



ARTIGO | ARTICLE

Polinização em área urbana: o estudo de caso de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae)

Pollination in urban area: the Jacaranda mimosifolia D. Don (Bignoniaceae) case study

Gustavo Rodrigues Alves¹

Aline Peruchi¹

Kayna Agostini¹

RESUMO

Jacaranda mimosifolia D. Don (Bignoniaceae) é nativa da Argentina, Bolívia e Paraguai e exótica no estado de São Paulo. Essa espécie é ornamental e utilizada na arborização urbana. O objetivo deste estudo foi analisar a biologia floral e sistema reprodutivo e verificar os visitantes florais de *J. mimosifolia* em área urbana de Piracicaba (SP), no período de setembro a novembro de 2008. As flores dessa espécie são tubulares com quatro estames e um estaminódio desenvolvido. Durante a antese as flores são roxas, com odor suave e os osmóforos estão localizados no estaminódio. Néctar foi o recurso utilizado pelos visitantes florais. *Jacaranda mimosifolia* é autoincompatível. As visitas florais iniciaram-se às 6h30min e diminuíram às 17h30min. Entre os visitantes florais de *J. mimosifolia*, as abelhas de grande porte apresentaram comportamento de polinizadores, realizando visitas legítimas. *Eulaema nigrita* foi a mais abundante, com 14,8% das visitas, e apresentou comportamento de polinizador. Houve ainda um grande número de pilhadores de néctar, e *Apis mellifera* foi a espécie pilhadora com maior número de visitas (15,7%). Mesmo sendo uma espécie exótica, *J. mimosifolia* possui polinizadores nativos responsáveis pela polinização cruzada, porém apenas as abelhas de médio e grande porte atuam como polinizadores efetivos.

Palavras-chaves: Jacarandá-mimoso. Espécie exótica. Visitantes florais. Melitofilia. Pilhadores.

ABSTRACT

Jacaranda mimosifolia D. Don (Bignoniaceae) is natural from Argentina, Bolivia and Paraguay and it is exotic in São Paulo State, Brazil. This species is ornamental

¹ Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza. Rod. do Açúcar, Km 156, 13400-911, Piracicaba, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: G.R. ALVES. E-mail: <gustavo_ralves@yahoo.com.br>.

and used in urban areas. The aim of this study was to analyze floral biology and reproductive system and verify floral visitors of *J. mimosifolia* in an urban area of Piracicaba, Brazil, from september to november 2008. The flowers of this species are tubular with four stamens and one well developed staminode. During anthesis the flowers are purple, smooth odor and the osmophores are located in staminode. Nectar was the resource used by floral visitors. *J. mimosifolia* is self-incompatible. Floral visits began at 6h30min and decreased at 17h30min among the pollinators of *J. mimosifolia*, the large bees behaved as pollinators, performing legitimate visits. *Eulaema nigrita* was the most abundant bee species, with 14.88% of visits and it presents pollinator behavior. There was also a large number of nectar robbers, and *Apis mellifera* was the robber species with the highest number of visits (15.70%). Even if an exotic species, *J. mimosifolia* has native pollinators responsible for cross-pollination, but only bees of medium and large size act as effective pollinators.

Key words: Jacarandá-mimoso. Exotic species. Floral visitors. Melittophily. Nectar robbers.

INTRODUÇÃO

Ecólogos de populações e comunidades geralmente evitam estudar áreas urbanas, preferindo habitats naturais. Há muitas razões para intensificar os estudos ecológicos em cidades. A urbanização é uma tendência que transforma o uso da terra em todo mundo e modifica radicalmente os padrões e processos ecológicos (Faeth et al., 2005).

No Brasil muitas espécies vegetais têm sido introduzidas em ambiente urbano para fins ornamentais. Por ter sua origem em outro território, essas espécies são conhecidas como exóticas (Biondi & Pedrosa-Macedo, 2008). Essas plantas apenas conseguem estabelecer-se e invadir um novo habitat se as condições físicas são adequadas e se os micro-organismos simbióticos, os polinizadores e os dispersores de sementes estão presentes (Stout et al., 2006).

Estudos de ecologia reprodutiva em ambientes urbanos são particularmente importantes, pois podem avaliar o potencial adaptativo de uma espécie presente em área urbanizada ou o processo de naturalização de uma espécie exótica no Brasil (Figueiredo, 2008).

As espécies exóticas que apresentam recursos florais, como pólen e néctar, atraem animais nativos que podem se tornar polinizadores efetivos, dependendo do comportamento e da frequência de visitas realizadas (Biondi & Pedrosa-Macedo, 2008).

Muitos grupos de insetos dependem diretamente de tais recursos para a alimentação, uma vez que o néctar dispõe de carboidratos e água, enquanto o pólen é uma fonte rica de proteínas (Roubik, 1992). Segundo Bawa (1990), entre os insetos polinizadores, as abelhas destacam-se como o mais importante grupo, tanto em abundância como em riqueza de espécies polinizadoras.

A família Bignoniaceae, utilizada amplamente no paisagismo de ruas e parques urbanos, possui grande potencial ornamental e econômico. Essa família apresenta aproximadamente 800 espécies distribuídas em 120 gêneros, ocorrendo no Brasil cerca de 350 espécies em 50 gêneros distintos (Souza & Lorenzi, 2005). A tribo Tecomeae apresenta maior número de espécies, estando 203 espécies distribuídas em 19 gêneros na região neotropical (Bittencourt, 2003).

O gênero *Jacaranda* é neotropical e possui cerca de 50 espécies (Morawetz, 1982; Gentry, 1992) e é polinizado exclusivamente por abelhas de médio e grande porte (Gentry, 1990). A espécie *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae, Tecomeae), conhecida popularmente como jacarandá-mimoso ou carobaguaçu, é uma árvore nativa da Argentina, Bolívia e Paraguai, mas pode ser encontrada em Santa Catarina e em regiões temperadas e tropicais. No estado de São Paulo, essa espécie é introduzida e frequentemente utilizada na arborização urbana e

na ornamentação de parques (Lorenzi et al., 2003; Socolowski & Takaki, 2004).

Encontra-se na literatura um grande número de trabalhos sobre taxonomia e embriologia de Bignoniaceae, no entanto, raramente esses trabalhos referem-se à biologia floral, reprodutiva ou à polinização das espécies dessa família. Segundo Bittencourt et al. (2003), apenas 29 espécies de Bignoniaceae têm o sistema reprodutivo determinado de forma conclusiva.

O objetivo geral deste estudo foi analisar se *Jacaranda mimosifolia* possui polinizadores efetivos, uma vez que essa espécie é introduzida no Estado de São Paulo, Brasil. Os objetivos específicos do trabalho foram: 1) analisar as características da morfologia e biologia floral de *J. mimosifolia*; 2) verificar quais os recursos florais oferecidos para os visitantes; 3) analisar o sistema reprodutivo de *J. mimosifolia* e 4) observar e classificar os visitantes florais em pilhadores e polinizadores de *J. mimosifolia*.

MATERIAL E MÉTODOS

Biologia floral

O trabalho de campo foi realizado em populações de *J. mimosifolia* na região de Piracicaba, São Paulo (22°42'30"S e 47°38'01"W), no período de setembro a novembro de 2008.

Para este trabalho foram utilizados seis indivíduos de *J. mimosifolia* que foram observados *in situ* para verificar o número de inflorescência por indivíduo, de flores por inflorescência, de flores abertas por dia. Também foram determinadas as fases da antese, coloração (Kornerup & Wanscher, 1963) e intensidade do odor, por meio da verificação da presença de osmóforos pela técnica do vermelho neutro (n= 10 flores), que cora células com alta atividade metabólica, indicando as partes florais emissoras de odor (Dafni et al., 2005).

Para verificar a produção de néctar em *J. mimosifolia*, botões em pré-antese foram

previamente ensacados para evitar o acesso de visitantes. O volume de néctar (n= 30 flores) foi medido com microseringas e a concentração de açúcares foi determinada com auxílio de um refratômetro de bolso (Atago® 0-32%) (Galetto & Bernardello, 2005). Os dados de volume e concentração de néctar foram coletados em três horários pré-determinados (8h - 13h - 17h) durante a antese.

A receptividade do estigma (n=10 flores) foi testada utilizando H₂O₂ pelo método de atividade da catalase (Dafni, 1992). A viabilidade do grão pólen (n=10 flores) foi estimada por meio do método de coloração por carmim acético, que cora citoplasmas em atividade (Radford et al., 1974).

Sistema reprodutivo

Para o estudo do sistema reprodutivo foram realizados testes de polinização manual em cinco indivíduos, seguindo os métodos de Radford et al. (1974). Botões em pré-antese foram ensacados e os seguintes tratamentos foram realizados: 1) Autopolinização: grãos de pólen foram depositados no estigma da própria flor; 2) Polinização Cruzada: grãos de pólen provenientes de flores de indivíduos diferentes foram transferidos para estigmas de flores emasculadas; 3) Geitonogamia: grãos de pólen provenientes de flores de um indivíduo foram depositados nos estigmas de flores emasculadas do mesmo indivíduo; 4) Controle: flores foram ensacadas e não receberam tratamento posterior.

Visitantes florais

Indivíduos de *J. mimosifolia* foram observados de forma direta para o estudo dos visitantes florais. As observações foram realizadas em três dias não consecutivos e em três horários distintos: 6h -10h, 10h01min-14h e 14h01min-18h, totalizando 72 horas. Nesse período foram registrados os horários de visita, os recursos utilizados e o comportamento dos visitantes na flor. Pilhadores e polinizadores foram diferenciados pelo comportamento apresentado

durante a coleta dos recursos florais, sendo considerados polinizadores aqueles visitantes que, ao entrarem na flor, tocavam os órgãos reprodutivos da planta, e pilhadores, aqueles que coletam algum recurso sem que necessariamente toquem nos órgãos reprodutivos da flor. No caso dos pilhadores, também foi identificada se a visita foi legítima (quando ocorre pela abertura da corola) ou ilegítima (quando ocorre por perfurações no tubo da corola).

Os visitantes, com exceção das aves, foram coletados com rede entomológica, e os indivíduos coletados foram comparados com a coleção do museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Após a identificação, os exemplares foram montados em alfinetes e conservados a seco e depositados na coleção do Laboratório de Biologia da Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep), *campus* Taquaral. As aves foram observadas e comparadas com o guia de campo de aves da grande São Paulo (Develey & Endrigo, 2004).

RESULTADOS

Biologia floral

A floração de *J. mimosifolia* ocorreu entre os meses de agosto a novembro. Essa espécie possui inflorescências do tipo panícula com média $x = 386 \pm 156$ inflorescências por indivíduo. Cada

inflorescência possui em média $x = 57 \pm 29$ flores por inflorescência e apresenta de 4 a 8 flores em antese por dia.

As flores são tubulares, há quatro estames e um estaminódio desenvolvido e diferenciado. Quando estão em antese, as flores apresentam coloração azul-roxeada e odor suave. Por meio do teste foi identificada a presença de osmóforos no estaminódio e em áreas de coloração brancas no interior da corola.

O início da antese é às 6h e é marcada pela abertura dos lobos da corola; mas são necessárias várias horas para a flor completar a abertura dos lobos da corola, finalizando às 10 horas. O tempo de duração da flor é de dois a três dias, ao fim dos quais a corola se desprende e cai.

As anteras já se encontram abertas e o estaminódio apresenta grãos de pólen sobre os pêlos glandulares antes do início da antese. A viabilidade dos grãos de pólen foi de 97%.

O estigma de *J. mimosifolia* é bifido. Durante o primeiro dia de antese o estigma permaneceu com os lobos fechados, já no segundo dia os lobos estavam abertos e receptivos.

A produção de néctar foi contínua ao longo do primeiro dia de antese, aumentando de $7,25\mu\text{l}$, em média, as 8h para $9,39\mu\text{l}$, em média, as 17 horas. Uma única flor produziu $23,42\mu\text{l}$ ao longo do primeiro dia de antese. A concentração de açúcares no néctar variou de 12% a 15% durante todo o dia (Figura 1).

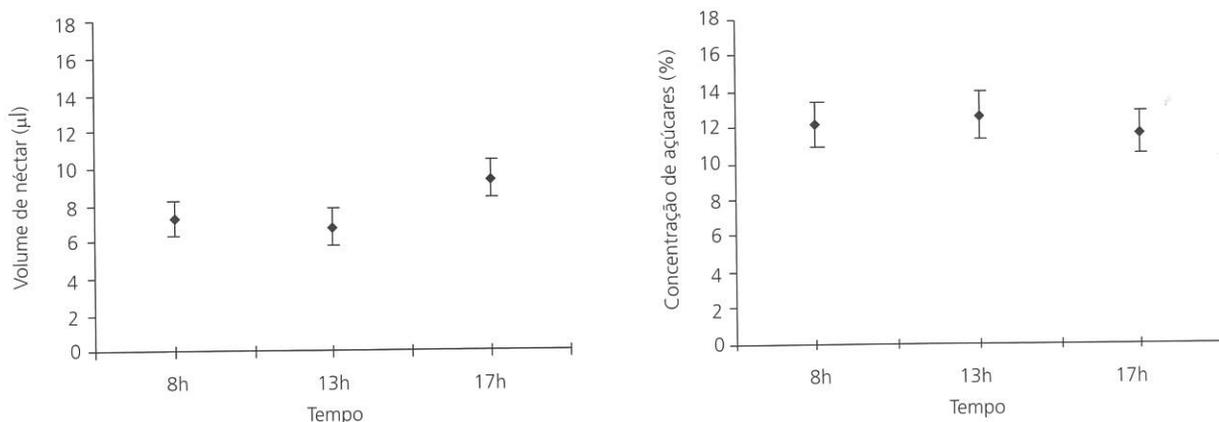


Figura 1. Volume de néctar e concentração de açúcares no néctar em flores de *Jacaranda mimosifolia* previamente ensacadas, em antese de primeiro dia. Piracicaba (SP), 2008.

Em algumas flores a produção de néctar também foi observada nos demais dias de antese. Em uma das flores verificadas foram extraídos 5µl de néctar as 8h do primeiro dia da antese. Em outra verificação feita às 15h foram extraídos mais 2µl de néctar desta flor. A última coleta foi realizada às 8h do dia seguinte, quando foi verificada a produção de mais 2µl de néctar.

Biologia reprodutiva

De acordo com os dados obtidos nos experimentos com polinização manual, *J. mimosifolia* é autoincompatível, pois no tratamento de autopolinização não ocorreu a formação de frutos. No tratamento de geitonogamia, houve a taxa de formação de frutos foi de 40%, enquanto no tratamento de polinização cruzada foi de 70%. A

agamospermia não ocorre nesta espécie, pois não houve a formação de frutos no tratamento controle (Tabela 1).

Visitantes florais

As visitas em flores de *J. mimosifolia* iniciaram-se às 6h30mim, ocorrendo diminuição às 17 horas. No total 121 visitantes foram registrados, sendo 10 espécies de abelhas, duas de vespas e três de aves (Tabela 2).

As abelhas de grande porte que visitaram *J. mimosifolia* apresentaram comportamento de polinizadores, pois estabeleceram contato com as anteras e estigma (Tabela 2). *Eulaema nigrita* correspondeu a 14,8% das visitas, *Bombus morio* a 8,3% e *Xylocopa* sp. a 0,8%. As primeiras visitas de *E. nigrita* e *B. morio* ocorreram pela manhã e

Tabela 1. Experimento de polinização manual realizado em populações de *Jacaranda mimosifolia*, na região de Piracicaba (SP), 2008.

Tratamento	Flores (n)	Frutos (n)	Frutos (%)
Autopolinização	10	0	0
Polinização cruzada	10	7	70
Geitonogamia	10	4	40
Controle	10	0	0

Tabela 2. Frequência absoluta e relativa, recurso explorado, porte e comportamento em flores de *Jacaranda mimosifolia*. Piracicaba (SP), 2008.

Espécie	Frequência		Recurso	Frequência Comportamento	Porte
	n	%			
Insetos					
<i>Apis mellifera</i>	19	15,70	N, P	Pilhador	M
<i>Bombus morio</i>	10	8,26	N, P	Polinizador	G
<i>Centris</i> sp. 1	2	1,65	N	Pilhador	M
<i>Centris</i> sp. 2	1	0,83	N	Pilhador	M
<i>Euglossa cordata</i>	3	2,48	P	Pilhador	P
<i>Eulaema nigrita</i>	18	14,88	N, P	Polinizador	G
<i>Oxaea flavuscan</i>	14	11,57	N	Pilhador	M
<i>Oxaea</i> sp.	5	4,13	N	Pilhador	M
<i>Trigona spinipes</i>	16	13,22	N	Pilhador	P
<i>Xylocopa</i> sp.	1	0,83	N,P	Polinizador	G
<i>Vespa</i> sp. 1	2	1,65	N	Pilhador	P
<i>Vespa</i> sp. 2	1	0,83	N	Pilhador	P
Aves					
<i>Eupetomena macroura</i>	10	8,26	N, P	Pilhador	
<i>Amazilia lactea</i>	17	14,05	N, P	Pilhador	
<i>Coereba flaveola</i>	2	1,65	N	Pilhador	
Total	121	100,00			

Recurso: N: néctar; P: pólen; Porte: P: pequeno; M: médio; G: grande.

continuavam ao longo do dia (Tabela 3). A espécie *E. nigrita* realizou visitas legítimas, coletou néctar e durante a visita o corpo dessa abelha ocupava todo o diâmetro do tubo floral, realizando o contato com anteras e estigma (Figura 2). *Eulaema nigrita* visitou várias flores na mesma inflorescência ou em diferentes inflorescências antes de encerrar o forrageamento no indivíduo de *J. mimosifolia*. Tanto *B. morio* como *Xylocopa* sp. apresentaram comportamento semelhante a *E. nigrita*.

Entre as espécies de abelhas pilhadoras, as mais frequentes foram *A. mellifera* que apresentou 15,7%, *Trigona spinipes* com 13,2% e *Oxaea flavuscan* representando 11,6% da frequência de visitas. A maioria dos pilhadores realizou visitas ilegítimas, abordando a flor por outros orifícios e não pela abertura da corola. No tubo da corola foi observada grande quantidade de perfurações (Figura 3). Provavelmente, essas perfurações foram realizadas por *T. spinipes* para coleta de néctar de modo ilegítimo.

Indivíduos de *A. mellifera* foram observados pilhando néctar de modo ilegítimo pelas perfurações da corola realizadas pela espécie *T. spinipes*. A espécie *A. mellifera* também realizou visitas legítimas para pilhar néctar, porém, devido ao tamanho corporal, essa abelha alcançava o nectário floral sem

tocar nas partes reprodutivas da flor, podendo realizar polinizações ocasionais.

Visitantes como *Euglossa cordata*, *Centris* sp. 1, *Centris* sp. 2 e as duas espécies de vespas apresentaram comportamento de pilhadoras de néctar ou polinizadoras ocasionais, pois assim como *A. mellifera*, podem alcançar o nectário floral sem haver contato com os órgãos reprodutivos da flor.

Oxaea flavuscan, por realizar voos rápidos, visitou várias flores no mesmo indivíduo, permanecendo poucos segundos na flor (3 - 6 segundos) e obtendo néctar exclusivamente pela perfuração da corola. Indivíduos de *Oxaea* sp., com 4,1% das visitas, apresentaram comportamento semelhante ao da espécie *O. flavuscan* na obtenção do recurso floral.

As espécies de aves que visitaram *J. mimosifolia* também apresentaram comportamento polinizador e/ou pilhador. Entre essas aves, estão os beija-flores *Amazilia lactea* que correspondem a 14,0% das visitas e *Eupetomena macroura* a 8,3%, já *Coereba flaveola* apresentou um percentual de visita de apenas 1,6%. A espécie *E. macroura* realizou visitas legítimas, enquanto *A. lactea* realizava tanto visitas legítimas como ilegítimas, pois foram observados indivíduos coletando néctar pela

Tabela 3. Número de visitantes de *Jacaranda mimosifolia* nos três horários de observação (total de 72 horas de observação). Piracicaba (SP), 2008.

Visitantes florais	Horários			Total
	6:00-10:00 h	10:01-14:00 h	14:01-16:00 h	
<i>Apis mellifera</i>	7	5	7	19
<i>Bombus morio</i>	2	-	8	10
<i>Centris</i> sp. 1	-	-	2	2
<i>Centris</i> sp. 2	-	1	-	1
<i>Euglossa cordata</i>	-	2	1	3
<i>Eulaema nigrita</i>	5	4	9	18
<i>Oxaea flavuscan</i>	10	3	1	14
<i>Oxaea</i> sp.	-	3	2	5
<i>Trigona spinipes</i>	8	5	3	16
<i>Xylocopa</i> sp.	-	-	1	1
<i>Vespa</i> sp. 1	1	-	1	2
<i>Vespa</i> sp. 2	-	-	1	1
<i>Eupetomena macroura</i>	7	3	-	10
<i>Amazilia lactea</i>	13	4	-	17
<i>Coereba flaveola</i>	2	-	-	2
Total	55	30	36	121

perfuração da corola realizada por outras abelhas. Ambos os beija-flores visitaram as flores de *J. mimosifolia* para coleta de néctar, tocando ocasionalmente as partes reprodutivas da flor com o bico ou com a cabeça, podendo, assim, serem considerados polinizadores ocasionais.

Foram observados beija-flores e abelhas forrageando juntos, e não apresentaram comportamento agressivo, porém as visitas das aves se restringiam, em grande parte, ao primeiro horário (6h-10h), não sendo registrada, no último horário (14h01-18h), nenhuma visita de aves.



Figura 2. *Eulaema nigrita* abordando flor de *Jacaranda mimosifolia* em A, e realizando visita legítima em B.



Figura 3. Perfuração na corola, realizada por *Trigona spinipes* para obtenção de néctar (em destaque).

DISCUSSÃO

Biologia floral

A floração de *J. mimosifolia* possui o padrão anual, pois essa espécie floresce apenas uma vez ao ano (Newstrom *et al.*, 1994). Com relação à quantidade de flores produzida ao longo da floração, a espécie estudada pode ser caracterizada como “estacionária”, pois o indivíduo produz poucas flores por dia durante um período extenso (Gentry, 1974a).

As flores de *J. mimosifolia* são do tipo Anemopaegma. Alguns autores classificam a flor Anemopaegma como sendo a mais comum entre os representantes da família Bignoniaceae e as principais características são odor suave, néctar, corola com tubo cilíndrico, frequentemente amarela ou lilás e com o interior do tubo de coloração diversa, observadas em espécies melitófilas (Gentry, 1974b; Gentry, 1980).

Flores tubulares geralmente restringem a guilda de polinizadores, pois o acesso ao néctar é dificultado; para tanto os polinizadores devem possuir estruturas especializadas que permitam o acesso ao néctar.

Neste estudo foi confirmado que uma das estruturas responsáveis pela produção de odor em *J.*

mimosifolia é o estaminódio. As flores de *Jacaranda*, de um modo geral, apresentam estaminódio muito desenvolvido, porém sua função permanece desconhecida. Vieira et al. (1992) realizaram estudos com *J. caroba* e sugeriram um papel triplo do estaminódio: orientação visual (devido ao contraste entre a cor do estaminódio e a cor da corola); guia olfativo (devido liberação de odor pelos tricomas glandulares) e auxílio no contato do polinizador com as anteras e o estigma (pela diminuição do diâmetro útil da abertura da corola).

A duração da antese de *J. mimosifolia* difere da de *J. rugosa* (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009). Nessa última espécie, a duração da antese é apenas de, no máximo, 16 horas, tendo início entre 23h e 3h e término às 15h do dia seguinte (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009). A maior longevidade das flores de *J. mimosifolia* pode aumentar a possibilidade de as flores serem visitadas e polinizadas (Primack, 1985).

A espécie *J. mimosifolia* também difere de *J. rugosa* na sequência de abertura dos elementos reprodutivos. Logo após a abertura das flores de *J. rugosa*, as anteras já estão deiscidas, o estigma está receptivo e o néctar presente (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009). Em *J. mimosifolia* ocorre o processo de hercogamia temporal, caracterizado como protandria, pois a abertura das anteras ocorre antes de o estigma estar receptivo. A protandria é importante para evitar a autopolinização (Endress, 1994). Os estigmas da maioria das espécies de Bignoniaceae são sensitivos, isto é, quando o grão de pólen está em contato com o estigma, os lobos estigmáticos se fecham, principalmente quando o pólen é xenogâmico (Milet-Pinheiro et al., 2009). A sensibilidade estigmática, que promove o fechamento dos lobos estigmáticos, após o toque do polinizador, pode ser interpretada como uma hercogamia do tipo “de movimento” (Webb & Lloyd, 1986), uma vez que a superfície estigmática receptiva não é tocada uma segunda vez numa mesma visita. A hercogamia em espécies autoincompatíveis, caso de *J. mimosifolia*, é interpretado como um eficiente mecanismo redutor da interferência entre as funções de doação e de recepção de pólen nas flores (Webb & Lloyd, 1986)

O principal recurso oferecido por *J. mimosifolia* para seus visitantes florais é o néctar. O volume e a concentração do néctar dessa espécie estão relacionados com a síndrome de melitofilia, embora a concentração de açúcares no néctar de flores melitófilas varie comumente de 20% a 40% (Faegri & van der Pijl, 1980). O néctar de *J. mimosifolia* é produzido continuamente, portanto essa espécie oferece recurso para os polinizadores durante toda a antese, estimulando visitas consecutivas dos polinizadores e favorecendo a geitonogamia ou a polinização cruzada.

O volume de néctar em *J. mimosifolia* é relativamente alto quando comparado com outras espécies de Bignoniaceae polinizadas por abelhas (Souza et al., 2004). A baixa concentração de açúcares no néctar de *J. mimosifolia* pode ser uma vantagem em períodos secos, pois a quantidade de água presente no néctar pode servir como recurso para os visitantes florais. Em *J. rugosa*, a produção de néctar também é contínua, o volume total produzido é semelhante ao de *J. mimosifolia*, mas a concentração de açúcares no néctar de *J. rugosa* é superior à concentração apresentada por *J. mimosifolia* (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009).

Biologia reprodutiva

Outros estudos sobre sistema reprodutivo em Bignoniaceae revelaram que muitas espécies apresentam o sistema de autoincompatibilidade (Gobatto-Rodrigues & Stort, 1992; Correia et al., 2005). Pesquisas sobre o desenvolvimento dos tubos polínicos utilizando-se microscopia de fluorescência têm demonstrado que entre as Bignoniaceae predomina o sistema de incompatibilidade de ação tardia (Bittencourt et al., 2003).

Visitantes florais

Em *J. mimosifolia* as abelhas de médio e grande porte foram os visitantes que se comportaram como polinizadores potenciais, principalmente a espécie *Eulaema nigrata*, que pertence à tribo Euglossini. A melitofilia em Bignoniaceae está, em

geral, associada a flores vistosas, relativamente grandes com corola tubulares e achatada dorsoventralmente, e a néctar disponível como recurso floral.

Abelhas de médio e grande porte, especialmente fêmeas de Euglossini, são os mais eficientes polinizadores das espécies melitófilas de Bignoniaceae (Gentry, 1974 a,b). Os autores Milet-Pinheiro & Schlindwein (2009) verificaram que o principal polinizador de *J. rugosa* é *Euglossa melanotricha*, que pertence à tribo Euglossini e os autores Guimarães et al. (2008) demonstram que *E. nigríta* e *B. morio* são as principais abelhas polinizadoras de *J. oxyphylla*. Abelhas da tribo Euglossini possuem notável capacidade de voo e atuam como polinizadores de longa-distância (Janzen, 1971).

As abelhas de grande e médio porte são eficientes agentes polinizadores de *J. mimosifolia*, pois, devido ao tamanho e ao comportamento realizado durante as visitas, necessariamente contactavam os órgãos reprodutores das flores.

Estudos sobre a entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae), realizados por Dutra & Machado (2001), obtiveram resultados semelhantes. Os autores relatam que tanto *A. mellifera* como outras abelhas de pequeno porte se comportam como pilhadores e polinizadores ocasionais. Essas abelhas, em geral, não voam entre indivíduos diferentes, assim contribuem pouco para polinização e formação de fruto.

A espécie *A. mellifera* apresentou maior frequência de visitas em *J. mimosifolia*, mas essa espécie atua apenas como pilhadora de néctar. Alguns estudos indicam que a espécie que realiza o maior número de visitas não é necessariamente o polinizador da espécie de planta estudada (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009). *A. mellifera* é introduzida no Brasil e muito frequente em ambientes urbanos, o que pode ser prejudicial para as espécies de plantas e para os polinizadores nativos, pois essa espécie pode ocupar o nicho ecológico de polinizadores nativos potenciais.

A frequência de visitas de espécies pilhadoras em *J. mimosifolia* foi maior no período da tarde, como

também foi verificado por Milet-Pinheiro & Schlindwein (2009) para *J. rugosa*. A espécie *T. spinipes*, responsável por fazer perfurações na base da corola para alcançar o néctar, também foi um dos pilhadores mais frequentes em *J. rugosa* (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009).

De acordo com Pollato & Alves Jr, (2008), o néctar retirado pelos pilhadores pode diminuir o recurso disponível aos polinizadores, porém, com a diminuição de tal recurso, os polinizadores podem realizar um maior número de visitas em busca do recurso escasso, aumentando assim o sucesso reprodutivo da planta. Em *J. rugosa*, a remoção contínua de néctar por pilhadores diminui a permanência dos polinizadores nas flores em 50%, assim os polinizadores efetivos duplicam o número de visitas nas flores para coletar a mesma quantidade de recurso (néctar). Nesse contexto, a redução na duração das visitas pode aumentar o número de visitas entre indivíduos co-específicos de *J. rugosa* e, conseqüentemente, aumentar o fluxo de pólen, a taxa de polinização cruzada e a taxa de formação de frutos (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009).

Assim, a conclusão deste trabalho é que a morfologia e a biologia floral de *J. mimosifolia* permitem que várias espécies de animais, em frequências distintas de visitação, consumam o néctar que é produzido continuamente pela flor. Apenas algumas abelhas de médio e grande porte possuem comportamento adequado para atuarem como polinizadores potenciais do jacarandá mimoso. Desse modo, mesmo sendo uma espécie exótica, *J. mimosifolia* possui polinizadores nativos responsáveis pela polinização cruzada, que é responsável pela alta taxa de formação de frutos, uma vez que essa espécie de planta possui sistema reprodutivo autoincompatível.

De maneira geral, trabalhos sobre biologia reprodutiva de espécies de plantas nativas ou exóticas em ambientes urbanos são importantes, pois podem auxiliar em planos de manejo em áreas urbanas, visando atender maior diversidade de espécies de polinizadores nativos, o que, segundo Owen (1991), transformaria o ambiente urbano em corredor biológico, conectando fragmentos florestais próximos.

AGRADECIMENTOS

A Ana Mayumi Hayashi pelo suporte técnico em laboratório, Luciane Kern Junqueira e a Lorena Coutinho Nery da Fonseca pelas críticas e sugestões que auxiliaram na elaboração deste manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Bawa, K.S. (1990). Plant-pollinator interactions in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21:399-422.
- Biondi, D. & Pedrosa-Macedo, J.H. (2008). Plantas invasoras encontradas na área urbana de Curitiba (PR). *Revista Floresta*, 38(1):129-44.
- Bittencourt Jr, N.S. (2003). Autoincompatibilidade de ação tardia e outros sistemas reprodutivos em Bignoniaceae. Campinas. Tese, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas.
- Bittencourt Jr., N.S.; Gibbs, P.E. & Semir, J. (2003). Histological study of post pollination events in *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae), a species with late-acting self-incompatibility. *Annals of Botany*, 91(7):827-34.
- Correia, M.C.R.; Pinheiro, M.C.B. & Lima, H.A. (2005). Biologia floral e polinização de *Arabidaea conjugata* (Vell.) Mart. - Bignoniaceae. *Acta Botanica Brasílica*, 19(3):501-10.
- Dafni, A. (1992). *Pollination ecology: practical approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Dafni, A.; Kevan, P.G. & Husband, B.C. (2005). *Practical pollination biology*. Ontário: Enviroquest.
- Develey, P.F. & Endrigo, E. (2004). *Aves da Grande São Paulo, guia de campo*. São Paulo: Aves e Fotos Editora.
- Dutra, J.C.S. & Machado, V.L.L. (2001). Entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae), durante seu período de floração. *Neotropical Entomology*, 30(1):43-53.
- Endress, P.K. (1994). *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. (1980). *The principle of pollination ecology*. New York: Pergamon Press.
- Faeth, S.H.; Warren, P.S.; Shochat, E. & Marussich, W.A. (2005). Trophic dynamics in urban communities. *BioScience*, 55(5):399-407.
- Figueiredo, R.A.; Oliveira, A.A.; Zacharias, M.A.; Barbosa, S.M.; Perieira, F.F.; Cazela, G.N.; Viana, J.O. & Camargo, R.A. (2008). Reproductive ecology of the exotic tree *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae) in Southeastern Brazil. *Revista Árvore*, 32(6):993-9.
- Galleto, L. & Bernadello, G. (2005). Rewards in flowers: nectar. In: Dafni, A.; Kevan, P.G. & Husband, B.C. (Ed.). *Practical pollination biology*. Ontário: Enviroquest.
- Gentry, A.H. (1974a). Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*, 6(1):64-8.
- Gentry, A.H. (1974b). Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 61:728-54.
- Gentry, A.H. (1980). *Bignoniaceae*. Part I. 25. New York: The New York Botanical Garden. Flora Neotropica, Monograph.
- Gentry, A.H. (1990) Evolutionary patterns in Neotropical Bignoniaceae. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. 55, 118-29.
- Gentry, A.H. (1992). *Bignoniaceae*. Part I. 25. New York: The New York Botanical Garden. Flora Neotropica, Monograph
- Gobatto-Rodrigues, A.A. & Stort, M.N.S. (1992). Biologia floral e reprodução de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl.) Miers (Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 15(1):37-41.
- Guimarães, E.; Stasi, L.C. & Maimoni-Rodella, R.C.S. (2008). Pollination Biology of *Jacaranda oxyphylla* with an Emphasis on Staminate Function. *Annals of Botany*, 102(5):699-711.
- Janzen, D.H. (1971). Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science*, 171(3967):203-5.
- Kornerup, A. & Wanscher, J.H. (1963). *Taschenlexikon der Farben*. Deutschland: Musterschmidt Verlag.
- Lorenzi, H.; Souza, H.M. & Torres, M.A.V. (2003). *Árvores exóticas do Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. São Paulo: Instituto Plantarium de Estudos da Flora.
- Milet-Pinheiro, P.; Carvalho, A.T.; Kevan, P.G. & Schlindwein, C. (2009). Permanent stigma closure in Bignoniaceae: mechanism and implications for fruit set in self-incompatible species. *Flora*, 204(1):82-8.
- Milet-Pinheiro, P. & Schlindwein, C. (2009). Pollination in *Jacaranda rugosa* (Bignoniaceae): euglossine pollinators, nectar robbers and low fruit set. *Plant Biology*, 11(2):131-41.
- Morawetz, W. (1982). Morphologisch-Ökologische Differenzierung, Biologie, Systematik und Evolution der Neotropischen Gattung *Jacaranda* (Bignoniaceae). *Österreichische Akademie der Wissenschaften. Math-Naturwissenschaften Denkschriften*, 123:1-184.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. (1994). A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2):141-59.

- Owen, J. (1991). *The ecology of a garden: the first fifteen years*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Polatto, L.P. & Alves Jr, V.V.A. (2008). Utilização dos recursos florais pelos visitantes em *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae). *Neotropical Entomology*, 37(4):389-98.
- Primack, R.B. (1985). Longevity of individual flowers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16:15-37.
- Radford, A.E.; Dickinson, W.C.; Massey, J.R. & Bell, C.R. (1974). *Vascular plant systematics*. New York: Harper & Row.
- Roubik, D.W. (1992). *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Socolowski, F. & Takaki, M. (2004). Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don - Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(5):785-92.
- Souza, D.A.S.; Lenzi, M. & Orth, A.I. (2004). Contribuição a ecologia da polinização de *Tabebuia pulcherrina* (Bignoniaceae) em área de restinga, no sul de Santa Catarina. *Biotemas*, 17(2):47-66.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. (2005). *Botânica Sistemática*. São Paulo: Instituto Plantarium de Estudos da Flora.
- Stout, J.C.; Parnell, J.A.N.; Arroyo, J. & Crowe, T.P. (2006). Pollination ecology and seed production of *Rhododendron ponticum* in native and exotic habitats. *Biodiversity and Conservation*, 15(2):755-77.
- Vieira, M.F.; Meira, R.M.S.; Queiroz, L.P. & Meira-Neto, J.A.A. (1992). Polinização e reprodução de *Jacaranda caroba* (Vell.) Dc. (Bignoniaceae) em área de cerrado do sudeste brasileiro. *Anais do 8º Congresso da SBPC*. São Paulo.
- Webb, C.J. & Lloyd, D.G. (1986). The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms. II. Herkogamy. *New Zealand Journal of Botany*, 24:163-78.

Recebido em: 2/3/2010

Aprovado em: 20/5/2010