitas feitas por dípteros, com três picos de visitação. *Piper glabratum* foi visitada principalmente por dípteros, sendo a maior parte das visitas feita entre 12h e 14h. Em *P. macedoi* 88,24% das visitas foram de Diptera, com pico de visitação às 13h. *Piper mikanianum* foi visitada principalmente por dípteros, com pico de visitação às 12h. Os dípteros foram responsáveis por 92,79% das visitas às inflorescências de *P. mollicomum*, com as visitas ocorrendo ao longo do dia. *Piper regnelli* foi visitada principalmente por dípteros, sendo a maior parte das visitas entre 12h e 14h. Em *P. xylosteoides*, dípteros foram responsáveis por 87,04% das visitas e sua maior frequência ocorreu entre 11h e 13h. *Ottonia martiana* foi visitada principalmente por dípteros e o pico de visitação ocorreu entre 11h e 12h. Já *O. propinqua* recebeu a maior parte das visitas de himenópteros (56,38%), com pico de visitação entre 11h e 12h. *Peperomia urocarpa* recebeu visitas de apenas três espécies de sirfídeos, com visitas foram regulares ao longo de boa parte do dia. Em *Pothomorphe umbellata* foi registrada apenas uma espécie de sirfídeo, *Ocyptamus arx*, que realizou quatro visitas ao longo do dia, e duas espécies de himenópteros, *Nannotrigona testaceicornis* e *Augochloropsis* sp., que fizeram uma visita cada uma.

## Discussão

De forma geral, os dípteros são considerados visitantes florais inconstantes e relativamente ineficientes (Faegri & van der Pijl, 1979), apesar de muito abundantes (Penny & Arias, 1982). Arruda et al. (1996) verificaram que as espécies de sirfídeos são generalistas, no sentido de coletarem pólen e néctar de grande número de espécies vegetais (ver também Primack, 1983, Schneider, 1969). Nas piperáceas estudadas, os sirfídeos consumiram principalmente pólen, visitando menos frequentemente as inflorescências que apresentavam apenas estig-

mas receptivos. Estudos feitos em outras famílias vegetais mostraram que os sirfídeos realizam a maior parte das visitas à procura de pólen e que visitam principalmente as flores masculinas (Arruda, 1990; Bierzychudek, 1987; Gilbert, 1981; Percival, 1965; Robertson, 1924). Estas características comportamentais dos sirfídeos podem torná-los menos efetivos na polinização cruzada. No entanto, os sirfídeos podem voar longas distâncias (Banks, 1951; Lorence, 1985) e apresentam boa mobilidade no ambiente, deslocando-se constantemente pela mata, pois suas preferências por micro-habitats mudam com o decorrer do dia (Maier & Waldbauer, 1979a), características que aumentam a possibilidade de polinização cruzada.

A baixa visitação de sirfídeos nas primeiras horas da manhã às inflorescências das piperáceas estudadas possivelmente esteja relacionada à reduzida disponibilidade de pólen e à ausência de odor nas flores. As piperáceas que apresentaram picos de visitação após 12h são características de interior de mata, com exceção de *Piper xylosteoides* que é indiferente ao habitat. No interior da mata, neste horário (12h), o microclima é possivelmente mais apropriado para as visitas dos sirfídeos, uma vez que a temperatura e a umidade relativa estão altas. A disponibilidade de pólen tem sido considerada como um importante fator para que os sirfídeos iniciem suas atividades nas flores (Arruda, 1990; Arruda, Sazima, & Piedrabuena, 1996; Gilbert, 1980; 1985). A temperatura em elevação durante a manhã e a diminuição da umidade relativa do ar podem ser fatores relacionados à visitação dos sirfídeos (Stelleman & Meeuse, 1976; Maier & Waldbauer, 1979a; Willmer, 1983; Arruda et al., 1996). Outras famílias de Diptera apresentaram diferentes padrões de visitação ao longo do dia na Reserva de Santa Genebra (Pombal, 1994; Pombal & Morellato, 1995). Como em comunidades de sirfídeos de outras regiões (Fleming, 1981; Gilbert, 1985; Waldbauer, 1963) a frequência das visitas observadas no presente estudo diminui após às 15h-16h.

O comportamento de coleta de pólen verificado nos sirfídeos que visitaram Piperaceae foi, de forma geral, semelhante ao das espécies de Syrphidae paleotropicals (Gilbert, 1981). Algumas espécies do presente estudo, no en-

tanto, seguraram as anteras ou os filetes com as pernas dianteiras e lambem o pólen da antera, comportamento este não mencionado por Gilbert (1981), mas também observado nos sirfídeos que visitam flores de *Croton* na Reserva de Santa Genebra (Passos, 1995).

Em Piperaceae, sirfídeos de diferentes subfamílias apresentaram comportamento alimentar semelhante, lambendo pólen e substâncias produzidas nas brácteas (possivelmente néctar). Diferenças na utilização de recursos por categorias taxonômicas diversas também não foram observadas em outros estudos (Haslett, 1989; Arruda, 1990), embora Gilbert (1985) tenha verificado que a subfamília Syrphinae se alimenta predominantemente de pólen, enquanto a subfamília Eristalinae se alimenta de pólen e néctar em proporções variáveis.

O comportamento de coleta de néctar descrito para os sirfídeos (Gilbert, 1981; Passos, 1995) não foi observado nas espécies que visitaram as piperáceas. Portanto, nestas plantas é possível que o recurso procurado pelos sirfídeos, em áreas que não as anteras, seja pólen espalhado.

A limpeza do corpo apresentado por *Ornidia obesa* e *Copestylum* spp. após visitar uma inflorescência, provavelmente reduz a carga de pólen disponível para a polinização das próximas flores. A limpeza, no entanto, não atinge a carga de pólen depositada nos pêlos do esternito 5. A frequência de limpeza durante as visitas foi muito menor do que a encontrada em estudos com sirfídeos paleotrópicos (Holloway, 1976; Gilbert, 1981).

O domínio de *Ornidia obesa* sobre os demais visitantes das inflorescências de *Piper amalago*, *P. crassinervium* e *P. regnelli* pode indicar que estes recursos eram importantes para este sirfídeo. Estas piperáceas provavelmente eram locais de cópula de *O. obesa*, pois os sirfídeos são conhecidos por defenderem áreas de cópula, que normalmente são as espécies vegetais com flores visitadas pelas fêmeas (Maier & Waldbauer, 1979b). Este fato parece ter ocorrido nas inflorescências destas piperáceas, pois a maioria dos indivíduos de *O. obesa* coletada foi de machos, possivelmente aguardando fêmeas que iriam às inflorescências para se alimentarem.

Algumas espécies de Syrphidae, principalmente *O. obesa*, permaneceram sob as folhas de espécies de *Piper* descansando, limpando-se e lambendo a superfície da folha. Nas folhas de outras plantas somente foram observados sirfídeos em atividades de limpeza e descanso, mas não utilizando substâncias presentes na superfície foliar (Maier & Waldbauer, 1979b; Passos, 1995).

As visitas das outras famílias de Diptera e de Hymenoptera às inflorescências das piperáceas foram, geralmente, rápidas e apresentaram apenas atividade de coleta de pólen. *Piper amalago*, *P. crassinervium*, *P. regnelli* e *Ottonia propinqua* podem ser consideradas importantes fontes de pólen para himenópteros, como foi verificado em outros estudos (Alvarado & Delgado-Rueda, 1985; Villanueva, 1994). Em Piperaceae, *Apis mellifera* foi um visitante floral subordinado, como observado por Huryn (1995) e Kevan & Baker (1984) em outras áreas e espécies vegetais, mas esta abelha foi a espécie dominante em flores de algumas famílias vegetais da Reserva de Santa Genebra (Arruda, 1990; Passos, 1995).

### Referências bibliográficas

- Abe, Y., Takikawa, H., & Mori, K. (2001). Synthesis of gibbilibols A-D, cytotoxic and antibacterial alkenulphenols isolated from *Piper gibbilimum*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 65, 732-735.
- Ang-Lee, M. K., Moss, J., & Yuan, C. S. (2001). Herbal medicines and perioperative care. *JAMA - Journal of the American Medicine Association*, 286, 208-216.
- Alvarado, J. L., & Delgado-Rueda, M. (1985). Bee flora in Uxpanapa, Veracruz, Mexico. *Biotica*, 10, 257-276.
- Arruda, V. L. V.de. (1990). *Utilização de recursos florais de beira de mata por sirfídeos (Diptera: Syrphidae)*. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Arruda, V. L. V.de, Sazima, M., & Piedrabuena, A. E. (1996). Padrões diários de atividade de sirfídeos (Diptera: Syrphidae) em flores. *Revista Brasileira de Entomologia* (No prelo).

- Banks, C. J. (1951). Syrphidae as pests of cucumbers. *Entomological Monograph Magazine*, 86, 239-240.
- Bierzuchudek, P. (1987). Pollinators increase the cost of sex by avoiding female flowers. *Ecology*, 68, 444-447.
- Dafni, A. (1992). *Pollination ecology: A practical approach*. New York: Oxford University Press.
- Do Val, F. C. (1972). On the biometry and evolution of the genus *Ornidia* (Diptera, Syrphidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 26, 1-28.
- Faegri, K., & van der Pijl, L. (1979). *The principles of pollination ecology*. Oxford: Pergamon Press.
- Figueiredo, R. A.de. (2000). Biologia floral de plantas cultivadas. Aspectos teóricos de um tema praticamente desconhecido no Brasil. *Argumento*, 3, 8-27.
- Figueiredo, R. A.de, & Sazima, M. (2000). Pollination biology of Piperaceae species in southeastern Brazil. *Annals of Botany*, 85, 455-460.
- Fleming, T. H. (1981). Fecundity, fruiting pattern, and seed dispersal of *Piper amalago* (Piperaceae), a bat-dispersed tropical shrub. *Oecologia*, 51, 42-46.
- Galindo-Gonzalez, J., Guevara, S., & Sosa, V. J. (2000). Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*, 14, 1693-1703.
- Gilbert, F. S. (1980). Flower visiting by hoverflies (Syrphidae). *Journal of Biological Education*, 14, 70-74.
- Gilbert, F. S. (1981). Foraging ecology of hoverflies: Morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. *Ecological Entomology*, 6, 245-262.
- Gilbert, F. S. (1985). Diurnal activity patterns in hoverflies (Diptera, Syrphidae). *Ecological Entomology*, 10, 385-392.
- Goldsmith, F. B., & Harrison, C. M. (1976). Description and analysis of vegetation. In S. B. Chapman (Ed.), *Methods in plant ecology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Hartemink, A. E. (2001). Biomass and nutrient accumulation of *Piper aduncum* and *Imperata cylindrica* fallows in the humid lowlands of Papua New Guinea. *Forest Ecological Management*, 144, 19-32.
- Haslett, J. R. (1989). Adult feeding by holometabolous insects: Pollen and nectar as complementary nutrient sources for *Rhingia campestris* (Diptera: Syrphidae). *Oecologia*, 81, 361-363.
- Hernandes, J. L. (1996). Caracterização da vegetação arbórea nativa da Estação Experimental de Jundiá. *Resumos do XI Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo* (p. 85). São Paulo: Sociedade Botânica de São Paulo.
- Holloway, B. A (1976). Pollen-feeding in hoverflies (Diptera: Syrphidae). *New Zealand Journal of Zoology*, 3, 339-350.
- Hurn, V. M. B. (1995). Use of native New Zealand plants by honey bees (*Apis mellifera* L.): A review. *New Zealand Journal of Botany*, 33, 497-512.
- Kevan, P. G., & Baker, H. G. (1984). Insects on flowers. In C. B. Huffaker & R. L. Rabb (Eds.), *Ecological entomology*. New York: John Wiley & Sons.
- Leitão-Filho, H. F. (1995). A vegetação da Reserva de Santa Genebra. Em L. P. C. Morellato & H. F. Leitão-Filho (Eds.), *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra* (pp. 19-29). Campinas: Ed. da Unicamp.
- Lorence, D. H. (1985). A monograph of the Monimiaceae (Laurales) in the Malagasy region (southwest Indian Ocean). *Annals of Missouri Botanical Garden*, 72, 1-165.
- Maier, C. T., & Waldbauer, J. P. (1979a). Diurnal activity patterns of flower flies (Diptera: Syrphidae) in an Illinois sand area. *Annals of the Entomological Society of America*, 72, 237-245.
- Maier, C. T., & Waldbauer, J. P. (1979b). Dual mate-seeking strategies in male syrphid flies (Diptera: Syrphidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 72, 54-61.
- Matthes, L. A. F. (1992). *Dinâmica da sucessão secundária em mata, após ocorrência de fogo, Santa Genebra, Campinas, SP*. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- McAlpine, J. F. (1981). Morphology and terminology - adults. In J. F. McAlpine, B. V. Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth & D. M. Wood (Eds.), *Manual of nearctic Diptera* (Vol.1, pp. 9-63). Ottawa: Research Branch Agriculture Canada.
- Mello, M. H. de A., Pedro Junior, M.J., Ortolani, A.A., & Alfonsi, R.R. (1994). Chuva e temperatura: Cem anos de observações em Campinas. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo*, 154, 1-48.
- Morellato, L. P. C. (1991). *Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil*. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Passos, L. C. (1995). *Fenologia, polinização e reprodução de duas espécies de Croton (Euphorbiaceae) em mata semidecídua*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Penny, N. D., & Arias, J. R. (1982). *Insects of an Amazon forest*. New York: Columbia University Press.

*Comportamento de visitantes florais em pimenteiras*

- Percival, M. (1965). *Floral biology*. Oxford: Pergamon Press.
- Pombal, E. C. P. (1994). *Biologia floral de duas espécies dicogâmicas, Metrodorea nigra e M. stipularis (Rutaceae), em mata semidecídua no sudeste do Brasil*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Pombal, E. C. P., & Morellato, L. P. C. (1995). Polinização por moscas em *Dendropanax cuneatum* Decne. & Planch. (Araliaceae) em floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 18, 157-162.
- Pouvreau, A. (1984). Les plantes à épices. In P. Pesson & J. Louveau (Eds.), *Pollinisation et productions végétales*. Paris: INRA.
- Primack, R. B. (1983). Insect pollination in the New Zealand mountain flora. *New Zealand Journal of Botany*, 21, 317-323.
- Robertson, C. (1924). Flowers visits of insects. II. *Psyche*, 31, 93-111.
- Schneider, F. (1969). Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. *Annual Review of Entomology*, 14, 103-124.
- Stelleman, P., & Meeuse, D. J. (1976). Anthecological relations between reputedly anemophilous flowers and syrphid flies I. The possible role of syrphid flies as pollinators of *Plantago*. *Tijdschr. Ent.*, 119, 15-31.
- Thompson, F. C. (1972). A contribution to a generic revision of the neotropical Milesinae (Diptera: Syrphidae). *Arquivos de Zoologia*, 23, 73-215.
- Villanueva, G. R. (1994). Nectar sources of european and africanized honey bee (*Apis mellifera* L.) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Apicultural Research*, 33, 44-58.
- Vockeroth, J. R., & Thompson, F. C. (1987). Syrphidae. In J. F. McAlpine, B. V. Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth & D. M. Wood (Eds.), *Manual of nearctic Diptera* (Vol. 2, pp. 713-743). Ottawa: Research Branch Agriculture Canada.
- Waldbauer, G. P. (1963). Crepuscular flower visits of adult *Volucella vesicularia* Curran (Diptera, Syrphidae). *Entomological News*, 24, 135-137.
- Willmer, P. G. (1983). Thermal constraints on activity patterns in nectar-feeding insects. *Ecological Entomology*, 8, 455-469.

Recebido em 29 de abril de 2002

Revisão recebida em 14 de outubro de 2002

Aceito em 12 de dezembro de 2003