

Biologia e Ecologia da Polinização

Cursos de Campo





UFBA

Universidade Federal da Bahia

Reitor

Naomar de Almeida Filho



Editora da Universidade Federal da Bahia

Diretora

Flávia M. Garcia Rosa

Conselho Editorial

Angelo Szaniecki Perret Serpa

Carmen Fontes Teixeira

Dante Eustachio Lucchesi Ramacciotti

Fernando da Rocha Peres

Maria Vidal de Negreiros Camargo

Sérgio Coelho Borges Farias

Suplentes

Bouzid Izerrougene

Cleise Furtado Mendes

José Fernandes Silva Andrade

Nancy Elizabeth Odonne

Olival Freire Júnior

Sílvia Lúcia Ferreira

Biologia e Ecologia da Polinização

Cursos de Campo



Programa de pós-graduação em ecologia e biomonitoramento
Instituto de biologia da UFBA

Salvador, Bahia - 2006



©2006 by Blandina Felipe Viana e Favízia Freitas de Oliveira

Direitos para esta edição cedidos à Editora da Universidade Federal da Bahia.
Feito o depósito legal.

Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, sejam quais forem os meios empregados, a não ser com a permissão escrita do autor e da editora, conforme a Lei nº 9610 de 19 de fevereiro de 1998.

Capa, projeto gráfico e editoração

Lúcia Valeska de Souza Sokolowicz

Revisão

Blandina Felipe Viana, Favízia Freitas de Oliveira e Vitor Passos Rios

Biblioteca Central Reitor Macêdo Costa – UFBA

B615 Biologia e ecologia da polinização : cursos de campo / Instituto de Biologia da UFBA, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento. - Salvador : EDUFBA, 2006.
150 p. : il.

ISBN 85-232-0421-0

1 . Biologia. 2. Fertilização de plantas. 3. Botânica. 4. Fisiologia vegetal. I. Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento. II. Título.

CDD - 570

CDU - 573

EDUFBA

Rua Barão de Geremoabo, s/n Campus de Ondina

40170-290 Salvador Bahia

Tel: (71) 3263-6160/6164

edufba@ufba.br

www.edufba.ufba.br



“Este livro é dedicado ao nosso colega Dr. Peter G. Kevan, professor emérito da University of Guelph, Canadá. Sua vasta obra em biologia e ecologia da polinização tem sido reconhecida tanto pela grande contribuição nesse campo da ciência quanto pelo impacto nas ações conservacionistas internacionais em prol dos polinizadores. Dr. Kevan foi um dos criadores da Iniciativa Internacional dos Polinizadores, cujos desdobramentos têm resultado em diversas iniciativas regionais para conservação e uso sustentado dos polinizadores ao redor do mundo. Atualmente, o professor Kevan além de liderar uma importante campanha pela conservação dos polinizadores, apoiada pela IUCN, está também implantando uma rede internacional de especialistas em polinização (INESP). Com sua grande experiência em pesquisas e sua admirável simplicidade, o Dr. Kevan juntou-se a nós na construção deste trabalho. Nossos agradecimentos a ele são muitos, pelo conhecimento compartilhado, pela disponibilidade e, sobretudo, pela amizade e generosidade.

Biologia e Ecologia da Polinização

Cursos de campo

Organizadores

Blandina Felipe Viana e Favizia Freitas de Oliveira

Autores

Airton Torres Carvalho
Alexsander Araújo de Azevedo
Amada Mariana Costa de Melo
Ana Virgínia Leite
Anne Bogdanski
Cristiana Barros Nascimento
Camila Magalhães Pigozzo
Carlianne Oliveira Cerqueira Ramos
Cristiane Krug
Edinaldo Luz das Neves
Eva Mônica Sarmento da Silva
Fabiana Oliveira da Silva
Favízia Freitas de Oliveira
Fernando Augusto de Oliveira e Silveira
Flávia Monteiro Coelho
Flávia Santos Faria
Francisco Hilder Magalhães e Silva
Hisatomo Taki
Josenilton Alves Sampaio
Juliana Hipólito de Sousa
Kátia Maria Medeiros de Siqueira
Lila Vianna Teixeira

Larissa Corrêa do Bomfim Costa
Lílian Santos Barreto
Luis Miguel Primo
Maíra Figueiredo Goulart
Márcia de Fátima Ribeiro
Márcia Maria Corrêa Rêgo
Marília Dantas e Silva
Marina Siqueira de Castro
Patrícia Luiza de Oliveira Rebouças
Patricia Maia Correia de Albuquerque
Patricia Nunes Silva
Paulo Milet-Pinheiro
Priscila Ambrósio Moreira
Roy Richard Funch
Rômulo Augusto Guedes Rizzardo
Rosineide Braz Santos Fonseca
Sandra Regina Capelari Naxara
Sérgio dos Santos Bastos
Synara Mattos Leal
Tarcila Correia de Lima Nadia
Victoria Wojcik
Viviane da Silva-Pereira

Os editores agradecem a todos os participantes e colaboradores do “Curso de Campo sobre Ecologia da Polinização”, pela cooperação, amizade e experiências compartilhadas, que tornaram suas duas edições tão especiais. Uma menção em destaque aos colegas Dr. Vernon Thomas (University of Guelph) e Dra. Lygia Funch (UEFS) por suas valiosas participações durante o curso de campo de 2005. À Dra. Marina Siqueira de Castro (EBDA/UEFS), pelo grande apoio durante o curso de campo em 2003, e à MSc. Fabiana Oliveira da Silva (FTC/FJA), pela generosa colaboração prestada nas duas edições do curso. Aos monitores Camila Magalhães Pigozzo, Edinaldo Luz das Neves, Hisatomo Taki, Josenilton Oliveira Sampaio, Juliana Hipólito de Sousa, Lílian Santos Barreto, Roy Funch e Synara Mattos Leal, pela disponibilidade, amizade, apoio e compreensão durante os preparativos para os cursos, em sua execução e na finalização dos trabalhos. Ao Professor Ronaldo Senna (UEFS) e à secretária Ruth Aguiar por terem viabilizado o acesso às instalações do campus avançado da UEFS em Lençóis para a realização das nossas aulas teóricas. À Jussara Neves, secretária do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, pelo apoio constante e incondicional. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia e à EDUFBA pelo suporte à publicação da presente obra.

Nota dos editores

Este livro foi elaborado com as contribuições dos participantes dos cursos de campo em Biologia e Ecologia da Polinização, ministrados pelo Professor Dr. Peter Kevan, da Universidade de Guelph, Canadá, nos anos de 2003 e 2005, em Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia. Esses cursos foram promovidos pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, e contaram com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia, da Universidade Estadual de Feira de Santana e da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola.

Este livro tem como objetivos principais: prestar uma homenagem ao Prof. Dr. Peter Kevan pela disponibilidade e generosidade em nos oferecer os cursos de campo, divulgar os resultados dos planos de pesquisa desenvolvidos pelos participantes durante os cursos e permitir o incremento do intercâmbio de informações entre profissionais que atuam em pesquisa e extensão na área de ecologia e biologia da polinização. Espera-se ainda que este livro sirva de subsídio para estudantes e profissionais, criando oportunidades de formação de recursos humanos nessa temática de extrema relevância para a conservação e o manejo de sistemas naturais e agroecossistemas.

Os colaboradores desta obra são professores e estudantes de Pós-Graduação dos cursos de Ecologia, Botânica, Zoologia e áreas correlatas, oriundos de diversas universidades brasileiras e estrangeiras, assim como técnicos de nível superior que atuam no setor público, como extensionistas ou pesquisadores.

Os artigos que compõem este livro são contribuições inéditas. Todas as informações contidas em cada artigo são de inteira responsabilidade dos seus autores, sendo que os capítulos estão organizados pelo ano da realização do curso. Dentre os trabalhos produzidos durante o “Curso de Campo sobre Biologia e Ecologia da Polinização”, em 2003, dois artigos foram publicados e aceitos para publicação em periódicos nacionais e, por isso, não foram incluídos no presente livro. Estes são, respectivamente: 1) Barreto, L.S.; F.F. de Oliveira & M.S. de Castro. 2006. Abelhas Visitantes Florais de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) no Morro do Pai Inácio, Palmeiras, Bahia, Brasil. **Sitientibus**, 6 (04): 267-271 e 2) Neves, E. L.; Taki, H; Silva, F O; Viana, B F & Kevan, P G. Flower characteristics and visitors of *Merremia macrocalyx* (Convolvulaceae) in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Lundiana** (no prelo).

Blandina Felipe Viana e Favizia Freitas de Oliveira

Sumário

- 13 Parte I - Contribuições do curso de campo em biologia e ecologia da polinização de 2005
- 15 Síndromes de Polinização: São Reais?
- 25 Polinização de *Rhynchospora almensis* D. A. Simpson (Cyperaceae), no Município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil
- 31 Potential Pollinators and Available Resources of *Turnera* sp. (Turneraceae) in the Chapada Diamantina, Palmeiras, Bahia, Brazil
- 35 Floral biology and visitors of *Esterhazyia macrodonta* (Cham.) Benth. in A. DC. (Scrophulariaceae) in Bahia, northeastern Brazil
- 43 Estudo da Polinização de *Periandra coccinea* em Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia
- 49 Sistema de Polinização em *Tibouchina barnebyana* Wurdack (Melastomataceae) - Biologia Floral e Palinologia
- 59 Biologia Floral de *Passiflora cincinnata* Mast. No morro do pai Inácio, Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia.
- 63 Daily Patterns of Foraging in Displaced *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae)
- 69 Parte II - Contribuições do curso de campo em biologia e ecologia da polinização de 2005
- 71 Testing a method to evaluate the movement of bees among different patches of *Mimosa lewis*
- 77 Estigma sensitivo em *Jacaranda irwinii* (Bignoniaceae): O que determina seu fechamento definitivo?
- 83 Who is pollinating *Stemodia pratensis* (scrophulariaceae) in lençóis, Bahia?

- 93 Some Aspects of the Floral Biology of *Marcetia bahiensis* (Brade & Markgraf) Wurdack (Melastomataceae), in the Chapada Diamantina, Bahia
- 101 Aspectos da biologia floral e visitantes de *Evolvulus glomeratus* Nees & Mart (Convolvulaceae) no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Ba
- 109 Yellow and Red Anthers in *Pavonia cancellata* – What do They Mean?
- 119 Avaliação da Síndrome Floral de *Cuphea sessilifolia* (Lythraceae)
- 123 Remoção de Polínias e Visitantes Florais de *Blepharodon nitidum* (Vell.) J.f. Macbr. (Asclepiadaceae)
- 131 Aspects of Pollination Biology and Heterostyly of *Piriqueta constellata* (Turneraceae) in the Chapada Diamantina, Ba
- 137 Rede baiana de polinizadores para conservação da biodiversidade de polinizadores em ecossistemas naturais e agrícolas no estado da Bahia
- 139 Lista dos colaboradores

Parte I

Contribuições do curso de campo em biologia e
ecologia da polinização de 2005



Síndromes de Polinização: São Reais?

Camila Magalhães Pigozzo
Amada Mariana Costa de Melo
Patrícia Luiza de Oliveira Rebouças

DARWIN (1862), em seu livro sobre orquídeas, citou o primeiro exemplo detalhado de como estudar evolução, apresentando observações que revelariam a morfologia das orquídeas muito bem adaptada à visita por insetos, especialmente abelhas euglossíneos, os quais removem e depositam sua pólnia (WILSON & THOMPSON, 1996; JOHNSON & STEINER, 2000).

Seguindo o programa de pesquisa Darwiniana na Biologia da Polinização, cujo objetivo seria investigar o valor adaptativo das características florais em relação aos agentes polinizadores, durante 1/3 de século muitos trabalhos foram realizados com flores sob a perspectiva da morfologia comparativa funcional (p.ex. BAKER, 1961 *apud* HERRERA, 1996). Os resultados demonstraram que diferentes tipos de flores atrairiam diferentes tipos de visitantes, dentre os quais poucos atuam como polinizadores efetivos. As diferenças florais foram, então, tratadas como adaptações florais para a comunidade de polinizadores (HERRERA, 1996), o que encontrou expressão no conceito de “síndromes de polinização”, originado no século XIX, atingindo sua forma mais moderna em 1979 com a publicação do livro *The Principles of Pollination Ecology* de FAEGRI & PUL.

Deste ponto de vista, as flores das angiospermas são suficientemente especializadas para a polinização por determinados tipos de agentes polinizadores, havendo uma convergência das características florais em classes de “síndromes de polinização” (WASER *et al.*, 1996; JOHNSON & STEINER, 2000).

No entanto, existem muitas dúvidas sobre a realidade das síndromes de polinização (JOHNSON & STEINER, 2000), tendo em vista que os sistemas de polinização são comumente generalistas (WASER *et al.*, 1996). Levantamentos da comunidade de abelhas e fauna associada, realizados em biomas brasileiros, tem demonstrado que as interações são predominantemente generalistas: as espécies de abelhas não utilizam apenas flores melitófilas.

A discussão sobre o nível de especialização nos ecossistemas vem tomando fôlego com os trabalhos de HERRERA (1996) WASER *et al.* (1996) e JOHNSON & STEINER (2000). Estes autores, dentre outros, não acreditam que as características florais sejam, necessariamente, adaptações aos seus polinizadores e que, na realidade, as interações entre visitantes e flores são em sua maioria generalistas.

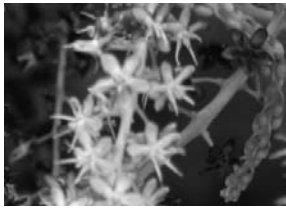
Abordagens mais recentes inserem as interações, sejam mutualísticas ou não, em uma rede de interações (MEMMOTT, 1999; VÁSQUEZ & AIZEN, 2004; BASCOMPTE *et al.*, 2003; BASCOMPTE & JORDANO, 2006; JORDANO *et al.*, 2006), cujo padrão revelado é de interações generalistas.

Contradizendo a tendência generalista, DICKS *et al.* (2002) ao analisarem as interações entre os visitantes e as flores em duas comunidades vegetais da Inglaterra, perceberam que as espécies de plantas e insetos apresentavam-se organizadas em compartimentos e que estes compartimentos representariam as classes das síndromes florais.

Mediante essa discussão, o presente trabalho teve como objetivo relacionar os parâmetros que definem uma síndrome de polinização com a composição da fauna visitante e, assim, investigar quão reais são as síndromes de polinização.

Tabela I. Espécies vegetais estudadas quanto às síndromes de polinização, nas margens do Rio Serrano, Lençóis, Bahia.

Planta	Família	Espécie
1	Basellaceae	<i>Anredera cordifolia</i>
2	Convolvulaceae	<i>Ipomea</i> sp
3	Nictaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>
4	Malvaceae	<i>Pavonia</i> sp
5	Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp
6	Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> sp
7	Fabaceae	<i>Periandra coccinea</i>
8	Rubiaceae	<i>Borreria</i> sp
9	Caesalpiniaceae	<i>Cassia</i> sp
10	Melastomataceae	<i>Marcetia bahiensis</i>
11	Sterculiaceae	<i>Walteria</i> sp
12	Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i>
13	Verbenaceae	<i>Starchitarpheta</i> sp
14	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp
15	Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia</i> sp
16	Asclepiadaceae	<i>Blepharodon nitidum</i>



PI 1: *Anredera cordifolia*



PI 2.: *Ipomea* sp



PI 3: *Mirabilis jalapa*



PI 4: *Pavonia* sp.



PI 5: *Ludwigia* sp.



PI 6: *Tibouchina* sp.



PI 7: *Periandra coccinea*



PI 9: *Cassia* sp.



PI 10: *Marcetia bahiensis*



PI 11: *Walteria* sp.



PI 12: *Antigonon leptopus*



PI 13: *Starchitarpheta* sp.



PI 14: *Miconia* sp.



PI 15: *Caesalpinia* sp.



PI 16: *Blepharodon nitidum*

Figura 01. Espécies vegetais estudadas quanto às síndromes de polinização, nas margens do Rio Serrano, Lençóis, Bahia. **Fotos:** Camila Magalhães Pigozzo

Material e Métodos

Este estudo foi realizado ao longo das margens do rio Serrano que atravessa o município de Lençóis – Chapada Diamantina, Bahia (12°56'51"S; 41°39'36"W). Na área escolhida foram selecionadas 16 espécies vegetais (Tab. I; Fig. 1) de morfologia floral variada e indivíduos com flores abundantes, para as quais foram descritos os parâmetros considerados relevantes na definição de uma síndrome de polinização, segundo FAEGRI & PIJL (1979) (Tab. II). Depois de descritas, as espécies foram, então, classificadas quanto às síndromes de polinização (Tab. III). Por fim, foram realizadas observações da fauna visitante, das 06 às 17 horas, totalizando 24 horas de observação.

Resultados e Discussão

Das 16 espécies vegetais analisadas 10 (62,5%) apresentaram síndromes de polinização bem definidas (Tab. IV): Miofilia (polinização por moscas), Melitofilia (por abelhas) e Ornitofilia (por pássaros, principalmente beija-flores).

A Miofilia foi observada em apenas 01 (0,06%) espécie vegetal (pl 1): *Anredera cordifolia*. Suas flores são brancas, em forma de prato, com néctar de fácil acesso aos visitantes, o que favorece a visita por moscas, já que este grupo não apresenta aparato bucal especializado para a coleta em flores de morfologia mais especializadas (FAEGRI & PIJL, 1979).

Tabela II. Parâmetros utilizados na definição das síndromes de polinização, segundo Faegri & Pijl (1979).

Parâmetro	Exemplos
Coloração	azul, vermelha, amarela, lilás...
Forma	Tubular, prato, pincel...
Simetria	actinomorfa ou zigomorfa
Presença de odor	presença ou ausência
Tipo de recurso oferecido ao visitante	néctar, pólen, óleo, resina ou fragância
Sexo das flores	hermafroditas, unissexuais
Horário de antese	diurna ou noturna
Presença de guias de néctar	presença ou ausência

A Melitofilia foi identificada em 07 (43,75%) espécies (Tabela III), constituindo a síndrome mais abundante, sendo ainda diferenciadas duas subclasses: polinização por abelhas pequenas a médias sem vibração (*Walteria* sp.) e polinização por vibração (*Tibouchina* sp., *Cassia* sp., *Marcetia bahiensis* e *Miconia* sp.). Tais flores apresentam cores fortes, compreendendo o amarelo (03), o roxo (02) e o azul (02), oferecem néctar ou pólen (no caso da polinização por vibração), possuem antese diurna, e a forma pode ser de prato ou tubular (abelhas de língua longa).

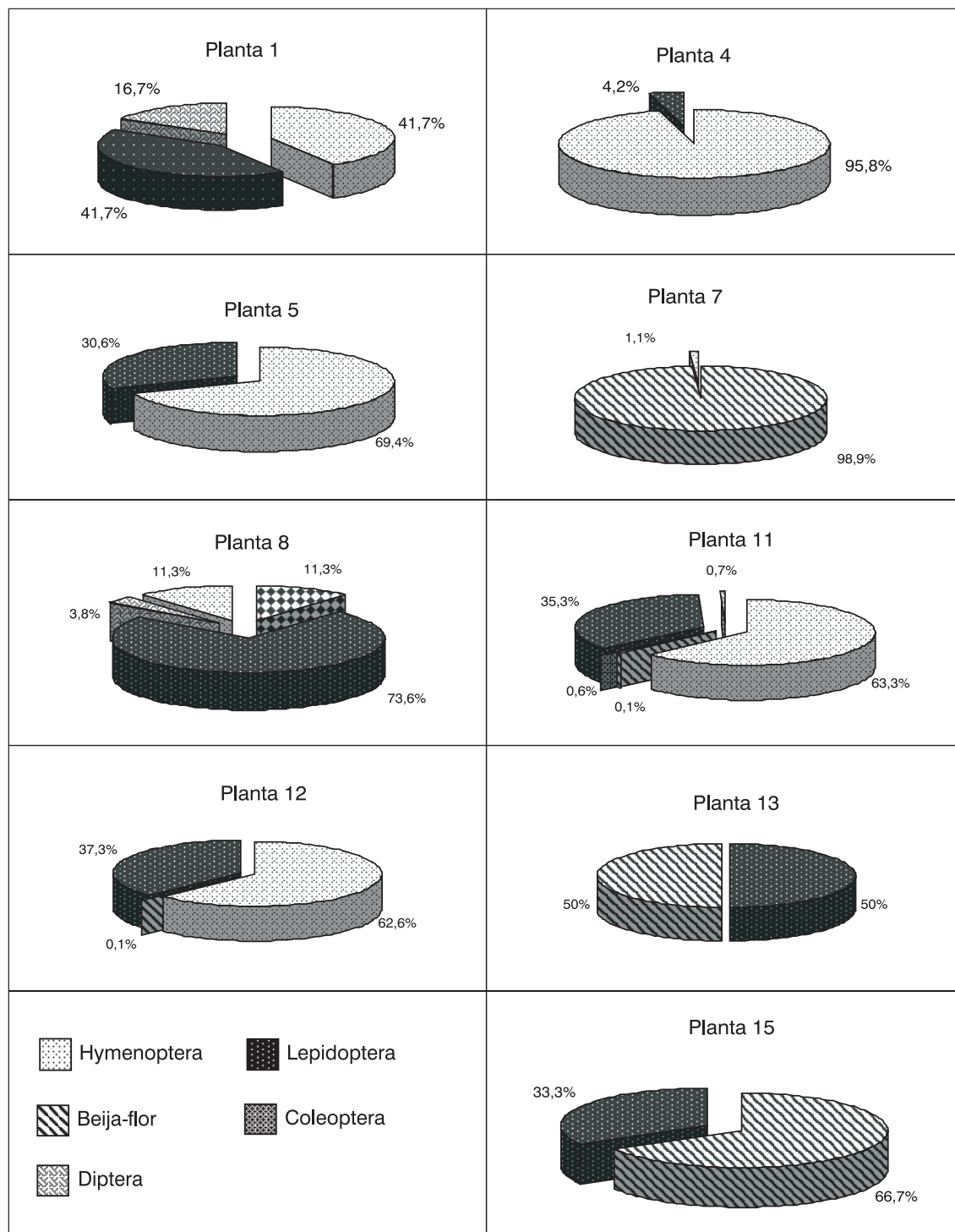


Figura 02. Abundância relativa dos visitantes florais das espécies estudadas. PI 2 = 100% Hymenoptera, PI 3 = nenhum visitante observado, PI 6 = nenhum visitante observado, PI 9 = 100% Hymenoptera, PI 10 = 100% Lepidoptera, PI 14 = 100% Hymenoptera, PI 16 = 100% Beija-flores

Tabela III. Características florais que definem as respectivas síndromes de polinização, segundo FAEGRI & PUL (1979).

Síndrome de polinização	Cor	Forma	Simetria	Cheiro	Recurso	Guias de néctar	Antese
Miofilia	cores opacas: branca	prato	actinomorfa	presente	néctar	ausentes	diurna
Melitofilia	cores vistosas: amarela, azul, lilás	prato, tubular, papilionácea	zigomorfa	ausente	néctar, pólen, óleos, resinas, fragâncias	presentes	diurna
Psicofilia	cores vistosas: vermelho, azul, lilás	tubular	actinomorfa	ausente	néctar	ausentes	diurna
Faleofilia	cores opacas: branca	tubular	actinomorfa	presente	néctar	ausentes	noturna
Esfingofilia	cores opacas: branca	tubular	actinomorfa	presente	néctar	ausentes	noturna
Ornitofilia	cores vistosas: vermelho, azul, lilás	tubular, papilionácea	actinomorfa	ausente	néctar	ausentes	diurna
Quiropterofilia	cores opacas: branca	tubular	actinomorfa	presente	néctar	ausentes	noturna

A Ornitofilia foi também marcante em 02 espécies vegetais, uma Fabaceae (pl 7) e uma Caesalpiaceae (pl 15). As características mais importantes foram a forma da flor e a acessibilidade ao recurso, em ambos os casos, néctar.

Dentre as espécies com síndromes florais bem definidas, observa-se que as características cor, forma, o tipo de recurso disponível e sua acessibilidade foram as mais relevantes como critérios de classificação.

As demais espécies vegetais (37,5%) apresentaram características que não permitiram sua classificação precisa em uma única síndrome, ficando duas ou mais alternativas possíveis, sendo que em um dos casos, da Asclepiadaceae, nenhuma possibilidade foi encontrada (Tabela III).

No caso da *Mirabilis jalapa* (Nictagynaceae) (pl 3), a forma da flor em pincel e sua cor viva sugerem a síndrome de Psicofilia (polinização por borboletas), no entanto, observou-se que sua antese é crepuscular, sugerindo então Esfingofilia (por esfingídeos) ou Falenofilia (por outras mariposas), já que as borboletas apresentam hábito diurno, enquanto os esfingídeos e demais mariposas possuem hábito noturno. Diferenciar, porém, estas síndromes depende de detalhes bastante sutis, como a presença ou ausência de plataforma de pouso, pois as demais mariposas necessitam pousar para acessar o recurso, enquanto os esfingídeos são capazes de pairar no ar, como os beija-flores. A ausência da plataforma definiria a Esfingofilia, entretanto, a presença não permite a distinção de uma síndrome da outra. A presença de odor reforça a Esfingofilia ou a Faleofilia, mas a coloração permanece sem sentido.

A *Pavonia* sp. (Malvaceae) (pl 4) possui flores de coloração rosa bastante vistosa, apresenta nectários intra e extra-floral e suas anteras com deiscência longitudinal apresentam-se concrecidas ao estigma. Comumente, as espécies da família Malvaceae apresentam a

Cantarofilia (polinização por besouros), devido à abundância de pólen de fácil acesso, porém todas as características presentes nesta espécie também permitem classificá-la como Melitófila.

A *Borreria* sp. (Rubiaceae) (pl 8) possui flores brancas, pequenas, tubulares, de antese diurna. A forma tubular pode sugerir Psicofilia, Ornitofilia ou Melitofilia (abelhas de língua longa), o fato de não serem grandes descarta a possibilidade da Ornitofilia, e a coloração branca descarta todas as três. Como classificar uma espécie que apresenta tais características? MACHADO & LOPES (1998) classificam *Borreria alata* como uma espécie da síndrome Miofilia, sendo suas flores esbranquiçadas e com tubo floral curto.

O mesmo problema da coloração ocorre em *Antigonon leptopus* (Polygonaceae) (pl 12), suas flores de fácil acesso, com néctar abundante e antese diurna sugerem a Melitofilia (por abelhas pequenas a médias), porém sua coloração branca torna a classificação dúbia.

Como distinguir, então, se flores tubulares azuis, de antese diurna, produzindo néctar são Melitófilas ou Psicófilas? É o caso da *Starchitarpheta* sp. (Verbenaceae) (pl 13).

De todos os casos, o mais crítico foi da Asclepiadaceae (pl 16), *Blepharodon nitidum*, cujas características não permitiram qualquer classificação dentre as síndromes, já que suas flores verdes sem pétalas, em forma de prato e com néctar acessível e abundante não remetem às classificações usuais.

O interessante foi que os mesmos critérios que foram importantes na classificação precisa, quando combinados de maneira inesperada (p. ex., forma e cor: flores tubulares brancas ou azuis), tornaram a classificação difícil ou mesmo insolúvel. Isso ocorre porque existem sobreposições entre as características das síndromes (Tabela III): flores tubulares podem ser visitadas por abelhas de língua longa, beija-flores, borboletas, esfingídeos e demais mariposas; o que separa esfingídeos dos demais é o horário de antese, mas o que distingue os demais grupos entre si? Da mesma maneira, flores de coloração vistosa podem ser Ornitófilas, Melitófilas ou Psicófilas. WILSON *et al.* (2004) ao estudar as síndromes florais no gênero *Penstemon*, do México e dos E.U.A, detectaram o mesmo problema: os parâmetros utilizados para distinguir as síndromes não são suficientemente eficientes.

Quanto aos visitantes florais observados, é possível destacar que as restrições morfológicas surgem como principal critério. Observa-se que a síndrome mais representativa e bem definida foi a Melitofilia por abelhas vibradoras (“buzz pollination”): as flores desta síndrome (plantas 6, 9, 10 e 14) apresentam seu pólen em anteras com deiscência poricida, o que representa uma restrição morfológica aos visitantes quanto ao acesso ao único recurso oferecido. Apenas abelhas que possuem a capacidade de vibrar seus músculos alares acessam o pólen, pois este movimento expulsa os grãos das anteras pelo(s) poro(s), ficando aderidos ao corpo do visitante (BUCHMANN, 1983). MACHADO & LOPES (1998) observaram também que as espécies com anteras poricidas são essencialmente Melitófilas.

Embora nenhuma das espécies (exceto as que requerem “buzz pollination”) tenha sido visitada exclusivamente pelo único grupo previsto pela síndrome de polinização, o que se observa é uma tendência positiva em relação às síndromes, onde os visitantes mais abundantes pertencem àquela classe de visitantes esperados (Figura 2).

As observações reafirmam a generalização esperada nos sistemas de polinização, onde as espécies vegetais abriam suas flores à máxima visitação, buscando o sucesso reprodutivo (WASER *et al.* 1996). Segundo OLLERTON (1996 *apud* JOHNSON & STEINER, 2000) mesmo flores que apresentam especialização em suas características florais, geralmente, são visitadas por uma diversa assembl ea de animais. Este paradoxo pode ser resolvido se: 1. pequena porção da assembl ea visitante atua como polinizadores efetivos; ou 2. os membros da assembl ea visitante são funcionalmente equivalentes e impõem similares pressões seletivas; ou 3. a seleção ocorreu apenas em épocas passadas.

Porém, segundo FAEGRI & PILL (1979), as síndromes não seriam categorias harmoniosas como costumamos encontrar nos livros textos de Ecologia da Polinização (p.ex. PROCTOR *et al.*, 1996). Na realidade, seriam convergências nas características florais, limitadas pelas restrições filogenéticas.

JOHNSON & STEINER (2000) sugerem que as plantas ocupam, virtualmente, em seus sistemas reprodutivos todos os pontos do *continuum* que vai desde a extrema generalização até a total especialização. Além disso, suas observações revelam que a generalização constitui mais uma regra do que uma exceção (DICKS *et al.*, 2002).

Esta característica pode ser vantajosa, principalmente em ambientes tropicais, dado que a especialização depende da constante presenç a de um polinizador abundante e eficiente, enquanto que a variação temporal e espacial do polinizador favorece os sistemas de polinização generalistas (WASER *et al.*, 1996).

Tabela IV. Características florais das espécies analisadas e classificação das síndromes de polinização. Em negrito estão as síndromes bem definidas.

Planta	Cor	Forma	Simetria	Cheiro	Recurso	Guias de néctar	Sexo	Antese	Obs	Síndrome de Polinização
1	Branca	Prato	Actinomorfa	Presente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Miofilia
2	Azul	Tubular	Actinomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna	fecha às 9:30	Melitofilia
3	Rosa	Tubular: Pincel	Actinomorfa	Presente	Néctar	Presentes	Hermafrodita	Crepuscular	abre às 16:30	Esfingofilia ou Falaeofilia?
4	Rosa	tipo graxa	Actinomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna	fecha às 8:30	Cantarofilia ou Melitofilia?
5	Amarela	Prato	Actinomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Melitofilia
6	Roxa	Prato	Zigomorfa	Ausente	Pólen	Ausentes	Hermafrodita	Diurna	anteras porcidas	Melitofilia - Polinização por vibração
7	Vermelha	Papilion�cea	Zigomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Ornitofilia
8	Branca	Tubular	Actinomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Psicofilia, Melitofilia ou Ornitofilia?
9	Amarela	Prato	Zigomorfa	Ausente	Pólen	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Melitofilia - Polinização por vibração
10	Branca	Prato	Zigomorfa	Ausente	Pólen	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Melitofilia - Polinização por vibração
11	Amarela	Prato	Actinomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Melitofilia - Abelhas pequenas a médias
12	Branca	Prato	Actinomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Melitofilia?
13	Azul	Tubular	Zigomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Melitofilia (abelhas de língua longa) ou Psicofilia?
14	Roxa	Prato	Zigomorfa	Ausente	Néctar	Presentes	Hermafrodita	Diurna		Melitofilia - Polinização por vibração
15	Amarela	Tubular	Zigomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		Ornitofilia
16	Verde	Prato	Zigomorfa	Ausente	Néctar	Ausentes	Hermafrodita	Diurna		???

Tal generalização encontrada também pode ser explicada pela maior riqueza de espécies de insetos em relação à riqueza de espécies vegetais, onde os próprios insetos demonstram graus de generalização em suas estratégias de forrageio (Dicks, *et al.*, 2002).

Referências

- BASCOMPTE, J.; JORDANO, P.; MELIÁN, C. J. & OLESEN, J. M. 2003. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proc. Natl. Acac. Sci.*, 100(16): 9383-9387.
- BASCOMPTE, J. & JORDANO, P. 2006. The structure of plant-animal mutualistic networks. *In Ecological networks* (eds M. Pascual & J. Dunne), pp. 143-159. Oxford University Press, Oxford, US.
- BUCHMANN, S.L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. *In Handbook of Experimental Pollination Biology*, (eds C.E. Jones & R.J. Little), pp. 73 - 113. Van Nostrand-Rheinhold, Inc., N.Y.
- DARWIN, C. 1862. On the various contrivances by which British and foreign orchids are fertilised by insects, and on the good effects of intercrossing. J. Murray, London.
- DICKS, L. V.; CORBET, S. A. & PYWELL, R. F. 2002. Compartmentalization in plant-insect flower visitor webs. *Journal of Animal Ecology*, 71:32-43.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. Animals as pollinators. *In The Principles of Pollination Ecology*, pp. 96-133.
- HERRERA, C. M. 1996. Floral traits and plant adaptation to insect pollinators: A devil's advocate approach. *In Floral Biology: Studies on floral evolution* (eds D. G. Lloyd & S. C. H. Barrett), pp. 65-87. Chapman & Hall.
- JOHNSON, S. D. & STEINER, K. E. 2000. Generalization versus specialization in plant pollination systems. *Tree*, 15: 40-143.
- JORDANO, P.; BASCOMPTE, J. & OLESEN, J. M. 2006. The ecological consequences of complex topology and nested structure in pollination webs. *In Specialization and generalization in plant-pollinator interactions* (eds N. M. Waser & J. Ollerton), pp.173-199. University of Chicago Press. EEUU.
- MACHADO, I. C. & LOPES, A. V. 1998. A polinização biótica e seus mecanismos na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. *In Reserva Ecológica Dois Irmãos – Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em uma área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil)* (eds I. C. Machado, A. V. Lopes & K. C. Pôrto), pp. 173-195. Editora Universitária UFPE.
- MEMMOTT, J. The structure of plant-pollinator food web. 1999. *Ecology Letters*, 2: 276-280.
- PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. 1996. The natural history of pollination. Harper Collins Publishers, London.

VÁSQUEZ, D. P.; AIZEN, M. A. 2004. Asymmetric specialization: a pervasive feature of plant-pollinator interactions. *ECOLOGY*, 85(5): 1251-1257.

WASER N. M.; CHITTKA, L.; PRICE, M. V.; WILLIAMS, N. M. & OLLERTON, J. 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecological Society of America*, 77: 1043-1060.

WILSON, P. & THOMSON, J. D. 1996. How do flowers diverge? *In* *Floral Biology: Studies on floral evolution* (eds D. G. Lloyd & S. C. H. Barrett), pp. 65-87. Chapman & Hall.

WILSON, P.; CASTELLANOS, M. C.; Hougue, J. N.; Thompson, J. D. & Armbruster, W. S. 2004. A multivariate search for pollination syndromes among penstemons. *Oikos*, 104: 145-361.

Polinização de *Rhynchospora almensis* D. A. Sympton (Cyperaceae), no Município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil

Carlianne Oliveira Cerqueira Ramos
Rosineide Braz Santos Fonseca

O gênero *Rhynchospora* abrange aproximadamente 300 espécies, em sua maioria neotropicais. No Brasil, o gênero compreende o segundo maior dentre as Cyperaceae, com cerca de 140 espécies bem distribuídas em todo o território nacional (LUCENA, 1998 *apud* ROCHA & LUCEÑO, 2002).

A espécie *Rhynchospora almensis* caracteriza-se por apresentar espiguetas de 6-7 mm de comprimento com 5-9 flores aclamídeas, envolvidas por glumas férteis de 5-6 mm de comprimento, reunidas em conflorescências. Estas apresentam 2-3 flores masculinas no ápice, 2-7 flores hermafroditas e 2 glumas estéreis e formam em conjunto uma inflorescência capitada, globosa, esbranquiçada, denominada sinflorescência. As sinflorescências apresentam brácteas involucrais despigmentadas na base (Figura 1B). O fruto é do tipo aquênio, com 1,3-1,7 mm de comprimento, obovóide, marrom escuro (HARLEY, 1995).

Trabalhos taxonômicos (CRONQUIST, 1981; DAHLGREN *et al.*, 1985) sugerem que em Cyperaceae ocorre comumente Anemofilia, sendo rara a Entomofilia. Não há evidências conclusivas de Ambifilia, isto é, da combinação da polinização por vento e inseto, embora informações anedóticas tenham sido reportadas (CULLEY *et al.*, 2002).

As características morfológicas de *R. almensis*, de modo geral, indicam uma polinização por



Figura 1: Aspecto geral da área de estudo localizada no entorno do Morro do Pai Inácio, Palmeiras, Bahia, Brasil (A); sinflorescência de *Rhynchospora almensis* com brácteas involucrais despigmentadas na base, sendo visitada por um indivíduo da família Chrisomelidae (B) e a "armadilha" para captura de pólen- propostas por Kevan (com. pess.), construída de madeira, plaquetas plásticas perfuradas e fita adesiva (C).

vento, entretanto a presença de uma inflorescência capitada envolvida por brácteas, despigmentadas na base, simulando uma única flor, pode ser interpretada como uma estratégia reprodutiva para atração de polinizadores (KEVAN, com. pess.), existindo a possibilidade, também, de Entomofilia.

A Ambifilia tem sido relatada para várias espécies de plantas, sendo mais comum do que se supõe e pode representar um estágio estável ou um período de transição entre um sistema de polinização e outro (CULLEY *et al.*, 2002).

Em termos gerais, a Ambifilia vem sendo compreendida como uma evolução da polinização por insetos para polinização pelo vento, em resposta as variações do ambiente. Neste contexto, acredita-se que a Anemofilia pode ser facilitada pela migração de indivíduos para uma área com uma distinta estação seca, onde as condições são desfavoráveis para insetos polinizadores. A baixa densidade de polinizadores em uma área pode reduzir o sucesso da polinização biótica, favorecendo, com o passar do tempo, a seleção de características que maximizem a polinização pelo vento (CULLEY *et al.*, 2002).

Existe também a possibilidade da polinização pelo vento reverter para polinização biótica por uma Ambifilia intermediária. A reversão da polinização neste sentido parece ser mais complicada, (MANOS *et al.*, 2001 *apud* CULLEY *et al.*, 2002) uma vez que a polinização pelo vento freqüentemente envolve uma redução nos caracteres morfológicos, podendo ser difícil readquiri-los (ex. nectários, perianto e odor floral), embora isso tenha sido sugerido em alguns casos (LINDER, 1998; PEETERS & TOTLAND, 1999; STELLEMAN, 1984).



Figura 2: Inflorescência terminal e isolada de *Rhynchospora almensis*, expondo as anteras à ação do vento.

O presente estudo teve como objetivo investigar os prováveis mecanismos de polinização (anemofilia e/ou entomofilia) de *Rhynchospora almensis*, em uma área de campo rupestre, verificando se a dispersão do pólen ocorre pelo vento e/ou por vetores bióticos.

Material e Métodos

O trabalho de campo foi realizado em uma área de campo rupestre (500m²), situada a 1052m de altitude no entorno do Morro do Pai Inácio, município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil (18°27'38" S e 41°28'47" W), durante o mês de abril/2003, totalizando 25 horas de observações.

Para verificar se o grão de pólen de *R. almensis* é aerotransportado e, conseqüentemente, a ocorrência de polinização pelo vento, foram utilizadas três “armadilhas” para captura de pólen*, propostas por KEVAN (com. pess.), distribuídas a 30 cm de indivíduos em floração, no período de 06:00 às 18:00 h, durante dois dias. As amostras (n = 3960) foram coradas com vermelho neutro, para facilitar a verificação de pólen, e observadas ao microscópio. Previamente, foi confeccionada uma lâmina de referência do pólen de *R. almensis* para facilitar a identificação do mesmo na armadilha. Não foi necessária a realização desse procedimento para outras espécies da área de estudo, uma vez que estas não se encontravam em floração.

A velocidade do vento foi medida utilizando-se um anemômetro analógico, na altura média das inflorescências ($\bar{x} = 27,4$ cm; n = 30), registrando-se quatro amostragens a cada 15 minutos, no período de 06:00 às 18:00 h.

Foram realizadas observações focais em inflorescências de *R. almensis*, no período de 06:00 às 18:00 h, registrando-se o horário, comportamento e a freqüência dos visitantes florais. O comportamento dos visitantes nas inflorescências foi analisado a fim de determinar os polinizadores. A cada hora foram realizadas inspeções em 5 sinflorescências, para averiguar a presença de insetos pequenos que se alojam entre as flores e não são visíveis a certas distâncias das inflorescências.

Foi investigada a presença de grãos de pólen de *R. almensis* ao longo do corpo dos visitantes florais, utilizando blocos de gelatina com fucsina básica, os quais foram observados ao microscópio, após preparação da lâmina.

Grãos de pólen foram coletados diretamente das anteras, a cada hora (6-18h), para análise em laboratório de presença de citoplasma, através da coloração do mesmo por vermelho neutro.

Foi estimada a densidade da população de *R. almensis* utilizando-se cinco parcelas de 1m². Considerou-se como um indivíduo toda “moita” separada ao nível do solo.

Resultados

Com o experimento de captura de pólen utilizando-se a “armadilha” foi constatado que os grãos de pólen de *R. almensis* podem ser transportados pelo vento nas condições ambientais em que se encontravam. Estes foram observados em 9,9% do número total de amostras. A média de velocidade do vento na área, durante o estudo, foi de 6,4 km/h e a amplitude foi de 3,22- 16,1 km/h.

* Suporte de madeira com plaquetas plásticas perfuradas e fita adesiva

Foram observados nas inflorescências de *R. almensis* visitantes pertencentes às ordens Thysanoptera (n=32), Orthoptera (n=4) e às famílias Chrisomelidae (n=4) e Vespidae (n=3).

A presença de Chrisomelidae e Orthoptera nas sinflorescências parece estar relacionada com o consumo de pólen, enquanto que Thysanoptera parece utilizar as sinflorescências como abrigo; os indivíduos da família Vespidae, por sua vez, não utilizam nenhum tipo de recurso. Estes foram observados em vôo, nos horários mais quentes do dia, tocando rapidamente as inflorescências, de modo que estas ficavam em movimento pelo peso de seus corpos.

Investigou-se a presença de grãos de pólen ao longo do corpo de 5 espécimes de Thysanoptera, 2 de Orthoptera, 2 de Chrisomelidae e 1 de Vespidae, tendo sido encontrados grãos de pólen no corpo de todos os espécimes analisados.

O teste de coloração de citoplasma demonstrou que 100% dos grãos de pólen coletados apresentaram citoplasma intacto em todos os horários. Nas primeiras e últimas horas do dia a quantidade de pólen disponível nas anteras foi visivelmente menor, ocorrendo uma maior disponibilidade de 9 às 15 h.

A estimativa da densidade dos indivíduos na área estudada foi de 34 espécimes de *R. almensis* por m².

Discussão

A inflorescência terminal e isolada de *R. almensis*, e a disposição das flores masculinas no ápice das conflorescências permitem uma maior exposição das anteras à ação do vento, facilitando a liberação do pólen (Figura 2). Associado a esses fatores, a abundante produção de pólen devido ao grande número de estames (ENDRESS, 1998) e a densidade elevada de indivíduos na área aumenta a probabilidade do pólen atingir o estigma receptivo de outra planta.

O aumento da habilidade de dispersão e receptividade do pólen devido a mudanças na arquitetura da inflorescência vem sendo discutido por vários autores (NIKLAS, 1987; NIKLAS & BUCHMANN, 1985; BICKET & FREEMAN, 1993). Inflorescências condensadas com flores unissexuais sustentadas por um longo pedúnculo, posicionadas acima da vegetação e/ou que se movimentam facilmente em resposta às correntes de ar são consideradas apropriadas para a Anemofilia.

A vegetação da área de estudo caracteriza-se por ser predominantemente herbácea com poucos arbustos esparsos, facilitando a percolação de ar e, conseqüentemente, a polinização pelo vento (Figura 1A). Em adição, a altitude elevada da área de estudo (1052m) torna os ventos mais intensos. A intensidade do fluxo das correntes de ar nos diferentes platôs do Morro do Pai Inácio pode contribuir tanto com a Anemofilia como a Anemocoria de várias espécies pertencentes a famílias típicas da vegetação de campo rupestre, como Gramineae, Cyperaceae, Asteraceae e Orchidaceae.

A presença de grãos de pólen ao longo do corpo dos visitantes florais confirma a possibilidade de uma polinização por insetos em *R. almensis*.

O fato dos indivíduos da ordem Thysanoptera utilizarem a sinflorescência como abrigo, permite que haja um fluxo de pólen dentro da própria sinflorescência, devido ao seu constante deslocamento entre as flores, propiciando, assim, a geitonogamia.

O comportamento dos indivíduos da família Vespidae, por sua vez, suporta a idéia de que a despigmentação das brácteas involucrais pode funcionar como atrativo para polinizadores. O comportamento apresentado por esses indivíduos, além de promover o transporte acidental do grão de pólen entre as sinflorescências, pode movimentar as sinflorescências, auxiliando a dispersão do pólen pelo vento.

Considerações Finais

Os resultados encontrados no presente estudo sugerem a presença de Ambifilia em *Rhynchospora almensis*. Não foi possível, entretanto, caracterizar a eficiência de cada mecanismo de polinização (Anemofilia e Entomofilia), sendo necessários estudos de biologia floral mais aprofundados e experimentos de biologia reprodutiva, dando assim, subsídios para interpretações mais consistentes sobre o sistema de polinização da espécie estudada.

Estudos filogenéticos, por sua vez, serão necessários para determinar se ocorre uma reversão de polinização pelo vento para polinização por insetos ou se a Ambifilia é um sistema estável para a espécie *Rhynchospora almensis*.

Referências

- BICKET, A. M. & FREMAN, D. C. 1993. Effects of pollen vector and plant geometry on floral sex ratio in monoecious plants. *Am. Mid. Nat.*, 130: 239-247.
- CRONQUIST, A. 1981. An Integrated system of classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. Columbia University Press. New York.
- CULLEY, T. M., WELLER, S. G. & SAKAI, A. K. 2002. The evolution of wind pollination in angiosperms. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(8): 361-369.
- DAHLGREN, R. M. T., CLIFFORD H. T. & YEO, P.F. 1985. The Families of the Monocotyledones. Structure, Evolution, and Taxonomy. Springer-Verlag. Berlin, Hidelberg.
- ENDRESS, P.K. 1998. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge University Press. United Kingdom.
- HARLEY, R. M. 1995. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. In STANNARD, B. L. (ed). Royal Botanic Gardens, Kew.

LINDER, H. P. 1998. Morphology and the evolution of wind pollination. *In* Reproductive Biology (Owens, S. J. and Rudall, P. J., eds.), Royal Botanic Gardens.

NIKLAS, K. J. 1987. Pollen capture and wind induce movement of compact and diffuse grass panicles: implications for pollination efficiency. *Am. J. Bot.*, 71: 74-89.

NIKLAS, K. J. & BUCHMANN, S. L. 1985. Aerodynamics of wind pollination in *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider. *Am. J. Bot.*, 72: 530-539.

PEETERS, L. & TOTLAND, O. 1999. Wind to insect pollination ratios and floral traits in five alpine *Salix* species. *Can. J. Bot.*, 77: 556-563.

ROCHA, E. A. & LUCEÑO, M. 2002. Estudo taxonômico de *Rhynchospora* Vahl Seção *Tênuas* (Cyperaceae) no Brasil. *Hoehnea*, 29(3): 189-214.

STELLEMAN, P. 1984. Reflections on the transition from wind pollination to ambophily. *Acta Bot. Neerl.*, 33: 497-508.

Potential Pollinators and Available Resources of *Turnera* sp. (Turneraceae) in the Chapada Diamantina, Palmeiras, Bahia, Brazil

Favízia Freitas de Oliveira
Lílian Santos Barreto
Victoria Wojcik
Marina Siqueira de Castro

The Turneraceae family is composed of eight genus distributed in the Tropical regions of America and Africa. The genus *Turnera* is one of the most important genera of this family comprising more than 100 species grouped in nine series (URBAN, 1883), which are largely distributed in tropical and subtropical areas of the Americas. The species studied, *Turnera* sp., is a shrub, with complete alternate leaves, showy yellows flowers relatively small (1,5 cm d./0,8 cm h.) and cyclic, with radial symmetry, hermaphrodite, dyclamid, pentamerous, androecium pentamerous, super ovary (numerous ovule), 3 style and 3 stigmas. The female organs are surrounded by five stamens, which are shorter than it.

The objects of the present paper was know if *Turnera* sp. requires pollinators, who are its potential pollinators and what kind of resources the pollinators are looking for, describing the behaviour of visiting insect on the flower.

Material and methods

The studies on potential pollinators and available resources of *Turnera* sp. had been made in the Morro do Pai Inácio (Pai Inácio's Hill), Chapada Diamantina, Bahia, Brazil (12°27'41"S, 41°28'78"W) in tree days (26, 27 and 28) of April/2003. Tests on pollination had been carried out, but because of the short time of the study, it was not concluded. The tests also included the viability of pollen and presence of osmophore.

The flower's visitors were observed since the period of anthesis until the closure of the flowers and some notes were made regarding the number, specie, time of visit, sex and behaviour on the flower. They were collected with an entomological net and killed in a

deadly chamber that contained acetate in a piece of cotton; afterwards it were transported to the laboratory where were identified.

The observations were made in two localities in the Pai Inácio's Hill: down the hill at altitude 995m (12°27'21" S; 41°28'75") where two individuals were marked (plants 03 and 04), and near to the top of the hill at altitude 1052m (12°27'38" S; 41°28'47" W) where other two individuals were marked (plants 01 and 02).

Results

Floral Visitors - The flowers of *Turnera* sp. opened first down in the hill where the plants received first the sun shine (usually 7:30-8:00 am). At the top the flowers started to open by 9:00 (it depends on the temperature and humidity). The table 1 list the insects collected when visiting the flowers. *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 was constantly present on the flowers and the first species to arrive (when the flowers were still closed) and the last one to leave, but much most active at 9:00 - 10:00 am than in the afternoon (Figura 1). Its motion during the feeding on nectar is with the underside of thorax against anthers and stigma, usually collecting pollen and nectar. Oil collecting bees (*Centris* and *Epicharis*) were visiting the flowers, feeding on nectar. One specie of Meliponinae was also collected on the flower (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier, 1836) and two species of Halictidae bees. All the bees showed the same behaviour like *Apis m. scutellata*.

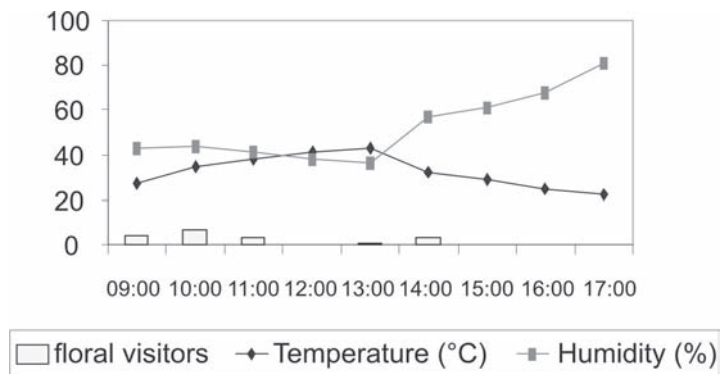


Figure 1. Abundance of floral visitors on flowers of *Turnera* sp. as a function of the time in tree days (26, 27 and 28) of April in 2003.

Small Coleoptera (Curculionidae and Bruchidae) were also observed usually deep in the center of the flower (probably feeding on nectar), and more than one individual inside each flower. Others small Coleoptera cut the flower, near the base to feed on nectar, damaging the flowers (2 species of Scarabaeidae, Rutelinae). Ants were also observed on the flower, as well as butterflies in the morning and afternoon and Scoliidae wasps in beginning of the afternoon (1:00 PM).

Laboratorial tests- The pollen analysis shows that it was 100% viable throughout the day (7:30 am – 6:00pm); it is important to notice that in the last period of the afternoon (4:00 pm – 6:00pm), the pollen sheets contained just a few pollen grains. It was observed osmophores on the flowers (sepals and petals) and there was three glands on the each side of the base of the leaves, that ones of the inflorescence's base.

Discussion

In the last period of the afternoon (4:00 pm – 6:00pm) the pollen sheets examined contained few pollen grains what could be explained by the active collecting behaviour of *Apis m. scutellata*, the only bee species observed collecting pollen. The other species was feeding on nectar and did not collected pollen as confirmed by observation of the specimens under the microscope, showing pollen grains distributed on the hairs of the under side of the thorax, but not on the apparatus for collecting pollen localized on the hind legs (corbicula or scopa). On this context *Apis m. scutellata* by its behaviour on the flower, having large amount of pollen on the legs but very few distributed on the rest of the body, could cause decreases in pollination by collecting large amount of pollen, as showed by the pollen analyse.

WESTERKAMP (1996) divided the pollen search into two basic phases: collection in the flower and transportation in the structure of load pollen, generally located in the legs. According to this author, bees actively collecting generally don't pollinate, and the pollination occurs as a consequence of the bee's contamination with pollen. It is known that *Apis m. scutellata* is an active collecting pollen bee, and owns the behavior of clean the body keeping the pollen at the corbicula. About the other visiting bees, like those of the Genera *Centris*, *Epicharis*, *Melipona*, *Pseudoaugochloropsis* and *Augochloropsis*, were observed great number of pollen grains disperse on the surface of the body, specially on the ventral face of the thorax, base of the legs and on the head, what could infer that these bees are most efficient as pollinators of *Turnera* sp. than *Apis m. scutellata*.

Conclusion

By the shape of the floral organs, and the behaviour of the visitors, the bees seem to be the potential pollinator of *Turnera* sp. On the other hand, *Apis m. scutellata* could cause a decrease in pollination by collecting great amount of pollen, however other test on this case must be done, because this preliminary data are insufficient to attest it. The bee genus *Centris*, *Epicharis*, *Melipona*, *Pseudoaugochloropsis* and *Augochloropsis* seems to be the potential pollinators of *Turnera* sp.

Table 1. Floral visitors of *Turnera* sp. in the Pai Inácio's Hill, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil

Time	Order	Family	Flowers Visitors	Sex	Local*
9:30	Coleoptera	Scarabeidae	Rutelinae sp1	-	TM
	Coleoptera	Scarabeidae	Rutelinae sp2	-	TM
	Coleoptera	Curculionidae	Sp.1	-	DM
10:00	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera scutellata</i> Lepeletier, 1836	worker	DM
	Coleoptera	Curculionidae	Sp1.	-	DM
	Lepidoptera	Pieridae	Sp. 1	-	DM
10:30	Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Centris</i> sp	male	TM
	Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841	female	DM
	Coleoptera	Curculionidae	Sp1.	-	DM
10:40	Hymenoptera	Apidae	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> Lepeletier, 1836	worker	TM
	Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Epicharis</i> sp	female	TM
	Lepidoptera	Pieridae	Sp. 1	-	DM
	Lepidoptera	-	Sp. 1	-	TM
11:25	Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Epicharis (Xanthepicharis) bicolor</i> (Smith, 1854)	male	TM
	Coleoptera	Curculionidae	Sp. 1	-	DM
11:40	Hymenoptera	Halictidae	<i>Pseudoaugochloropsis graminea</i> (Fabricius, 1804)	male	TM
	Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Centris (Hemisiela) tarsata</i> Smith, 1874	male	TM
	Coleoptera	Curculionidae	Sp. 1	-	TM
	Coleoptera	Bruchidae	Sp. 1	-	TM
13:00	Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Epicharis (Hoplepicharis) fasciata</i> (Lep. & Serv., 1828)	female	TM
	Hymenoptera	Scoliidae	Sp. 1	-	TM
14:00	Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Epicharis (Xanthepicharis) bicolor</i> (Smith, 1854)	male	DM
	Coleoptera	Curculionidae	Sp. 1	-	DM
14:30	Hymenoptera	Halictidae	<i>Augochloropsis smithiana</i> (Cockerell, 1900)	female	TM
14:32	Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Epicharis (Epicharitides) ihering</i> (Friese, 1900)	female	TM
	Coleoptera	Bruchidae	Sp. 1	-	TM

* TM= top the hill, DM= down the hill

** *Apis m. scutellata* was observed during the day, in large quantity, however just few individuals were collected for observing the pollen grains distributed on the body. Ants were observed on the flower during the day.

References

- URBAN, I. 1883. Monographie der familie der Turneraceen. Jahrb. Königl. Bot. Gart., 2: 1-152.
- WESTERKAMP, C. 1996. Pollen in bee-flower relations: some considerations on melittophily. Bot. Acta, 109:325-332.

Floral biology and visitors of *Esterhazyia macrodonta* (Cham.) Benth. in A. DC. (Scrophulariaceae) in Bahia, Northeastern Brazil

Maíra Figueiredo Goulart
Alexsander Araújo Azevedo

Environmental conditions can favour the evolution of either specialized or generalized traits in plants and its pollinators (LANGE & SCOTT, 1999), but plant species generalize on multiple pollinators more often than they specialize on a particular group (WASER *et al.*, 1996). Because of that, the pollination syndrome concept is considered a subject to misapplication by some authors (BUCHMANN & NABHAN, 1996). On another hand, other authors consider it a powerful way of prediction for the design of studies in species whose pollination biology is unknown (ENDRESS, 1994).

Esterhazyia macrodonta (Cham.) Benth. in A. DC. (Scrophulariaceae) shows ornithophily pollination syndrome as its flowers are tubular (ca. 2.5 cm long), odorless, reddish-orange colored and its corola has bright marks inside, probably nectar guides. However, FREITAS & SAZIMA (2001), reported markedly scarce visits by hummingbirds in *E. macrodonta* flowers.

Considering that literature still lacks information on many aspects of this species reproductive biology, the aim of this work is to evaluate floral biology and floral visitors in *E. macrodonta* and investigate whereas the syndrome concept fits on this perennial herb that occurs in montane grasslands.

Materials and Methods

Study site

The study was conducted at Pai Inácio's hill (12° 27'18" S and 41° 28'23" W, 1120 meters of altitude), in Palmeiras, Bahia State, northeastern Brazil. The region is known as Chapada Diamantina and is situated in the north portion of "Serra do Espinhaço" range. The area is characterized by high altitude grasslands described as rupestrian field formations, an environment that shows very high biodiversity and endemism levels, and is threatened by human actions.

The study was conducted from April 26th to 29th, 2003. At Pai Inácio's hill, *E. macrodonta* was abundant and a dense patch (20 x 80m) with approximately 50 individuals was selected for evaluation.

Floral biology

Around 50 well developed flower buds were randomly chosen and bagged. The bagged buds were used for the evaluation of nectar production, pollen viability and stigma receptivity. All these analyses were made in different times of the day (6 am, 9 am, 12 pm and 3 pm) and in different aged flowers: buds, recent open flowers and old flowers (24 and 48 hours after opening), in both bagged and unbagged flowers.

Nectar production: Nectar production was estimated by extracting nectar from flowers using microcapillary tubes (1-10 ml and 1-20 ml). Some samples were used to determine sugar concentration using a light refractometer, which measures the refractive index of a liquid sample.

Pollen viability: Pollen viability was estimated from three randomly chosen flowers (one flower per plant) by the stainability of pollen in 1% methylene blue (DAFNI, 1992). A minimum of 100 grains was observed in each sample.

Stigma receptivity: The onset and duration of stigma receptivity was determined in the field by testing stigmas for the production of peroxidase. By this method, a drop of hydrogen peroxide is placed on the stigma surface. The presence of bubbling indicates that the stigma is producing the enzyme peroxidase and is receptive (GROSS, 1993).

Floral visitors

To identify the possible effective pollinators among floral visitors, observations on visitors' behavior were made, time spent on the flower was recorded as well as whether pollen was collect or stigma touched. Also, whenever possible, pollen was removed from different parts of the body of the collected insect specimens using glycerin jelly (KEARNS & INOUE, 1993) and compared with pollen from the plant's anther to estimate the degree of pollen-foraging fidelity. Voucher specimens of insects were lodged at Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil.

Results and Discussion

Floral biology

Anthesis in *E. macrodonta* occurs early in the morning, before 6:00 am all mature buds were already opened and remains this way until flower falls, at least two days later. The mean nectar production per flower, considering only flowers not submitted to visitor removals, was 12.5 ml (n = 6). Nectar sugar concentration increases during the day (Table I) and with flower age (Table II), what was also verified by FREITAS & SAZIMA (2001) and is possible related to water evaporation (KEARNS & INOUE, 1993).

Mean nectar sugar concentration was 16% in recent open flowers (Table II), although FREITAS & SAZIMA (2001) reported 26% of sugar concentration. In spite of this differences, both studies point to low nectar concentration, typical in flowers pollinated by hummingbirds (ENDRESS, 1994).

Around 24% of viable pollen grains were found in recent open flowers (Table II). FREITAS & SAZIMA (2001) reported viability of pollen grains close to 90% in this species. Such divergent results is probably due to cytoplasm stainability methodology that provides rough estimates, grain germination test would offer reliable results to this respect (KEARNS & INOUE, 1993). However, considering that in this work the same methodology was adopted for all samples, for a comparative perspective our data is valid. Comparisons of pollen in different aged flowers show that only recent open flowers have viable grains (Table I and Table II). In most species, pollen grains germinate better immediately after anther dehiscence, after that, grains are subject to ultraviolet light, to high or low temperature and to volatile compounds produced by plant, what reduce pollen viability (KEARNS & INOUE, 1993).

Stigma is sometimes receptive already in buds and receptibility may last for two days after anthesis (Table I and Table II). We observed that style size varies among individuals

Table I. Floral traits of *Esterhazyia macrodonta* (Scrophulariaceae) obtained in different times of the day.

Traits	6 am	9 am	12 pm	3 pm
Nectar sugar concentration	14.5% (n=3)	15.0% (n=3)	16.5% (n=3)	18.0% (n=3)
Pollen viability	30% (n=3)	20% (n=3)	21% (n=3)	26% (n=3)
Stigma receptibility	receptive (n=3)	receptive (n=3)	receptive (n=3)	receptive (n=3)

and even among flowers in the same plant. Short styles have anthers' size and in long ones, stigma is located 0.5 cm upper the anthers. FREITAS & SAZIMA (2001) also reported variability in style size and suggested a protandrous system, inferred by an elongation of the style, which is initially shorter than the anthers. Our observations, however, indicates that style size does not change over time as both short and long style were found in recent opened flowers. Style size variation not related to flower age was reported in *E. splendida* by ORMOND *et al.* (1998) who suggested that this characteristics is associated with pollination system, as short style may promote high proportion of self-pollination and long ones may favor cross-pollination. This seems to be an advantageous mixed pollination system and may be occurring in *E. macrodonta* as well.

Floral visitors

Flowers were commonly visited from 6:50 am until 5:30 pm by the hummingbird *Colibri serrirostris* VIEILLOT, 1816 (Figure 1), especially a single male, which it was frequently observed defending the patch, attacking other hummingbirds. The female visits were only recorded twice, both in early morning. The frequently visits reported here diverge from FREITAS & SAZIMA (2001) work, which showed scarcely visits of hummingbirds in this plant species. Those authors suggested that other adjacent plant species could represent the main nectar source for hummingbirds in their study site. At Pai Inacio's hill, however, *E. macrodonta* flowers probably represent an important resource for its visitors, due to its



Figure 1. *Colibri serrirostris* visiting *Esterhazyia macrodonta* flowers (picture from the web site: <http://www.arthurgrosset.com/sabirds/photos/colser5152.jpg>)

abundance or to the reduced presence of other nectar plants. We observed that hummingbirds normally visited all open flowers from a plant and then moved to the nearest plant. The visits were very fast. Closer observations could not be done, but because of the flower morphology, we believe that during the visit it probably touched the flower's reproductive organs with its crown.

Individuals of a stingless eusocial bee species *Geotrigona subterranea* (Friese, 1901) were observed on *E. macrodonta* flowers from 8:00 am until 4:00 pm, they usually went straight to the anthers and collect great amounts of pollen. The evaluated patch is located in a very windy place and it seems that abundant trichomes in anthers help the bee land and hold on the flower. It sometimes stays more than 1 minute visiting the flower and after that usually goes to the nearest one. It is surprising that this bee visited intensively *E. macrodonta* flowers as this species floral morphology does not suggest attractiveness to small bees. These bees are usually effective pollinators on short-tubed small flowers, generally less than 1 cm, white to cream colored and with low or absent nectar production (ENDRESS, 1994). In larger flowers these bees are considered pollen robbers in many cases (HEARD, 1999), because of their small size, they may not be able to transfer pollen to stigma while looking for pollen in the anthers. But, that is not the case of *E. macrodonta*, as close observations showed that *G. subterranea* almost always touched the stigma with its body (legs and ventral part of abdomen), especially in flowers in which style showed approximately anthers' size. Moreover, individuals of this bee species carried lots of *E. macrodonta* pollen grains in their bodies.

Other insects were recorded visiting *E. macrodonta* flowers. Small beetles were commonly found inside the flowers using it as mating or hiding site, and occasionally were found on the reproductive organs. Few grasshoppers were also observed on the flowers, usually feeding on pollen. Two unidentified species of butterflies were recorded. While looking for nectar they sometimes touched the flower's reproductive organs with the top edge of the wing. But two analyzed specimens were carrying very few pollen grains, including grains from another plant species. Moreover, the exotic and eusocial bee *Apis mellifera* Linnaeus,

Table II - Floral traits of *Esterhazyia macrodonta* (Scrophulariaceae) in different aged flowers

Traits	Buds	Recent open flower	Old flower
Nectar sugar concentration	9% (n=4)	16% (n=12)	19% (n=5)
Pollen viability	0% (n=3)	24% (n=12)	one day = 0% (n=3) two days = 0% (n=2)
Stigma receptibility	not receptive (n=5) receptive (n=5)	receptive (n=12)	one day = receptive (n=3) two days = not receptive (n=2)

1758 and the solitary bee *Megachile iheringi* Schrottky, 1913 were recorded once and three times, respectively. They were few *E. macrodonta* pollen grains in their bodies and also grains from other plant species. All these insect species were considered eventual floral visitors or pollinators of minor importance.

We conclude that *E. macrodonta* exhibits adaptations to hummingbird visits, inferred from nectar and morphological characteristics, and probably *C. serrirostris* is an efficient pollinator. In spite of that, minor morphological features, as the differences in style sizes, may be related to an alternative pollination system. It is possible that short style flowers favor small bees as pollinators, but further investigations seems to be necessary.

Acknowledgements

We thank Lygia Funch (Universidade Estadual de Feira de Santana) for identification of plant species studied. This work is part of The Pollination Ecology Course sponsored by Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, IB / UFBA, Brazil and University of Guelph, Canada.

References

- BUCHMANN, S.L. & Nabhan, G.P. 1996 *The forgotten pollinators*. Island Press.
- DAFNI, A. 1992 *Pollination ecology: a practical approach*. IRL Press of Oxford University Press, Oxford, UK.
- ENDRESS, P.K. 1994 *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University Press.
- FREITAS, L. & SAZIMA, M. 2001 Nectar features in *Esterhazyia macrodonta*, a hummingbird-pollinated Scrophulariaceae in Southeastern Brazil. *Journal of Plant Research*, 114, 187-191.
- Goss, C.L. 1993 The breeding system and pollinators of *Melastoma affine* (Melastomataceae); a pionner shrub in tropical Australia. *Biotropica*, 25, 468-474.
- HEARD, T.A. 1999 The role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review Entmology*, 44, 183-206.

KEARNS, C.A. & INOUE, D.W. 1993 *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado. Niwot Ridge, CO, USA.

LANGE, R.S. & SCOTT, P.E. 1999 Hummingbird and bee pollination of *Penstemon pseudospectabilis*. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 126, 99-106.

ORMOND, W.T., LIMA, H.A., PINHEIRO, M.C.B. & OLIVA, R.G. 1998 Biologia floral e da reprodução de *Esterhazyia splendida* Mikan (Scrophulariaceae). *Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Botânica*, 105, 1-12.

WASER, N.M., CHITTKA, L., PRICE, M.V., WILLIAMS, N.M. & OLLERTON, J. 1996 Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology*, 77, 1043-1060.

Estudo da Polinização de *Periandra coccinea* em Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia

Larissa Corrêa do Bomfim Costa
Cristiana. B. N. Costa
Roy Funch

O gênero *Periandra* (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae) inclui 13 espécies e três variedades. Apresenta distribuição neotropical, sendo encontrada especialmente em campos rupestres e cerrados (FUNCH & BARROSO, 1999). *Periandra coccinea* (Schrad.) Benth. é uma espécie trepadeira que ocorre frequentemente em ambientes perturbados, ao longo de estradas e caminhos, sendo conhecida popularmente como estradeira. Apresenta grande capacidade de reprodução vegetativa, formando grandes manchas locais.

As flores de *Periandra coccinea* são bissexuais e apresentam corola papilionácea, zigomorfa de cor vermelha intensa com produção de néctar. Segundo ENDRESS (1994) e FAEGRI & VAN DER PIJL (1979), características florais como coloração vermelha, flores pêndulas, grande quantidade de néctar, flores solitárias, ausência de odor, são características relacionadas com a síndrome floral de Ornitofilia. Embora espécies da subfamília Papilionoideae sejam um grupo predominantemente polinizado por abelhas, a Ornitofilia também é bastante comum. Entretanto, para ARROYO (1981), o gênero *Periandra* parece ser inteiramente adaptado à polinização por abelhas do gênero *Xylocopa*. Algumas características florais como plataforma de pouso, produção de néctar, antese diurna e floração constante, são características da síndrome de Melitofilia.

Observações prévias registraram uma baixa formação de frutos e de sementes viáveis nesta espécie, em relação ao número de flores produzidas. A baixa formação de frutos pode estar vinculada à deficiência no processo de polinização, à baixa frequência de polinizadores, à distribuição e sistema reprodutivo da planta, à danos florais por visitantes pilhadores, entre outros fatores.



Figura. 1. Flor papilionácea de *Periandra coccinea* (Roy Funch)

Com base no exposto, o presente trabalho tem como objetivo conhecer os visitantes florais e polinizadores potenciais de *Periandra coccinea*, relacionando sua freqüência e comportamento de forrageio com a biologia floral e sistema reprodutivo da planta. Dessa forma, pretende-se verificar o sistema de polinização desta espécie bem como, com base nos dados coletados, prover explicações para a baixa formação de frutos e de sementes viáveis na área de estudo.

Material e Métodos

O presente estudo foi conduzido no período de 26 a 30 de abril de 2003 nos arredores da cidade de Lençóis, Bahia, Brasil, região da Chapada Diamantina. A Chapada Diamantina apresenta clima mesotérmico tipo Cwb, na classificação de KÖPPEN (1948), com temperatura média que não ultrapassam 22°C no mês mais quente, entre outubro e fevereiro. A precipitação média anual varia entre cerca de 830 mm a 1192 mm (GIULIETTI *et al.*, 1996).

A rica flora da Chapada Diamantina é consequência não só das condições climáticas especiais da região, mas também do substrato em que cresce. Nas áreas de depressão, em condições climáticas mais secas, encontra-se a vegetação de Caatinga. Nas encostas orientais ocorrem diferentes tipos de florestas que se associam nas áreas mais elevadas com vegetações abertas de diferentes fisionomias especialmente o Cerrado e o Campo Rupestre (GIULIETTI *et al.*, 1996).

O experimento foi realizado com três populações distintas: a primeira, próxima ao poço da água branca (Parque Municipal de Lençóis), a segunda, no caminho que leva aos poços das lavadeiras na margem do rio Lençóis e a terceira, em uma propriedade particular, na Chácara do Bonfim.

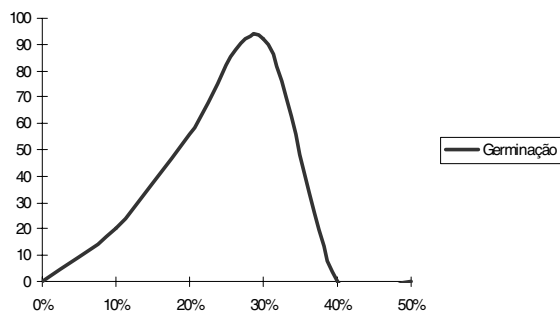


Figura. 2. Porcentagem de germinação do grão de pólen de *Periandra coccinea* em diferentes

O sistema reprodutivo foi verificado em campo através de experimentos de polinização manual de autopolinização e polinização cruzada. Os tratamentos foram realizados em flores previamente ensacadas. A polinização cruzada foi realizada utilizando pólen de diferentes populações. Além das polinizações manuais, outras flores foram ensacadas sem nenhum tratamento (controle) para verificar a ocorrência de autopolinização

espontânea (BAWA, 1974). Também foi marcado um grupo controle para observar a formação de frutos naturalmente.

A formação total de frutos dos tratamentos foi acompanhada posteriormente.

O horário de antese, duração das flores e disponibilidade do pólen foram acompanhados em campo. A receptividade estigmática foi determinada em campo através de observação do estigma com lupa de mão (10x), utilizando-se peróxido de hidrogênio (H_2O_2), segundo o método descrito por DAFNI (1992). A quantificação do néctar foi acompanhada em três diferentes horários (manhã, meio dia e final da tarde) e sua concentração de açúcar foi analisada com auxílio de um refratômetro. Danos florais que atingissem as estruturas reprodutivas foram computados em campo. Algumas flores foram levadas para laboratório onde se verificou a viabilidade polínica utilizando vermelho neutro a 1% e a presença de lipídios com auxílio de SUDAM IV. Os grãos de pólen foram colocados para germinar em diferentes concentrações de sacarose (10%, 20%, 30% 40%, 50%) para se conhecer seu potencial germinativo. A presença de osmóforos foi verificada com vermelho neutro a 1%.

Foram registrados o comportamento dos visitantes na flor, recurso procurado (néctar e/ou pólen) e horário da visita. A análise do comportamento e freqüência do visitante na flor foi realizada mediante observações diretas em diferentes períodos do dia (entre 06:00h e 17:00h).



Figura 3. Inseto roubando néctar das flores de *Periandra coccinea* através de perfurações realizadas nas sépalas. (Roy Funch)

Resultados

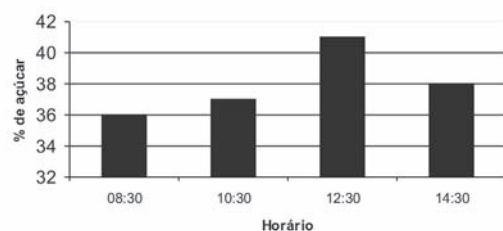


Figura 4. Concentração de açúcar no néctar de *Periandra coccinea* em diferentes horários do dia.

Periandra coccinea (Schrad.) Benth. (Figura 1) apresenta flores vermelhas com 5 cm de comprimento, antese diurna iniciando entre 7:00 e 11:00h. O estigma encontra-se receptivo e o pólen disponível já no período de antese. A duração da flor é de um dia. A viabilidade polínica é de 98% e a concentração ótima de açúcar para germinação do pólen é de 30% (Figura 2). Foi registrada pequena quantidade de lipídios na superfície do grão de pólen. Não foi detectada a presença de odor e de osmóforos em suas flores.

Na amostragem de flores danificadas naturalmente ou por interferência de visitantes pilhadores (Figura 3), foram encontradas 8% de flores com algum tipo de dano nas estruturas reprodutivas.

A quantidade de néctar medida nas flores sem ensacamento prévio variou de 5,3 μ L, no período da manhã, a 0 μ L, no final da tarde. A concentração de açúcar no néctar também variou estando mais concentrado no final da manhã e início da tarde (Figura 4).

Durante o período de observação dos visitantes florais, foi registrada a visita de apenas uma espécie de beija-flor, *Amazilia fimbriata* que, ao coletar néctar insere a cabeça próximo à quilha da flor, suspendendo-a. Neste movimento, os estames e estigma são expostos e passam a tocar na cabeça do beija-flor, favorecendo a polinização. *Amazilia fimbriata* foi a única espécie visitante com potencial para realizar a polinização em *P. coccinea* (Figura 5). O principal horário de visita foi entre 10 e 11h com baixa frequência de visitação no final da tarde. Ocorreu a formação inicial de frutos em experimentos de autopolinização e polinização cruzada, e pequena produção de frutos por autopolinização espontânea (Tabela I). A formação inicial de frutos no grupo controle foi de 24 %.

Discussão

Periandra coccinea (Schrad.) Benth. floresce e frutifica entre abril e julho (FUNCH & BARROSO, 1999) e reúne aspectos florais característicos de síndrome de melitofilia e ornitofilia. Segundo ARROYO (1981), muitas leguminosas papilionáceas ornitófilas teriam evoluído diretamente de espécies

melitófilas. Esta autora, afirma que o gênero *Periandra* parece ser inteiramente adaptado à polinização por abelhas grandes como *Xylocopa*, com exceção de *P. heterophylla* que é polinizada por pássaros. Apesar de apresentar plataforma de pouso, produção de néctar, antese diurna, características que são relacionadas com polinização por abelhas, *P. coccinea* possui flores vermelhas com grande quantidade de néctar e alta concentração de açúcar, ausência de odor, flores solitárias que são características relacionadas com a síndrome de Ornitofilia, condição confirmada pelas observações de campo em que foi visto apenas beija-flor como visitante floral de *P. coccinea*, como foi previamente observado por FUNCH. (comunicação pessoal).

Segundo FUNCH & BARROSO (1999), em revisão taxonômica do gênero *Periandra*, *P. coccinea* e *P. heterophylla* estão reunidas no mesmo subgênero *Coccinea*. Estas espécies apresentam

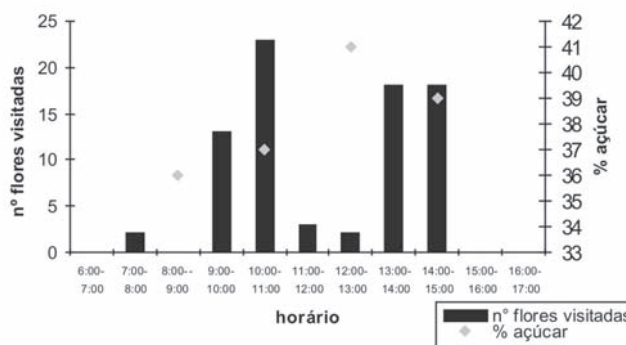


Figura 5. Frequência de visita do beija-flor em diferentes

Tabela I. Resultado dos experimentos de polinização em *Periandra coccinea*.

Tratamentos	Autopolinização % (Fr/FI)	Polinização cruzada % (Fr/FI)	Autopolinização espontânea % (Fr/FI)	Controle % (Fr/FI)
<i>Periandra coccinea</i>	60 (6/10)	66,6 (10/15)	21,4 (14/3)	24 % (25/101)

grandes avanços nos caracteres polínicos que parecem estar relacionados com adaptações ao modo de polinização, provavelmente, ornitofilia (FUNCH & EATANABE, 1994).

Para VOGEL (1990), a radiação de uma flor se efetua em vários subníveis, como mecanismos para promover a xenogamia, mecanismos de incompatibilidade, modos especiais de deposição do pólen sobre o vetor, aspecto da corola, entre outros. Estas variações dependem da arquitetura floral e, portanto, da posição taxonômica da espécie.

A espécie *Amazilia fimbriata* apresentou maior visitação às flores de *P. coccinea* no período do final da manhã e início da tarde, coincidindo com o período de maior concentração de açúcar no néctar. Devido ao fato das flores não terem sido ensacadas para acompanhamento da quantidade de néctar ao longo do dia, a redução do volume a partir das 10:00h pode estar relacionada ao fato de maior visitação nesse período.

P. coccinea é, provavelmente, uma espécie autocompatível com base nos dados preliminares obtidos. Segundo ARROYO (1981), comparando as três sub-famílias de Leguminosae, auto-incompatibilidade é proporcionalmente menos freqüente em Papilionoideae.

Devido ao curto período de observação do processo de frutificação, não se pode inferir conclusões definitivas a respeito do sistema reprodutivo de *P. coccinea*. Apesar da formação inicial de frutos visualizada pelo inicial desenvolvimento do ovário, esta espécie pode apresentar auto-incompatibilidade tardia (GIBBS, 1990), que pode formar frutos sem sementes viáveis. Uma possível explicação para a baixa formação de frutos e sementes perfeitas seria a presença de auto-incompatibilidade tardia em *P. coccinea*, aliada à um forrageio inapropriado do polinizador, que deve realizar transferência de pólen entre flores da mesma mancha realizando a autopolinização.

Estudos de campo complementares serão necessários para um melhor entendimento do mecanismo de polinização e da biologia reprodutiva de *P. coccinea*.

Referências

- ARROYO, M.T.K. 1981. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. *In* Advances in legume systematics, POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. (eds.), v. 2. Royal Botanic Gardens, Kew. p. 723-769.
- BAWA, K.S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland community. *Evolution*, 28:85-92.
- GIULIETTI, A. M.; QUEIROZ, L. P. & HARLEY, R.M. 1996. Vegetação e flora da Chapada Diamantina, Bahia. Anais 4ª reunião especial da SBPC. Feira de Santana, Bahia, Brasil: 144-156.
- DAFNI, A. 1992. *Pollination Ecology – A practical approach*. Oxford University Press, New York. 250p.
- ENDRESS, P.K. 1996. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge tropical biology series. Great Britain: Cambridge Univ. Press, 511p. III.
- FUNCH, L.S. & BARROSO, G.M. 1999. Revisão taxonômica do gênero *Periandra* Mart. Ex Benth. (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae). *Revista. Brasil. Bot.*, 22(3): 339-356.
- FUNCH, L.S. & EATANABR, H. M. 1994. Morfologia dos grãos de pólen do gênero *Periandra* Mart. Ex Benth. (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae). *Revista. Brasil. Bot.*, 17(2): 105-112.
- KOPPEN, W. 1948. *Climatologia con un estudio de los climas de la tierra* (transl. P. R. H. Peres), Fondo de Cultura e Economica, Mexico City, Mexico.
- FEAGRI, K. & VAN DER PIJL. 1979. *The principles of pollination ecology*. New York, Pergamon, 241p.
- GIBBS, P.E. 1990. Self-incompatibility in flowering plants: a neotropical perspective. *Revista Brasileira de Botânica*, 13: 125-136
- VOGEL, S. 1990. Radiacion adaptativa del síndrome floral em las familias neotropicales. *Boletin de La Academia de Ciencias*, 59:5-27.

Sistema de polinização em *Tibouchina barnebyana* Wurdack (Melastomataceae) - biologia floral e palinologia

Viviane da Silva-Pereira
Sandra Regina Capelari Naxara
Francisco Hilder Magalhães e Silva

Introdução

A família Melastomataceae é composta por cerca de 166 gêneros, os quais englobam entre 4200 e 4500 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais e apresenta grande diversidade de hábitos e ambientes ocupados (RENNER, 1983).

Os estudos sobre a ecologia da polinização de espécies de Melastomataceae realizados no Brasil se concentram na região sudeste (BAUGRATZ & SILVA, 1988; BORGES 1991), na Amazônia (RENNER, 1983, 1989, 1990) e na região nordeste (MELO & MACHADO 1996; MELO *et al.*, 1999). Estes e outros trabalhos (BUCHMANN, 1983; GROSS & MACKAY, 1998; LARSON & BARRETT, 1999) evidenciam que a família apresenta características da síndrome melitófila, especialmente nas espécies em que o pólen constitui o único recurso floral disponível. Como em outros grupos vegetais com anteras poricidas, a polinização se dá normalmente através de abelhas capazes de realizar o comportamento de vibração para coleta de pólen ("buzz pollination") (BUCHMANN, 1983).

Muitas espécies das tribos Meranieae, Bertolonieae, Microlicieae, Tibouchineae e Rhexieae, apresentam forte diferenciação morfológica entre as duas séries de anteras (RENNER, 1989). BUCHMANN (1983) argumenta que plantas que possuem heteranteria freqüentemente produzem, também, grãos de pólen dimorfos nas diferentes anteras. A este dimorfismo estão relacionadas variações na viabilidade, na forma, no tamanho, composição química e substâncias de reserva dos grãos de pólen (BUCHMANN 1983).

BUCHMANN (1983) também relata que algumas espécies de Melastomataceae, que apresentam flores rosas ou roxas e uma das séries de anteras de coloração amarela (contrastante com as pétalas), produzem pólen inviável, enquanto a outra série de antera, utilizada apenas como plataforma de pouso pelos visitantes, produziria o pólen destinado à reprodução. HUCHMANN MUELLER (1881, 1883; apud RENNER, 1989), foi o primeiro pesquisador a sugerir que esta diferença é resultante de uma divisão funcional entre as duas séries de

estames. Nesta divisão as anteras conspícuas funcionam como atrativo para os polinizadores e produzem grãos de pólen inviáveis, destinados apenas à alimentação das larvas dos visitantes, enquanto as anteras menos atrativas produzem pólen viável que é transferido a partir do contato com partes do corpo do polinizador não relacionadas à coleta e armazenamento do recurso, durante a visita. Esta idéia se difundiu rapidamente e é comumente mencionada como estratégia de polinização típica para várias espécies de Melastomataceae (VOGEL, 1978).

No presente trabalho foram conduzidos estudos do sistema de polinização e análise comparativa dos grãos de pólen produzidos nas duas séries de estames de *Tibouchina barnebyana* Wurdack, com objetivo de verificar uma possível divisão funcional entre os estames e a relação com o comportamento do polinizador.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na cidade de Lençóis (12°27'30"S e 41°27'56"W), localizada na Serra do Sincorá, porção central da Chapada

Diamantina, Bahia. Neste local a vegetação é típica de campos rupestres com a predominância do estrato herbáceo-arbustivo e com locais de vegetação arbórea desenvolvida.

A Chapada Diamantina é a porção baiana da Cadeia do Espinhaço, delimitada aproximadamente pelos paralelos 10°43'S e 14°20'S e pelos meridianos 40°40'W e 43°00'W e constituída por um conjunto de serras e regiões com altitude acima de 1000m. Embora os campos rupestres dominem a paisagem, de acordo com os gradientes altitudinais, edáficos e microclimáticos, são encontradas áreas de cerrados, caatingas e matas de galeria constituindo um verdadeiro mosaico vegetal.

A população de *Tibouchina barnebyana* Wurdack estudada está distribuída às margens dos rios Lençóis e Serrano, onde se encontra uma vegetação de mata ciliar com sinais de antropização e elementos de campos rupestres acompanhando o curso d'água.

Para a descrição do comportamento de visita, coleta de recursos florais e polinização foram realizadas observações focais em dois períodos: de 26 a 29 de abril de 2003 e de 23 a 25 de abril de 2004. Foram realizadas cerca de 5 horas de observação diária em diferentes horários sempre por dois pesquisadores, cobrindo o período de 5:30h e 16:00h. As abelhas visitantes foram coletadas diretamente nas flores, sacrificadas em acetato de etila, montadas, etiquetadas, identificadas e depositadas da coleção científica do Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas (LABEA), Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Foram realizadas observações do horário e processo de antese, duração média da flor e morfologia floral. A receptividade estigmática foi verificada no campo em diferentes períodos do dia, antes e depois da antese, utilizando peróxido de hidrogênio (DAFNI, 1992)

Foram coletados botões florais de diferentes indivíduos para análise do possível conteúdo lipídico dos grãos de pólen a partir de testes com Sudan e para verificação da presença de citoplasma nos grãos de pólen utilizando vermelho neutro a 1% (DAFNI, 1992). Foram avaliados cerca de 400 grãos de pólen em cada série de anteras, por indivíduo ($n = 4$).

Para o estudo da morfologia polínica dos grãos de pólen produzidos em cada série de anteras, foram coletados botões florais de cinco indivíduos. As anteras foram extraídas e submetidas ao método de acetólise de ERDTMAN (1960) para extração dos grãos de pólen e análise em microscopia óptica. Para estas análises foi utilizado um microscópio Zeiss modelo Axioskop 2 MC80 DX. Para tanto, os grãos de pólen foram incluídos em gelatina glicerizada, para montagem entre lâmina e lamínula e feitas medidas dos diâmetros dos grãos de pólen (equatorial e polar) em um prazo máximo de oito dias. Tais lâminas estão depositadas na palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal (LAMIV) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). As mensurações dos diâmetros dos grãos de pólen dos indivíduos tiveram tamanho amostral igual a 25. Todo o material foi documentado sob a forma de fotomicrografias, acompanhadas das



Figura 1. (A) Detalhe do hábito e hábitat de *T. barnebyana*. Detalhe da flor após antese (B) e senescente (C). (D) Coleta de pólen por *Augochloropsis callichroa*.

descrições palinológicas que seguiram a nomenclatura palinológica de PUNT *et al.* (1994). O material testemunho encontra-se depositado no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

Resultados

Tibouchina barnebyana Wurdack é uma espécie com hábito arbustivo-arbóreo podendo atingir até 4 metros de altura (Figura 1A). Apresenta flores pentâmeras, com pétalas roxas dispostas radialmente formando uma plataforma plana com 3-4cm de diâmetro. Possui 10 estames com a mesma coloração das pétalas, porém com a base branca no momento da antese e avermelhada quando senescente (Figura 1B-C). Os estames se apresentam alternadamente dimorfos em relação ao comprimento dos filetes formando duas séries de estames conspícuos e filiformes. As anteras são poricidas e deiscentes através de um único poro localizado na porção apical. O estilete é sigmoidal e apresenta estigma puntiforme.

A antese do botão floral ocorre entre 4 - 5:00h e as flores permanecem disponíveis à visitação por cerca de dois dias, embora a mudança da coloração na base dos filetes possa funcionar como sinalizador da senescência floral. O estigma permanece receptivo do momento da antese até a senescência da flor.

O único recurso floral oferecido aos visitantes é o pólen. Os grãos de pólen são coletados por movimentos vibratórios realizados por algumas espécies de abelhas grandes, são retirados ativamente através do poro apical, por abelhas menores, ou através do corte das anteras por abelhas pilhadoras. Foram registradas visitas legítimas, com transferência adequada do pólen entre as peças reprodutivas das plantas, realizadas por *Bombus (Fervidobombus) brevivillus* (Franklin, 1914) (Apidae) e por *Augochloropsis callichroa* (Cockerell, 1900) (Halictidae). As duas espécies diferiram quanto ao horário de visita, comportamento de coleta e contato com as peças florais.












Operárias de *Bombus brevivillus* são animais grandes e vigorosos e apresentaram vôos longos e forrageamento intenso. As visitas das operárias ocorreram principalmente no início da manhã (5:30h às 8:00h), coincidindo com o horário de antese. As abelhas visitam todas as flores disponíveis na planta e as visitas a cada flor duram em média 4 segundos (dp = 1.2 segundos, n = 11). O polinizador pousa na plataforma floral formada pela disposição das pétalas, se posiciona sobre as peças reprodutivas, se segura com o terceiro par de pernas na base das pétalas e realiza movimentos vigorosos na base dos estiletos com o primeiro e segundo par de pernas. Os estiletos são vibrados indistintamente, porém o pólen das duas séries de anteras é depositado diferentemente no corpo do polinizador. Os grãos de pólen liberados das anteras curtas permanecem aderidos na porção ventral do tórax e abdômen e são rapidamente recolhidos e armazenados nas corbículas, enquanto o pólen liberado pelas anteras longas é lançado





principalmente na porção lateral e dorsal do tórax e abdômen, sendo este pólen parcialmente recolhido pela abelha. Durante o movimento de vibração o estigma entra em contato com o pólen depositado principalmente na lateral do corpo do polinizador.

Indivíduos de *Augochloropsis callichroa* são abelhas de pequeno porte que visitam ativamente as flores de *Tibouchina barnebyana* para a coleta de pólen (Figura 1 D). As abelhas permanecem na mesma planta por longo período, as visitas às flores duram cerca de 20 segundos e se concentram entre 11:00 e 15:00h. Os visitantes exploram todas as anteras indistintamente, realizando o mesmo comportamento em ambas as séries (anteras longas e curtas), utilizando como plataforma de pouso a própria antera. As abelhas pousam no ápice da antera e retiram os grãos de pólen através do poro apical com o auxílio das garras das pernas anteriores e também da glossa, ou, algumas vezes se seguram na base da antera e realizam movimento de vibração na porção terminal, liberando pequenas quantidades de pólen que é recolhido e armazenado nas escopas localizadas nas coxas das pernas medianas e posteriores. Na maioria das visitas observadas, as abelhas pousaram no estigma, realizaram comportamento semelhante ao de coleta de pólen e rapidamente passaram para outra antera continuando a coleta, possivelmente realizando a transferência dos grãos de pólen por engano.

Em relação ao conteúdo polínico, foram verificadas pequenas gotas de lipídios nos grãos de pólen, não tendo sido observadas diferenças de conteúdo entre as duas séries de anteras. Da mesma forma, foi verificada alta taxa de viabilidade polínica, com valores percentuais de grãos de pólen com citoplasma acima de 98%, tanto em anteras longas quanto em anteras curtas.

Tabela 1: Distribuição dos tipos de aberturas nos grãos de pólen nos dois tipos de anteras dos seis indivíduos analisados de *T. barnebyana* Wurdack.

Anteras curtas	DP	DE	DEp	Anteras longas	DP	DE	DEp
	21,3	18,8	18,5		21,9	16,9	17,2
	20,9	15,4	16,2		21,6	16,4	16,6
	22,9	18,1	18,0		22,5	17,2	17,3
	-	-	-		-	-	-
	20,7	23,1	22,0	-	-	-	-
	24,1	22,8	22,2		22,6	22,4	22,8

DP = Diâmetro polar.		=		=		=	
DE = Diâmetro equatorial.		Colpo		Cólporo		Colporóide	
DEp = Diâmetro equatorial polar. Valores em µm.							

A análise morfológica do pólen revelou uma grande variedade polínica. Foi observada a presença de grãos de pólen pequenos a médios, esféricos a subprolatos, isopolares, amb circulares a subtriangulares, 6-colpados, 3-colpados-3-colporados e 3-colpados-3-colporoidados (Tabela I). Nos grãos de pólen com aberturas compostas estas se alternam com as aberturas simples e as ectoaberturas daquelas são estreitas, com margens paralelas e alongadas até o apocolpo. Neste, tais ectoaberturas apresentam suas extremidades mais próximas entre si quando comparadas às distâncias das extremidades das aberturas simples - colpos. As endoaberturas também são variáveis, pois nos cólporos apresentam formas definidas (retangulares, quadrangulares ou em forma de borboleta), enquanto nos colporóides isso não ocorre. Em todos os indivíduos analisados foi observada a presença conjunta de grãos de pólen com aberturas simples (colpo) e compostas (cólporos ou colporóides). No entanto, a proporção dos diferentes tipos variou em relação às anteras (longas ou curtas) dos indivíduos. A ornamentação também se mostrou variável, tendo sido encontrados indivíduos com grãos de pólen psilados e outros com grãos de pólen rugulados.

Os diferentes tipos de grãos de pólen encontrados nas duas séries de anteras foram interpretados como variação morfológica intraespecífica, não tendo sido detectado um padrão definido para os diferentes tamanhos de anteras.

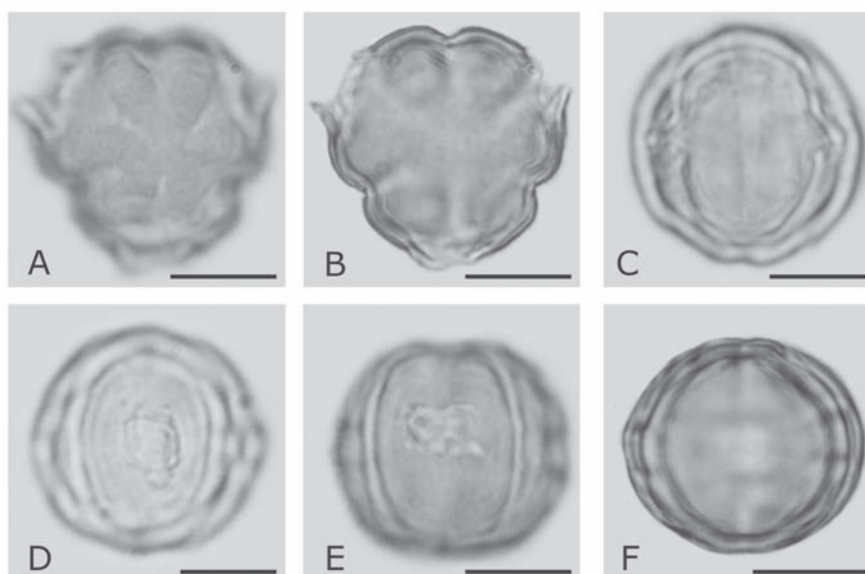


Figura 2. (A) Grão de pólen em Vista Polar (VP), superfície. (B) Grão de pólen em VP, estrutura da exina. (C) Grão de pólen em Vista Equatorial (VE), detalhe do colpo. (D) Grão de pólen em VE, detalhe do cólporo. (E) Grão de pólen VE, detalhe do colporóide. (F) Grão de pólen em VE, estrutura da exina. Obs.: Nas figuras 2A, 2B, 2E e 2F os grãos de pólen estão avermelhados devido à coloração com safranina. Barra = 10 m.

Discussão

Bombus brevivillus foi considerado o principal agente polinizador de *Tibouchina barnebyana*, realizando transferência eficiente dos grãos de pólen entre as flores. *Augochloropsis callichroa* foi considerada polinizadora secundária pois, apesar de coletar efetivamente o pólen disponível em *T. barnebyana* realiza a transferência dos grãos entre as partes reprodutivas de forma ocasional e acidental. Ademais, o longo tempo de permanência destes indivíduos na mesma planta e as visitas seqüenciais às flores vizinhas podem contribuir para maiores taxas de autopolinização. Aspectos reprodutivos na família Melastomataceae têm sido levantados por diversos pesquisadores brasileiros, apontando para alta diversidade de sistemas reprodutivos e freqüente ocorrência de espécies apomíticas (MELO & MACHADO, 1996; GOLDENBERG & SHEPHERD, 1998; OLIVEIRA, 1991).

Diferentemente das espécies que apresentam uma das séries de anteras amarelas e atrativas para os polinizadores, onde estes concentram suas coletas (BUCHMANN, 1983; LARSON & BARRETT, 1999), a espécie por nós estudada apresenta as duas séries de anteras de mesma coloração, seguindo o mesmo padrão de cor das pétalas e não compõem um padrão de coloração contrastante. Considerando os altos valores percentuais de viabilidade polínica nas duas séries de anteras em *T. barnebyana* e comparando-os com os valores encontrados em outras espécies, a exemplo de *Melastoma malabathricum* L., cuja viabilidade é baixa em uma das séries de anteras e alta na outra (BUCHMANN, 1983), concluímos que não há produção diferenciada de grãos de pólen na mesma flor.

Em descrições recentes de grãos de pólen de espécies de *Tibouchina* (MELHEM *et al.* 2003; CARREIRA & BARTH 2003), os mesmos são descritos com ornamentação do tipo ondulada, ondulada-estriada, finamente ondulada ou psilada, variando segundo a espécie. Quanto às aberturas, estas são descritas como heterocolpadas, mantendo o padrão 3-colporadas-3-pseudocolpadas. Assim, as variações aqui encontradas para *T. barnebyana* em relação às aberturas e ornamentação nunca foram descritas para nenhuma outra espécie do referido gênero. Este fato pode ser decorrente de estudos pouco detalhados dos grãos de pólen de *Tibouchina*, uma vez que variações desta natureza também foram observadas por SANTOS *et al.* (1997) dentro e entre espécies do gênero *Ossaea* DC. Segundo estes autores, algumas características polínicas se subdividem entre os dois tipos de grãos de pólen em que se apresentam: viáveis e inviáveis. Como a grande maioria dos grãos de pólen de *T. barnebyana* se mostraram viáveis e também variáveis morfológicamente, tal variação pode ser decorrente de um evento de dimorfismo ou polimorfismo, referido por KÖHLER (1976) para outras famílias e que pode estar relacionado com eventos de hibridação.

Alguns aspectos levantados neste trabalho, como a coleta indistinta do pólen produzido nas duas séries de anteras pelos polinizadores, as altas taxas de viabilidade polínica, ausência de um padrão morfológico exclusivo de cada antera em *T. barnebyana*, corroboram a hipótese de que não há divisão funcional entre as séries de estames.

Verificamos que os grãos de pólen coletados pelas abelhas tanto podem ser destinados ao provisionamento alimentar das crias quanto para a polinização da planta.

Agradecimentos

Dr. Peter G. Kevan e Dra. Blandina F. Viana pelas sugestões durante o trabalho; Edinaldo L. das Neves pela identificação dos visitantes florais; Andréa Karla A. dos Santos pela identificação do material botânico.

Referências

- BAUMGRATZ, J.F.A. & SILVA, N.M.F. 1988. Ecologia da polinização e biologia reprodução de *Miconia stenostachya* DC. (Melastomataceae). *Rodriguesia*, 64/66: 11-23.
- BORGES, H.B.N. 1991. Biologia reprodutiva de quatro espécies de Melastomataceae. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BUCHMANN, S.L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. In *Handbook of experimental pollination biology*, Jones, C.E. & Little, R.J. (eds.). New York: Van Nostrand Reinhold Company, pp. 73-113.
- CARREIRA, L.M.M. & BARTH, O.M. 1996. Atlas de pólen da vegetação de canga da Serra de Carajás, Pará, Brasil. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi. (Coleção Adolpho Ducke).
- DAFNI, A. 1992. *Pollination Ecology - A practical approach*. Oxford University Press. 250pp.
- ERDTMAN, G. 1960. The acetolysis method, a revised description. *Svensk Bot. Tidskr.*, 54: 561-564.
- GOLDENBERG, R. & SHEPHERD, G.J. 1998. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in "cerrado" vegetation. *Plant Systematics and Evolution*, 211: 13-29.
- GROSS, C.L. & MACKAY, D. 1998. Honeybees reduce fitness in the pioneer shrub *Melastoma affine* (Melastomataceae). *Biological Conservation*, 86: 169-178.
- KÖHLER, E. 1976. Pollen dimorphism and heterostyly in the genus *Walteria* L. (Sterculiaceae). In I.K. FERGUSON and J. MULLER (eds) *The evolutionary significance of the exine*. Linnean Society Symposium Series, London.
- LARSON, B.M.H. & BARRETT, S.C.H. 1999. The pollination ecology of buzz-pollinated *Rhexia virginica* (Melastomataceae). *American Journal of Botany*, 84: 502-511.
- MELHEM, T.S., CRUZ-BARROS, M.A.V., CORRÊA, A.M.S., MAKINO-WATANABE, H., SILVESTRE-CAPELATO, M.S.F. & ESTEVES, V.L.G. 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica*, n. 16.

- MELO, G.F.A. & MACHADO, I.C. 1996. Biologia da reprodução de *Henriettea succosa* DC. (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biologia*, 56: 383-389.
- MELO, G.F.A., MACHADO, I.C. & LUCEÑO, M. 1999. Reprodución de tres especies de *Clidemia* (Melastomataceae) en Brasil. *Revista de Biología Tropical*, 4: 359-363.
- OLIVEIRA, P.E.A.M. 1991. The pollination and reproductive biology of a cerrado woody community in Brazil. Ph.D. Thesis, University of St. Andrews, UK.
- PUNT, W., BLACKMORE, S., NILSSON, S., LE THOMAS, A. 1994. Glossary of pollen and spore terminology. Utrecht: LPP Foundation, 71p.
- RENNER, S.S. 1983. The widespread occurrence of anther destruction by *Trigona* bees in Melastomataceae. *Biotropica*, 15: 257-267.
- RENNER, S.S. 1989. A survey of reproductive biology in neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 76: 496-518.
- RENNER, S.S. 1990. Reproduction and evolution in some genera of neotropical Melastomataceae. *Memories of the New York Botanical Garden*, 55: 143-152.
- SANTOS, F.A.R., SOUZA, M.L.D, MAKINO-WATANABE, H., BORGES, H.B.N & GOLDENBERG, R. 1997. Palinotaxonomia de espécies brasileiras do gênero *Ossaea* DC. (Melastomataceae). *Polibotánica*, 5: 1-12.
- VOGEL, S. 1978. Evolutionary shifts from reward to deception in pollen flowers. In *The pollination of flowers by insects*. Linnean Soc. Symp. Series, 6: 89-96.

Biologia Floral de *Passiflora cincinnata* Mast. no morro do pai Inácio, Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia.

Sérgio Bastos

A família Passifloraceae é nativa dos trópicos e subtropicais. No Brasil ocorrem três gêneros: *Mitostemma*, *Tetrastylis* e *Passiflora* (CERVIR, 1986), sendo o último o maior deles, com cerca de 200 espécies (SEMIR & BROWN, 1975).

Estudos realizados sobre a biologia floral e polinização de diversas espécies de *Passiflora* constataram a predominância de melitofilia e de ornitofilia neste gênero (JANZEN, 1968; SNOW, 1982; MAY & SPEARS, 1988) sendo registrada somente uma espécie quiropterófila (SAZIMA & SAZIMA, 1978).

Apresentamos aqui um estudo sobre alguns aspectos da biologia floral de *Passiflora cincinnata* (Mast., 1868).

Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado em uma área de campo rupestre no morro do Pai Inácio, localizado no município de Palmeiras (18° 27' 38" S, 41° 28' 44" W), Parque Nacional da Chapada Diamantina na Bahia, durante um Curso de Campo sobre Ecologia



Figura 1. Flor de *Passiflora cincinnata*. (foto: Emerson L.)

da Polinização. Durante os dias 26 e 28-30 de abril de 2003 foram feitas observações diurnas para analisar: o tempo de abertura da flor, apresentação de pólen e néctar, a receptividade estigmática (peróxido de hidrogênio), porcentagem de pólen com protoplasma (azul de metileno), produção de néctar e concentração de açúcar (refratômetro), os visitantes florais e seu comportamento de forrageio.

Resultados

Passiflora cincinnata possui flores lilás-claro, com os filamentos longos da corona violeta-claro a violeta escuro (Figura 1). A abertura do botão floral é do tipo “explosiva” como a observada por SAZIMA & SAZIMA (1978) em *Passiflora mucronata*. A antese é assincrônica, as flores abriam (06:20-07:50) e fecharam (18:25). O estigma apresenta-se receptivo desde o início da antese até o seu encerramento. O pólen está disponível durante toda antese. No início da antese 100% dos grãos de pólen apresentaram citoplasma, enquanto que ao meio e final do dia os polens inviáveis foram 8,91 e 17,49% respectivamente. O volume de néctar durante as primeiras e últimas horas do dia, foi muito baixo (<1%), aumentando a produção por volta das 10:00h até as 13:00h quando atinge um valor muito baixo.

A variação da concentração de néctar e aminoácidos é relativamente igual durante as 10:00 e as 13:00h (41 e 42% para açúcares), período em que houve maior produção; no néctar foi de 17%. As flores de *P. cincinnata* foram visitadas por quatro espécies de abelhas *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793); *Centris fuscata* Lepeletier, 1841; *Centris sponsa* Smith, 1854; *Centris longimana* Fabricius, 1804; *Centris maranhensis* Ducke, 1910; *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789), Também, duas espécies de formigas e um colibri foram observadas visitando as flores de *P. cincinnata*.

Discussão

Embora as abelhas do gênero *Trigona* sejam os visitantes mais freqüentes de *P. cincinnata*, essas abelhas podem polinizar as flores ocasionalmente devido ao seu pequeno tamanho (por isso, elas podem ou não entrar em contato com as partes reprodutivas). Esse mesmo comportamento foi observado por SAZIMA & SAZIMA (1997) com a abelha

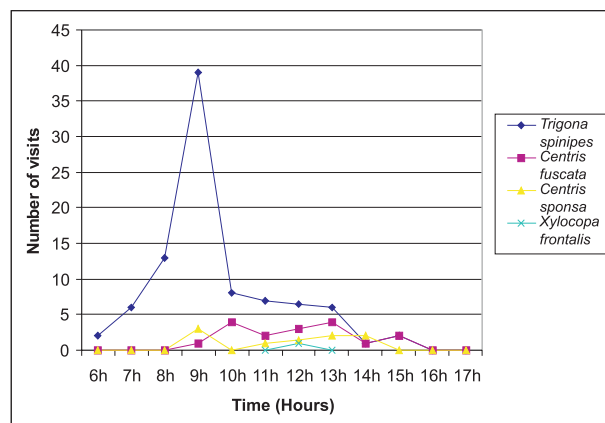


Figura 2. Gráfico de visitantes florais

Centris sp. em *Passiflora amethystina*. A abelha do gênero *Xylocopa* são os polinizadores de *P. cincinnata* embora realizem visitas em menor frequência que as *Trigona*. Essas abelhas possuem dimensões compatíveis com a morfologia da flor e por isso entram em contato com os órgãos reprodutivos da flor com o dorso do tórax. Mesmo apresentando um número regular de visitas as abelhas dos gêneros *Centris* são menores que as estruturas reprodutivas das flores, porém eventualmente essas abelhas podem entrar em contato com o estigma.

Referências

- CERVIR, A. C. 1986. Passifloraceae. In Flora do Estado de Goiás, vol. 7, (J. A. Rizzo, ed.), Goiânia, p. 1-44.
- JANZEN, D. H. 1968. Reproductive behaviour in the Passifloraceae and some of its pollinators in the Central America. Behaviour, 32:33-48.
- KOSCHNTZKE, C. & SAZIMA, M. 1997. Biologia floral de cinco espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) em mata semidecídua. Rvta. brasil. Bot., 20:119-126.
- MAY, P.G. & SPEARS JR., E. E. 1988. Andromonoecy and variation in phenotypic gender of *Passiflora incarnata* (Passifloraceae). Am. J. Bot., 75:1830-1841.
- SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1978. Bat pollination of the passion flower *Passiflora mucronata* in the southeastern Brazil. Biotropica, 10:100-109.
- SEMIR, J. & BROWN JR., K. S. 1976. Maracujá: a flor da paixão. Revta. Geog. Univ., 2:40-47.
- SNOW, A. A. 1982. Pollination intensity and potencial seed set in *Passiflora vitifolia*. Oecologia, 55:231-237.

Daily Patterns of Foraging in Displaced *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae)

Victoria Wojcik
Lílian Santos Barreto
Favizia Freitas de Oliveira
Marina Siqueira de Castro

The stingless bee *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 occurs naturally in the Atlantic forests of North-eastern Brazil. Outside of this natural range three colonies are registered in the Chapada Diamantina, Lençóis, Bahia (CASTRO, personal inf.). Like all species of stingless honeybees, there is a division of labour in colony activities. Complex coordinations of activities are responsible for the proper functioning of the hive and include, brood care, queen attendance, waste removal and food collection. The frequency and occurrence of food collection in the colony is an activity that can be observed from the exterior of the hive without disturbing the colony.

For *M. scutellaris*, food sources are plant nectars and pollen. The rate at which the colony collects these resources can be determined by examining incoming bees as they enter the hive. Those with pollen attached to their corbicula have obviously foraged for pollen. Those that do not have any significant pollen on their body can be assumed to be carrying nectar in their crop. Through the analysis of incoming foraging bees the daily foraging patterns of the displaced *M. scutellaris* colonies will be assessed. The goal of this data collection is to first outline the daily foraging activity of these bees, which are out of their natural range. Patterns of foraging in displaced *M. scutellaris* has not yet been studied. The patterns of pollen and nectar collection with respect to climatic conditions will be mapped out throughout the day to determine if distinct trends exist in foraging and if these trends can be correlated with climatic and temporal factors which include time of day, wind speed, relative humidity and ambient air temperature. Climatic conditions in this region differ from those seen in the native range of *M. scutellaris*. If there is indeed a connection between the measured variables and the foraging behaviour of *M. scutellaris* then there should be a significant trends in foraging for pollen and nectar corresponding to these variable changes. From the data collected in this primary study it will be determined if the behaviour of *M. scutellaris* is consistent across all colonies, regardless of their geographic position.

In addition to the daily pattern of foraging, the composition of daily foraging relating to the variety of floral resources visited will be investigated through pollen analysis. *Melipona scutellaris* is considered to be a potential pollinator of various fruits in Bahia including: *Eugenia aquea* (watery rose apple); *E. jambosa* (jambolam); *E. uniflora* (Brazil cherry); *Grewia asiatica* (phausa); *Persea americana* (avocado); *Psidium guajava* (guava); *Talisia esculenta* (pitomba) and *Eryobotrya japonica* (nespera) (CASTRO, 2002). Qualitative and quantitative analysis will be carried out on the pollen collected by the colonies to determine what the pattern of pollen collection is within and between the colonies. This data will help to understand the foraging strategy of the bees

Materials and Methods

Three colonies of *Melipona scutellaris* in the Lençóis meliponary, Bahia, Brazil, were monitored continuously on April 2003 from 07:00h to 17:00h. Measurements were taken for two-minute intervals every half hour. Before each measure, the temperature, wind speed and humidity were measured and recorded. During the two minutes of monitoring all the bees that returned to the colony were registered as either carrying pollen or nectar (bees carrying resin and mud were not included in this study). Twenty measures were taken for each colony.

After each measurement set was completed, a sub-sample of bees carrying pollen from each colony was taken. Bees were captured with an insect net and were then preserved in vials with ethanol corks with labels indicating the time of day caught and from which colony the bee was harvested. If no pollen collection was observed in the initial measurement no bees were sampled. The pollen from these bees was analyzed to determine what resources the colonies were foraging on. In the laboratory slides were made of the pollen found on the bees. These slides were analyzed for general pollen morphology to determine if each bee foraged on more than one resource and if the colony as a whole foraged on more than one resource in that day.

Results

Daily foraging patterns of foraging

Foraging was strong and consisted throughout the day for all three colonies. Over all, peak food resource foraging occurred prior to 10:00h. Figure 1 shows the average foraging across all three colonies. The average peak number of bees foraging across the colonies at the peak hour was approximately 18 individuals. After this time, the foraging dropped

to about 50% of the maximum and remained relatively constant, increasing slightly towards 16:00h. Colony activity never ceased in the time that the measurements were taken. The average foraging baseline was nine individuals per measure, with a maximum of 18 and a minimum of two.

There was a distinct trend in pollen and nectar collection throughout the day. All colonies showed the same trend with only minor variation. Pollen collection was concentrated in the morning hours (Figure 1). When graphed against the climatic conditions, the monitored pollen and nectar collection show trends with temperature (Figure 2) and humidity (Figure 3). Pollen collection peaked at temperatures between 23°C and 27°C and at a humidity of 76% to 90%. Nectar foraging was consistent for most of the day. A drop in nectar collection occurred at temperature greater than 28°C and humidity of greater than 70%. Both pollen collection and general foraging showed this decrease at temperatures equato or greater then 28°C. This trend also occurred at a humidity of 70% or less. Wind speed was never more then 3 m per second and on average was negligible. No significant variation in wind speed was observed.

Pollen collects by colony

Preliminary microscope analysis of the pollen samples taken off of the foraging bees showed that there were five morphotypes of pollen collected across the three colonies. For ease of analysis these five pollen types will be referred to as A, B, C, D and E. Each bee collected only one type of pollen.

On the colony level, a variety of pollen types were collected throughout the day. The collect of pollen was not identical in each colony. All five pollen types were not present in each colony and the ratios of pollen collected within each colony also differed. Figure 4 is a graphical representation of the pollen

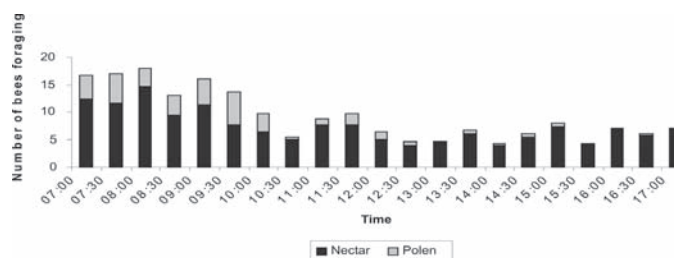


Figure 1: The average number of bees foraging for pollen and nectar across all three colonies as a function of the time of day.

composition for each colony. Colony 1 collected only two types of pollen in almost equal proportions. Colony 2 collected four pollen types, one was dominant making up 40% of the total which the remaining three equally composed 20% each of the remaining. Colony 3 also collected only two types of pollen but the proportion was highly skewed towards one type. All colonies foraged for pollen type B. Pollen type A was collected only by colony 3. Pollen types C and E were only collected by colony 2. Pollen type D was collected by colonies 1 and 2.

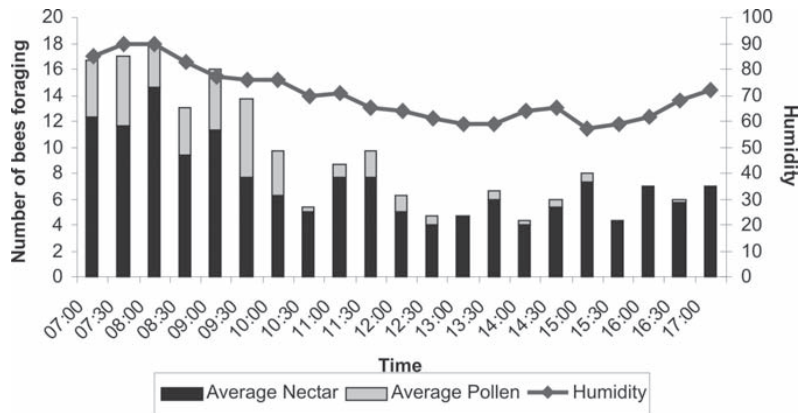


Figure 2: The Average colony foraging as a function of humidity

Discussion

Similar foraging behaviour experiments with *Melipona scutellatis* in Brazil have shown that the bees experience peak foraging at specific temperatures and humidities. IMPERATRIZ FONSECA *et al.* observed the external movement of a colony of *M. scutellaris* installed in São Simão-SP in 2002. The comments on the external movement had started with the first rays of light, when pollen collection was already intense (19.8°C, 91%, 6:07h). After 11:25h (26°C and 70%) this specific activity ceased, but the activities of flight had been drawn out until 18:15h (24.5°C and 75%), when the sun had already set (IMPERATRIZ FONSECA *et al.*, 2002). The results of the nectar collection in colonies installed in São Simão-SP, were active from 10:45h (25°C-61%) to 16:35h (27°C-70%). The external activities of this same species of bee, in the month of October 1993 were examined by BARROS (1994) in Jaboticabal-SP. Observation began at 5:00h and continued into the evening hours. BARROS (1994) also indicated peak pollen collection activity occurring between 19-21°C and at a humidity between 59-61%, which occurred at 7:00h.

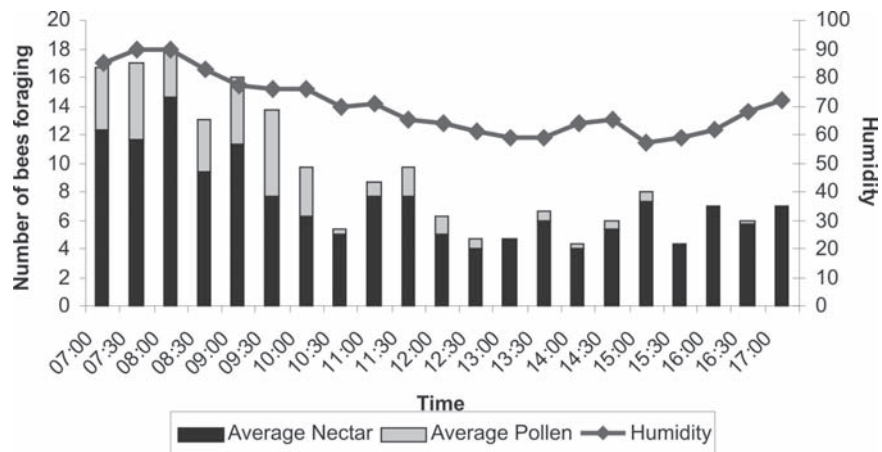


Figure 3: The Average colony foraging as a function of temperature.

The temperature data from these studies coincide with our results, while the humidity values fall outside of the range that we observed. Our average foraging temperature was 25°C for pollen collection and at less than 28°C for nectar collection and overall foraging. Humidity values were an average of 80% for pollen foraging and less than 70% for nectar collection and general foraging. Data from other studies and our own suggest that climatic factors affect the foraging patterns of *Melipona scutellaris*. The activities of the bees occurred at different times during the day but the data collected shows that they are related to temperature and humidity rather than changes in daylight and time of day.

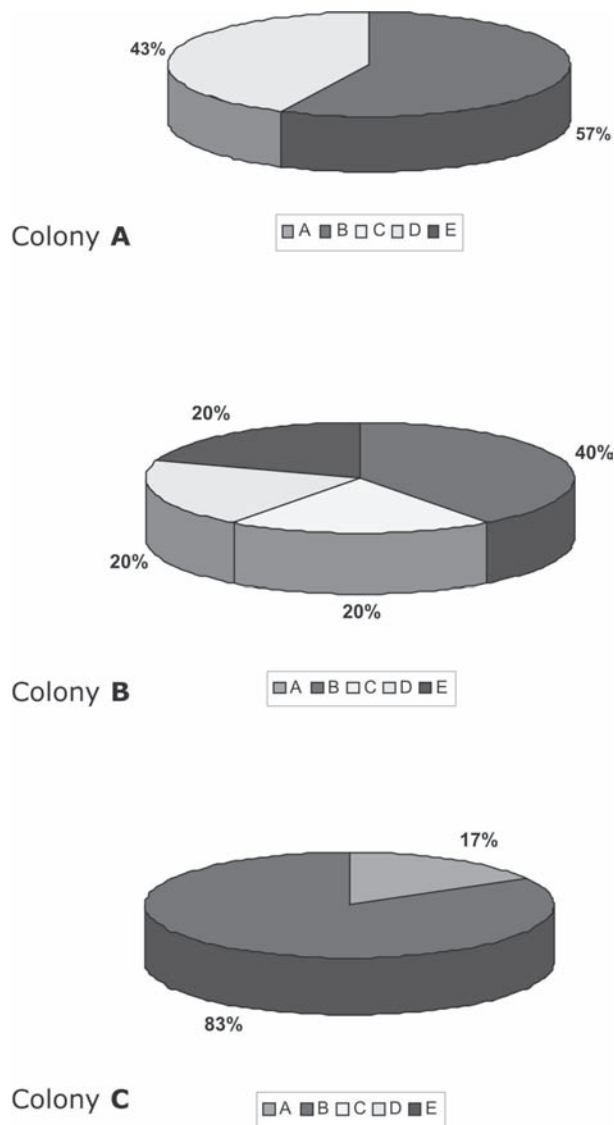


Figure 4: Pollen collection by colony

Nectar collection was consistent throughout the day. Although stronger overall foraging efforts were seen in the early hours of the day, individuals assumed to be carrying nectar returned to the hive for the duration of the study. The nectar collected by four species of *Melipona* in Panama was analyzed for sugar variation over the course of a day and demonstrated that the sugar concentration ranged from 24-63% (ROUBIK & BUCHMANN, 1984). Already in two *Melipona* of the Costa Rica, these values had been amplified, varying from 7.1-65.4% (BIESMEIJER *et al.*, 1999). One possibility is that *M. scutellaris* has the capacity to work with a wide range of sugar contents. This may however be a response to poor overall resources in the hives foraging range. To investigate this point further a study must be undertaken that will trace foragers to their food source. An analysis of overall sugar content in flowering plants within the foraging range would have to then be considered.

Pollen foraging occurred only in the early parts of the day. There was a strong relationship between temperature and humidity in our

study and in other studies but the temporal occurrence of pollen foraging occurred in the early portion of the day for all hives studied. Pollen resources may in fact be a competitive resource. Again, to investigate this behaviour pattern more fully workers would need to be studied at the resource.

Pollen-type foraging between colonies had great overall variation. Two trends were present across all colonies. Individual bees foraged on one pollen source per foraging flight. Each colony made use of more than one pollen resource during each day. Beyond this no distinct trends in pollen foraging strategy were found across the three colonies sampled. Colonies used multiple resources in different compositions. Not all pollen was common to all colonies, but there did not appear to be exclusion of one colony from one type of pollen. This is superficial because pollen was only analyzed morphologically. The location of pollen collection for the three hives was not known. Further analysis on foraging location would determine if competitive exclusion is occurring at the pollen resource.

To collect a more robust data set an increased number of observation days would be appropriate for future study. These three displaced colonies are a small sample set and are the only displaced colonies of *M. scutellaris*. It would be worthwhile to assess the seasonal cycles of these colonies to see if there is any further climatic and temporal variation. Monitoring pollen and nectar foraging over the life of the colony to determine if any trends exist between colony age and health would also be needed. It would also be valuable to monitor all forage types, including resin, clay and water collection to more accurately map out the daily activities of the colony.

References

- BARROS, J. R. S. 1994. Genética da Capacidade de Produção de Mel com Abelhas *Melipona scutellaris* com Meliponicultura Migratória e sua Adaptabilidade no Sudeste do Brasil. Dissertação. Faculdade Ciências agrárias e veterinárias - UNESP Jaboticabal. 149p.
- BIESMEIJER, J. C.; SMEETS, M. J. A. P.; RICHTER, J. A. P. & SOMMEIJER, M. J. 1999. Nectar Foraging by stingless bees in Costa Rica: botanical and climatological influences on sugar concentration of nectar collected by *Melipona*. *Apidologie*, 30: 43-55,
- CASTRO, M. S. 2002. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potencial pollination and their conservations. p.275-88 in: *Pollinating Bees: The conservation link between agriculture and nature*, Kevan PG & Imperatriz-Fonseca VL (eds.), Brasília.
- IMPERATRIZ FONSECA, V.L., CORTEPASSI LAURINO, M., KOEDAM, D. & MATRINS, C.F. 2002. <<<http://eco.ib.usp.br/beelab/uruçu.htm>>>
- ROUBIK, D. W. & BUCHMANN, S. 1984. Nectar Selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) and ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. *Oecologia*, 61: 1-10.

Parte II

Contribuições do curso de campo em biologia e
ecologia da polinização de 2005



Testing a method to evaluate the movement of bees among different patches of *Mimosa lewis*

Flávia Monteiro Coelho
Cristiane Krug
Anne Bogdanski

Heterogeneity in the spatial distribution of organisms and their resources is ubiquitous in nature and is an important factor in many ecological processes including foraging. Animals that forage from flowers typically encounter heterogeneity in the spatial dispersion of their resources, and behavioral responses may ensue (CRESSWELL, 2000). Floral foragers encounter spatial heterogeneity in the distribution of flowers at several special scales. At small scales, flowers are often aggregated because they develop on inflorescences, which themselves may occur as aggregates on individual plants. At a large scale, individual plants may have a patchy distribution in the landscape.

Optimal foraging models assume that foragers maximize their rate of resource acquisition (CHARNOV, 1976). This is a reasonable assumption for social insects since they are freed from many of the constraints which are likely to affect the behavior of other foragers (PYKE 1984).

The marginal value theorem is an optimality model for examining the behavior of foragers exploiting patch resources (CHARNOV, 1976). The theorem states that a forager should leave a patch when the rate of food intake in the patch falls to that for the habitat as a whole. The model predicts that pollinators should visit a great proportion of flowers in small patches if they forage systematically and are thus able to avoid flowers that they have just depleted. Bees are able to remember their direction of arrival at a flower, and tend to continue in the same direction when they leave (WADDINGTON *et al.*, 1981; WADDINGTON & HEINRICH, 1981). Because of their general tendency to exhibit directionality, foragers may also adjust their turning rates and movement distance according to the available rewards, so that they quickly leave areas with few or unrewarding flowers, and remain for longer in patches which provide a higher reward or where flowers are dense (PYKE, 1984).

The use of fluorescent powder to study the movement of bees among patches of resources is common in the literature (TOWNSEND & LEVEY, 2005; ADLER & IRWIN, 2006; HOWPAGE *et al.*; 1998).

Our objective here was to verify the efficiency of fluorescent powder to accompany the moment of bees visiting *Mimosa lewis* cf. testing the hypothesis that the bees tend to maximize the exploitation of the resources using the same resource patch.

Methodology

This study was conducted in July 2005 in Chapada Diamantina, Brazil. Diamantina Highlands are situated in the State of Bahia which is famous for its variety of ecosystems: Cerrado, Caatinga, Mountain Forests, Stone Fields (Campo Rupestre) and common Fields (HAGGE *et al.*, 2003). The mean temperature in the study area was 25°C, the mean humidity around 72% and the speed of the wind about 0.8 m/s.

The plant examined in this study was *Mimosa lewis* cf. (Leguminosae, Mimosoidae), a shrub about one meter in height and spherical flower heads with a diameter of about two centimeters. Its flowers open in the morning and are abundantly visited by bees because of their high production of pollen grains.

To test the hypothesis that bees maximize the exploitation of the resource, we used four patches of *M. lewis* cf. along the track of Ribeirão do Meio near the town of Lençóis, Bahia. In three of the four patches we selected 30 flowers each and marked them with fluorescent powder, each patch with a different color. The first patch was marked with orange fluorescent powder and the second, 50 meters away from the other one, with blue fluorescent powder. The third patch, 200 meters away from the second one, was marked with yellow fluorescent powder. The fourth patch was merely used to collect bees. The flowers were marked in the beginning of the morning, and in the afternoon 30 flowers of each patch were collected and observed under ultraviolet light to detect the transferred fluorescent powder among the patches.

The bees were collected in the fourth patch of track Ribeirão do Meio, located between the patches one and two. Another patch, located in the track Serrano, Lençóis - Bahia, was used to collect bee visitors. Bees were collected on one day from 6 am until 12 am with entomological nets, identified and deposited in the entomological collection at the Federal University of Bahia (UFBA).

Results

We collected 81 bees of the families Apidae, Halictidae, Megachilidae and Anthophoridae. The species *Melipona scutellaris* Latreille 1811; *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepageletier, 1836; *Nannotrigona testaceicornis* (Lepageletier, 1836) and *Apis mellifera scutallata* Lepageletier, 1836 were collected in both tracks. The species *Larocanthidium* sp., *Augocloria* sp2 and *Dialictus* sp1 were collected only in the track Serrano and the

species *Partamona* sp, *Augochloropsis* sp1, *Trigona spinipes* (Fabricius, 1973) *Exomalopsis* sp1 and *Tetrapedia* sp1 were collected only in the track Ribeirão do Meio.

Apis mellifera scutellata was the most abundant species. At the track Ribeirão do Meio, *Melipona quadrifasciata anthidioides* was the second most abundant species and at the track Serrano *Dialictus* sp1 and *Larocanthidium* sp. were the most abundant (Figure 1A and Figure 1B).

Fluorescent powder from different patches was not detected in the analyzed flowers but it was found in some of the collected bees. We observed blue powder in the body of some individuals of the species *Melipona quadrifasciata anthidioides*, *Melipona scutellaris*, *Trigona spinipis* and *Exomalopsis* sp. collected in the second patch.

Discussion

The fact that some species of bees presented blue powder in their bodies can be explain by the proximity of patches two and four. It is possibly that this two patches function as one in the forage behavior of bees. Although, if that is true, it should be expected that founded a blue powder would befound in the flowers of the four patch what don't happened.

To argue this event is possibly to consider that the wind could move the powder away making difficult to find powder in the flowers. Other possibility is that the bees clean their bodies after the forage and this action

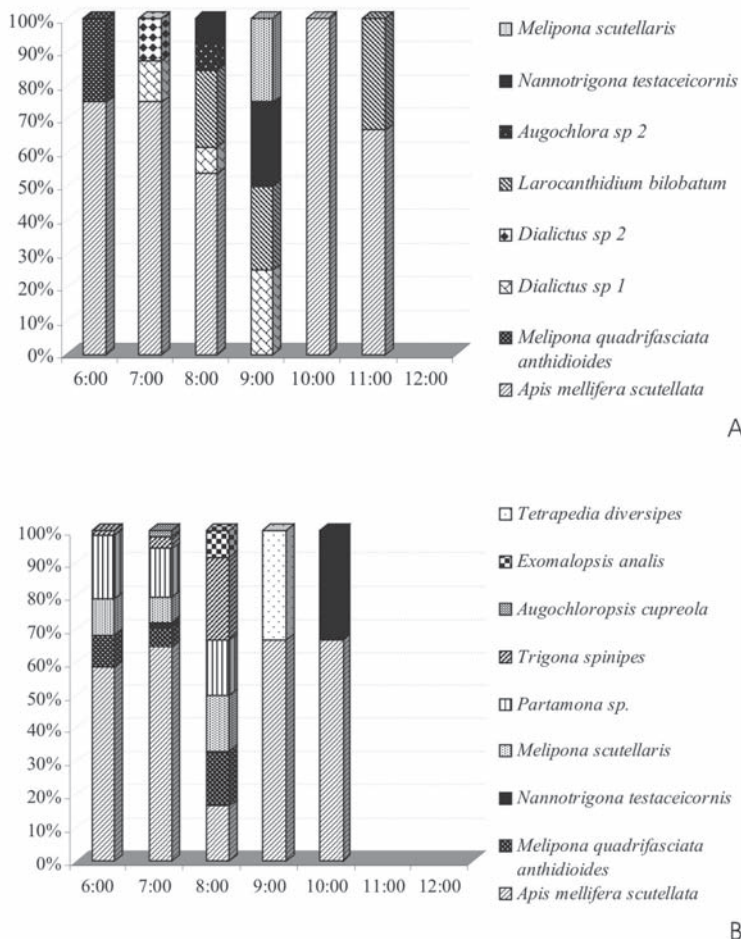


Figure 1 – Abundance of visitant bees of *Mimosa lewis* cf. in the tracks Serrano (A) and Ribeirão do Meio (B), Lençóis, Bahia.

could mix the fluorescent powder with the pollen making difficult their identification in the body of bees.

The results showed that this method using fluorescent power was not good to evaluate the movement of bees among patches of *Mimosa lewis*. They present many gaps that make it difficult to answer the central question made here. In this case, it is necessary to study the movement of bees using an observational method that allows the study of the behavior of the bees. Other possibility is to use a mark-release-recapture technique marking some individual visiting one patch and attempting to recapture them on other patches.

However, as suggested by CHARNOV (1976) in the optimal foraging models probably the bees optimize the use of one resource patch collecting mainly pollen of different flowers of the same plant. Probable the availability of the resource in the patches is high and sufficient to maintain the visitant bees exploring this resource. Since the bees are capable memorizing the tracks of forage and that is energetically cheaper to visit flowers in the neighborhood than distant flowers, it can be a good strategy of foraging. Other explanation that corroborates this hypotheses is that the probability of finding to find a flower unvisited in a patch it is larger when the number of flowers unvisited by the total number of flowers in the patch less the last flower visited is large. So, in a small patch is easier to find the resource spending little energy. This argument does not require the pollinator to memorize the positions of flowers that it has recently visited; only that it does not immediately visit the flower that it just departed from.

Acknowledgements

The authors thank Federal University of Bahia for logistic support and Blandina Felipe Viana and Peter Kevan for your suggestions. We are also indebted to Favízia Freitas de Oliveira, who identified the bees.

References

- ADLER, L.S. & IRWIN, R.E. 2006. Comparison of pollen transfer dynamics by multiple floral visitors: Experiments with pollen and fluorescent dye. *Annals of Botany*, 97: 141-150.
- CHARNOV, E.L. 1976. Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical Population Biology* 9, 129-136.

- CRESSWELL, J.E. 2000. A comparison of bumblebees' movements in uniform and aggregated distributions of their forage plant. *Ecological Entomology*, 25: 19-25.
- GOULSON, D. 2000. Why do pollinators visit proportionally fewer flowers in large patches? *OIKOS*, 91: 485-492.
- HAGGE, R. C. F.; CHAVES, J.M., ROCHA, W. J. F. & LIMA, C.C.U. 2003. Caracterização do Relevo dos Municípios de Abaíra e Rio de Contas para o Conhecimento da Diversidade de Ambientes Naturais da Chapada Diamantina - Bahia. *Revista do Departamento de Geografia - GEO UERJ*. Rio de Janeiro: p.1 - 10.
- HOWPAGE, D.; SPOONER-HART, R.N.; & SHEEHY, J. 1998 A, successful method of mass marking honey bees, *Apis mellifera*, at the hive entrance for field experiments. *Journal of Apicultural Research* 37, 91-97.
- PYKE, G.H. 1984 Optimal foraging theory: a critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 15, 553-575.
- TOWNSEND, P.A. & LEVEY, D.J. 2005. An experimental test of whether habitat corridors affect pollen transfer. *Ecology* 86: 466-475.
- WADDINGTON, K.D.; ALLEN, T. & HEINRICH, B. 1981 Floral Preferences of Bumblebees (*Bombus eardwardsi*) in Relation to Intermittent Versus Continuous Rewards. *Animal Behavior*, 29: 779-784.
- WADDINGTON K. D. & HEINRICH, B. 1981. Patterns of movement and floral choice by foraging bees. In: Kamil, A. and Sargent, T. (eds). *Foraging behavior: ecological, ethological, and psychological approaches*. Garland STPM Press, 215-230.

Estigma sensitivo em *Jacaranda irwinii* (Bignoniaceae): O que determina seu fechamento definitivo?

Paulo Milet-Pinheiro
Airton Torres Carvalho

A espécie *Jacaranda irwinii* Gentry (Bignoniaceae) possui um estigma bilobado que fecha em poucos segundos ao ser tocado por um polinizador, ficando assim indisponível para deposição polínica até uma eventual reabertura. A sensibilidade estigmática tem sido documentada em pelo menos 4 famílias da ordem Scrophulariales: Bignoniaceae, Lentibulariaceae, Martyniaceae e Scrophulariaceae. STEVENS (1994), estudando 19 espécies de Bignoniaceae no Cerrado, observou que todas elas apresentavam esse padrão. Segundo NEWCOMBE (1922; 1924) e FETSCHER & KOHN (1999) todas as flores com estigma sensitivo são hermafroditas, com corolas tubulares e estigmas compostos por dois lobos.

O significado evolutivo e funcional da sensibilidade estigmática vem despertando o interesse de cientistas desde o século XIX (DARWIN, 1876; NEWCOMBE, 1922; 1924; STEPHENSON & THOMAS, 1977; BERTIN, 1982; FETSCHER & KOHN, 1999; FETSCHER, 2001; SHU-XIANG *et al.*, 2004). Várias hipóteses foram sugeridas para explicar o significado do fechamento do estigma, tais como: prevenir a autopolinização (NEWCOMBE, 1922; 1924; RITLAND & RITLAND, 1989; FETSCHER & KOHN, 1999); facilitar a polinização cruzada (FETSCHER & KOHN, 1999; LI *et al.*, 2001); aumentar a captura e retenção de grãos de pólen (THIERET, 1976); reduzir a interferência entre recepção e exportação de pólen dentro da flor (WEBB & LLOYD, 1986; FETSCHER, 2001; FETSCHER *et al.*, 2002); aumentar a exportação de grãos de pólen (FETSCHER & KOHN, 1999; FETSCHER *et al.*, 2002) e por fim, fornecer condições mais favoráveis para a germinação dos grãos (NEWCOMBE, 1922; 1924). Todas as hipóteses propostas, não são excludentes entre si, e o fechamento pode, dependendo da espécie, ter funções e/ou respostas diferentes (NEWCOMBE, 1922; 1924).

Até o momento nenhum estudo evidenciou claramente o fator que determina o fechamento definitivo do estigma em *Jacaranda irwinii*. Nesse estudo tentamos responder a três questões: 1) o que determina o fechamento e reabertura do estigma?; 2) autopolinização e polinização cruzada determinam efeitos distintos no padrão de fechamento estigmático? e 3) existe reconhecimento do estigma à estrutura protéica externa do grão de pólen co-específico? Nossa hipótese considera que o fechamento estigmático definitivo está relacionado à deposição de grãos de pólen co-específicos no estigma.

Material e Métodos

Área de estudo

O trabalho de campo foi realizado na trilha do cemitério de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil (454 metros, S 12° 33'20.8" W 41° 23'26.3"). O clima da região é tropical úmido com cerca de três meses mais secos no inverno (SEPLANTEC, 1978). A temperatura média anual, segundo dados do INEMET, é de 23,1°C e a precipitação pluviométrica anual é de 1445,3 mm. A vegetação predominante é um cerrado gramíneo-lenhoso com elementos de campo rupestre. Essa área pode ser considerada como de tensão ecológica, pois apresenta limites com uma floresta estacional semidecídua (MARTINS, 1995).

Espécie estudada

Jacaranda irwinii é um arbusto com 1 a 2 m de altura que vegeta preferencialmente sobre solos rochosos. Apresenta inflorescências em panículas com flores hermafroditas, violetas tubulares (Figura 1), com quatro estames didínamos, um estaminódio glandular desenvolvido e um estigma composto por dois lobos sensitivos (GENTRY, 1990; 1992). Essa planta é amplamente distribuída pela Chapada Diamantina (HARLEY & GIULIETTI, 2004), sendo endêmica dessa região (GENTRY, 1990; 1992).

Desenho experimental

Para verificar que tipos de estímulos levam ao fechamento do estigma e ao que responde o fechamento definitivo, foram ensacados 36 botões em pré-antese em 15 indivíduos. As flores foram submetidas a seis tratamentos: 1) toque mecânico; 2) polinização cruzada manual; 3) autopolinização manual; 4) deposição de areia; 5) deposição de pólen de *Ipomoea* sp. e 6) deposição de pólen co-específico morto. Foram feitas seis repetições para cada tratamento. Os grãos de pólen foram inviabilizados, sem destruir sua estrutura protéica externa, em banho maria a 65° C por uma hora. O tempo de fechamento e reabertura do estigma após toque mecânico foi determinado a partir de 15 flores ensacadas, ainda no estágio de botão, em cinco indivíduos.



Figura 1. Vista geral das flores de *Jacaranda irwinii* em Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Resultados

O fechamento do estigma de flores de *Jacaranda irwinii* está relacionado a qualquer estímulo mecânico. O fechamento definitivo, porém, ocorre apenas após a deposição de pólen co-específico viável (autopolinização ou polinização cruzada) no estigma (Tabela I).

O tempo de fechamento estigmático após o toque mecânico foi, em média, 26 segundos, com uma variação entre 8 e 60 segundos (Fig. 2a). A reabertura desses estigmas levou em média 54,3 minutos, apresentando uma grande variação (fig. 2b).

Discussão

Os resultados deste estudo mostram que existe um reconhecimento do estigma aos grãos de pólen viáveis e co-específicos, uma vez que apenas nos tratamentos de autopolinização manual e polinização cruzada manual houve o fechamento definitivo dos estigmas.

Em estudo realizado com bignoniáceas do Parque Nacional do Catimbau, Milet-Pinheiro (2006) evidenciou esse mesmo padrão para as espécies *Jacaranda rugosa* Gentry, *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standley e *Anemopaegma laeve* DC. SINGH & CHAUHAN (1996), SHU-XIANG e colaboradores (2004) também mostraram que os estigmas de *Tecoma stans* L. e *Campsis radicans* (L.) Seem. ex. Bureau fechavam definitivamente após a deposição de grãos de pólen co-específico.

LINSKENS (1976) atribui o fechamento do estigma à perda de turgor das células que compreendem o tecido estigmático. Segundo esse mesmo autor, a germinação de pólen e o subsequente crescimento do tubo polínico, um processo no qual a água é desviada do tecido envolvendo o pistilo para o crescimento do tubo, provavelmente mantém o estigma no estado colapsado (fechado). NEWCOMBE (1922, 1924) estudando espécies de Bignoniaceae, encontrou uma maior taxa de germinação de grãos de pólen em estigmas fechados do que em abertos. Segundo ele um dos significados do fechamento do estigma seria incrementar a germinação de pólen, uma vez que o fechamento do mesmo propicia um microhabitat favorável à germinação dos grãos. O tempo que o estigma de *Jacaranda*

Tabela I: Posição do estigma em *Jacaranda irwinii* logo após os tratamentos e duas horas após os tratamentos.

Tratamento	posição do estigma			
	imediatamente após o tratamento		duas horas após o tratamento	
	fechado	aberto	fechado	aberto
Toque mecânico	6	0	0	6
Polinização cruzada	6	0	6	0
Autopolinização	6	0	6	0
Deposição de Areia	6	0	0	6
Deposição de Polen de <i>Ipomoea</i> sp.	6	0	0	6
Deposição de pólen morto	6	0	0	6

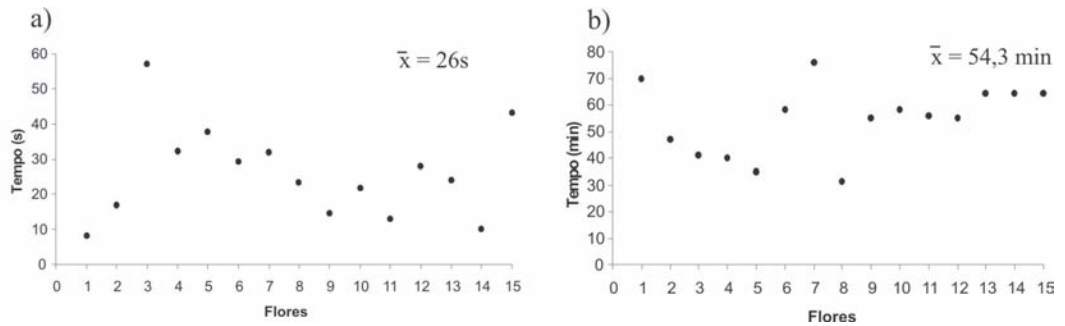


Figura 2: Tempo de fechamento (a) e reabertura (b) do estigma em flores de *Jacaranda irwinii* no experimento

irwinii permanece fechado após um toque mecânico (54,3 minutos) parece ser suficiente para o início do processo de crescimento do tubo polínico e, conseqüentemente, para o fechamento definitivo do estigma.

Segundo BAWA (1974) e GENTRY (1978) a maior desvantagem para plantas com floração em massa é a tendência dos polinizadores visitarem muitas flores em um mesmo indivíduo, aumentando a geitonogamia. Para as Bignoniaceae, plantas com floração em massa, predominantemente auto-incompatíveis e que possuem fechamento estigmático (GENTRY, 1990; STEVENS, 1994), o efeito de visitas consecutivas pode ter um impacto negativo no sucesso reprodutivo. Como foi observado no presente estudo, a deposição de pólen de um mesmo indivíduo determinou o fechamento definitivo do estigma. Isso quer dizer que, no caso da planta ser auto-incompatível, somente as primeiras visitas dos polinizadores resultarão na formação de frutos, enquanto que visitas posteriores vão aumentar o fluxo geitonógamo de pólen e, conseqüentemente indisponibilizar estigmas para eventuais deposições polínicas. PINTO (2005), estudando *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae), uma espécie com floração em massa, evidenciou que apenas as duas primeiras visitas consecutivas em um mesmo indivíduo foram eficientes em formar frutos.

Em muitas Bignoniaceae o tempo de fechamento do estigma é mais lento do que o período de permanência de polinizadores nas flores (BERTIN, 1982; MILET-PINHEIRO 2006). Assim sendo, é pouco provável que em *Jacaranda irwinii* o fechamento do estigma esteja relacionado a uma tentativa de evitar a autopolinização, como vem sendo sugerido na literatura (NEWCOMBE, 1922, 1924; RITLAND & RITLAND, 1989; FETSCHER & KOHN, 1999). Além do mais, a própria disposição das partes reprodutivas nas flores, com os estames situados anteriormente ao estigma, já seria uma forma de reduzir ou evitar a autopolinização.

O estigma de *Jacaranda irwinii* permanece, em média, 54,3 minutos fechado após o toque mecânico, mesmo que não tenha sido polinizado. Essa situação torna o estigma indisponível à deposição de grãos de pólen até sua reabertura e, conseqüentemente, tem um efeito negativo temporário para o sucesso reprodutivo feminino. Alternativamente, FETSCHER & KOHN (1999), estudando *Mimulus aurantiacus* (Scrophulariaceae), observaram

que flores com estigmas abertos exportavam menos grãos de pólen do que aquelas com estigmas fechados, sugerindo que esse mecanismo estigmático aumentaria o *fitness* reprodutivo masculino.

Agradecimentos

Nós gostaríamos de agradecer a Peter Kevan e Vernon G. Thomas pelas orientações no projeto, Luis Primo pelas idéias e sugestões, a Blandina F. Viana, Fabiana O. Silva e Favízia Freitas pelo apoio na realização do trabalho e a Reislá Oliveira pela leitura crítica e sugestões no manuscrito. O trabalho foi desenvolvido durante o II Pollination Course, realizado em lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil, promovido por uma parceria da UFBA, UEFS e UOQUELPH.

Referências

- BAWA, K. S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evolution*, 28: 85-92.
- BERTIN, R. I. 1982. Floral biology, hummingbird pollination and fruit production of trumpet creeper (*Campsis radicans*, Bignoniaceae). *American Journal of Botany*, 69: 122-134.
- DARWIN, C. 1876. The effects of cross and self-fertilization in the vegetable kingdom. London
- FETSCHER, A. E. 2001. Resolution of male-female conflict in an hermaphroditic flower. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 268: 525-529.
- FETSCHER, A. E. & KOHN J. R. 1999. Stigma behavior in *Mimulus aurantiacus* (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany*, 86: 1130-1135.
- FETSCHER, A. E., RUPERT, S. M. & KOHN, J. R. 2002. Hummingbird foraging position is altered by the touch sensitive stigma of bush monkeyflower. *Oecologia*, 133: 551-558.
- GENTRY, A. H. 1978. Anti-pollinators for mass-flowering plants? *Biotropica*, 10: 68-69.
- GENTRY, A. H. 1990. Evolutionary patterns in Neotropical Bignoniaceae. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 55: 118-129.
- GENTRY A. H. 1992 Bignoniaceae. *Flora Neotropica*, Monograph No. 25(II). The New York Botanical Garden.
- HARLEY, R. M. & GIULIETTI, A. M. 2004. Wild flowers of the Chapada Diamantina. Illustrated walks in the mountains of NE Brazil . Flores Nativas da Chapada Diamantina . Trilhas botânicas ilustradas nas montanhas do Nordeste do Brasil. São Carlos: Rima Editora.

- LI, Q. J., KRESS, W. J., XU, Z. F., XIA, Y. M., ZHANG, L., DENG, X. B. & GAO, J. Y. 2002. Mating system and stigmatic behaviour during flowering of *Alpinia kwangsiensis* (Zingiberaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 232: 123-132.
- LINSKENS, H. F. 1976. Stigmatic responses. Proceedings of the third MPP meeting (eds K. H. Sheikh & Y. Vardar), pp. 1-12. Ege University, Izmir.
- MARTINS, C. F. 1995. A flora apícola e nichos tróficos de abelhas na Chapada Diamantina (Lençóis-BA, Brasil). *Revista Nordestina de Biologia*, 10: 119-140.
- MILET-PINHEIRO, P. 2006. Polinização de *Tabebuia impetiginosa* e *Jacaranda rugosa* (Bignoniaceae) e o efeito de pilhadores no seu sucesso reprodutivo no Parque Nacional do Catimbau. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- NEWCOMBE, F. C. 1922 The significance of the behavior of sensitive stigmas. *American Journal of Botany*, 9: 99-120.
- Newcombe, F. C. 1924. The significance of the behavior of sensitive stigmas II. *American Journal of Botany*, 11: 85-93.
- PINTO, C. E. 2005. Visitas florais consecutivas diminuem a produção de frutos em *Hancornia speciosa* Gomez (Apocynaceae)? Monografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- RITLAND, C. & RITLAND, K. 1989. Variation of sex allocation among eight taxa of the *Mimulus guttatus* species complex (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany*, 76: 1731-1739.
- SHU-XIANG, Y., CHUN-FENG, Y., TAO, Z. & QING-FENG, W. 2004. A mechanism facilitates pollination due to stigma behavior in *Campsis radicans* (Bignoniaceae). *Acta Botanica Sinica*, 46: 1071-1074.
- SINGH, J. & CHAUHAN, S. V. S. 1996. Morphological changes in the stigma of seasonally transient sterile *Tecoma stans* L. *Phytomorphology* 46, 1-7.
- STEPHENSON, A. G. & THOMAS, W. W. 1977. Diurnal and nocturnal pollination of *Catalpa speciosa* (Bignoniaceae). *Systematic Botany*, 2: 191-198.
- STEVENS, A. D. 1994. Reproduktionsbiologie einiger Bignoniaceen in Cerrado Brasiliens. PhD thesis, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien.
- SEPLANTEC 1978. Atlas do estado da Bahia: II Etapa. Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia. Centro de Planejamento da Bahia, Salvador.
- THIERET, J. W. 1976. Floral biology of *Proboscidea lousianica* (Martyniaceae). *Rhodora*, 78: 169-179.
- WEBB, C. J. & LLOYD, D. G. 1986. The avoidance on interference between the presentation of pollen and stigmas in agiosperms. *New Zealand Journal of Botany*, 24: 163-178.

Who is pollinating *Stemodia pratensis* (Scrophulariaceae) in lençóis, Bahia?

Márcia de Fátima Ribeiro
Eva Mônica Sarmiento da Silva
Rômulo Augusto Guedes Rizzardo

Introduction

Pollination is the process where pollen grains from anthers are transferred to the stigma of the same flower (self pollination) or to the flower of a plant of the same species (cross pollination) (HARDER, 1997). It is fundamental in the sexual reproduction of most of the superior plants, since they are unable to move in searching for sexual partners. Therefore, they need pollinator agents (biotic or abiotic) in order to transfer the pollen grains from the male to the female organs. These agents may be: wind, water or animals (FREITAS, 1998; KEVAN, 1999). Among the animals are the vertebrates (mammals, rodents, birds) and invertebrates (butterflies, flies, wasps and bees). According to FREITAS *et al.* (2002), insects are very relevant for the reproductive success of the angiosperms since they act as pollen vectors. Moreover, they also have an extraordinary contribution for the sustainability of the crops (CASTRO, 2002). In fact, $\frac{3}{4}$ of the crop plants that we use as food depend on pollination by animals to produce healthy seeds and fruits (BUCHMANN & NABHAN, 1996).

Stemodia pratensis (Aubl) C. P. Cowan belongs to the family Scrophulariaceae, which has about 3000 species, mainly in temperate regions, being relatively rare in tropical regions. The main characteristics of the family are: herbaceous plants, with opposite leaves, and conspicuous, hermaphroditic flowers (JOLY, 1977).

The species *S. pratensis* was chosen in the flora of the Chapada because it had an attractive flower with landing petals, and possibly, nectar guides. Through a direct observation we saw a bee (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836) entering the flower with pollen on its head. Because the anthers are inside the flower and it has a landing platform, we thought this bee could be the pollinator of the plant. Our hypothesis was that when the bee enters the flower to collect nectar it could receive pollen grains on its head, and visiting other flowers, it would pollinate them.

Our main aim in this work was to gather information on the flower biology and physiology of *S. pratensis* and investigate the pollinator and its behaviour on the flower.

Material and Methods

The species *S. pratensis* was studied at Serrano, Serra do Sincorá, in Lençóis, Bahia State (12°33'41,1"S; 41°23'41,0"W, altitude of 411m). Lençóis is inside the Parque Nacional da Chapada Diamantina, in a protected area (APA: Área de Proteção Ambiental), well irrigated by the Paraguaçu river and its effluents. The climate has well defined seasons with high thermal amplitude, although it is inserted in a semiarid region. Most part of the vegetation is of rupestrian fields and has a few areas of higher trees (VIRGENS *et al.*, 1997).

The studied area is disturbed and the focused plants were located at the side of a pathway to a water fall, forming two small patches of about 3m² and 2m², respectively. The study period was from May, 30th to June, 2nd, 2005.

Floral biology, anthesis and longevity

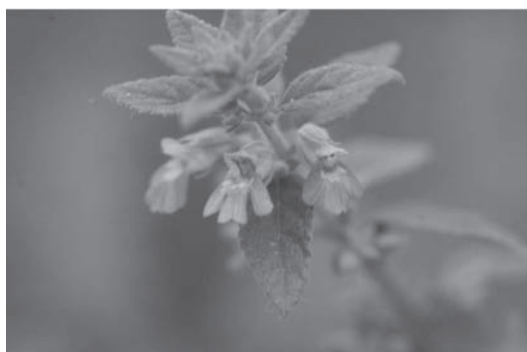


Figure 1. Flowers of *Stemodia pratensis* in the field. (Photo by Márcia M. C. Rêgo).

In the field the flowers were observed from 6:30h to 17:00h to determine its opening time (anthesis).

Some flowers were marked and checked for senescence during the entire period of observation to determine their longevity.

The study of floral biology and the floral syndrome was carried out by observing the flowers in the field and dissecting them in the laboratory, under a stereomicroscope. Flowers were measured in their length and width using a paquimeter. Entire flowers and parts of them were photographed with a digital camera.

Nectar guide was investigated using a UV lamp (SILVA, 2005) on fresh flowers that were brought to the laboratory.

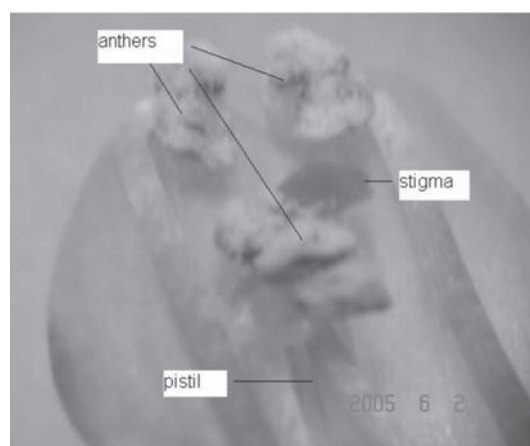


Figure 2. Interior view of reproductive parts of *Stemodia pratensis* flowers (Photo by Cristiane Krug)

Floral sources

Presence of pollen and nectar was detected by direct observation of the floral sources in the flower, and observation of the flower visitors' behavior searching for them.

Nectar production and sugar concentration

Using capillaries and a refractometer the authors tried to determine nectar production and sugar concentration, respectively, collecting nectar from flowers at intervals of one hour, during all day. Some flowers were also bagged in order to keep and concentrate larger volumes of nectar for longer intervals (2 or 3 hours up to the entire day).

Stigma receptivity

The receptivity of the stigma was investigated using H_2O_2 70%, which was deposited directly on the stigma of flowers at intervals of one hour, during all day. The formation of bubbles, indicating the presence of peroxidase, was used to confirm its receptivity (SILVA, 2005).

Pollen viability

The pollen viability was studied through the coloration of pollen grains with neutral red 1% (SILVA, 2005), at intervals of one hour, during all day. The flowers were collected and the pollen grains were seen under the stereomicroscope checking for dyed grains.

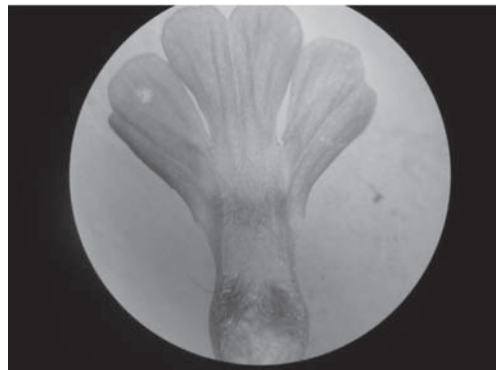


Figure 3. Posterior and ventral view of *Stemodia pratensis* flowers showing hairs. (Photo by Paulo Millet-Pinheiro)

Pollination systems

To study the plant reproductive systems the flowers were bagged:

- 1) before anthesis, for the natural self pollination;
- 2) after the visit of an insect collecting pollen, for the spontaneous cross pollination.

Buds were also collected to serve as a control. In all cases the flowers were fixed in alcohol, for posterior measurements (diameter and length) of ovaries, under a stereomicroscope (WILD) with a graduate ocular.

Because the data showed no normal distribution non-parametric tests (Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U test) were applied in order to verify whether the differences were significant at the level of 5% ($P < 0.05$).

Visitors and potential pollinators

On the two days of observation and data collection (30 and 31/05/05), climatic parameters (wind speed, in m/s; temperature, in °C, relative humidity, in%) were obtained a few meters from the study area by Flávia M. C. Ferreira, Cristiane Krug and Anne Bogdanski, who gently provided them for us.

Most insects visiting the flowers were collected using an entomological net in the first day of observation. After identifying common visitors, only different ones were collected. The insects were labeled, identified, and remained at the collection of the Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), in Feira de Santana, Bahia and at the Federal University of Ceará (UFC), in Fortaleza, Ceará. During the second day of observation the presence of individuals was simply registered in that time and collection occurred only eventually, when a different visitor appeared.

Pollen slides

Pollen grains from the flower anthers (used as a reference) and from the legs and other body parts of the bees were collected for comparison. The slides containing pollen grains were prepared using gelatin and glycerin and were fixed with nail polish (SILVA, 2005).

Results

Floral biology, anthesis and longevity

Flowers of *S. pratensis* were purple and white (Figure 1). They were small and had on average 10.09 ± 0.76 mm of length and 6.31 ± 1.09 mm of width (N= 10 flowers). The symmetry was zygomorphic, with the floral formula: K6 C3 + (2) A4 G1. Two fillets were longer and located above the other two

Table I. Presence and viability of pollen, given by % of dyed grains by

Time (hours)	Presence of pollen grains	% of dyed grains
08:00	yes	100
09:00	yes	100
10:00	yes	100
11:00	yes	100
12:00	yes	100
13:00	no	0
14:00	no	0
15:00	no	0
16:00	no	0
17:00	no	0

(staminoids?), which were placed at the same height of the stigma (Figure 2). The opening of anthers was longitudinal. There were hairs in the interior and on the ventral external part of the petals (Figure 3). It was not possible to identify the function of those hairs.

The flowers presented characteristics of mellitophily: zygomorphy, petals forming a landing platform, nectar guide (confirmed by the UV), and the pollen was hidden in the flower. The nectaries were located under the ovaries. Most flowers opened between 8 and 8:30h, and they lasted up to 2 days (N= 13 flowers). After 24h circa of 31% of the marked flowers died. On the second day, however, there was rain during all morning and this probably influenced the result of the last day of observation, i.e. all flowers were dead. In any case, in general, there was a previous senescence of petals and the pistils lasted longer.

Flower sources

Pollen grains were present in the anthers mainly from 8:00 to 10:30h, after that just a few grains were in the flowers. Around 13:00 h all pollen grains were already collected by visitors, and were, therefore, absent in the flower (see bellow).

Nectar was offered from about 8:30h up to 16:00h, although we think (based on our attempts of nectar collection, see bellow) the amount offered was always very small. In the first day, from 11:00 h up to 12:00h it was observed an increase of some visitors (i.e., butterflies), and a decrease of others (bees). At this time they were collecting nectar.

Nectar production and sugar concentration

Due to a very small amount of nectar and/or inadequate size of the capillaries was not possible to collect any nectar. Neither was possible to measure the nectar sugar concentration.

Table II. Means and standard deviations ($\bar{x} \pm sd$) found for the analyzed variables (diameter and length, in mm) for the ovaries of flowers of *Stemodia pratensis* submitted to different treatments (control, spontaneous cross pollination and self pollination). (N= number of ovaries)

Treatments	Diameter (mm)	Length (mm)
Control	1.92 ± 0.24 (N= 9)	3.21 ± 0.45 (N= 9)
Spontaneous cross pollination	2.61 ± 0.26 (N= 22)	4.60 ± 0.62 (N= 22)
Self pollination	2.36 ± 0.27 (N= 7)	4.12 ± 0.90 (N= 7)

Stigma receptivity

As flowers are quite small it was not possible to observe any reaction to H₂O₂, and thus, determine the stigma receptivity.

Pollen viability

Table I shows the percentage of stained pollen grains, and therefore, the viable grains. From 8:00h to 12:00h, time in which pollen grains were present in the anthers, all of them were viable.

Pollination systems

Table II shows the means and standard deviations ($\bar{x} \pm sd$) for diameter and length (in mm) of ovaries from *S. pratensis* flowers found for the control and two treatments (i.e., spontaneous cross pollination and self pollination). The differences were significant for both variables ($P < 0.001$, Kruskal-Wallis test).

When the treatments were significantly different from spontaneous cross pollination and self pollination, for both diameter and length, although this difference was greater for the spontaneous cross pollination (all P values < 0.05 , Mann-Whitney test, table III). This could indicate that self pollination is less important than the other system.

The comparison between the two treatments (self pollination and spontaneous cross pollination) showed that the values for the diameter were indeed significant ($P < 0.05$, Mann-Whitney test), but not for the length ($P > 0.05$, Mann-Whitney test, table III).

Visitors' frequency and behavior, and potential pollinators

A total of 45 individuals were collected on the flowers (table IV), mainly bees (~69%) of several genera, and butterflies (~27%).

Figure 4 shows the data of two days of observation which demonstrates the flowers were visited mainly in the morning. The peak of visitation was between 10:30h and 11:30h, when temperature was around 25°C and the wind was less than 3m/s and 2m/s, respectively. The relative humidity presented larger

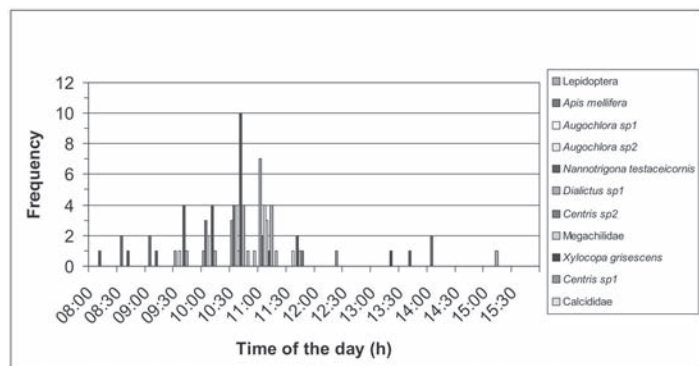


Figure 4. Frequency of individuals visiting *Stemodia pratensis*

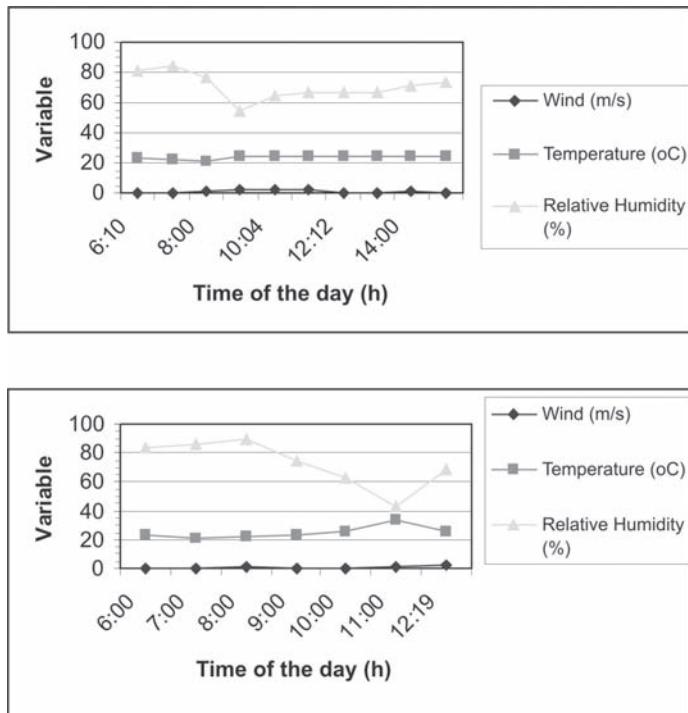


Figure 5. Climatic parameters (Wind, in m/s; Temperature, in °C, and Relative Humidity, in %) obtained at the field working area on 30/05 (above), and 31/05/05 (below).

variation on the two days: ~64-67% and 63-43%, respectively (fig. 5).

Among the bees, the most frequent families were Apidae (*N. testaceicornis* and *A. m. scutellata*) and Halictidae (i.e., *Dialictus* sp1, *Augochlora* sp1 and *A. sp2*) (fig. 6). In fact, *N. testaceicornis* was very abundant: 35% (fig. 6).

Three of the four most abundant bee species were collecting pollen (*N. testaceicornis*, *Dialictus* sp1 and *Augochlora* sp1) and maybe they were potential pollinators. The reason is that it has been suggested that flower visitors that search for pollen are more favorable for pollination than when searching for nectar because they carry larger amounts of pollen in their bodies (FREE, 1993; FREITAS, 1995).

Although *A. m. scutellata* was collecting nectar she presented pollen on her head as well.

Nannotrigona testaceicornis behavior

These bees were the first to arrive (8-8:15h) and they started to open even the buds of flowers that were still not completely open, forcing the petals with their mandibles and front legs. For that they walked on the flower entering on it from above. Then they collected pollen using their mandibles and front legs and pushing the grains to the corbicula. This behavior was observed as the flowers were completely open as well.

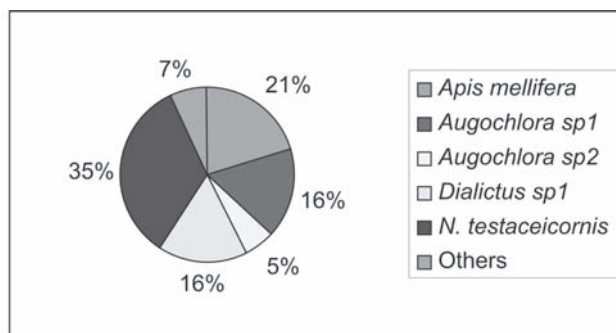


Figure 6. Relative frequency (%) of different bees visiting *Stermodia pratensis*

These bees spent quite a lot of time on the flower comparing to others (around 20-23 s).

When we examined the body parts searching for pollen grains we also found them on their heads, suggesting that besides active harvesting these bees also acquired pollen by passive contact with anthers.

***Dialictus* sp1 and *Augochlora* sp1 behavior**

The bees searched for pollen using front legs, but only visited flowers that were completely open. They collect the grains with mandibles and legs, spreading them on the head and thorax. They had a faster collecting behavior than the Meliponinae (i.e., ~10-12s).

Pollen slides

Pollen grains of *S. pratensis* had no ornamentation and were more or less triangular, with three pores or depressions.

Pollen grains found on the body (legs, head, and the rest of the body) of *N. testaceicornis*, *Dialictus* sp1, *Augochlora* sp1, *Augochlora* sp2, and *A. m. scutellata* were from *S. pratensis*, and other plants as well. This indicates that these bees were collecting pollen (and/or nectar) in other sources at the same foraging trip.

Discussion

Although self pollination also occurs, spontaneous cross pollination probably brings larger benefits for the flowers (our results on the diameter of ovaries).

Based on the observations on the availability of pollen on the flowers, the frequency and density of individuals at the flowers, their behavior collecting pollen, and the confirmation through the pollen slides, is possible to conclude that the potential pollinators may be *N. testaceicornis*, *Dialictus* sp1 and *Augochlora* sp1. However, *A. m. scutellata*, which was not seen collecting pollen, may also be a potential pollinator since she indeed carried pollen grains on her head.

Table III. P values obtained for comparisons with Mann-Whitney U test made between the analyzed variables (diameter and length, in mm) of

Comparisons	Diameter (mm)	Length (mm)
Control x spontaneous cross pollination	P < 0.001	P < 0.001
Control x self pollination	P = 0.007	P = 0.020
Spontaneous cross pollination x self pollination	P = 0.044	P = 0.110

There is a possibility that the smaller stamens were staminoids and were offering only not viable pollen while the larger stamens were depositing viable pollen grains on the head of some bee visitors (i.e., the mentioned potential pollinators) which would work as true pollinators. However, pollen grains found in the bees' head may have lower germinability than the grains found in other body parts (FREITAS, 1997a). On the other hand, bees' head could reach the stigma more efficiently than the corbicula for example. And assuming that pollen grains tend to stay at the body area they were deposited (as pollen grains of cashew on *A. mellifera*; FREITAS, 1997b), this bee could be effective pollinator as well.

Obviously more detailed studies are needed for confirmation of our suggestions.

Table IV. Number and identification of the insects collected in the flowers of *Stemodia pratensis* (N= number of individuals).

Order	Family	species	N
Lepidoptera			12
Diptera	Syrphidae		1
Hymenoptera	Chalcididae		1
Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Centris</i> Fabricius, 1804 sp1	1
Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Centris</i> Fabricius, 1804 sp2	1
Hymenoptera	Anthophoridae	<i>Exomalopsis</i> Spinola, 1853	2
Hymenoptera	Megachilidae	<i>Larocanthidium</i> Urban, 1997 sp.	1
Hymenoptera	Halictidae	<i>Dialictus</i> Robertson, 1902 sp1	5
Hymenoptera	Halictidae	<i>Augochlora</i> Smith, 1853 sp1	1
Hymenoptera	Halictidae	<i>Augochlora</i> Smith, 1853 sp 2	4
Hymenoptera	Apidae (Apini)	<i>Apis mellifera scutellata</i>	3
Hymenoptera	Apidae (Meliponinal)	<i>Nannotrigona testaceicornis</i> Lepeletier, 1836	13

Acknowledgements

We are grateful to Dr. Peter G. Kevan and Dr. Vernon Thomas, for the valuable suggestions and discussion of our work, Dr. Blandina F. Viana, for the organization of the Pollination course during which this work was carried out, Dr. Favízia Freitas de Oliveira, for identifying the bees and other insects collected, Dr. Ligia Funch, for the identification of the plant, the monitors of the course (Fabiana Oliveira da Silva, Synara M. Leal, Juliana H. de Sousa, Fabio A. Trajan) for the help with equipment and methodology, Flávia M. C. Ferreira, Cristiane Krug and Anne Bogdanski for the climatic data, Márcia M. C. Rêgo, Cristiane Krug, Paulo Millet-Pinheiro and Katia M. M. de Siqueira, for taking pictures of the flowers, Airton Torres Carvalho for exchange of ideas on *S. pratensis* and its visitors, and all colleagues participants which made our staying at Lençóis a very pleasant and productive time.

References

- BUCHMANN, S. & NABHAN, G. 1996. The forgotten pollinators. Island Press, Washington, 290p.
- CASTRO, M. S. 2002. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potential pollinators and their conservation. pp. 275-288. *In*: Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. Eds: Peter G. Kevan and Vera L. Imperatriz-Fonseca. Brasilia: Ministry of Environment.
- FREE, J. B. 1993. INSECT POLLINATION OF CROPS. 2nd. Ed. Academic Press, Londres, 684p.
- FREITAS, B. M. 1995. The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Bork) and cashew (*Anacardium occidentale* L.). Tese de doutorado. University of Wales, Cardiff, UK. 197p.
- FREITAS, B. M. 1997a. Changes with time in the germinability of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains found on different body areas of its pollinator bees. *Revista brasileira de Biologia*, 57: 289-294.
- FREITAS, B. M. 1997b. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinators, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. *Jornal of Apicultural Research*, 36: 15-22.
- FREITAS, B. M. 1998. As abelhas e o aumento da produção agrícola. *In*: Anais do Congr. Nordestino de Produção Animal: 385-389.
- FREITAS, F. M.; PAXTON, R. J. & HOLANDA-NETO, J. P. 2002. Identifying pollinators among an array of flower visitors, and the case of inadequate cashew pollination in NE Brazil. pp.229-273 *In*: Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. Eds: Peter G. Kevan and Vera L. Imperatriz-Fonseca. Brasilia: Ministry of Environment.
- HARDER, L. D. 1997. Theoretical perspectives on pollination. *Proc. Int. Symposium on Pollination. Acta Horticulturae*: 83-101.
- JOLY, C. A. 1977. Botânica - Introdução à Taxonomia Vegetal. 10^a. Ed. Companhia Editorial Nacional, EDUSP, São Paulo, 777p.
- KEVAN, P. G. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 373-393.
- VIRGENS, L. M. G. DAS; OLIVEIRA, L. I. DE M.; CHAVES, J. M.; ROCHA, W. DE J. S. DA F.; LIMA, C. C. U. DE & HAGEG, R. DE C. F. 1997. Construção de mapas de unidades de paisagens com utilização de geotecnologias no município de Lençóis, Bahia. *Anais do X Simp. Bras. de Geografia Física Aplicada*: 1719-1725.
- SILVA, F. O. 2005. Métodos em biologia da polinização demonstrados no curso. 8p.

Some Aspects of the Floral Biology of *Marcetia bahiensis* (Brade & Markgraf) Wurdack (Melastomataceae), in the Chapada Diamantina, Bahia

Fernando A. O. Silveira
Flávia S. Faria

Melastomataceae comprises nearly 4500 to 5000 species in 166 genera, with 3000 species distributed in the Neotropical region (RENNER, 1993). Its small or large flowers are generally periginous, tetra or pentamerous, conspicuous, hermaphrodite, with actinomorphic or zygomorphic symmetry. The tubular anthers contain the pollen grains that are allowed to be dispersed through a small pore at the anther apex (poricidal dehiscence) mediated by a biotic vector (RENNER, 1989). After a complex sequence of floral movements during anthesis, most species are pollinated by bees that vibrate their thoracic muscles to remove the pollen from their anthers (PINHEIRO, 1995; MELO & MACHADO, 1996; LARSON & BARRETT, 1999; BUSH & RIVERA, 2001; GOLDENBERG & VARASSIN, 2001; OLIVEIRA-REBOUÇAS & GIMENES, 2004). This kind of pollination is called buzz or vibratile pollination (BUCHMANN, 1983, PROCTOR *et al.*, 1996).

Buzz pollination also occurs in other eight monocot families and 63 dicot families (BUCHMANN, 1983). In general, pollen is the only resource offered to pollinators by buzz-pollinated species (PROCTOR *et al.*, 1996). Female bees of Colletidae, Andrenidae, Anthophoridae, Halictidae and Apidae forage at the onset of the day collecting pollen from buzz-pollinated species and storing the small-sized pollen on the hairs located at their legs (BUCHMANN, 1983).

The reproductive system in Melastomataceae varies greatly; there are self-compatible, self-incompatible and apomitic species (RENNER, 1989; GOLDENBERG & VARASSIN, 2001). Apomixis (or agamospermy) is defined as the production of asexual seeds (KOLTUNOW & GROSSNIKLAUS, 2003). Recent studies have shown that many Melastomataceae species present high levels of apomixis and that this phenomenon is almost restricted to Miconiae (GOLDENBERG & SHEPHERD, 1998). Those species also have low pollen viability (below 20%) compared to the non-apomitic species which present pollen viability above 85% (GOLDENBERG & VARASSIN, 2001).

Although many progresses in reproductive biology of Melastomataceae have been made in various ecosystems, little attention was given to Brazilian species. Since most studies in Brazil have been conducted in the Amazon forest and in Cerrado (Brazilian

Table 1 - Sequence of events during flower anthesis of *M. bahiensis* (Melastomataceae).

Event	Time of first occurrence	Event length (hours)
Stigma exposition	3:00h - 4:00h	3
Petal unfolding	4:00h - 5:00h	3
Filaments unfolding	7:00h - 8:00h	2
Filaments stick together	8:00h - 9:00h	1
Filaments spreading	9:00h - 10:00h	10
Filaments grouping	18:00h - 19:00h	48

savannas) (MELO & MACHADO, 1996), insufficient data is available to draw any solid conclusions on the distribution of apomixis within the Melastomataceae tribes and its potential correlations with habitat and growth form (RENNER, 1989; GOLDENBERG & SHEPHERD, 1998). Therefore, the goal of this study was to study the reproductive biology of *Marcetia bahiensis* (Brade & Markgraf) Wurdack (Melastomataceae) at Chapada Diamantina, Bahia. The following hypotheses were tested: 1) Filament movement is visited-induced and 2) Pollen viability correlates with the breeding system.

Material and Methods

Studied area and species

This study was conducted between May and June 2005 at Serra do Sincorá, municipality of Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, northeastern Brazil. The main vegetation in the studied area is called rupestrian fields. The soils are acidic, nutrient-poor with the occurrence of quartzite outcrops where an extremely diverse and endemic flora establishes. The climate is mesothermic with dry winters and rainy summers, with low precipitation and high temperatures (HARLEY, 1995).

Marcetia bahiensis is a shrub up to 1.5 m tall, endemic of Bahia state, northeastern Brazil. It only occurs at Lençóis, Palmeiras and Morro do Chapéu in rupestrian fields from 400 to 1200 meters a.s.l. *Marcetia bahiensis* blooms and fruits mainly between November and July (MARTINS, 1989).

Floral biology and breeding system

Eleven *M. bahiensis* individuals on rocky outcrops were marked and individual flowers and flower visitors were observed between 04:30h and 02:00h during three

consecutive days. All events during anthesis were observed and the time of first occurrence and duration of each event was recorded.

Five flowers were immersed in neutral red solution (1%) to test for the presence of osmophores [12]. Pollen viability was also assessed through immersion in neutral red solution (1%) in six anthers from one-day old flowers, seven from two-day old flowers and three from three-day flowers. Pollen grains were counted in an area of 0.09 mm² per anther and pollen viability rate was calculated through the following formula:

$$\text{Pollen viability} = n^{\circ} \text{ viable pollen grains} / \text{total pollen grains}$$

To estimate variation in pollen grain size, 30 pollen grains from three anthers of three individuals were stained in neutral red solution (1%) and measured with an optical microscope (A = 400x).

The breeding system was studied using manipulated pollinations (GOLDENBERG & SHEPHERD, 1998). Treatments were performed to check for spontaneous open-pollination (flowers marked), manual cross-pollination (pollen from another plant, emasculated and bagged), manual self-pollination (pollen from the same flower and bagged) and apomixis (flowers emasculated, style cut off and bagged).

The number of flower buds and fruits in three inflorescences from all individuals (n = 33) was recorded and their reproductive success in the field was estimated according to the formula:

$$\text{Reproductive success} = \text{total fruits} / \text{total flower buds}.$$

Some flower buds had already abscised but it was possible to record the exact location of the abscised buds because of the scar left in the shoot.

Results and Discussion

Marcetia bahiensis presents inflorescences composed of simple or modified dichasia along the shoots. The flower calyx is reduced, the white petals are 4-5 mm long, the filaments are 2.5-3mm and style is 6mm long (MARTINS, 1989).

Table II - Flower traits of *M. bahiensis* (Melastomataceae) in different days.

Day	Pollen viability (%)	Herkogamy	Flower senescence
1	95	Strong	Absent
2	98	Moderate	Weak
3	93	Moderate	Strong

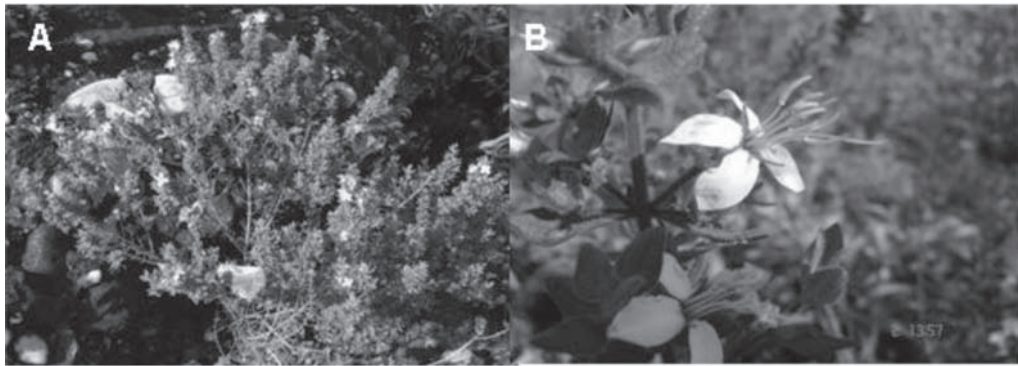


Figure 1 – An individual of *M. bahiensis* growing on rocky outcrops (A) and the detail of its flowers (B).

Anthesis began between 2:00h and 4:00h in a specific sequence of floral movements (Table I). The stigma exposition began at dawn and lasted until 6:00h (Figure 2A). By this time, petal unfolding was completed in most flowers yet filaments were still folded with anthers pointed downward (Figure 2B). Afterwards, filaments bent out (Figure 2C) and stuck together in the center of the flower within a relative short period of time (Figure 2D) spreading out in an actinomorphic arrangement (Figure 2E). Finally, filaments grouped again and this display remained for 48h (Figure 2F) until senescence. The complete anthesis lasts for 12 hours and the flowers lasted for four days (Table II). Contact between stigma and anthers was not observed, rejecting any possibility of self-pollination during anthesis.

Neither flower scents nor the presence of osmophores were verified. Pollen was considered the only floral reward as flowers lack other flower rewards, such as oils or nectar. A strong herkogamy was observed in first-day flowers (Table II). Different filament and style sizes (MARTINS, 1989) associated with spatially separated organs should be an effective strategy to prevent self-pollination (RENNER, 1989). However, in second- and third-day flowers, herkogamy was reduced because there was no longer a spatial separation between filaments and style (Table II).

Extended anthesis with complex floral movements has been described for other Melastomataceae. *Miconia ciliata* anthesis begins at 08:00h and lasts for nine to ten hours to be completed (MELO & MACHADO, 1998). In *Henrietta succosa*, flowers open at 05:00h and anthesis lasts for seven hours. The sequence of floral movements in *M. bahiensis* is very similar to *H. succosa* and *M. ciliata*. However, in *H. succosa* after 14h total senescence occurs and when anthesis is completed in *M. ciliata*, all filaments are positioned in one side of the flower. In *M. bahiensis* however, after 24h senescence takes place in the petals, but in filaments evidence of senescence is presented only after 48h. In *Marcetia taxifolia*, petal senescence occurs only after seven days (PINHEIRO, 1995). As flower visitors were extremely rare (see below), and even so flower movements took place independently, the hypothesis that filament movement is visited-induced was rejected.

In all treatments of manipulated pollinations, reproductive success was greater than 94%, indicated by a high level of fruit formation (Table III). These results agree with data collected from our estimate on the reproductive success of 33 open inflorescences in the field ($94 \pm 0.051\%$), though caution should be taken in interpreting these results because fruit abscission may have occurred afterwards due to late-acting self-incompatibility.

These results would suggest that *M. bahiensis* is self-compatible, agreeing with RENNER (1989) who verified that most Melastomeae are self-compatible and that self-incompatibility is almost restricted to Miconieae and Rhexieae. However, RENNER (1989) and PINHEIRO (1995) state that self-pollination in melastomes is almost impossible to happen because of the strong herkogamy caused by poricidal anthers. Thus, high fruit formation in self-pollination should be due to apomixis, which may also account for fruit formation in the open- and cross-pollination treatments. High and equal values of fruit formation among pollination treatments can be interpreted as the occurrence of apomixis. The criteria used to determine fruit set was ovary development, as we did not have access to mature fruits. During fruit development the ovary size increased and the hypanthium acquired a red color resembling the mature fruits. Thus, *M. bahiensis* may be considered an apomitic species. Apomixis is reported to be less frequent in Melastomeae (22.2%) than in Miconieae (63%; GOLDENBERG & SHEPHERD, 1998).

Mean pollen-size was $19.86 \pm 2.98 \mu\text{m}$. Apomitic species often show high variable pollen sizes (P. Kevan, pers. comm.). This was not the case of *M. bahiensis* which showed high pollen size homogeneity. Low pollen viability should be expected in apomitic species, but

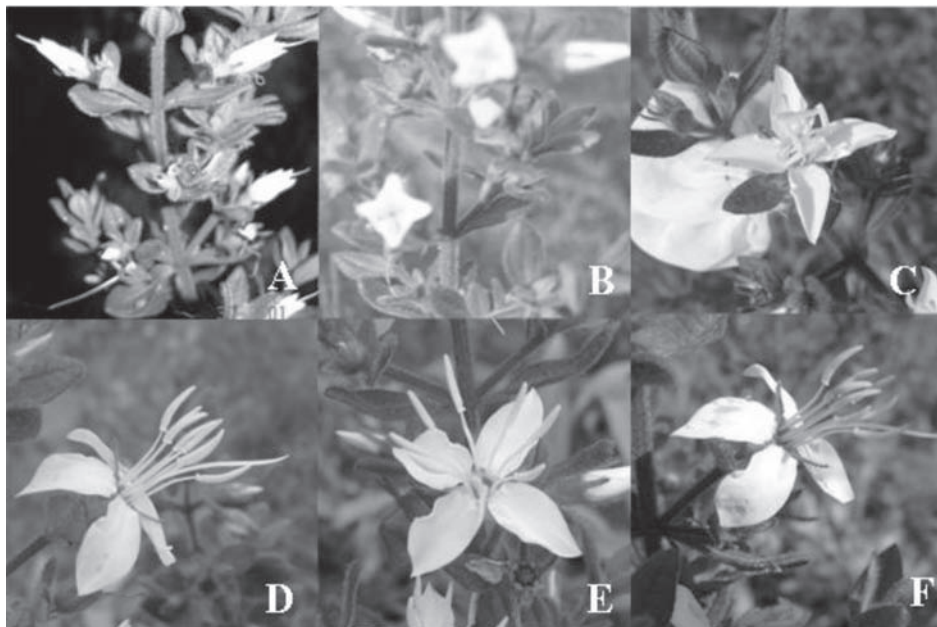


Figure 2 – Sequence of events during *M. bahiensis* anthesis. For detailed description of each event see Table I and text.

pollen viability was greater than 90% (Table II). PINHEIRO (1995) found 90% of pollen viability in the non-apomitic *M. taxifolia*. Hence, caution should be taken in using pollen viability as an indicator of apomixis. Low viable pollen

Table III - Results of the manipulated pollinations (% of fruits formed, with total number of flowers used in brackets) of *M. bahiensis*

Treatment	Reproductive success
Spontaneous open-pollination	97 (34)
Manual cross-pollination	100 (8)
Manual self-pollination	95 (24)
Apomixis	94 (15)

associated with apomixis may be true for Miconieae (GOLDENBERG & SHEPHERD, 1998, GOLDENBERG & VARASSIN, 2001) but not for Melastomeae. *Aciotis acuminifolia* (Melastomeae) is capable of producing seeds apomictically yet its pollen grains are viable (RENNER, 1989). Therefore, the hypothesis that pollen viability correlates with the breeding system was rejected.

During all the observational period flower visitors were rarely observed and none of them were considered effective pollinators (Table IV). Pollination of bee-pollinated melastomes is generally performed by *Xylocopa*, *Melipona* and *Augochloropsis* species (RENNER, 1989) even though species of *Augochlora* (MELO & MACHADO, 1998), *Centris* (OLIVEIRA-REBOUÇAS & GIMENES, 2004), *Bombus* (LARSON & BARRETT, 1999) and others are reported. The visit by *Augochloropsis* sp. took only two seconds, and although it performed a vibratory movement during pollen collection, the stigma was never touched, which puts the species in the category of pollen thief. Although they have an important role in pollinating crops (HEARD, 1999), *Trigona* species are known for robbing nectar from Melastomataceae flowers. They rob pollen from the apical pores of the tubular anthers as far as their tongues reach and then cut off the top of the anther to expose more pollen (RENNER, 1983). Thus, *Trigona spinipes* should not be considered as a pollinator of *M. bahiensis*. The other flower visitors were rejected as potential pollinators because of their behavior on the flower and because of their feeding habits, which are mainly carnivorous.

The lack of pollinators also supports the hypothesis that *M. bahiensis* is an apomitic species. GOLDENBERG & VARASSIN (2001) observed that apomitic melastomes were not visited by bees, while bee activity was detected in non-apomitic species.

So, who pollinates *Marcetia bahiensis*? Wind pollination is unlikely to take place because the tubular anthers with poricidal dehiscence prevent pollen removal by wind (RENNER, 1989). In addition, *M. bahiensis* has a small punctiform stigma with a reduced area to collect pollen (MARTINS, 1989). The absence of flower scents could account for the absence of pollinators. However, most melastomes do not produce flower scents (RENNER, 1989) but are still visited by bees and other animals. PINHEIRO (1995), studying the reproductive biology of five melastomes in restinga (plant communities in southeastern Brazil under marine influence), observed that *Marcetia taxifolia* flowers were rarely visited by bees, although it bloomed several times a year. A phylogenetic approach on the reproductive biology of *Marcetia* species may be important in order to evaluate the reproductive strategies within the genus. Achieving a certain level of independence of pollinators, through apomixis, may

represent an adaptive strategy because *M. bahiensis* is strongly associated with harsh environments (MARTINS, 1989) such as the Chapada Diamantina (HARLEY, 1995).

Table IV - Flower visitors of *M. bahiensis* (Melastomataceae).

Flower visitor	Visit duration (sec)	Time of the day	Category
Halictidae Augochloropsis sp.	2	09:30	Pollen thief
Apidae Trigona spinipes	1	10:00	Occasional
Araneae	resident	Night	Occasional
Orthoptera	resident	Morning	Occasional
Curculionidae	resident	Afternoon	Occasional

Why *M. bahiensis* produces such visually attractive flowers is still unclear. Phylogenetic relationships between and within Melastomataceae tribes should be taken into account in evaluating the occurrence and significance of apomixis in the family. Solid conclusions about the evolution of apomixis in the family will only be possible with additional data collection in contrasting environments from species from different tribes.

Acknowledgments

We thank our colleagues of the Pollination Course 2005 for such a wonderful time, field assistance, helpful discussions and laboratory work. Blandina Viana and Peter G. Kevan supervised the study. We are indebted with Tarcila Nadia (UFPE) and Priscila Moreira (UFPR) who provided important literature on reproductive biology of Melastomataceae. Leonardo Viana (UFMG) revised the English version and Cláudia Jacobi (UFMG) critically revised early versions of the manuscript. The plant was kindly identified by Lígia S. Funch (UEFS) and the bees by Favízia F. de Oliveira (UEFS). Logistic support was provided by UEFS.

References

- BUCHMANN, S.L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. In: Jones, C.E. & Little, R. J. (eds.). Handbook of experimental pollination biology. pp. 73-113. New York, Van Nostrand.
- BUSH, M.B. & RIVERA, R. 2001. Reproductive ecology and pollen representation among neotropical trees. *Global Ecology & Biogeography*, 10: 359–367.
- DAFNI, A. 1992. *Pollination biology: a practical approach*. New York, IRL Press.
- GOLDENBERG, R. & SHEPHERD, G. J. 1998. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in cerrado vegetation. *Plant Systematics and Evolution*, 211:13-29.
- GOLDENBERG, R. & VARASSIN, I.G. 2001. Sistemas reprodutivos de espécies de Melastomataceae da Serra do Japi, Jundiá, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 24:283-288.

- HARLEY, R.M. 1995. Introduction. In: Stannard, B.L. (eds.). Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Royal Botanical Gardens, Kelil. 49-76.
- HEARD, T.A. 1999. The role of stingless bees in crop pollination Annual Review of Entomology, 44: 183-206.
- KOLTUNOW, A.M. & GROSSNIKLAUS, U. 2003. Apomixis: a developmental approach. Annual Review of Plant Biology, 54: 547-574.
- LARSON, B.M.H. & S.C.H. BARRETT. 1999. The pollination ecology of buzz-pollinated *Rhexia vimica* (Melastomataceae). American Journal of Botany, 56: 383-389.
- MARTINS, A.B. 1989. Revisão taxonômica do gênero *Marsetia* DC. (Melastomataceae). Tese de Doutorado, Campinas, UNICAMP.
- MELO, G.F.A. & MACHADO, I.C. 1996. Biologia da reprodução de *Henrietta succosa* DC. (Melastomataceae). Revista Brasileira de Biologia, 56: 383-389.
- MELO, G.F.A. & MACHADO, I.C. 1998. Auto-incompatibilidade em *Miconia ciliata* (L.C. Rich.) DC. (Miconieae – Melastomataceae). Acta Botanica Brasílica, 12: 113-120.
- OLIVEIRA-REBOUÇAS, P. & GIMENES, M. 2004. Abelhas (Apoidea) visitantes de flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma área de restinga na Bahia. Neotropical Entomology, 33:315-320.
- PINHEIRO, M.C.B. 1995. Biologia da reprodução de cinco espécies de Melastomataceae da Restinga de Maricá – RJ. Tese de Doutorado, Campinas, UNICAMP.
- PROCTOR, M., YEO, P. & LACK, A. 1996. The Natural History of Pollination. London, HarperCollins.
- RENNER, S.S. 1983. The widespread occurrence of anther destruction by *Trigona* bees in Melastomataceae. Biotropica, 15: 251-256.
- RENNER, S.S. 1989. A survey of reproductive biology in Neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. Ann. Missouri Bot. Garden, 76: 496-518
- RENNER, S.S. 1993. Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. Nordic Journal of Botany, 13: 519-540.

Aspectos da biologia floral e visitantes de *Evolvulus glomeratus* Nees & Mart (Convolvulaceae) no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Ba

Juliana Hipólito de Sousa
Synara Matos Leal
Josenilton Alves Sampaio

A família Convolvulaceae está amplamente distribuída, sendo encontrada principalmente, na região tropical com representantes em climas subtropicais e temperados (BARROSO *et al.*, 1986; MABBERLEY, 1987 *apud* LEITE *et al.*, 2005; RIBEIRO & BIANCHINI, 1999). É composta por 55 gêneros e 1930 espécies descritas, aproximadamente, sendo os gêneros com maior número de espécies *Ipomea* (600 sp), *Convolvulus* (250), *Cuscuta* (150), e *Jacquemontia* (120) (JUDD *et al.*, 1999).

Normalmente são plantas arbustivas, subarbusivas ou trepadeiras, sendo raramente arbustos, árvores, ou holoparasitas. Suas folhas são alternas, simples ou compostas, na maioria das vezes sem estípulas, sésseis ou pecioladas, e algumas vezes reduzidas a escamas. As inflorescências determinadas, às vezes estão reduzidas a uma flor solitária, terminal ou axilar. As flores são normalmente bissexuais radiais, diclamídeas, monoclinas, com duas brácteas por flor, sépalas livres ou imbricadas, com corola actinomorfa,

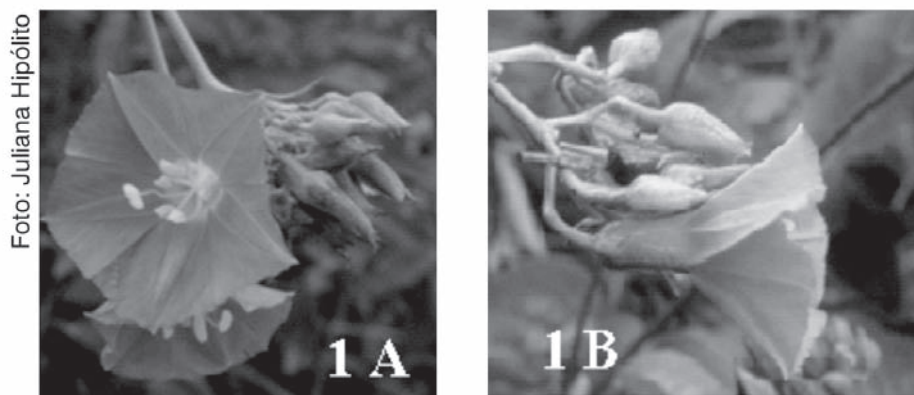


Figura 1A e 1B - Detalhe das flores de *E. glomeratus*

gamopétala, de perfloração imbricativa contorcida, infundibiliforme, campanulada, hipocrateriforme. O androceu possui 5 estames alternos com os lobos da corola, basifixos, filetes filiformes geralmente dilatados na base, com ou sem tricomas glandulares, anteras basi ou dorsifixas. O gineceu possui um estilete bífido ou partido, ou dois estiletos distintos, sendo o estigma terminal, e seu ovário súpero (BIANCHINI & PIRANI, 1997).

Possuem espécies de importância econômica, dentre elas a espécie *Evolvulus glomeratus*, muito freqüente em campos rupestres. Esta espécie possui ampla variação morfológica apresentando muitas subespécies e variedades, e vem sendo cultivada e comercializada como ornamental, com o nome popular de “mimo-do-céu” ou “vassourinha rasteira” (BIANCHINI & PIRANI, 1997).

As flores de Convolvulaceae parecem ser bastante atrativas a insetos, e ficam abertas por um dia ou menos (geralmente apenas algumas horas) tendo o néctar como recompensa. Embora existam trabalhos que investiguem a polinização, interação com insetos e a biologia floral de outras espécies dessa família (SUAREZ *et al.*, 2004), poucos são os trabalhos encontrados sobre a ecologia da polinização de espécies que causaram problemas em ecossistemas agrícolas (KIILL & RANGA, 2003;

PIEIDADE-KIILL & RANGA, 2000), como por exemplo de *Evolvulus glomeratus*, espécie estudada no presente trabalho, onde são apresentadas algumas informações acerca de sua biologia floral e morfologia floral, com registro dos visitantes florais.

Tabela I. Principais alterações fisiológicas e morfológicas da flor de *E. glomeratus* durante o período de observação em Lençóis, Chapada Diamantina, BA

Evento	Hora*	Duração (aproximadamente)
Antese da flor	5:00 - 8:00	3 h
Corola em formato de estrela	06:20	1h 20 min
Corola em formato de pentágono	7:10	2 h 10 min
Corola em formato de círculo	8:00	3h
Deiscência da antera	7:20 - 7:40	2 h 30 min
"Deflexão" do estigma	08:42	3h 42 min
Senescência (murchamento da corola até fechamento)	12:55 - 16:46	7 h 55 min- 11 h 46 min

Material e Métodos

Área de Estudo. O estudo foi desenvolvido no extremo sul da Chapada Diamantina, na Serra do Sincorá, na cidade de Lençóis, Bahia. Esta cidade que se encontra entre montanhas e possui a altitude de 394m, apresentando vegetação de campos rupestres com a presença de um dos tipos de vegetação campestre relacionada floristicamente com o cerrado e freqüente na Chapada, que são os “campos gerais”; estes ocorrem em relevo plano ou ligeiramente ondulado, e recobrem solos arenosos e profundos, aonde são encontradas muitas espécies herbáceas e subarbustivas. O clima é geralmente mais úmido quando comparado a áreas com a mesma altitude, devido a maior proximidade com o Oceano Atlântico (HARLEY, 1995).

A espécie estudada tem hábito arbustivo perene, muito ramificada, com folhas simples, cartáceas. Apresenta flores sésseis, reunidas em inflorescências, onde geralmente encontra-se 2 a 3 flores abertas e as outras fechadas, normalmente abrindo 1 ou 2 dias depois, possui sépalas exteriores elípticas e interiores oval-elípticas de 5 a 8mm de comprimento. A corola hipocrateriforme, com coloração azul ou branca (mais raro), com 12 a 15 mm de comprimento, um tubo de 3 a 6 mm também de comprimento, estames exsertos, filetes glabros, anteras sagitadas. O ovário é globular, bilocular (BIANCHINI & PIRANI, 1997).

Procedimento Metodológico. As observações de biologia floral foram realizadas durante 03 dias em duas áreas às margens dos rios Ribeirão do Meio e Serrano, das 4:00 às 17:00 onde foram marcados aleatoriamente 10 botões florais. Cada botão foi, então, acompanhado desde a fase de antese até o murchamento da flor, registrando-se cada mudança para assim determinar o horário de antese, caracterizar as fenofases e a longevidade das flores.

Para verificar a viabilidade dos grãos de pólen, anteras de diferentes flores (5) foram coletadas em 5 intervalos para que compreendessem diferentes estágios da flor (em botão, em antese no formato de estrela, em antese em formato de pentágono, após a deiscência das anteras e durante sua senescência),

totalizando 25 amostras que foram acondicionadas em ependorfes contendo solução de vermelho neutro (1%) (DAFNI, 1992), com a confecção de lâminas para a estimativa do percentual do número de grãos de pólen viáveis de acordo com a hora em que o material foi coletado. A receptividade estigmática foi detectada com o peróxido de hidrogênio, segundo metodologia proposta por DAFNI (1992): os estigmas foram mergulhados em uma gota da solução e mediante a formação de bolhas na superfície estigmática, a flor foi considerada com estigma receptivo.

foto: Juliana Hipólito

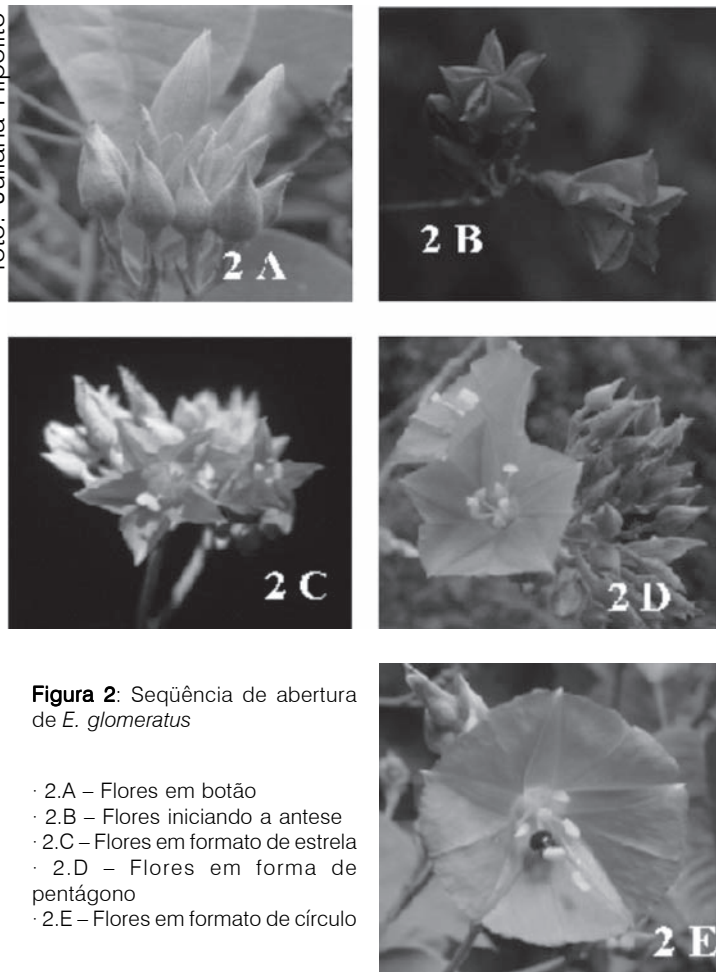


Figura 2: Seqüência de abertura de *E. glomeratus*

- 2.A – Flores em botão
- 2.B – Flores iniciando a antese
- 2.C – Flores em formato de estrela
- 2.D – Flores em forma de pentágono
- 2.E – Flores em formato de círculo

Tabela II. Viabilidade polínica das flores de *E. glomeratus* em Lençóis, Chapada Diamantina, BA.

Hora	% de grãos viáveis
Botão	66,7
06:00h	81,9
07:00h	72,3
07:24 – 07:33	76,10
15:10h	75

onde o odor poderia estar sendo produzido.

Visitantes florais foram coletados pelo método de varredura idealizado por SAKAGAMI *et al.* (1967), com modificações, utilizando-se redes entomológicas, a cada 1 hora, no período de 8:00 às 15:00h. Alguns espécimes foram coletados utilizando-se potes pequenos de vidro, enquanto repousavam ou caminhavam sobre flores. Os espécimes coletados foram mortos em câmaras contendo acetato de etila e, posteriormente, alfinetados para identificação dos mesmos, quando possível até o nível de espécie. Os espécimes encontram-se depositados na coleção de referência do Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas (LABEA).

Resultados e Discussão

Evolvulus glomeratus apresenta flores com corola hipocrateriforme e estigma localizado em posição um pouco mais alta que os estames; provavelmente há uma separação espacial dessas estruturas (hercogamia). Sua antese, caracterizada pelo afastamento das bordas da corola, ocorre obedecendo a um padrão de estrela – pentágono - círculo (Figura 1). Iniciando a abertura por volta às 05:00 (Tabela I), a deiscência da antera ocorre aproximadamente 2 horas e 30 minutos após a antese da flor. O estigma começava a apresentar um processo de deflexão quase 4 horas após a antese da flor, que possui a duração de apenas meio dia (aproximadamente 12 h). O processo de senescência floral, caracterizado pelo murchamento das bordas da corola, inicia aproximadamente 8 horas após a antese da flor.



Figura 3: Foto A, B e C: Flores de *E. glomeratus* e visitantes (*Trigona spinipes*).

Os testes de viabilidade polínica demonstraram que durante toda a vida da flor mais de 50% dos grãos de pólen nas anteras se apresentam viáveis, sugerindo assim uma separação temporal da funcionalidade dos órgãos reprodutivos (dicogamia), já que as anteras abrem apenas 2 horas aproximadamente após a antese da flor, lembrando que até as 7:00h as anteras ainda não sofreram deiscência, esta ocorre no intervalo de 7:24 e 7:33h (Tabela II).

O estigma se mostrou receptivo durante toda a vida da flor. Os testes de odor não foram significativos, ou seja, não se conseguiu detectar fragrância alguma com a utilização do método escolhido.

Na coleta de visitantes o maior número de indivíduos coletados foi o de *Augochlora* sp (12), seguida por *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (9), sendo que dos indivíduos coletados (44), as abelhas representam 75%. Outras espécies encontradas foram representantes das seguintes ordens: Diptera, Hymenoptera (Formicidae, Vespidae, Chalcidoidea), Lepdoptera, Coleoptera (Curculionidae) e Hemiptera (Figura 5)(Tabela III).

O comportamento individual dos visitantes não foi avaliado, não sendo possível assim, inferir qual seria o polinizador eficiente, ou polinizadores. Entretanto, a predominância de abelhas encontradas em *Evolvulus glomeratus*, corresponde com a síndrome Melitófila apresentada pela família Convolvulaceae, a exemplo de *Ipomoea asarifolia* (KILL & RANGA, 2003) e *Jacquemontia multiflora* (PIEDADE-KIILL & RANGA, 2000).

Indivíduos de *Apis m. scutellata* e *Augochlora* sp1 foram encontrados em *E. glomeratus* de 8:00 às 14:00 horas, enquanto que as duas espécies de Diptera coletadas, assim como as abelhas *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) e *Dialictus* sp1, foram encontradas apenas nas duas primeiras horas. Porém, as abelhas foram, de uma maneira geral,

Tabela III. Diversidade de visitantes em flores de *Evolvulus glomeratus*, durante o período de observação, em Lençóis, Chapada Diamantina, BA.

Grupo taxonômico	Espécie	Hora de coleta
Coleoptera	Coleóptera sp.	14:50
	Curculionidae sp	14:55
Hymenoptera	Chalcidoidea (micro)	14:55
	Formicidae	
	Formicidae sp	14:56
	Formicidae sp1	14:58
	Formicidae sp2	14:58
	Vespidae	
	Vespidae sp	10:00
	Apidae	
	<i>Apis mellifera scutellata</i>	08:00
	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	11:00
	<i>Partamona</i> sp	08:00
	<i>Partamona</i> sp	14:53
	<i>Trigona spinipes</i>	08:00
Halictidae		
<i>Augochlora</i> sp1	09:00	
<i>Augochlora</i> sp1 ?	14:00	
<i>Augochlora</i> sp2	10:00	
<i>Dialictus</i> sp1	09:00	
Anthophoridae		
<i>Exomalopsis</i> sp1	11:00	
<i>Ceratina</i> sp	13:00	
Lepdoptera	Lepdoptera sp	12:00
Hemiptera	Hemíptera sp	14:56

Foto: Juliana Hipólito

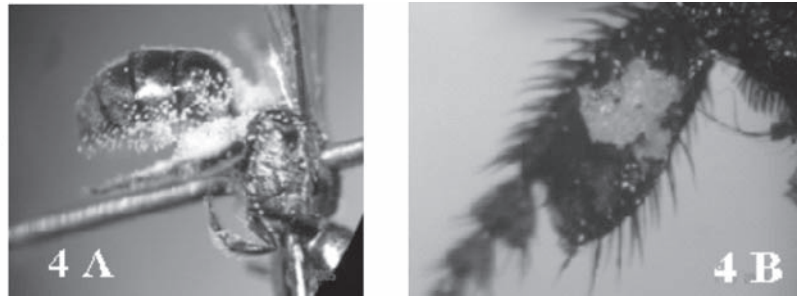


Figura 4: Detalhe de visitante com grãos de pólen de *E. glomeratus*

4.A – Detalhe abdômen de *Augochlora* sp1 · 4.B – Detalhe escopa de *Apidae* sp

Indivíduos coletados em *Evolvulus glomeratus*, Chapada Diamantina, Lençóis, Ba. 2005

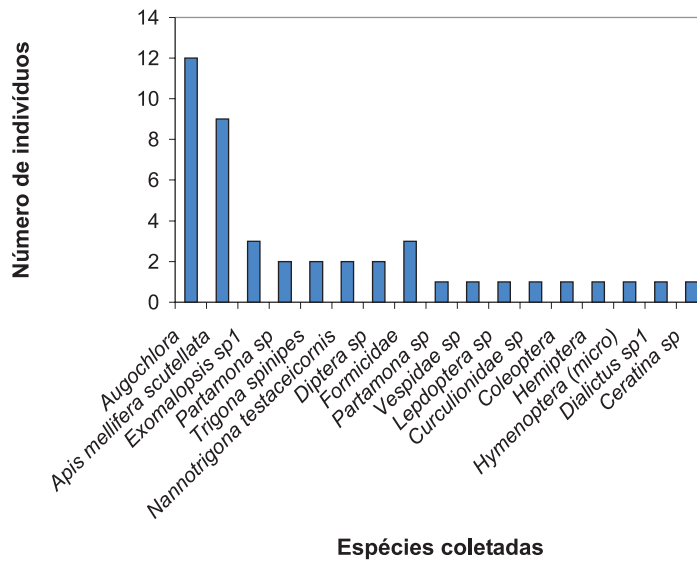


Figura 5 – Número de indivíduos coletados de cada espécie em flores de *Evolvulus glomeratus* durante um dia (8:00 às 15:00).

**Indivíduos coletados em *Evolvulus glomeratus*, Chapada
Diamantina, Lençóis, Ba. 2005**

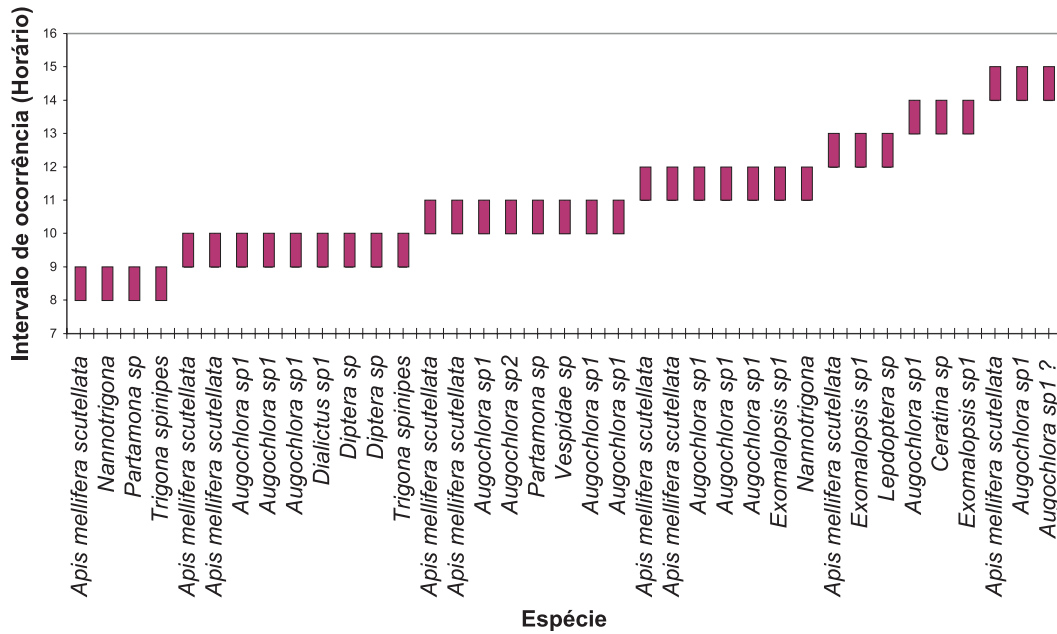


Figura 6 – Espécimes coletados em *E. glomeratus* e sua distribuição ao longo do dia.

coletadas em todos os horários amostrados, apesar com número baixo de espécimes coletados (Figura 6).

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a oportunidade que nos foi concedida de participar do Curso de Polinização (Pollination Course 2005), assim como a bolsa e a oportunidade de estar trabalhando diretamente na monitoria do curso. Somos gratas também a todos aqueles que de alguma forma fizeram parte deste estudo principalmente aos colegas do curso, pelas experiências compartilhadas e as novas amizades. Aos professores Blandina Felipe Viana e Peter G. Kevan. A ajuda incondicional da pesquisadora Rosângela Simão-Bianchini (Instituto de Botânica, São Paulo), que nos forneceu bibliografia sobre o tema, e também a professora Fabiana Oliveira da Silva que nos ajudou com a organização dos dados. A identificação das abelhas por Favízia Freitas de Oliveira e a identificação da planta pela pesquisadora Ligia Funch. E a todos que de alguma forma fizeram parte deste trabalho.

Referências

- BARROSO, G. M., PEIXOTO, A. L., COSTA, C. G., ICHASO, C. L. F. & GUIMARÃES, E. F., 1986, SISTEMÁTICA DE ANGIOSPERMAS DO BRASIL. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, IMPRENSA UNIVERSITÁRIA, VIÇOSA, 3o VOL., 326P.
- BIANCHINI, R.S. & PIRANI, J. R. 1997. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Convolvulaceae. Bol. Bot. Univ. S. Paulo, 16: 125-149,
- DAFNI, A. 1992. Pollination biology: a practical approach. New York, IRL Press.
- HARLEY, R.M. 1995. Introduction. In: Stannard, B.L. (eds.). Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Royal Botanical Gardens, Kew. 43-369.
- JUDD, W.S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A. & STEVENS, P.F. 1999. Plant Systematics – A phylogenetic approach. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts U.S.A. p 359-361.
- KIILL, L. H. P. & RANGA, N. T. 2003. Ecologia da polinização de *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem. & Schult. (Convolvulaceae) na região semi-árida de Pernambuco. Acta Bot. Bras., 17(3): 355-362.
- LEITE, K. R. B.; BIANCHINI, R. S. & SANTOS, F. A. R. 2005. Morfologia polínica de espécies do gênero *Merremia* Dennst. (Convolvulaceae) ocorrentes no Estado da Bahia, Brasil. Acta Bot. Bras., 19(2): 313-321
- PIEDEDE-KIILL, L. H. & RANGA, N. T. 2000. Biologia floral e sistema de reprodução de *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier f. (Convolvulaceae). Rev. bras. Bot., 23(1): 37-43.
- RIBEIRO, J. E. L. S. & BIANCHINI, R. S. 1999. Convolvulaceae. Pp. 588-591, In: Flora da Reserva Duck: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central, J.E.L.S. Ribeiro; M.J.G. Hopkins; A. Vicentini; C.A.S. Sothers; M.A.S. Costa; J.M. Brito; M.A.D. Souza; L.H.P. Martins; L.G. Lohman; P.A.C.L. Assunção; E.C. Pereira; C.F. Silva; M.R. Mesquita & L.C. Procópio. (eds.). Utrecht, INPA.
- SAKAGAMI, S.F., S. LAROCA & J.S. MOURE. 1967. Wild bee biocenotics in São José do Pinhais (PR), south Brazil. Preliminary report. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Serie VI, Zoology., 16: 253-291.
- Suárez L.H; GONZÁLEZ W.L & GIANOLI E. 2004. Biología reproductiva de *Convolvulus chilensis* (Convolvulaceae) en una población de Aucó (centro-norte de Chile). Rev. chil. hist. nat., 77(4): 581-591.

Yellow and Red Anthers in *Pavonia cancellata* – What do They Mean?

Patrícia M.C. Albuquerque
Márcia M.C. Rêgo

Introduction

Most flowering plants depend on animals for effective pollination and sexual reproduction (BUCHMANN & NABHAN, 1996). The flowers can be breeding and resting places for some bees (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979; SIMPSON & NEFF, 1981). At the same time, most of the more familiar insect groups, including most bees, butterflies and moths, and also some flies and beetles, depend for their sustenance upon pollen or nectar rewards provided by flowers.

The allocation of pollen between the pollen producing flower and the pollinating bee can best be studied in the case in which flowers are visited almost exclusively by oligolectic pollinating bee species (SCHLINDWEIN *et al.*, 2005). Bees of these species are specialized to collect pollen only in flowers of the same genus or plant family. Such is the case of *Pavonia cancellata* according to SCHLINDWEIN & MARTINS (2000).

The idea that pollen and anthers function as signals to the insects has been observed by many pollination biologists (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979; BARTH, 1991).

Pavonia comprises about 150 species (CRONQUIST, 1981), distributed in the neo- and paleotropics. Pollination by bees and birds is reported in this genus. The flowers of most studied species of *Pavonia* are self fertile (GOTTSBERGER, 1972).

Pavonia cancellata Cav. is a prostrate, creeping half-shrub, common at ruderal sites on sandy soils in Northeastern Brazil. Flowers of *Pavonia* have numerous stamens with large pollen grains (BARTH, 1975). The large size of pollen grains in melittophilous flowers is often cited in relation to behavioural and morphological specializations of pollen-collecting bees, thus explaining their oligolecty (ROUBIK, 1989; GIMENES, 1991; SCHLINDWEIN & MARTINS, 2000).

In a population of *Pavonia cancellata* close to Lençóis-BA at Chapada Diamantina National Park, it was noted that there were two different flowers, one with red anthers and another with yellow ones. The colour change in flowers, fruits, seeds, and leaves, due to a change in water-soluble pigments, is a well-known phenomenon and it has been proved that such colour changes enable insects to locate flowers in full anthesis immediately, so that they can avoid the younger and older ones (GOTTSBERGER, 1971). The *P. cancellata*

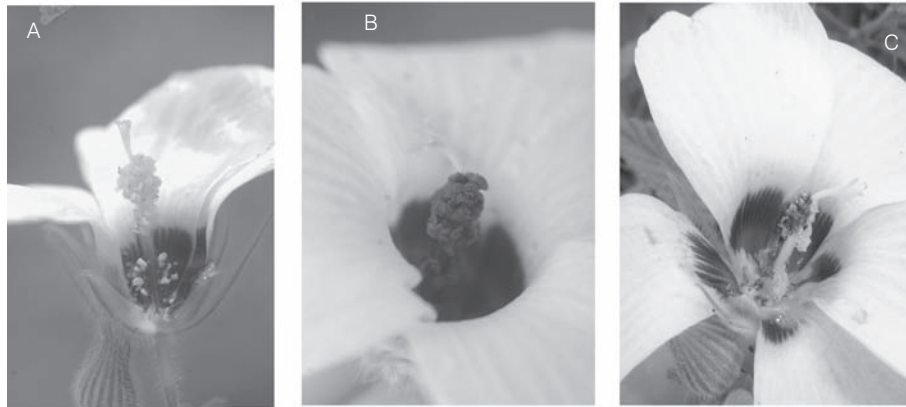


Figure 1. Different anther colours of *Pavonia cancellata* flowers **a)** yellow anthers; **b)** red

populations at Lençóis are in two different places, one in a place called Serrano, about 1 Park and the Marimbus-Iraquara Environmental Protection Area, classified as a “rigorous protection area”, about 27 Km away from the city center.

We asked: Would the visiting guilds of an undisturbed and adisturbed area be the same? Would the different anther colours be a sign of flower senescence or be related to pollen viability or maybe a means of selection for the floral visitors? Which flower visitors are effective pollinators?

Materials and Methods

Study site

The field study was performed during 29, 30 and 31 of June and 01 of July 2005 at Chapada Diamantina National Park, Northeast of Brazil about 400 Km from Salvador, Bahia State. The first study site was located at Serrano locality near the Lençóis River. Because of its proximity to the city center, this area experiences the effects of human activities, which include mainly the collection of wood products and the sporadic aerial applications of insecticides that are used to kill mosquitoes and thus prevent “dengue” disease. The second ones were located in a rigorously protected area at Pai Inácio’s Hill near the TELEMAR tower. The local climate is mesothermic, tropical semi-humid. Rain predominates in the austral summer (November-January), with a secondary maximum in March and April. During the austral winter months (May-August), rainfall decreases and a marked dry period occurs from August to October under the influence of the South Atlantic Anticlone. Medium annual rainfall is 1138 mm, annual average temperatures vary between 22 and 25°C, with minimum averages approximating 15°C (FUNCH *et al.*, 2002).



Figure 2. Different aspects of *Pavonia cancellata* flowers during the anthesis: **a)** closed bud; **b)** beginning of anthesis; **c)** closed bell; **d)** open bell ; **e)** open flower and **f)** wilted flower.

Floral morphology and anthesis

The total pollen content of an anther was transferred to a microscope slide and prepared for pollen counting. To assay viability and availability of pollen grains six flowers of each locality and three anthers of each flower of both anther colours were used. The first flower was collected one hour after beginning of anthesis in unexplored flowers (not visited by a pollinator); the second two hours later and so on until the end of anthesis (wilted flower). Methylene blue was used in the red anthers and neutral red was used in yellow ones. The average pollen count per flower was calculated multiplying the average pollen content of an anther by the average number of stamens per flower.

Buds of six plants of each locality and colour were marked individually, and anthesis of these flowers, which were accessible to flower visitors, was monitored until senescence.

Frequency and behaviour of flower visitors

Vouchers of visiting insects were collected in *Pavonia cancellata*. Frequency of flower visitors was determined by counting bees and others insects of the different species at the flowers during a total of six hours. During each visit it was checked whether the bees came in contact with the stigma.

The local vegetation at the study sites consists of ruderal plants with the predominance of herb and shrub vegetation known as “campo rupestre”.

Floral morphology and anthesis

The total pollen content of an anther was transferred to a microscope slide and prepared for pollen counting. To assay viability and availability of pollen grains six flowers of each locality and three anthers of each flower of both anther colours were used. The first flower was collected one hour after beginning of anthesis in unexplored flowers (not visited by a pollinator); the second two hours later and so on until the end of anthesis (wilted flower). Methylene blue was used in the red anthers and neutral red was used in yellow ones. The average pollen count per flower was calculated multiplying the average pollen content of an anther by the average number of stamens per flower.

Buds of six plants of each locality and colour were marked individually, and anthesis of these flowers, which were accessible to flower visitors, was monitored until senescence.

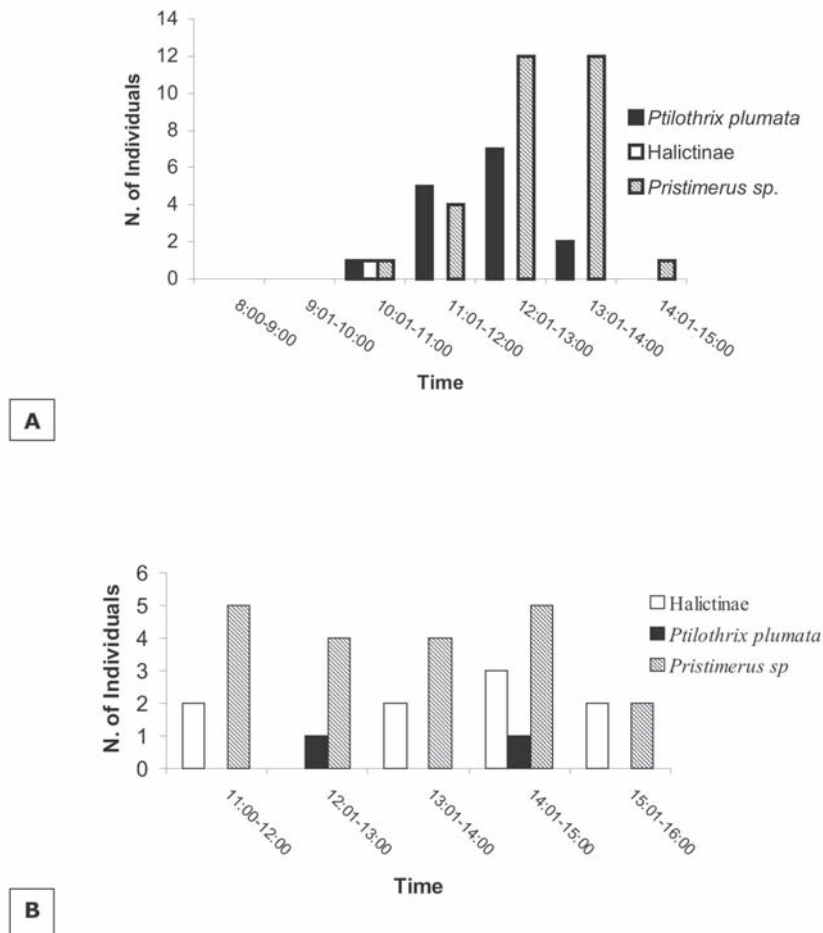


Figure 3. Visits of bee species (*Ptilothrix plumata* and five tiny Halictinae species) and the beetle (*Pristimerus sp.*) during one day to flowers of *Pavonia cancellata* in two study sites: **a** – at Pai Inácio’s Hill and **b** – at

Frequency and behaviour of flower visitors

Vouchers of visiting insects were collected in *Pavonia cancellata*. Frequency of flower visitors was determined by counting bees and others insects of the different species at the flowers during a total of six hours. During each visit it was checked whether the bees came in contact with the stigma.

The relative frequencies were calculated for each bee species.

Results

Floral morphology and anthesis

The flowers of *Pavonia cancellata* are campanulate, erect, light yellow, with dark-violet throat. The style is enclosed in a column formed by fused filaments and terminates in ten free, visible, filiform stylar lobes, each ending in a globose, papillous stigmatic head. The ovary is 5-locular, with each locule containing one ovule. The anthers are monothebate and contain echinate pollen grains, red, yellow, or rarely, both (Figure 1). There was no strong variation between number of stamens and pollen grains of yellow and red flowers (Table I).

Few flowers open per plant per day, but they do not open synchronously. The anthesis began at 8:00 a.m. with all anthers already dehisced. At Pai Inácio's site, maybe due to the cold weather, the anthesis began at 9:25 a.m. The boom of opening flowers took place between 10:00 and 11:00 a.m. in Serrano and at around 12:00 a.m. at Pai Inácio (Table II, Figure 2).

Frequency and behaviour of flower visitors

The *Pavonia cancellata* flowers were visited by bees of five species: *Ptilothrix plumata* Smith, 1853 (Apidae, Apinae, Emphorini), *Dialictus* sp. (Halictidae, Halictinae, Halictini), and four species of *Augochlora* (Halictidae, Halictinae, Augochlorini). Furthermore, we recorded numerous flower visits of the beetle *Pristimerus* sp. (Curculionidae, Prionomerini).

Table I. Number of stamens and of pollen grains of a flower of *Pavonia cancellata* with red and yellow anthers.

	Red Anthers		Yellow Anthers	
	Variation	Mean	Variation	Mean
Stamens/flowers	41 – 57	46	40 – 57	48
Pollen grains/stamen	43 - 66	54	32 - 64	44
Pollen/flower		2484		2112

Table II. Anthesis time of *Pavonia cancellata* in two localities.

Serrano	Plant 01	Plant 02	Plant 03	Plant 04	Plant 05	Plant 06
08:20	?	?	?	?	?	🔔
09:15	*	*	*	*	🔔	🔔
11:25	*	*	*	*	*	*
14:20	🔔	🔔	🔔	🔔	🔔	🔔
Pai Inácio						
08:20	?	?	?	?	?	?
09:20	?	?	?	?	?	?
11:15	🔔	?	🔔	?	?	🔔
12:10	*	🔔	*	🔔	*	*
13:00	*	🔔	*	*	*	*
13:30	🔔	🔔	🔔	🔔	🔔	🔔

Pristimerus sp. was an abundant visitor on *P. cancellata* flowers in both studied places. They visited the flowers to feed on pollen and used them as sleeping sites. No aggressive interaction was noticed between bees and the beetle. Sometimes it was possible to observe bees and beetle sleeping together at the same flower.

Ptilothrix plumata was the most abundant species at Pai Inácio's Hills where only one Halictinae specie was collected (Figure 3A). On the other hand, at Serrano, Halictinae species was the most abundant. The bees were more frequent between 11:00 and 14:00 at Pai Inácio and between 12:00 and 15:00 at Serrano (Figure 3).

The pollen grains found at *Ptilothrix plumata* were only *Pavonia* sp. grains (red and yellow). Soon after the beginning of anthesis, *P. plumata* started the pollen collection. Although pollen was the most collected resource, *P. plumata* also collected nectar.

At the end of anthesis of *Pavonia cancellata* (13:00-14:30) the *P. plumata* males stopped flying and stayed unmoving inside the flower until the flower closed completely. In one flower was possible to notice two bees sleeping together at the same flower (Figure 4).

The *P. plumata* is a medium sized bee and is morphologically adapted to collect big pollen grains: the bee goes through the filament widthwise and lengthwise collecting the pollen grains, and as soon as she goes out, she touches the stigmas, which become saturated with pollen grains. A pollen collecting female of *Ptilothrix plumata* stayed in a flower of *Pavonia cancellata* for 10-29 sec and was the bee species that spent much time in a flower than the other ones.

The small Halictinae bee species collected pollen and nectar, but they did not touch the stigmatic heads.

The number of pollen grains in an unexplored flower was between 34 and 55 in red anther flowers and 52 and 65 in yellow ones (Table III). It was observed that by the end of the anthesis (14:00) they had almost disappeared (Table III).

Table III. Number of pollen grains per anther during the anthesis of *Pavonia cancellata*.

	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
Pai Inácio						
Red anthers	34 – 44 39	24 – 66 45	12 – 50 32	9 – 44 23	9 – 52 34	6 – 14 9
Serrano						
Red anthers	44 – 55 49	13 – 42 30	9 – 22 17	32 – 49 43	31 – 46 38	2 – 12 8
Yellow anthers	52 – 65 59	31 – 46 36	27 – 45 36	22 – 54 41	7 – 44 22	1 – 18 7

Discussion

Floral morphology and anthesis

The *P. cancellata* flowers at Serrano and Pai Inácio's hill do not open synchronously as observed by SCHLINDWEIN & MARTINS (2000) in one population of *P. cancellata* in a Tabuleiro vegetation at João Pessoa – PB also in Northeastern of Brazil. Despite the very short time of observation (only four days), it was possible to see that the boom of opening flowers in those two places were different also. We believe that in hottest and more less cloudy sites, like Serrano, the anthesis of flowers lasts longer than in colder and cloudy places like Pai Inácio. At João Pessoa, for example, where the climate is tropical and humid with temperatures between 23.9°C and 26.7°C all year round, the opening time of flowers was between 5:30 and 6:00 h with around 7 hours of anthesis (SCHLINDWEIN & MARTINS, 2000).

Different anther colours in different plants of the same species are not a common fact. It was noticed only one species of Liliaceae that is common in North America and Canada: *Erythronium americanum* Ker-Gawler, which has brownish and yellow anthers (KEVAN pers. Inf.). The authors did not find any paper about different anther colours in *Pavonia* species, a fact that was observed only at Serrano, and not at Pai Inácio's hill or even in other population of this same species which was found in sand dunes at São Luís – MA. At Serrano the different anther colours were not a sign of flower senescence, nor was it related to pollen viability and it did not seem to be a selective way to call the attention of floral visitors. The pollen grains of red and yellow anthers are viable and floral visitors were observed at both kinds of flowers in the same way.

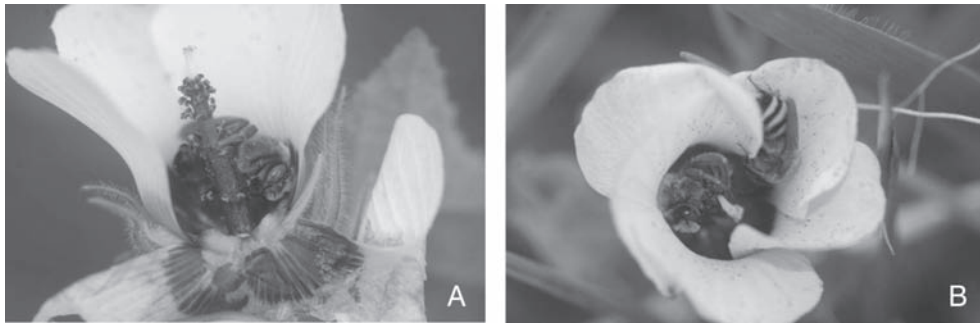


Figure 4. *Ptilothrix plumata* male sleeping at *Pavonia cancellata* flower. A – we turned off two petals and the bees continues sleeping; B – two individuals together.

Frequency and behaviour of flower visitors

At the end of anthesis only a few pollen grains remained in the *Pavonia* red or yellow anthers. This can not be attributed only to bee visits, but also to *Pristimerus* sp., one of the most frequent flower visitors that was also noticed by SCHLINDWEIN & MARTINS (2000). *Pristimerus* sp. is a tiny curculionid beetle that visits the flowers to feed on pollen and uses them as sleeping and mating sites, but they did not cause cross-pollination. Accordingly to SCHLINDWEIN & MARTINS (2000) these beetles perforate the epidermis of the corolla with their mouthparts, causing dehydration, and then closing the loose petals with their legs. With this behaviour, according to these authors, competition between *Pristimerus* sp and *Ptilothrix plumata* bee takes place. *P. plumata* has to provision their brood cells before the beetles succeed in closing the flowers. Unfortunately this behaviour of *Pristimerus* sp. was not observed. During the observation time it seemed that the weather condition was the most responsible for the end of the anthesis, and the beetles presence do not seem to be related to it

The pollen collection trip by the oligolectic bee *Ptilothrix plumata* in flowers of *Pavonia* has been observed by SCHLINDWEIN & MARTINS (2000). According to them, oligolecty seems to be a common feature of species of Emprorini which are morphologically and/or behaviorally adapted to collect pollen from specific food plants, and, in general, are effective pollinators of plants with large pollen grains like *Melitoma* in *Ipomoea* (Convolvulaceae), *Diadasina* in *Ludwigia* (Onagraceae), *Ancyloscelis* in *Opuntia* (Cactaceae) and *Ptilothrix* in all of those and in *Pavonia* (PINHEIRO & SCHLINDWEIN, 1998; SCHLINDWEIN & WITTMANN, 1997; SCHLINDWEIN, 1998).

Females of *P. plumata* are highly efficient pollen foragers, apparently adapted to the synchronous pollen presentation of the flowers of *Pavonia* (SCHLINDWEIN & MARTINS, 2000). In general, only 2-3 flowers of a *P. cancellata* plant bloom on the same day, thus, females of *Ptilothrix* frequently cause cross-pollination visiting flowers of several plant individuals.

In this short observation time, many males of *P. plumata* were found using the *P. cancellata* flowers as a sleeping place. Copulation in flowers is very common in bees

(EICKWORT & GINSBERG, 1980; CURE & WITTMANN, 1990; ALVES-DOS-SANTOS, 1999; MEDEIROS & SCHLINDWEIN, 2003). According to THORNHILL & ALCOOK (1983), copulation behavior on flowers seems to be more frequent in bee species with low nest density. On this way, the natural selection would cause males to look for females in their foraging places. This strategy would be fruitful mainly if the food supply was not very dispersed. In this way, the male reproductive success will be subordinate to its ability to choose flowers that are frequently being visited by female of their species.

References

- ALVES-DOS-SANTOS, I. 1999. Aspectos morfológicos e comportamentais dos machos de *Ancyloscelis* Latreille (Anthophoridae, Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 37-43.
- BARTH, F.G. 1991. *The biology of a partnership*. Princeton Univ. Press, New Jersey.
- BARTH, O.M. 1975. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil meridional XVIII – Malvaceae. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 73: 1–29.
- BUCHMANN, S.L. & NABHAN, G.P. 1996. *The forgotten pollinators*. Island Press, Washington.
- CRONQUIST, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia Univ. Press, New York.
- CURE, J.R. & WITTMANN, D. 1990. *Callonychium petuniae*, a new panurgine bee species (Apoidea, Andrenidae), oligolectic on *Petunia* (Solanaceae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 25: 153-156.
- EICKWORT, G.C & GINSBERG, H.S. 1980. Foraging and mating behavior in Apoidea. *Annual review of Ecology and Systematics*, 25: 421-446.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, London.
- FUNCH, L.S., FUNCH, R. & BARROSO, G.M. 2002. Phenology of gallery and montane forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Biotropica*, 34: 40-50.
- GIMENES, M. 1991. Some morphological adaptations in bees (Hymenoptera, Apoidea) for collecting pollens from *Ludwigia elegans* (Onagraceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 35: 413-422.
- GOTTSBERGER, G. 1971. Colour change of petals in *Malvaviscus arboreus* flowers. *Acta Botanica Neerlandica*, 20: 381-387.
- GOTTSBERGER, G. 1972. Blütenbiologische Beobachtungen an brasilianischen Malvaceen. II. *Osterreichische Botanische Zeitschrift*, 120: 439-509.

- MEDEIROS, P.C.R. & SCHLINDWEIN, C. 2003. Territórios de machos, acasalamento, distribuição e relação com plantas em *Protomelitura turnerae* (Ducke, 1907) (Hymenoptera, Andrenidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 47: 589-596.
- PINHEIRO, M. & SCHLINDWEIN, C. 1998. A câmara nectarífera de *Ipomoea cairica* (L.) Sweet (Convolvulaceae) e abelhas de glossa longa como polinizadores eficientes. *Iheringia*, 51: 3-16.
- ROUBIK, D.W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge Univ. Press, New York.
- SCHLINDWEIN, C. 1998. Frequent Oligolecty Characterizing a Diverse Bee-Plant Community in a Xerophytic Bushland of Subtropical Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 33: 46-59.
- SCHLINDWEIN, C. & WITTMANN, D. 1997. Stamen movements in flowers of *Opuntia* (Cactaceae) favour oligolectic bee pollinators. *Plant Systematics and Evolution*, 204: 179-193.
- SCHLINDWEIN, C. & MARTINS, C.F. 2000. Competition between the oligolectic bee *Ptilothrix plumata* (Anthophoridae) and the flower closing beetle *Pristimerus calcaratus* (Curculionidae) for floral resources of *Pavonia cancellata* (Malvaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 224: 183-194.
- SCHLINDWEIN, C., WITTMANN, D., MARTINS, C.F., HAMM, A., SIQUEIRA, J.A., SCHIFFLER, D. & MACHADO, I.C. 2005. Pollination of *Campanula rapunculoides* L. (Campanulaceae): How much pollen flows into pollination and into reproduction of oligolectic pollinators? *Plant Systematics and Evolution*, 250: 147-156.
- SIMPSON, B.B. & NEFF, J.L. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *American Missouri Botanical Garden*, 68: 301-322.
- THORNHILL, R. & ALCOCK, J. 1983. The evolution of insect mating systems. Harvard Univ. Press.

Avaliação da Síndrome Floral de *Cuphea sessilifolia* (Lythraceae)

Marília Dantas Silva
Lila Vianna Teixeira
Kátia Maria Medeiros de Siqueira

Introdução

A família Lythraceae é amplamente distribuída nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo que *Cuphea* representa o maior gênero desta família, com aproximadamente 250 espécies classificadas em 13 seções (GRAHAM & CAVALCANTI, 1999; GRAHAM, 1998). Cerca de 18 espécies constituem a seção *Brachyandra*, que é basicamente definida pela presença de estames com filetes muito curtos e profundamente inseridos no tubo floral (BARROSO, 1954).

Cuphea sessilifolia Mart. 1841 (Figura 1) constitui um arbusto ereto com cerca de 50 cm de altura e pequenas folhas de coloração verde-escura, sendo freqüente em áreas abertas e de campo rupestre. Com suas flores pequenas e tubulares, com cerca de 4-6 mm e seis pétalas de igual tamanho, apresenta características da síndrome de Melitofilia, como: flores rosas, zigomórficas, diurnas e presença dos nectários (FUNCH *et al.*, 2004).

O objetivo do presente trabalho foi testar as seguintes hipóteses: *Cuphea sessilifolia* apresenta síndrome de melitofilia; e se em decorrência das conseqüências causadas pela crescente urbanização no município de Lençóis, Bahia, esta espécie passa por limitação de polinizadores. Para testar essas hipóteses foram determinados os seguintes procedimentos: 1) identificar os visitantes florais de *C. sessilifolia*; 2) determinar a taxa de visitação desses

Foto: Teixeira, L.



Figura 1: Flor de *Cuphea sessilifolia*

polinizadores; e 3) verificar se a polinização cruzada manual apresenta maior sucesso reprodutivo que a polinização aberta.

Material e Métodos

A área de estudo está localizada no município de Lençóis-BA. Consiste em uma área extremamente antropizada, com várias espécies vegetais exóticas introduzidas.

As abelhas foram amostradas nas flores com rede entomológica nos dias 30 e 31 de maio de 2005 entre as 7:00 to 15:00h. Cada coletor permaneceu 15 minutos nas plantas, a cada hora, o que totalizou 12 horas de esforço amostral. Os indivíduos capturados foram sacrificados em câmara mortífera (frasco com acetato de etila), e posteriormente transferidos para frascos individuais devidamente identificados (data, horário, planta). No laboratório as abelhas foram montadas em alfinetes entomológicos, etiquetadas, desidratadas em estufa (45°C) e acondicionadas em armário entomológico apropriado para posterior identificação.

Para verificar a taxa de visitação realizou-se a contagem do número de visitantes que pousavam nas flores a procura de recursos, durante o período de 10 minutos, tendo sido calculado o índice de visitação: $n.^{\circ}$ total de visitantes/ $n.^{\circ}$ de flores observadas (DAFNI, 1992).

Para observar a existência de limitação de visitantes florais foram selecionados 40 botões em fase de pré-antese. Vinte botões foram ensacados para evitar a presença de visitantes e foi então realizado a polinização cruzada manual dois dias após o ensacamento. Outras vinte flores foram marcadas e deixadas expostas aos visitantes florais. Após três dias da seleção dos botões, os ovários das flores dos dois tratamentos foram coletados e medidos para comparação do desenvolvimento dos mesmos (Figura 2).

Resultados e Discussão

Foram amostrados 127 indivíduos de 17 espécies visitando as flores de *C. sessilifolia*, sendo que 92% dos visitantes eram da ordem Hymenoptera (51% Formicidae, 37% Halictidae, 3% Apidae, 1% Anthophoridae), 4% Diptera, 2% Lepidoptera e 2% Outros

Foto: Teixeira, L.V.

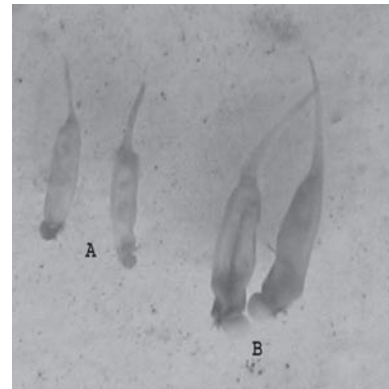


Figura 2: Ovários de *Cuphea sessilifolia*. A= não desenvolvido (pré-antese) e B= com desenvolvimento (após polinização).

(Figuras 3 e 4). Entre as abelhas, foi possível destacar as tribos Augochlorini e Halictini. A taxa de visitação encontrada foi de 0,04.

As flores observadas de *C. sessilifolia* apresentaram uma assincronia na antese, entretanto observou-se um pico entre as 10:00 e 11:00 da manhã. As flores apresentam uma duração de três dias e meio.

Quanto ao sistema reprodutivo, observou-se que os ovários em pré-antese apresentaram uma média de $2,0 \pm 0,0\text{mm}$ (N=9) de comprimento. Os ovários de flores que sofreram polinização cruzada manual apresentaram $2,71 \pm 0,36\text{mm}$ (N=16) de comprimento enquanto os que sofreram polinização espontânea $2,77 \pm 0,38\text{mm}$ (N=20). Houve desenvolvimento ovariano tanto na polinização manual quanto na polinização aberta.

Foi possível observar com os resultados deste trabalho que *Cuphea sessilifolia*, apesar de apresentar características morfológicas típicas que a levaria a classificação na síndrome de Melitofilia, foi bastante visitada por representantes da família Formicidae. Dessa forma, *C. sessilifolia* não apresenta uma síndrome exclusiva de Melitofilia.

Observa-se também que, aparentemente, *C. sessilifolia* não apresenta limitação de visitantes na área de estudo em Lençóis, uma vez que apresentou um número razoável de visitantes florais e o desenvolvimento ovariano nas flores expostas a visitação foi semelhante ao das flores submetidas à polinização manual cruzada. Entretanto, não foi realizado teste de autocompatibilidade nesta espécie e, portanto, não sabemos afirmar sobre a existência ou não de autopolinização, como foi observado para outras espécies do gênero (GRAHAM, 1998).

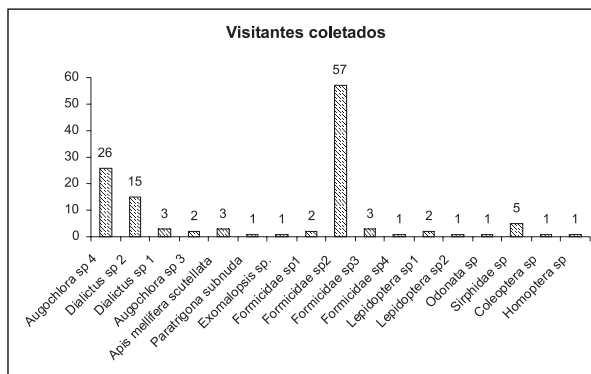


Figura 3: Número de visitantes coletados em *Cuphea sessilifolia*.

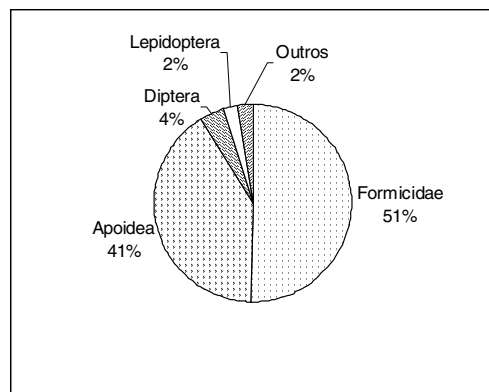


Figura 4: Porcentagem dos grupos de visitantes de *Cuphea sessilifolia*

Segundo GRAHAM (1998), a presença de tubos florais pequenos, estames que não alcançam a margem do tubo floral, e estigma posicionado no mesmo nível ou abaixo das anteras, no gênero *Cuphea*, indicam uma baixa probabilidade para a introdução de pólen de flores de outras plantas ou de pólen de outras flores da mesma planta, o que sugere autopolinização neste grupo.

Agradecimentos

Aos professores Dr^a Blandina Viana, Dr. Peter Kevan, Dr^a. Favízia Freitas, Msc. Fabiana Oliveira, Dr^a Ligia Funch, Dr. Vernon Thomas e todos os participantes do II Curso de Campo sobre Biologia e Ecologia da Polinização pelos ensinamentos e pela convivência durante esse período.

Referências

- BARROSO, G.M. 1954. Contribuição ao estudo do gênero *Cuphea adans.* **Rodriguesia**, 28/29: 13-23.
- DAFNI, A. 1992. Pollination Ecology – A Practical Approach. IRL Press, Oxford. 250p
- FUNCH, L.S; HARLEY, R.; FUNCK, R; GUILIETTI, A & MELO, E. 2004. **Plantas úteis-Chapada Diamantina**. São Carlos: RIMA. 260.
- GRAHAM, S. 1998. Relacionamentos entre as espécies autógamas de *Cuphea* P. Browne seção *Brachyandra* Koehne (Lythraceae). **Acta Botânica**, 12(3): 203-214.
- GRAHAM, S.A. & CAVALCANTI, T.B. 1999. The yellow-flowered species of *Cuphea* (Lythraceae), including three new taxa. **Britania**, 51(1). 24-30.

Remoção de Polínias e visitantes florais de *Blepharodon nitidum* (Vell.) J.f. Macbr. (Asclepiadaceae)

Luis Miguel Primo
Tarcila de Lima Nadia
Ana Virgínia Leite

Introdução

A família Asclepiadaceae compreende cerca de 300 gêneros e 2.200 espécies, distribuídas principalmente em regiões tropicais e subtropicais (SWARUPANANDAN *et al.*, 1996). Esta família é formada por espécies herbáceas, arbustivas ou trepadeiras, todas apresentando características florais semelhantes. As flores são pentâmeras, hermafroditas, actinomorfas e apresentam o gineceu e o androceu profundamente modificados. A região do estigma possui forma de carretel, com cinco fendas ou aberturas estreitas, laterais. Os grãos de pólen estão agrupados sob a forma de polínias (JOLY, 2002). Segundo WYATT & BROYLES (1994), as flores de Asclepiadaceae estão entre as mais complexas dentre as Angiospermas e, com algumas exceções (e.g. KUNZE, 1991; LUMER & YOST, 1995), são polinizadas por insetos. As polínias podem se aderir, através do corpúsculo, às pernas, peças bucais ou pêlos do inseto visitante, enquanto este forrageia em busca de néctar (PERCIVAL, 1965). Entretanto, a polinização ocorre quando a polínia é inserida na cavidade estigmática pelo polinizador (PROCTOR *et al.*, 1996).

A contagem direta do número de polínias removidas pode ser um indicativo para estimativas do fitness masculino (v.



Figura 1. *Blepharodon nitidum* na mata de galeria próximo ao rio Serrano, Lençóis, Bahia. A. Hábito, B. Inflorescência, C. Flor.

BROYLES & WYATT, 1990, 1991). Este trabalho foi realizado visando responder as seguintes questões: (1) Quais são os visitantes florais de *Blepharodon nitidum* (Vell.) J.F. Macbr.? E (2) Existe diferença no número de polínias removidas em diferentes horários de antese?

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em junho/2005, no município de Lençóis, Chapada Diamantina (12°56'51"S; 41°39'36"W), que se localiza na região central do Estado da Bahia e dista 409 km de Salvador (OLIVEIRA *et al.*, 2005). A vegetação local é característica de mata de galeria e está situada próximo ao Rio Serrano que corta a cidade de Lençóis.

Biologia floral e polinização

Flores foram fixadas em álcool 70% e analisadas em laboratório, sob estereomicroscópio, quanto ao número e disposição dos verticilos florais. O diâmetro e profundidade da corola foram medidos em campo, com auxílio de régua milimetrada. A longevidade floral foi observada em campo, marcando-se quinze flores de cinco indivíduos e acompanhando o desenvolvimento dessas flores desde a abertura até seu murchamento. A receptividade do estigma foi verificada no início da antese, mergulhando os estigmas de dez flores de indivíduos diferentes em peróxido de hidrogênio (H₂O₂) (DAFNI, 1992). Espécime testemunho foi depositado no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Os visitantes florais foram observados em campo quanto ao seu comportamento e classificados como polinizadores ou pilhadores. Os insetos visitantes (diurnos e noturnos) foram coletados para serem analisados em laboratório sob estereomicroscópio quanto ao local de deposição de polínias em seu corpo, assim como quanto à presença de grãos de pólen de outras espécies vegetais. Foi verificada a frequência de visitantes florais diurnos em dois indivíduos focais, totalizando 12 horas de observações. O número de visitas foi calculado para cada hora do dia, sendo considerada como visita, o ato de o visitante pousar na flor e coletar o recurso floral (néctar). Observações também foram feitas no período noturno (4 horas).

Remoção de polínias

Flores foram marcadas e deixadas livres, sendo coletadas 24 e 48 horas após início de antese (n=96, n=92, respectivamente) e fixadas em álcool 70% para calcular o número

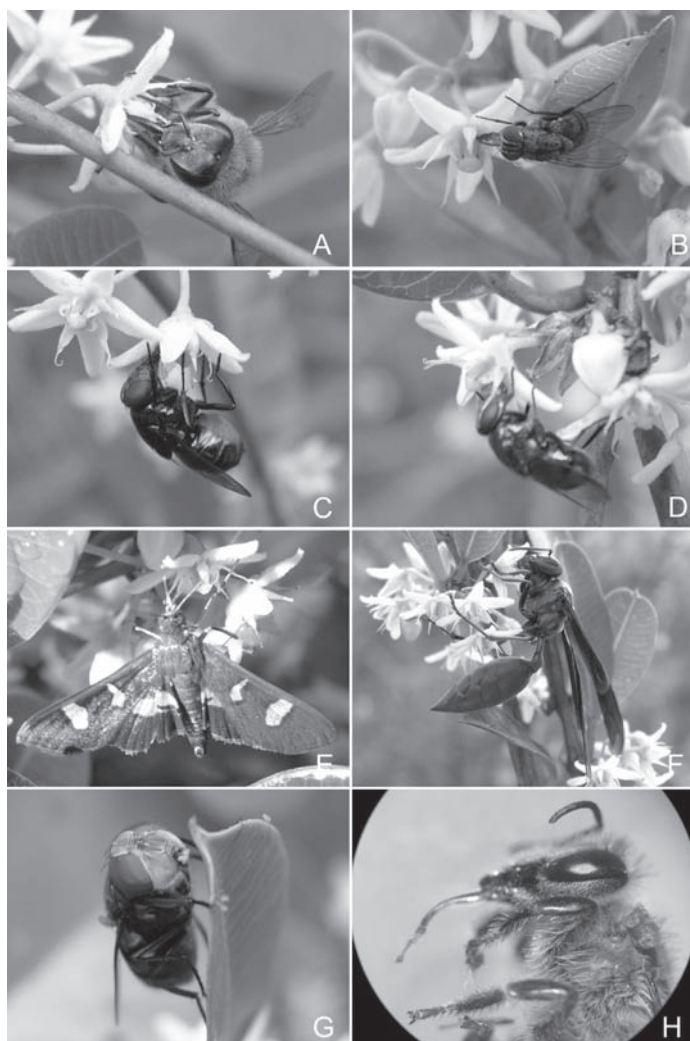


Figura 2. Visitantes florais de *Blepharodon nitidum*, no município de Lençóis, Bahia. A. *Apis mellifera*, B. Espécie de mosca preta, C e D. Duas espécies de moscas verdes, E. Lepidóptera, F. Espécie de vespa, G e H. Polínias (setas) aderidas às partes bucais e pernas anteriores em uma espécie de mosca verde (G) e em *Apis mellifera* (H).

de polínias removidas por flor durante os dois primeiros dias de antese. Flores que se encontravam no chão foram fixadas em álcool 70% para serem analisadas quanto ao número de polínias removidas ao final da antese (n=65).

Para verificar quais os grupos de visitantes florais, diurnos (abelhas e moscas) ou noturnos (mariposas e besouros), são responsáveis pelo maior número de polínias removidas, botões em pré-antese foram ensacados com voal (malha 0,05mm). Pela manhã, foram retirados os sacos de 92 flores que foram marcadas e deixadas expostas durante o dia (de 5:00h às 17:00h) e no início da noite foram retirados os sacos de outras 59 flores, que ficaram expostas durante o período de 17:00h às 5:00h do dia seguinte. Após o período de exposição aos visitantes florais, essas flores foram coletadas e fixadas em álcool 70% para análise em laboratório quanto ao número de polínias removidas.

Resultados Parciais e Discussão

Biologia floral e polinização

Blepharodon nitidum é uma liana que coloniza áreas abertas, na borda da floresta ou ambientes degradados (Figura 1A). Possui flores brancas, pentâmeras, com $8,9\text{mm} \pm 0,7$ de diâmetro e $2\text{mm} \pm 0$ de profundidade. O androceu é formado por cinco estames (com cinco polínias), que formam uma coluna central, envolvendo o gineceu.

O gineceu possui ovário súpero, constituído por dois carpelos livres entre si. Essas características florais são comuns para a família e estão fortemente relacionadas à polinização por insetos (VIJAYARAGHAVAN & SHUKLA, 1980; ENDRESS, 1994). Além dessas características, as flores de *B. nitidum* estão agrupadas em inflorescências cimosas (Figura 1B e C) e emitem odor desagradável durante a antese, caracterizando a síndrome de polinização por moscas (Miofilia) (FAEGRI & PIJL, 1979; ENDRESS, 1994; PROCTOR *et al.*, 1996). A antese floral tem duração de 3-4 dias. Botões começam sua abertura às 05:45h e já estão completamente abertos às 06:00h, não ocorrendo o fechamento das flores. O estigma torna-se receptivo logo no início da antese.

Foram encontrados vários insetos diurnos (Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera) e noturnos (Lepidoptera, Coleoptera), visitando as flores de *B. nitidum*. Entre os dípteros, foram encontradas 17 espécies da família Tachinidae, sendo de dois grupos, moscas verdes e moscas pretas. Entre os himenópteros, foram registradas apenas visitas de *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Apidae) e algumas espécies de vespas. As espécies de moscas e a abelha *Apis mellifera* pousavam na parte central da flor ou nas pétalas para coleta de néctar, tocando nas estruturas reprodutivas com suas partes bucais, sendo essas consideradas como polinizadoras (Figura 2). Desse modo, as polínias eram removidas e aderidas às partes bucais do animal visitante. No entanto, polínias foram também encontradas aderidas às pernas anteriores, medianas ou posteriores (Figura 2G e H). As demais espécies, bem como os visitantes noturnos, foram consideradas como pilhadoras de néctar, pois não apresentaram polínias aderidas ao seu corpo.

Para a família Asclepiadaceae são relatadas espécies polinizadas por um amplo espectro de visitantes, tais como Hymenoptera e Lepidoptera, ou dependentes de um

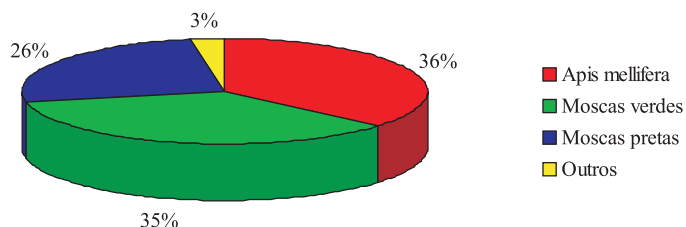


Figura 3. Percentagem de visitas às flores de *Blepharodon nitidum* durante 18 horas de observações, no município de Lençóis, Bahia.

grupo específico de polinizadores que podem ser Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera ou Diptera (VIEIRA & SHEPHERD, 1999). VIEIRA & SHEPHERD (1999) trabalhando com sete espécies do gênero *Oxypetalum*, verificaram um amplo espectro de visitantes florais, entre Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera. Esses autores não relataram a presença de dípteros, sendo estes, juntamente com *Apis mellifera*, considerados os principais polinizadores de *B. nitidum*. Ainda, VIEIRA & SHEPHERD (1999) observaram que as partes bucais dos visitantes florais constituíram o local com maior frequência de polínias aderidas. Já em *Pergularia daemia* (Forssk.) Chiov., as polínias são aderidas às pernas dos visitantes florais (VIJAYARAGHAVAN & SHUKLA, 1980).

Apis mellifera e as espécies de moscas verdes foram os visitantes florais mais freqüentes, contribuindo com 36,29% e 35,25% do total de visitas, respectivamente (Figura 3). As moscas pretas formaram o terceiro grupo de visitantes florais mais freqüentes, contribuindo com 25,65% do total de visitas. Os demais visitantes contribuíram com menos de 3% das visitas (Figura 3). O período de maior frequência de visitas foi entre 9:00h e 15:00h, quando houve o maior número de espécies visitantes (Figura 4). A abelha introduzida, *Apis mellifera*, tem sido registrada polinizando flores de outras espécies de Asclepiadaceae (e.g. FROST, 1965; KEPHART, 1983).

Remoção de polínias

O número médio de polínias removidas por flor aumentou de acordo com o maior tempo de exposição das flores aos visitantes florais (Tabela I). A percentagem de flores que apresentaram polínias removidas também aumentou de acordo com o tempo de exposição aos visitantes florais (Tabela I). Em se tratando de flores que apresentaram polínias removidas, o percentual foi bastante elevado (92,31%). No entanto, o percentual de polínias removidas foi baixo (34%). O baixo número de polínias removidas pode estar relacionado ao elevado número de flores disponíveis em grandes populações (como observado para *B. nitidum*). LEIMU & SYRJÄNEN (2002) encontraram que o número de polínias removidas foi baixo em grandes populações de *Vincetoxicum hirundinaria*.

Quanto à remoção de polínias em diferentes horários de antese, diurno (5:00h às 17:00h) e noturno (17:00h às 5:00h do dia seguinte), houve uma maior remoção durante o período diurno (4,78%) em relação ao noturno (1,36%) ($\chi^2=5,97$; g.l.=1; $p=0,02$).

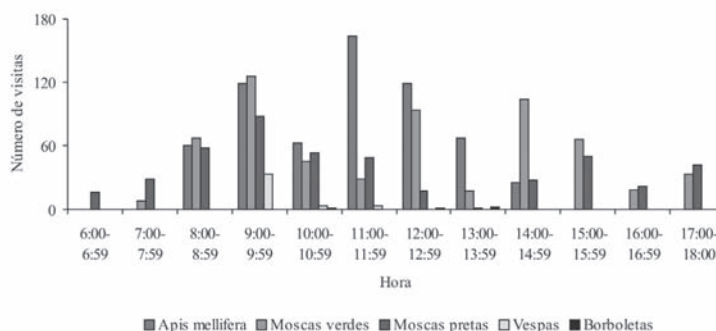


Figura 4. Frequência de visitas às flores de *Blepharodon nitidum*, no município de Lençóis, Bahia.

O número de flores com polínias removidas também foi maior no período diurno (21,74%), quando comparado com o noturno (3,39%) ($\chi^2=7,56$; g.l.=1; $p=0,01$). Estes resultados indicam que os principais polinizadores são que visitam as flores durante o dia (Hymenoptera e Diptera).

Os resultados parciais deste estudo revelam que, embora as flores sejam miiófilas, na área de estudo, apresentaram comportamento generalista, sendo visitadas por diversas ordens de insetos. A remoção das polínias, que pode garantir o sucesso reprodutivo masculino, depende da participação dos visitantes diurnos (abelhas *Apis mellifera* e moscas).

Tabela 1. Porcentagem de flores e polínias removidas e número médio de polínias removidas por flor de

Tratamento	Porcentagem de flores com polínia removida	Porcentagem de polínias removidas	Número médio de polínias removidas por flor
24h	34,38	8,75	0,44
48h	48,91	14,78	0,74
Fim da antese	92,31	34,00	1,57

Referências

- Broyles, S.B. & Wyatt, R. 1990. Paternity analysis in a natural population of *Asclepias exaltata*: multiple paternity, functional gender, and the 'pollen-donation' hypothesis. *Evolution*, 44: 1454-1468.
- Broyles, S.B. & Wyatt, R. 1991. Effective pollen dispersal in a natural population of *Asclepias exaltata*: the influence of pollinator behavior, genetic similarity, and mating success. *American Naturalist*, 138: 1239-1249.
- Dafni, A. 1992. *Pollination ecology: a practical approach*. Oxford University Press, New York.
- Endress, P.K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Faegri, K. & Pijl, L. van der. 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, Oxford.
- Frost, S.W. 1965. Insects and pollinia. *Ecology*, 46: 556-558.
- Joly, A.B. 2002. *Introdução à taxonomia vegetal*. Editora Nacional, São Paulo.
- Kephart, S.R. 1983. The partitioning of pollinators among three species of *Asclepias*. *Ecology*, 64: 120-133.
- Kunze, H. 1991. Structure and function in asclepiad pollination. *Plant Systematics and Evolution*, 176: 227-253.

- LEIMU R. & SYRJÄNEN K. 2002. Effects of population size, seed predation and plant size on male and female reproductive success in *Vincetoxicum hirundinaria* (Asclepiadaceae). *Oikos*, 98: 229-238.
- LUMER, C. & YOST, S.E. 1995. The reproductive biology of *Vincetoxicum nigrum* (L.) Moench (Asclepiadaceae), a Mediterranean weed in New York State. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 122: 15-23.
- OLIVEIRA, L.I.M., CHAVES, J.M. & FRANÇA-ROCHA, W.J.S. 2005. Discriminação de vegetação no município de Lençóis Chapada Diamantina – Bahia. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE*, p. 4193-4200.
- PERCIVAL, M. 1965. *Floral Biology*. Pergamon, Oxford.
- PROCTOR, M., YEO, P. & LACK, A. 1996. *The Natural History of Pollination*. Timber Press. Portland, Oregon.
- SWARUPANANDAN, K., MANGALY, J.K., SONNY, T.K., KISHOREKUMAI, K. & CHAND-BASHA, S. 1996. The subfamilial and tribal classification of the family Asclepiadaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 120: 327-369.
- VIEIRA, M.F. & SHEPHERD, G.J. 1999. Pollinators of *Oxypetalum* (Asclepiadaceae) in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59: 693-704.
- VIJAYARAGHAVAN, M.R. & SHUKLA, A.K. 1980. Pollination in *Pergularia daemia*. *Current Science*, 49: 552-553.
- WYATT, R. & BROYLES, S.B. 1994. Ecology and evolution of reproduction in milkweeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25: 423-441.

Aspects of Pollination Biology and Heterostyly of *Piriqueta constellata* (Turneraceae) in the Chapada Diamantina, Ba

Priscila Ambrósio Moreira
Patrícia Nunes-Silva

Typically, the flowering plants populations contain only one sexual phenotype that is capable of mating with all other conspecific individuals, however, floral traits of many species can be variable and different morphs can exist in a population (BARRET & HARDER, 2005; GASKETT *et al.*, 2005). According to BARRET *et al.* (2000), there are 28 disparate families of angiosperms that present heteromorphy.

Heterostyly is a genetic polymorphism in which plant populations comprise two (distyly) or three (tristyly) mating types that differ in the reciprocally arranged female and male reproductive organs. Distylous species have two floral morphs, F pin (long style and low anthers) and F thrum (short style and high anthers) (BARRETT, 2002). When the species present two morphs, the control is done by just one gene with two alleles and when three morphs, the control is done by two genes with two genes each. It is expected that the ratio between plants with pin and thrum flowers in a population is 1:1 (GANDERS, 1979).

Heteromorphy is nearly always associated with self-incompatibility systems. Self-pollination or crossing between plants of the same type does not lead to fertilization in general (PROCTOR *et al.*, 1996). So, heterostyly is another mechanism that favors cross-pollination. This occurs because the individuals of a particular insect species have a proboscis of a constant length and then, operates always at the same level. Therefore, an animal with long proboscis, such as a butterfly, could carry pollen grains of a long-styled flower to a stigma of a short-styled one. However, animals with shorter proboscis, like a bee, does not reach deep in the corolla, so bees pollinate stigmas on long-styled flowers with the pollen from short-styled flowers (BARTH, 1991). The lack of the bee species *Ancyloscelis gigas* Friese (Emphorini) in Juréia region of São Paulo State was considered a primary importance to the disappearance of the thrum morph of *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth (Pontederiaceae), because only the long proboscides of this bee species could reach the short stamens or stigmas, others bee species were not able to do that (ALVES-DOS-SANTOS, 2002).

Therefore, in heterostylous species, fertilization success relies on pollinators failing to distinguish between pin and thrum morphs of a species. Consequently, within a population,

pin and thrum morphs are unlikely to differ in traits that may influence floral constancy (GASKETT *et al.*, 2005).

Distyly can be broken through several mechanisms, for example:

- Homostyly: when the two forms become equal;
- Monomorphy: the loss of one of the two forms;
- Dioecy: when one of the morphs has male function and the other one female function.
- Lost of incompatibility between the morphs: the self-fertilization becomes a favorable strategy.

The breakdown of the heterostyly breeding system, according to GANDERS (1979), is related to habitats where there is absence or scarcity of specific pollinators.

The Turneraceae family is composed of eight genus distributed on tropical and subtropical regions of America and Africa. *Piriqueta constellata* (Arbo,1993) is a ruderal herb which flowers are heterostilic (long and short-styled).

In this study, the objective was to investigate pollination visitation, reproductive success of each morph and maintenance of heterostyly condition in a population of *Piriqueta constellata*.

Material and Methods

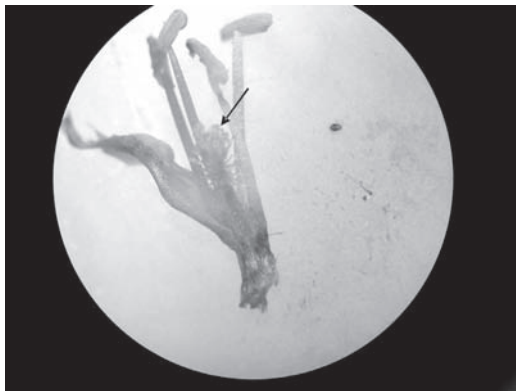


Figure 1. Short style from thrum flowers of *Piriqueta constellata*. Foto: Priscila A. Moreira

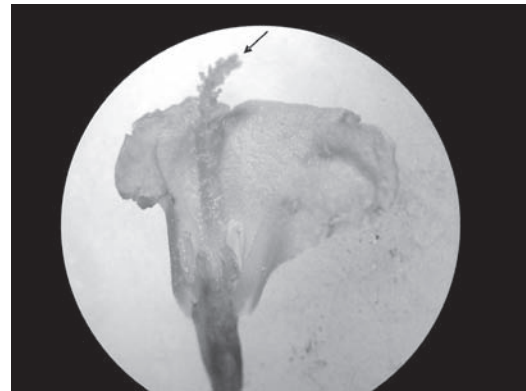


Figure 2. Long style from pin flowers of *Piriqueta constellata*. Foto: Priscila A. Moreira

This study was done during two days of May (2005) on Rio Serrano's trail of Lençóis region in Chapada Diamantina, BA. The anthesis of *P. constellata* was observed to verify for how long it occurred and the receptivity test of the stigma was done using H₂O₂ (10vol) every hour with one flower.

The flower's visitors were observed in the period of anthesis and their behavior was recorded. They were collected with an entomological net and killed in a deadly chamber that contained acetate in a piece of cotton. Bees were identified by Dr. Favízia Freitas de Oliveira (UEFS) and butterflies by Dr. Olaf Hermann Hendrik Mielke (UFPR).

The maintenance of heterostyly condition was analysed by checking set fruit on pin and thrum plants and by counting every pin or thrums plants along the trail to compare the ratio between the two morphs to the expected ratio of 1:1. This comparison was made using the qui-square test. Also observations of the pollen grains were done under microscope from both forms which were stained with red neutral.

The reproductive success was verified counting the number of developing fruits of 50 old flowers per individual. Five individuals of each morph were used. The proportion of number of fruits per flower were calculated and compared.

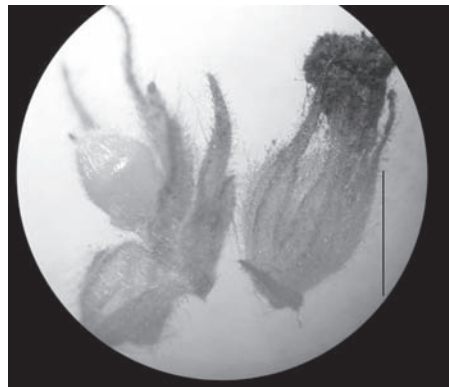


Figure 3. Developing fruit (on left) and old flower buds (on right) (height=1,5cm) of

Results

Both thrum and pin flowers were observed on the population of *Piriqueta constellata* present on the trail of Serrano River (Figures 1 and 2). The pollen grains of thrum flowers were more robust than the ones of pin flowers. Both morphs set fruit (Figure 3), although the reproductive success was different. The mean number of fruit set and the mean of the proportion of number of fruits and flowers buds presented were higher on individuals with long-styled flowers than on the individuals with short-styled flowers (Table I).

The individual plants presented long or short-styled flowers only and the ratio of short (n=84) and long styled (n=76) plants on the Serrano's river trail was statistically equal to 1:1. ($X^2=0.2$; gl.=1; p=0.6546).

Flowers were opened just for a day, beginning to open at 05:00 AM and to closing at 05:00 PM. Only at 05:00AM stigmas were not receptive, so flowers could be pollinated any time of the day.

The flowers were visited by one species of hummingbird, six species of bees and four of butterflies. (Table II). Hummingbirds and butterflies could touch the anthers on the base of pin flowers of *P. constellata* and transfer the pollen grains to the stigma of

thrum flowers. However, hummingbirds were present more frequently only after rain periods, but the butterflies occurred during all anthesis. *Apis mellifera* Lapeletier, 1836 (Africanized honey bee) was very frequent and walked on the flower while collected pollen or/and nectar, touching the reproductive organs and transferring the pollen grains between morphs. Other bee species were smaller and the foraging behavior did not favor the touch on the reproductive organs of the flower.

Table I. Mean proportion of number of fruits and flowers buds presented by plants with long and short-styled flowers

Long-styled	Flower buds	Fruit set	Proportion
	50	15	0.30
	50	15	0.30
	50	40	0.80
	50	32	0.64
	50	47	0.94
Mean/std		29.8/14.5	0.60
Short-styled	Flower buds	Fruit set	Proportion
	44	10	0.23
	50	4	0.08
	50	31	0.62
	50	17	0.34
	50	35	0.70
Mean/std		19.4/13.3	0.39

Discussion

The mechanisms involved on the breakdown of the heterostyly were not observed in the population of *P. constellata* studied. All observed individuals had long or short flowers and set fruit, so it was not found homostyly, monomorphy or dioecy. Although no experiments were done to verify the loss of incompatibility; ORNDUFF & PERRY (1964) observed strong auto-incompatibility in long-styled flowers of *Piriqueta caroliniana* (Walt.) Urban.

The aspect of pollen grains of short-styled flowers can be related to the quantity of nutritive reserves. According to BARRETT (1992), although without evidence, the pollen grains of short-styled flowers are bigger because they have more reserve to the pollen tube's growth through the long styles of long-styled flowers. The more robust pollen grains in short-styled flowers of *P. constellata* observed in this present study possibly indicate more reserves, although this fact needs to be checked.

Individuals of *P. constellata* with pin flowers produced more fruits and so, had a higher reproductive relative success. MONTEIRO *et al.* (1991), studying the distyly of *Psychotria barbiflora*, also observed more fruit set in pin flowers. GANDERS (1979) stated that pin flowers receive more legitimate pollinations because of the evident stigma position and then, through natural selection the long-styled flowers could have a relative female function and the short-styled ones a male function. However, WILLSON (1983) considered pin flowers better pollen donors and that thrum flowers produced more fruits. The higher reproductive success of pin flowers observed here must be considered cautiously since the mean of fruit set of both morph showed high standard deviation (Table I).

Although pin flowers presented higher reproductive success than thrum flowers, both morphs occurred with a 1:1 ratio. Almost all studies that approach the ecologic aspect of heterostylic species verified unequal ratios between the morphs (GANDERS, 1979). The relative frequencies of the morphs can vary greatly among years, locations and species (PHILIPP & SCHOU, 1981), but CROSBY (1949) suggest that deviations of the ratio 1:1 are related to self-pollination in one of the morphs. So, this ratio should be verified for a longer period in this population for more conclusive information.

According to BARTH (1991), visitors with long proboscides can transfer pollen from pin to thrum flowers, while visitors with short proboscides do the opposite. However, it is also needed to consider the behavior of the visitor and the frequency of visitation.

Apis mellifera and many species of butterflies were considered the main pollinators of *P. constellata* because they were frequent visitors of the flowers during all anthesis and had contact with the reproductive parts of the flowers.

Table II. Visitors of *Piriqueta constellata* on Rio Serrano's trail of Lençóis region in Chapada Diamantina, BA.

Species	Pollinating?	Resource collected	Body part cover with pollen
Hylocharis sp. (Trochilidae)	?	Nectar	?
Copaeodes jean (Evans, 1955) (Hesperiidae)	Probably thrum flowers	Nectar	Proboscis
Chiordes c. catillus (Cramer, 1779) (Hesperiidae)	Probably thrum flowers	Nectar	Proboscis
Agraulis vanilla maculosta (Stichel, 1908) (Heliconiidae)	Probably thrum flowers	Nectar	Proboscis
Urbanus d. dorantes (Stoll, 1790) (Hesperiidae)	Probably thrumflowers	Nectar	Proboscis
Dialictus sp.1 (Halictidae)	Probably not (too small/behavior)	Pollen	Torax and abdomen (ventral part)
Augochlora sp.2 (Halictidae)	Probably not (too small/behavior)	Nectar and pollen	Abdomen (ventral part)
Augochlora sp.5 (Halictidae)	Probably not (too small/behavior)	Pollen	Legs
Nannotrigona testaceicornis (Lepelletier, 1836) (Apidae)	Probably not (too small/behavior)	Pollen	Torax and abdomen (ventral part)
Exomalopsis analis Spinola, 1853 (Anthophoridae)	Probably not (too small/behavior)	Pollen	Torax and abdomen (ventral part)
Apis mellifera Lepeletier, 1836 (Apidae)	Probably pin and thrum flowers	Nectar and pollen	Head and legs

Acknowledgements

We are grateful to Dr. Favízia Freitas de Oliveira (UEFS) and to Dr. Olaf Hermann Hendrik Mielke (UFPR) for identification of bees and butterflies respectively.

References

- ALVES DOS SANTOS, I. 2002. Flower-visiting bees and the breakdown of the tristylous breeding system of *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth (Pontederiaceae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 77: 499-507.
- BARTH, F. G. 1991. *Insects and flowers: The biology of a partnership*. Princeton University Press, Princeton.
- BARRETT, S. C. H. 1992. Gender variation and the evolution of dioecy in *Wurmbea dioica* (Liliaceae). *Journal of Evolutionary Biology*, 5: 423-444.
- BARRETT, S. C. H. 2002. The evolution of plant sexual diversity. *Nature Reviews Genetics*, 3: 274-284.
- BARRETT, S. C. H.; JESSON, L. K. & BAKER, A. M. 2000. The evolution and function of stylar polymorphisms in flowering plants. *Annals of Botany*, 85: 253-265.
- BARRETT, S. C. H. & HARDER, L. D. 2005. The evolution of polymorphic sexual systems in daffodils (*Narcissus*). *New Phytologist*, 165: 45-53.
- CROSBY, J. L. 1949. Selection of an unfavourable gene-complex. *Evolution*, 3: 212-230.
- GANDERS, F. R. 1979. The biology of heterostyly. *New Zealand Journal of Botany*, 17: 607-35.
- GASKETT, A. C.; CONTI, E. & SCHIESTL, F. P. 2005. Floral odor variation in two heterostylous species of *Primula*. *Journal of Chemical Ecology*, 31(5): 1223-1228.
- MONTEIRO, R.; NAKAJIMA, J. N.; RIBEIRO, J. E. L DA SILVA & TOLEDO, J. C. 1991. Morfologia e distribuição espacial das formas heterostílicas de *Psychotria barbiflora* DC. (Rubiaceae). *Naturalia*, 16: 137-146.
- PHILIPP, N. & SCHOU, O. 1981. An unusual heteromorphic in compatibility system: distily, self-incompatibility pollen load and fecundity in *Ancgusa officinalis* (Boraginaceae). *New Phytologist*, 89: 693-703.
- ORNDUFF, R. & PERRY, J.D. *Chiordes c. catillus* (Hesperidiidae) 1964. Reproductive biology of *Piriqueta caroliniana* (Turneraceae). *Rhodora*, 66: 100-109.
- PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. 1996. *The natural history of pollination*. Harper Collins Publishers, London.
- WILLSON, M.F. 1983. *Plant reproductive ecology*. John Wiley & Sons, New York.

Rede Baiana de Polinizadores para Conservação da Biodiversidade de Polinizadores em Ecossistemas Naturais e Agrícolas no estado da Bahia

Décadas de estudos e intensos debates consolidaram o consenso geral entre os pesquisadores de que os animais desempenham um importante papel na conservação das espécies vegetais, por realizarem atividades relacionadas com a polinização das flores, a dispersão das sementes e a reciclagem de matéria orgânica. As relações entre os visitantes florais e as angiospermas têm sido tema de muitos estudos e estão embasadas em trocas de recompensas, onde as espécies vegetais, por meio de suas cores, odores e outros atributos, atraem os animais oferecendo néctar, pólen e/ou óleo, e recebem em troca o benefício da polinização. Vale ressaltar que essas interações são essenciais para a manutenção dos processos e funções dos ecossistemas, sejam eles naturais ou manejados (agro-ecossistemas). Além dos recursos mencionados anteriormente, as espécies vegetais ainda podem fornecer frutos como alimento, atrativos sexuais (essências), locais para acasalamento, sítios de nidificação e/ou materiais para construção de ninhos, o que reforça ainda mais a interdependência entre as plantas e os animais.

Sabe-se que cerca de 1/3 das culturas agrícolas dependem da polinização realizada por animais, o que torna este serviço essencial para a manutenção e aumento da produção agrícola e, conseqüentemente, garantindo o suprimento de alimentos para a população humana.

Com a crescente redução dos habitats naturais, devido à grande ação antrópica, o conhecimento da biodiversidade dos organismos torna-se de extrema importância, pois muitas delas estão em processo de extinção mesmo antes de serem conhecidas pela comunidade científica.

Nesse contexto, a importância dos serviços ambientais promovidos pelos polinizadores foi reconhecida oficialmente pela “Convenção da Diversidade Biológica (CBD)”, desde a ECO 92, ocorrida no Rio de Janeiro. A “Conferência das Partes (COP5)” da CBD, em 2000, aprovou um programa denominado “Iniciativa Internacional para Conservação e uso sustentável dos polinizadores”, citado a partir de então como “Iniciativa Internacional dos Polinizadores (IPI)”. A CBD indicou a “Food and Agriculture Organization (FAO)” como facilitadora e coordenadora deste processo. A FAO, na COP6, propôs um plano de ação para a IPI, com desafios globais projetados até para o ano de 2010.

Desde então, vários grupos de pesquisadores estão trabalhando nessas ações, e em 2003, várias iniciativas regionais definiram seus planos de ação e começaram a trabalhar em conjunto na escolha de metodologias que permitam comparações de resultados nos diversos continentes. Dentre estas podemos destacar a “Iniciativa Européia dos Polinizadores (EPI)”, a “Campanha Norte Americana de Proteção aos Polinizadores (NAPPC)”, a “Iniciativa Africana dos Polinizadores (API)”, a “Iniciativa dos Polinizadores dos povos das montanhas da Ásia (ICIMOD)” e a “Iniciativa Brasileira dos Polinizadores (IBP)”.

O governo do Estado da Bahia reconhece a necessidade de ações voltadas para o conhecimento da biodiversidade Baiana, tendo como exemplo a criação do programa BIOTA BAHIA. No entanto, o conhecimento específico, “conservação e manejo da biodiversidade de polinizadores no Estado” justificam a implantação da Iniciativa Baiana de Polinizadores, bem como da Rede Baiana de Polinizadores.

Assim, desde Fevereiro de 2005, como parte integrante da IBP, o grupo de pesquisadores do Estado da Bahia têm se reunido numa “Iniciativa Baiana dos Polinizadores (IBP-BA)”, com o intuito de viabilizar e agilizar as tomadas de decisões, de forma a contribuir mais direta e organizadamente com as ações da IBP. Desta forma, devido à necessidade de ações mais amplas para a Bahia, foi criada a “Rede Baiana de Polinizadores (REPOL)”, que tem como objetivo principal, Integrar os Grupos de Pesquisadores do Estado da Bahia, mesmo aqueles em diferentes estágios de desenvolvimento e com diferentes competências (Ecólogos, Etólogos, Sistematas/Taxonomistas, etc.), otimizando os recursos humanos, financeiros e de laboratórios para a geração de conhecimentos científicos e tecnológicos, contribuindo assim para o avanço e difusão do conhecimento na área, e somando esforços para viabilizar Projetos e Ações ligados ao Mapeamento, Conservação e Manejo Sustentado dos Polinizadores, com vistas também à abertura de mercados ainda não disponíveis, como o aluguel ou venda de colônias de abelhas sem ferrão para polinização de culturas agrícolas.

A criação da REPOL representa um grande avanço para as pesquisas e geração de tecnologias na Bahia, visto que os conhecimentos gerados poderão viabilizar ações ligadas à demarcação de áreas de reservas biológicas, projetos de polinização dirigida para culturas de interesse econômico, manejo sustentado de pragas agrícolas, prevenção e controle de doenças, prevenção de acidentes com animais (p. ex. abelhas e vespas), uso sustentado dos recursos naturais e, principalmente, a preservação das espécies da nossa fauna e flora associada e a funcionalidade dos ecossistemas.

Lista dos colaboradores

Airton Torres Carvalho

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, s/n, 50670-901 Recife, PE.

e-mail: carvalhoairton@yahoo.com.br Homepage: <http://www.ufpe.br/plebeia>.

Alexsander Araújo de Azevedo

Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre

R. Zito Soares 22 - B. Camargos, Belo Horizonte - MG - 30532-260

Telefone: (31) 33621723, Fax: (31) 33621723, e-mail: alex@biotropicos.org.br, Homepage: www.biotropicos.org.br

Amada Mariana Costa de Melo

1 - Prefeitura Municipal de Ibirajú - Secretaria Municipal de Meio Ambiente Av. Conde D'Eu, n. 344, Centro, Ibirajú, ES

2 - Residencial: Rua Antonio Barroso Gomes, n. 03, Cohab, Ibirajú, ES CEP: 29670-000
e-mail: amadabio@yahoo.com.br

Ana Virgínia Leite

Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Avenida Prof. Moraes Rêgo, s/n, Cidade Universitária, CEP: 50670901 - Recife, PE – Brasil, Telefone: 32718845. e-mail: virginialeite@yahoo.com

Anne Bogdanski

Department of Agroecology, University of Göttingen, Waldeg 26, 37073, Göttingen, Germany. e-mail: annebogdanski@hotmail.com

Cristiana Barros Nascimento

Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica, km 03, BR 116, Campus Universitário Feira de Santana, CEP 41031-460, Bahia, Brasil. e-mail: criseco@hotmail.com

Camila Magalhães Pigozzo

1 - Faculdades Jorge Amado, Instituto Superior de Educação, Ciências Biológicas, Avenida Luís Viana Filho, 6775, Paralela, CEP: 41745130 - Salvador, BA – Brasil, Telefone: (71) 32068102
Fax: (71) 32068099, e-mail: camilapigozzo@yahoo.com.br Homepage: <http://www.fja.edu.br>

2 - Rua Barão de Geremoabo, s/nº, Campus Universitário de Ondina, Ondina, Salvador, Bahia, CEP: 40.170-110, Departamento do Zoologia do Instituto de Biologia da UFBA, LABEA - Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas.

Carlianne Oliveira Cerqueira Ramos

Universidade Estadual de Feira de Santana, Km 03, BR 116, Campus Universitário, CEP: 44031-460 - Feira de Santana, BA - Brasil - Caixa-Postal: 252294, Telefone: (75) 32248236, Homepage: <http://www.uefs.br>

Cristiane Krug

Laboratório de Abelhas Silvestres, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Av. Universitária, 1105, Bairro Universitário, Criciúma-SC, Brasil. CEP: 88806-000. e-mail: krugcris@yahoo.com.br

Edinaldo Luz das Neves

Faculdades Jorge Amado, Instituto Superior de Educação, Ciências Biológicas, Avenida Luís Viana Filho, 6775, Paralela, CEP: 41745130 - Salvador, BA – Brasil, Telefone: (71) 32068102, Fax: (71) 32068099, e-mail: coordbio@fja.adm.br, Homepage: <http://www.fja.edu.br>

Eva Mônica Sarmento da Silva

Depto. de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Bloco 948, C.P. 12.168, Campus do PICI, 60.021-970 Fortaleza, CE - Brasil

Fabiana Oliveira da Silva

Faculdade de Tecnologia e Ciências, Avenida Luiz Viana Filho, n 8812 Paralela, CEP: 41820785 - Salvador, BA – Brasil, Telefone: (71) 2818000, E-mail: fabia714@hotmail.com, Homepage: <http://www.ftc.ssa.br>

Favízia Freitas de Oliveira

Laboratório de Sistemática de Insetos (LASIS), Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Av. Universitária S/N, Km 03 – BR 116 (Rodovia Feira de Santana – Serrinha), CEP: 44031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil. e-mail: favos@uefs.br. e-mail alternativo: favos@bol.com.br. Homepage: www.uefs.br/dcbio/lent_sis.

Fernando Augusto de Oliveira e Silveira

1- Ecologia Evolutiva & Biodiversidade/DBG, CP 486, ICB/Universidade Federal de Minas Ferais, 30161-970, Belo Horizonte, MG, Brazil.

2- Curso de Ciências Biológicas/FCBS, Centro Universitário UNA. Rua José Cláudio Rezende, 80. 30455-590, Belo Horizonte, MG, Brazil.

e-mail: faosilveira@terra.com.br, Homepage: <http://www.icb.ufmg.br>

Flávia Monteiro Coelho

Laboratório de Ecologia Quantitativa, Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Geral, Av. P. H. Holfs, s/ número, CEP: 36570-001 - Viçosa, MG, Brasil Telefone: (31) 3899-1178, e-mail: monteiro@vicosa.ufv.br, e-mail alternativo: monteirocoelho@gmail.com, Homepage: <http://www.ufv.br>

Flávia Santos Faria

1- Laboratório de Sistemática Vegetal/ICB/Universidade Federal de Minas Gerais, 30161-970, Belo Horizonte, MG, Brazil.

2- Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco. Av. Laerton Paulinelli, 153, CEP 35.595.000, Monsenhor Parreiras, Luz, MG. e-mail: flaviasfaria@yahoo.com.br, Homepage: <http://www.ufmg.icb.br>

Francisco Hilder Magalhães e Silva

Lab. de Micromorfologia Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Depto. de Ciências Biológicas. Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. Br 116 Km 03, Campus Universitário, 44031-460. e-mail: fhsilva@uneb.br

Hisatomo Taki

Department of Environmental Biology, University of Guelph, Bovey Bldg, Guelph, Ontário, Canada N1G 2W1.

Josenilton Alves Sampaio

Laboratório de Abelhas (LABE), Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), Central de Laboratórios da Agropecuária (CLA), Unidade de Execução de Pesquisa UEP Salvador, Av. Adhemar de Barros, 967, Ondina, CEP: 40170110 - Salvador, BA – Brasil, Telefone: (71) 32352517, Ramal: 37, Fax: (71) 32351453, Homepage: <http://www.ebda.ba.gov.br>

Juliana Hipólito de Sousa

Rua Barão de Geremoabo, s/nº, Campus Universitário de Ondina, Ondina, Salvador, Bahia, CEP: 40.170-110, Departamento de Zoologia do Instituto de Biologia da UFBA, LABEA - Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas. e-mail: jhdsousa@ufba.br

Kátia Maria Medeiros de Siqueira

Universidade do Estado da Bahia, Av. Edgard Chastinet, s/n, Horto Florestal, CEP: 48900-000 - Juazeiro, BA – Brasil, Telefone: (74) 36117363 Ramal: 238
Endereço residencial - Rua Tchecoslováquia 1040 Apto.02 Maria Auxiliadora 56330250 Petrolina-PE. e-mail:katiauneb@yahoo.com.br

Lila Vianna Teixeira

Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Depto de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil. e-mail: lv_teixeira@yahoo.com.br

Larissa Corrêa do Bomfim Costa

1 - Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Biológicas, Rodovia Ilhéus-Itabuna, KM 16, CEP: 45662-000 - Ilheus, BA – Brasil, Telefone: (73) 6805105 Fax: (73) 6805226, e-mail: larissa@uesc.br, Homepage: <http://www.uesc.br>
2 - Rua Porto Branco,50 Cond.Aldeia de Sagres 37200-000 Lavras, MG

Lílian Santos Barreto

Laboratório de Abelhas (LABE), Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), Central de Laboratórios da Agropecuária (CLA), Unidade de Execução de Pesquisa UEP Salvador, Av. Adhemar de Barros, 967, Ondina, CEP: 40170110 - Salvador, BA – Brasil, Telefone: (71) 32352517, Ramal: 37, Fax: (71) 32351453, e-mail: lbarreto@ufba.br, Homepage: <http://www.ebda.ba.gov.br>

Luis Miguel Primo

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco Universidad Nacional de Córdoba, Rua Argentina, 12 Luis 509005000-500 - Cordoba, - Argentina, e-mail: luisprimo@bol.com.br

Maíra Figueiredo Goulart

Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre
R. Zito Soares 22 - B. Camargos, Belo Horizonte - MG - 30532-260
Telefone: (31) 33621723, Fax: (31) 33621723, e-mail: mfgoulart@icb.ufmg.br, e-mail alternativo: mfgoulart@terra.com.br Homepage: www.biotropicos.org.br

Márcia de Fátima Ribeiro

Universidade Federal do Ceará, Bloco 948, campus do Pici - Grupo de Pesquisas com Abelhas, Antonio Bezerra, CEP: 60021-970 - Fortaleza, CE – Brasil, Caixa-Postal: 12168, Telefone: (85) 40089697 Fax: (85) 40089701, e-mail: marib@ufc.br, e-mail alternativo: maribbee@yahoo.com.br, Homepage: <http://www.abelhas.ufc.br>

Márcia Maria Corrêa Rêgo

Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Biologia, Av. dos Portugueses, s/n, Campus Universitário do Bacanga, Bacanga, CEP: 65080-040 - Sao Luis, MA – Brasil, Telefone: (98) 2178544 Fax: (98) 2178540, e-mail: regommc@uol.com.br

Marília Dantas e Silva

Laboratório de Ecologia da Polinização- ECOPOL- Depto de Botânica - IBIO/UFBA. Rua Barão de Geremoabo, Ondina. Salvador-BA, Brasil, Residência: Rua Gal. Sinésio de Farias, n.º19. Edif. Alto Garças. Apt.º002- Brotas, Salvador-Ba. CEP:40285210. e-mail: ailirambio@hotmail.com / dantasm@ufba.br

Marina Siqueira de Castro

Laboratório de Abelhas (LABE), Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), Central de Laboratórios da Agropecuária (CLA), Unidade de Execução de Pesquisa UEP Salvador, Av. Adhemar de Barros, 967, Ondina, CEP: 40170110 - Salvador, BA – Brasil, Telefone: (71) 32352517, Ramal: 37, Fax: (71) 32351453, e-mail: marinascastro@uol.com.br, Homepage: <http://www.ebda.ba.gov.br>

Patrícia Luiza de Oliveira Rebouças

Laboratório de Entomologia (LENT), Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Av. Universitária S/N, Km 03 – BR 116 (Rodovia Feira de Santana – Serrinha), CEP: 44031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Patricia Maia Correia de Albuquerque

Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Biologia, Av. dos Portugueses, Laboratório de Entomologia, Campus Univ. do Bacanga, CEP: 65080-040 - São Luis, MA – Brasil, Telefone: (98) 21098544 Fax: (98) 21098540, e-mail: palbuq@elo.com.br, Homepage: <http://UFMA.br>

Patricia Nunes Silva

Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia Geral, Rua do Matão trav. 14, n. 321 CEP 05508-900 São Paulo - SP - Brasil, Telefone: (11) 30917533, e-mail: pnsilva@ib.usp.br URL da Homepage: <http://eco.ib.usp.br/beelab/>

Paulo Milet-Pinheiro

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, s/n, 50670-901 Recife, PE. e-mail: miletpinheiro@hotmail.com, Homepage: <http://www.ufpe.br/plebeia>

Priscila Ambrósio Moreira

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Centro Politécnico, Jardim das Américas, CEP. 81531-970, Caixa-Postal: 19023, Curitiba, PR, Brasil. e-mail: aliscipri@gmail.com

Roy Richard Funch

Universidade Estadual de Feira de Santana, km 03, BR 116, Feira de Santana, CEP: 41031-460, Bahia, Brasil. e-mail: royfunch@ligbr.com.br, e-mail alternativo: funchroy@yahoo.com

Rômulo Augusto Guedes Rizzardo

Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Avenida Mister Hull, s nº. Campus do Pici, CCA - Departamento de Zootecnia Pici, CEP: 60021-970 - Fortaleza, CE – Brasil, Caixa-Postal: 12168, Telefone: (85) 40089701, e-mail: gordinhomulo@yahoo.com.br, Homepage: <http://www.zootecnia.ufc.br>

Rosineide Braz Santos Fonseca

Universidade Estadual de Feira de Santana, km 03, BR 116, Feira de Santana, CEP: 41031-460, Bahia, Brasil, e-mail: rosibraz@zipmail.com.br

Sandra Regina Capelari Naxara

Laboratório de Abelhas, Instituto de Biocências, Universidade de São Paulo. R. do Matão, travessa 14, nº321. Cidade Universitária, São Paulo, São Paulo, 05508 900. sandra_naxara@yahoo.com.br

Sérgio dos Santos Bastos

Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Av. programa de Pós- Graduação em Botânica. Laboratório de Ornitologia e Mastozoologia. Universitária, s/n - Km 03 da BR 116, CEP: 44031460 - Feira de Santana, BA – Brasil, Telefone: (75) 2248295, e-mail: ssverissimo@yahoo.com.br

Synara Mattos Leal

Laboratório de Abelhas (LABE), Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), Central de Laboratórios da Agropecuária (CLA), Unidade de Execução de Pesquisa UEP Salvador, Av. Adhemar de Barros, 967, Ondina, CEP: 40170-110 - Salvador, BA – Brasil, Telefone: (71) 32352517, Ramal: 37, Fax: (71) 32351453, e-mail: ebda.cla@bahia.ba.gov.br, Homepage: <http://www.ebda.ba.gov.br>

Tarcila Correia de Lima Nadia

Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Rua Prof. Nelson Chaves s/n, Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, Cidade Universitária, CEP: 50372-970 - Recife, PE – Brasil, Telefone: (81) 21268845, e-mail: tarcinadia@yahoo.com.br

Victoria Wojcik

Department of Environmental Biology, University of Guelph, Guelph, Ontario N1G 2W1, Canada, e-mail: vwojcik@uoguelph.ca

Viviane da Silva-Pereira

Lab. de Sistemática Molecular de Plantas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Depto. de Ciências Biológicas. Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. Br 116 Km 03, Campus Universitário, 44031-460. e-mail: visilvapereira@yahoo.com.br

Colofão

Este livro foi publicado no formato 20x27 cm
Com as fontes *Swiss 721 LT BT* no corpo do texto e
Swiss 721 BT nos títulos
Miolo em papel 75 g/m²
Tiragem 200 exemplares
Impresso no setor de reprografia da EDUFBA
Impressão de capa e acabamento:
Cartograf



ISBN 85-232-0400-8



9 788523 204008



fapesb 
Fundo de Amparo
à Pesquisa do Estado de São Paulo

**UNIVERSITY
of GUELPH**

