

Plantas intensamente forrageadas por abelhas em uma floresta estacional semidecidual: caracterização dos atributos florais

Plants intensely foraged by bees in a semi-deciduous seasonal forest: characterization of floral attributes

Leandro Pereira **POLATTO**^{1, 4}; Paulo Roberto de Abreu **TAVARES**²; Glauca Almeida de **MORAIS**²; Jessica Amaral **HENRIQUE**³ & Valter Vieira **ALVES JUNIOR**³

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi determinar os atributos florais das espécies vegetais intensamente forrageadas por abelhas em uma floresta estacional semidecidual secundária. A pesquisa de campo foi realizada em um fragmento composto por uma vegetação secundária em diferentes estágios sucessionais, apresentando algumas manchas com fisionomia de mata atlântica e outras de cerradão, no município de Ivinhema (MS). Para este estudo selecionaram-se 19 espécies vegetais que eram suscetíveis ao forrageio pela comunidade de abelhas e com disposição floral elevada. Foram descritas as principais características florais das espécies vegetais estudadas essenciais à atratividade dos visitantes. As populações vegetais estudadas no fragmento foram representadas pelas famílias Bignoniaceae, Malpighiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Sapindaceae, Lamiaceae e Rhamnaceae. As espécies vegetais selecionadas apresentaram oito tipos de formato floral: capítulo, goela, aberta, aberta com glândulas secretoras de óleo, aberta com anteras poricidas, tubular, pincel e transição entre flor aberta e polipétala profunda. As flores de todas as espécies vegetais exalavam odor e não possuíam separação temporal entre a receptividade do estigma e a deiscência das anteras. Os demais atributos florais encontrados nas espécies vegetais eram variados. Assim, as abelhas coletam recursos florais de espécies vegetais com atributos florais distintos.

Palavras-chave: apifauna; biologia floral; especialização floral; polinização; síndrome de polinização.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the floral attributes of plant species intensely foraged by bees in a secondary semideciduous seasonal forest. The field research was carried out in a fragment composed of a secondary vegetation in different successional stages, with some spots with an Atlantic Forest physiognomy and others with Cerradão, in the municipality of Ivinhema (MS). For this study, 19 plant species were selected that were susceptible to foraging by the bee community and with high floral disposition. The main floral characteristics of the studied plant species essential to the attractiveness of the visitors were described. The plant populations studied in the fragment were represented by the families Bignoniaceae, Malpighiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Sapindaceae, Lamiaceae and Rhamnaceae. The selected plant species presented eight types of floral format: capitulum, gullet, dish, dish with oil-secreting glands, dish with poricidal anthers, tubular, brush and transition between dish flower and deep polypetal. The flowers of all plant species exhaled odor and had no temporal separation between stigma receptivity and anther dehiscence. The other floral attributes found in plant species were varied. Thus, bees collect floral resources from plant species with distinct floral attributes.

Keywords: apifauna; floral biology; floral specialization; pollination; pollination syndrome.

Recebido em: 13 jul. 2023

Aceito em: 30 ago. 2023

¹ Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Avenida 24 A, n. 1515 – CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Ivinhema, Ivinhema, MS, Brasil.

³ Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: lppolatto@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Diversos animais, tais como beija-flores e morcegos, são visitantes florais frequentes, mas os visitantes e polinizadores mais importantes são os insetos (ROUBIK, 1989). Nesse vasto grupo, as abelhas se destacam dentre os possíveis polinizadores das plantas, sobretudo nas regiões tropicais, por sua dependência em visitar diariamente uma grande quantidade de flores para extrair os recursos indispensáveis à sua alimentação individual e, no caso das abelhas eussociais, para a manutenção da colônia (MICHENER, 2007).

Por outro lado, na maioria dos casos, as flores não são as únicas fontes de alimento para os demais polinizadores potenciais, que as visitam apenas para satisfazerem suas necessidades imediatas. Essas características comportamentais e biológicas fazem das abelhas os principais agentes polinizadores das plantas (CORBET *et al.*, 1991). O fato de as abelhas serem consideradas grupos-chave na comunidade de visitantes florais motivou a realização de um grande número de pesquisas. Contudo, na maioria das vezes, esses estudos se restringiram a levantamentos faunísticos e/ou à descrição comportamental dos visitantes florais em determinadas espécies de plantas.

Por sua vez, as síndromes de polinização têm sido amplamente utilizadas para prever os grupos de polinizadores de plantas (DELLINGER, 2020; SANTOS-GÓMEZ *et al.*, 2022). O conjunto de caracteres florais presentes em uma flor também serve para restringir o forrageio por determinados animais não polinizadores (CURTI & ORTEGA-BAES, 2011). Segundo tais autores, as espécies de plantas com diferentes formatos florais seriam visitadas somente por uma parte da comunidade local de polinizadores potenciais, que são distintos entre as espécies vegetais. Os traços florais que geralmente caracterizam as síndromes de polinização incluem o momento da antese, a cor e o aroma da flor, a orientação da flor, o tamanho e simetria da flor, a forma geral da corola, a posição dos órgãos sexuais e o tipo de recompensa (ROSAS-GUERRERO *et al.*, 2014).

O objetivo da presente pesquisa foi determinar os atributos florais das espécies vegetais intensamente forrageadas por abelhas em uma floresta estacional semidecidual secundária. Nesta investigação, é aventada a hipótese de ocorrência de traços florais semelhantes entre as espécies intensamente forrageadas por abelhas, a qual se enquadraria na síndrome de melitofilia. Assim, conforme descrições para a síndrome de melitofilia por Faegri & van der Pijl (1979), seria esperado encontrar espécies vegetais cujas flores possuíssem: corolas exuberantes de cores amareladas, esbranquiçadas ou azuladas; liberação de odores adocicados; reflexão de luz ultravioleta; presença de guias-de-néctar; secreção de néctar em quantidade e concentração adequadas e levemente protegida para impedir a coleta por outros animais; produção intensa de pólen para as espécies sem recompensa de néctar; anteras e estigma com separação espacial; e sem separação temporal entre a deiscência das anteras e a receptividade do estigma.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa de campo foi realizada em um fragmento de floresta estacional semidecidual de aproximadamente 355 hectares, localizado às margens da rodovia MS-395, a aproximadamente três quilômetros do perímetro urbano do município de Ivinhema, Mato Grosso do Sul. O ponto central da área situa-se a 22°15'42"S e 53°48'10"W.

Na época do desenvolvimento da pesquisa, o fragmento era composto por uma vegetação secundária em diferentes estágios sucessionais, apresentando algumas manchas com fisionomia de cerradão e outras de mata atlântica. De acordo com os critérios de classificação propostos por Budowski (1965), a vegetação local pode ser agrupada em três fases de desenvolvimento: predomínio de vegetação pioneira, correspondendo a cerca de 20% da cobertura total; predomínio de vegetação em estágio secundário inicial, com aproximadamente 35% de cobertura; e predomínio de vegetação em estágio secundário tardio, com os 45% restantes de cobertura vegetal (figura 1). Segundo a classificação de Zavattini (1992), o clima da região se enquadra no tipo úmido a subúmido.

Para o presente estudo, foram selecionadas 19 espécies vegetais, durante 12 meses consecutivos (julho de 2010 a junho de 2011), que evidenciaram dois requisitos primordiais, descritos a seguir: (1) espécies vegetais suscetíveis ao forrageio pela comunidade de abelhas, independentemente de serem ou não polinizadas por abelhas; (2) espécies vegetais com disposição floral elevada.

Recorreu-se à técnica proposta por Dafni (1992) para descrever as características florais das espécies vegetais estudadas essenciais à atratividade dos visitantes. As seguintes características florais foram definidas: formato floral; coloração geral; presença ou não de guias-de-néctar ou pólen; duração da atratividade floral (contabilizada em dias); exalação ou não de odor (manter algumas flores em frascos fechados durante 24 h e logo em seguida cheirá-las; ou, para as flores inodoras ao olfato humano, aplicar sobre elas uma solução de vermelho neutro a 0,01% em água destilada, lavando-as em água corrente após 8 h, a solução impregnando de vermelho os locais com presença de osmóforos); ocorrência ou não de reflexão de raios ultravioleta (aplicar solução de 1% de sulfato de ferro III em éter sulfúrico, que impregna de preto os locais refletores dos raios); recurso floral disponibilizado; e ocorrência ou não de diferença temporal e de separação espacial entre anteras e estigmas.

O foco principal da pesquisa foi o estudo do formato das flores de cada espécie porque essa característica é considerada predeterminante no sucesso da polinização por visitantes de cada grupo funcional (CASTELLANOS *et al.*, 2004; FENSTER *et al.*, 2004; WILSON *et al.*, 2004). A maioria dos demais traços florais geralmente exerce função atrativa sobre o polinizador (coloração, guia-de-recurso, osmóforos, duração da atratividade, reflexão de raios ultravioletas e recurso disponibilizado).

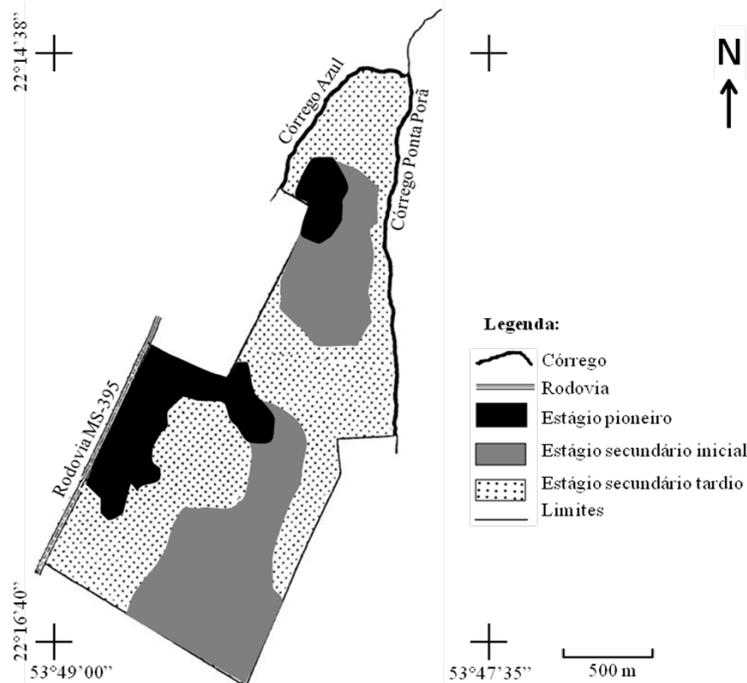


Figura 1 – Localização e predominância da vegetação em diferentes estágios sucessionais dentro da área de estudo. Fonte: primária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As populações vegetais estudadas no fragmento foram representadas pelas famílias Bignoniaceae, Malpighiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Sapindaceae, Lamiaceae e Rhamnaceae (tabela 1).

Dentre as espécies vegetais estudadas, registraram-se apenas duas espécies arbóreas, enquanto outras duas eram herbáceas. As demais espécies apresentaram hábito de liana ou de arbusto, com dez e cinco representantes, respectivamente (tabela 1). Por se tratar de um fragmento florestal com histórico de degradação, esperava-se que ocorresse ocupação do ambiente predominantemente por lianas (BUDOWSKI, 1965; TIBIRIÇÁ *et al.*, 2006). Bignoniaceae e Malpighiaceae são famílias constituídas principalmente por gêneros de lianas (GENTRY, 1991; MEYER *et al.*, 2020) e estiveram entre as famílias mais abundantes em outros levantamentos de lianas (MORELLATO & LEITÃO FILHO, 1996; UDULUTSCH *et al.*, 2004; REZENDE & RANGA, 2005; TIBIRIÇÁ *et al.*, 2006; GIACON *et al.*, 2022). Assim, as duas famílias com maiores números de espécies estudadas no presente trabalho estão em posição favorecida porque a maioria de suas espécies possui características favoráveis à ocupação do ambiente em regeneração.

Tabela 1 – Hábito e atributos florais das espécies vegetais estudadas.

Espécies vegetais estudadas	Hábito	Formato	Coloração	Guia de néctar ou pólen	Atratividade (dias)	Odor	Reflexão de raios ultravioletas	Recurso floral disponibilizado	Anteras e estigma	
									Separação espacial Diferença temporal	
Bignoniaceae										
<i>Arrabidaea chica</i>	Liana	Goela	Roxa	Sim	1	Sim	Não	Néctar e pólen	Não	Não
<i>Arrabidaea florida</i>	Liana	Goela	Branca	Sim	1	Sim	Sim	Néctar e pólen	Não	Não
<i>Cuspidaria convoluta</i>	Liana	Goela	Rosa	Sim	1	Sim	Sim	Néctar e pólen	Não	Não
<i>Adenocalymma bracteatum</i>	Liana	Goela	Amarela	Sim	1	Sim	Sim	Néctar	Não	Não
<i>Pyrostegia venusta</i>	Liana	Tubular	Vermelha	Não	1	Sim	Sim	Néctar e pólen	Sim	Não
Malpighiaceae										
<i>Diplopterys pubipetala</i>	Liana	Aberto	Amarela	Sim	3	Sim	Sim	Óleo	Não	Não
<i>Byrsonima intermedia</i>	Arbusto	Aberto	Amarela	Não	3	Sim	Sim	Óleo e pólen	Não	Não
<i>Banisteriopsis cf. campestris</i>	Liana	Aberto	Rosa	Sim	1	Sim	Sim	Óleo e pólen	Não	Não
<i>Banisteriopsis laevifolia</i>	Liana	Aberto	Amarela	Não	2	Sim	Sim	Óleo e pólen	Não	Não
Asteraceae										
<i>Trixis antimenorrhoea</i>	Erva	Capítulo	Branca	Sim	7	Sim	Sim	Néctar e pólen	Sim	Não
<i>Eupatorium maximalianii</i>	Erva	Capítulo	Roxa	Não	7	Sim	Sim	Néctar e pólen	Sim	Não
<i>Eupatorium cf. dimorpholepis</i>	Arbusto	Capítulo	Branca	Não	6	Sim	Sim	Néctar e pólen	Sim	Não
Fabaceae										
<i>Senna obtusifolia</i>	Arbusto	Aberto	Amarela	Não	2	Sim	Não	Pólen	Sim	Não
<i>Senegalia</i> sp.	Arbusto	Píncel	Branca	Não	2	Sim	Sim	Néctar e pólen	Não	Não
<i>Senegalia polyphylla</i>	Árvore	Píncel	Branca	Não	2	Sim	Sim	Néctar	Não	Não
Sapindaceae										
<i>Serjania caracasana</i>	Liana	Aberto-polipétala	Branca	Sim	2	Sim	Sim	Néctar e pólen	Sim	Não
<i>Matayba guianensis</i>	Árvore	Aberto	Verde	Não	3	Sim	Não	Néctar e pólen	Sim	Não
Lamiaceae										
<i>Aegiphilla sellowiana</i>	Arbusto	Tubular	Branca	Não	1	Sim	Não	Néctar e pólen	Sim	Não
Rhamnaceae										
<i>Gouania cf. latifolia</i>	Liana	Aberto	Branca	Não	3	Sim	Não	Néctar e pólen	Sim	Não

Quanto à biologia floral, as flores das espécies vegetais selecionadas evidenciaram oito formatos florais distintos, ilustrados nas figuras 2 a 9. Assim, nas sentenças seguintes, foram inseridas descrições de cada formato floral observado, dando ênfase à sua adaptação ao tipo de polinizador considerado.

I. Capítulo (figura 2). Formato floral típico da família Asteraceae. Muitas pesquisas mostram que essa família é constituída especialmente por espécies generalistas, que são polinizadas por vários grupos de insetos, tais como Coleoptera, Diptera e Hymenoptera (SAZIMA & MACHADO, 1983; HERRERA, 1990; TORRES & GALETTO, 2002; GROMBONE-GUARATINI *et al.*, 2004; YAMAMOTO *et al.*, 2007). Os capítulos foram constituídos por um número variável de flores [*Trixis antimenorhoea* = $11,3 \pm 0,1$ (média \pm desvio-padrão); *Eupatorium maximalianii* = $24,2 \pm 2,6$; *Eupatorium cf. dimorpholepis* = $12,6 \pm 1,0$], envoltos por um cálice (sépalas fundidas) e assentados em um receptáculo comum. As flores eram protândricas (isto é, a maturidade das anteras ocorria antes da maturação do estigma) e ficavam atrativas por 2 a 3 dias. No 1.º dia de antese floral, ocorreu a deiscência da antera, que foi secando e caindo até o início do próximo dia, enquanto no 2.º e 3.º dia o estigma emergiu e se tornou receptivo, sobressaindo no mesmo espaço físico inicialmente ocupado pelas anteras. Entretanto, em cada capítulo, foram encontrados tanto anteras deiscidas como estigmas receptivos. Essa característica tornou cada capítulo atrativo às abelhas durante seis ou sete dias (tabela 1). Isso é possível porque as anteses florais de um mesmo capítulo não ocorrem simultaneamente. Elas iniciam-se pelas extremidades, em direção ao centro do capítulo (GROMBONE-GUARATINI *et al.*, 2004). Em *Trixis antimenorhoea*, a presença de um cone amarelado em cada flor, alojando internamente a antera e o estigma, aparentemente funcionava como guia-de-néctar e pólen.



Figura 2 – Espécies vegetais da família Asteraceae, com diversas flores dispostas em um capítulo. No capítulo da ilustração A, observa-se uma flor em sua fase masculina, cujas anteras estão fundidas e formam um tubo ao redor do estilete (seta larga). Também pode ser visto um estigma bilobado (seta estreita). A) *Trixis antimenorhoea*; B) *Eupatorium maximalianii*; C) *Eupatorium cf. dimorpholepis*. Fonte: primária.

II. Goela (figura 3). Todas as espécies vegetais estudadas cujas flores se enquadraram nesse formato pertenceram à família Bignoniaceae. É um formato floral típico dessa família (GENTRY, 1974). Segundo o mencionado autor, as referidas espécies têm flores do tipo *Anemopaegma*, que se caracterizam por possuírem uma corola membranosa fina, com abertura floral livre e anteras internas à corola. As diferenças comumente encontradas nas flores limitam-se às mudanças de coloração e de tamanho. Elas duraram apenas 1 dia (a partir do início da manhã até o fim da tarde), não havendo separação espacial nem diferença temporal na deiscência das anteras e na receptividade do estigma (tabela 1). Há predominância da polinização nototríbica (GENTRY, 1974), que representa uma especialização à polinização por abelhas de língua longa de porte corpóreo médio ou grande. Nesse tipo de polinização, há fixação do pólen no dorso da abelha durante a sucção do néctar e sua possível deposição no estigma das flores forrageadas em seguida, o que pode favorecer o fluxo polínico entre as plantas.

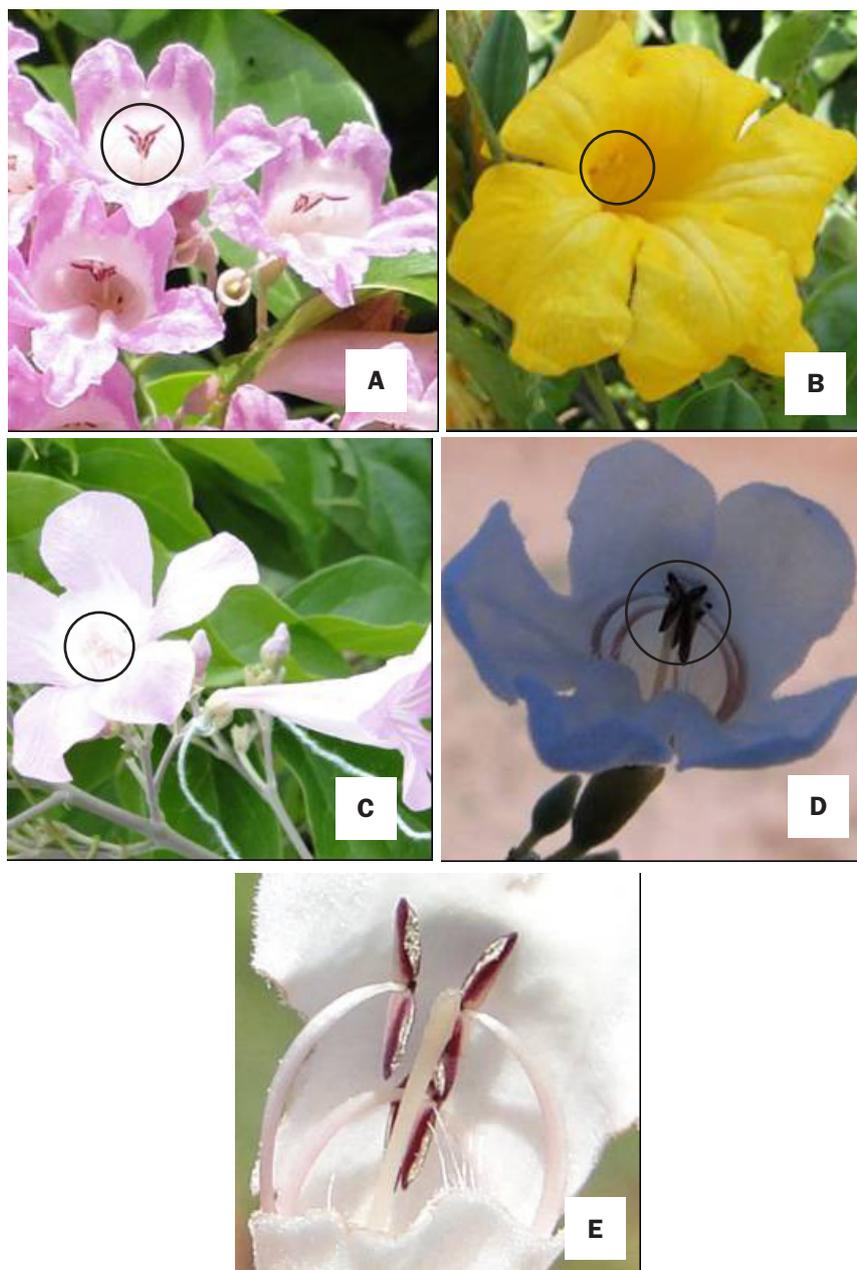


Figura 3 – Espécies vegetais com flores de formato do tipo goela. Os órgãos reprodutivos (4 anteras funcionais e 1 estigma) localizam-se na porção interna superior da corola, próximo aos lobos e sem separação espacial e diferença temporal entre ambos (região interna do círculo). Na ilustração E, visualizam-se as anteras deiscidas e o estigma receptivo, ambos no mesmo nível espacial. Todas as flores observadas são de plantas pertencentes à família Bignoniaceae: A) *Arrabidaea chica*; B) *Adenocalymma bracteatum*; C) *Cuspidaria convoluta*; D e E) *Arrabidaea florida*. Fonte: primária.

III. Aberta com glândulas secretoras de óleo (figura 4). Como os grupos de visitantes que forrageiam as flores de Malpighiaceae buscam recursos adicionais em relação aos procurados por organismos que forrageiam as flores abertas de outras famílias, houve necessidade de incluir as Malpighiaceae em um grupo floral que oferece recompensa distinta. Assim, as espécies de Malpighiaceae estudadas, além de apresentarem flores com formato aberto, possuem um cálice com glândulas secretoras de óleo. Elas apresentaram sistemas de polinização especializada, pois os forrageios e as polinizações são realizados predominantemente por abelhas coletoras de óleo (ROUBIK, 1989; SIMPSON, 1989). A pétala superior possui maior resistência estrutural, servindo de apoio para a fixação das mandíbulas das abelhas durante a extração do óleo. Por esse motivo, ela é denominada pétala-guia (CAPPELLARI *et al.*, 2011). Em cada flor, não há separação espaçotemporal entre a deiscência das anteras e a receptividade dos estigmas. Houve predominância da coloração amarela, considerada, segundo Faegri & van der Pijl (1979), a cor típica das flores melitófilas. Algumas espécies com esse formato floral possuem guia-de-recurso e apresentam diferenças na duração da atratividade (tabela 1).

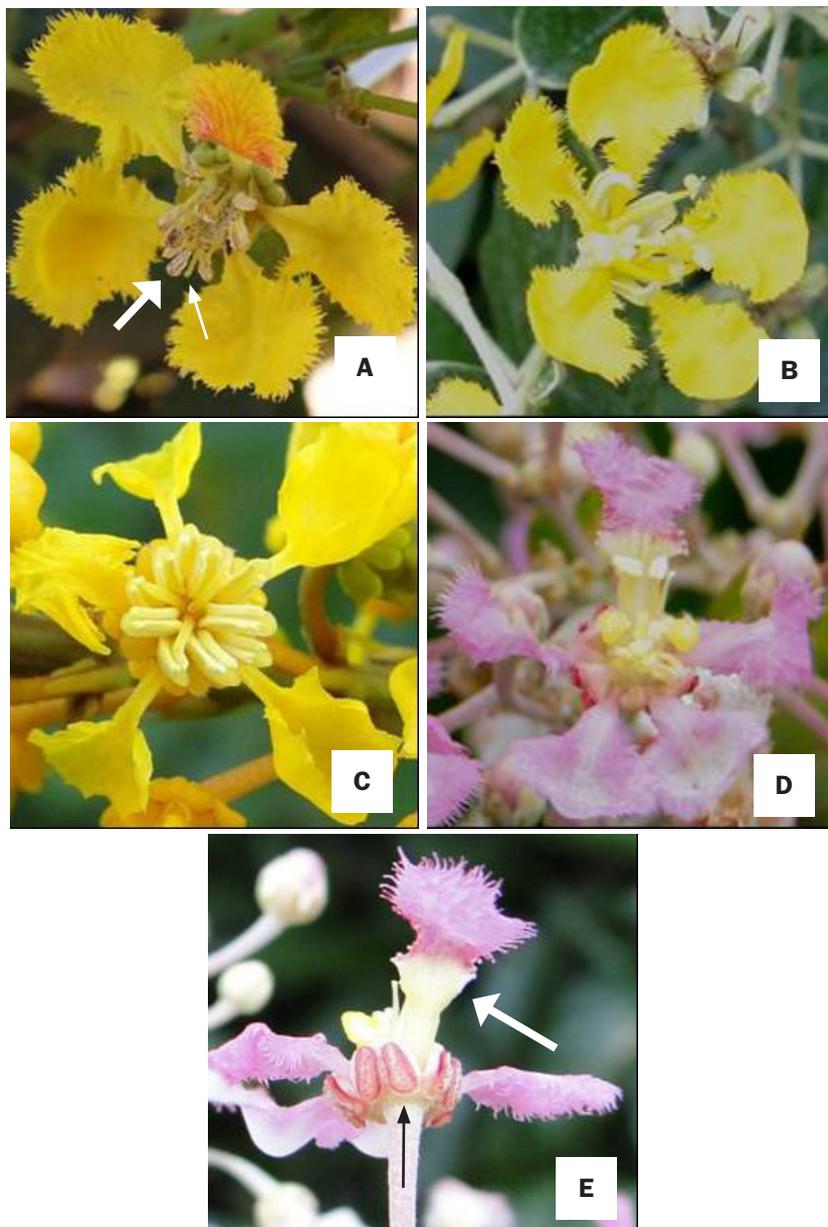


Figura 4 – Espécies vegetais com flores abertas e glândulas secretoras de óleo no cálice (elaióforos). Na ilustração A, uma antera (seta larga) e um estigma (seta estreita) estão indicados, e ambos se localizam na mesma altura. O número de anteras e estigmas é variável entre as espécies. Na ilustração E, são visualizados vários elaióforos (a seta estreita indica um deles) e a pétala guia (seta larga; pétala mais resistente que as demais, localizada na região dorsal da flor). Todas as plantas fotografadas pertencem à família Malpighiaceae: A) *Diplopterys pubipetala*; B) *Banisteriopsis laevifolia*; C) *Byrsonima intermedia*; D e E) *Banisteriopsis cf. campestris*. Fonte: primária.

IV. Aberta com anteras porcidas (figura 5). *Senna obtusifolia* possui flores com anteras porcidas. As espécies cujas flores apresentam anteras com esse formato liberam o pólen exclusivamente por meio da vibração, necessitando obrigatoriamente de visitantes com capacidade de realizar o movimento vibratório para polinizá-las (ARCEO-GOMEZ *et al.*, 2011). A flor dura dois dias e não há nectário; o pólen é o único recurso explorado pelas abelhas. Os atributos florais da planta a enquadram no grupo das plantas com sistema de polinização especializada.

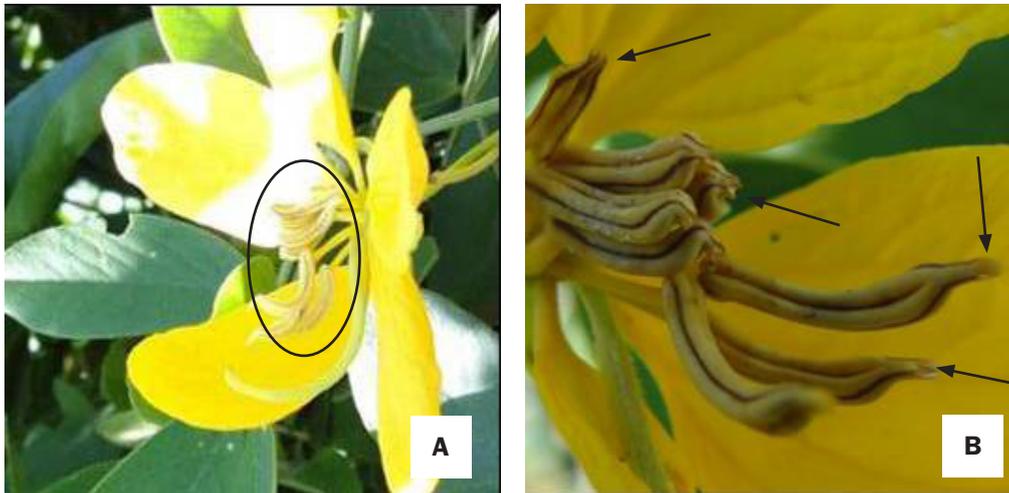


Figura 5 – Espécie vegetal com flores abertas e anteras porcidas. Na ilustração A, o estigma (seta estreita) fica em posição ventral às anteras porcidas (região interna do círculo). Em B, as setas indicam o poro por onde o pólen é extraído das anteras por meio da vibração. A planta pertence à família Fabaceae: *Senna obtusifolia*. Fonte: primária.

V. Aberta (figura 6). As flores das espécies *Matayba guianensis* e *Gouania cf. latifolia* são tipicamente abertas e têm coloração verde-amarelada. O tamanho das flores em ambas as espécies é muito pequeno, tornando-as quase inconspícuas. Porém há inúmeras inflorescências por planta, com densidade elevada de flores por inflorescência. Isso produz atração visual ao polinizador, mesmo que este esteja a uma longa distância (HARDER *et al.*, 2004). O pequeno tamanho floral e a ocorrência de separação espacial entre os órgãos reprodutivos masculino e feminino (tabela 1) enquadram essas flores no grupo das plantas com dependência de polinizadores e com sistemas de polinização generalizada porque, aparentemente, a maioria dos visitantes entra em contato com as anteras e os estigmas. As flores permanecem atrativas por três dias, ocorrendo a queda floral geralmente no início do 4.º dia.

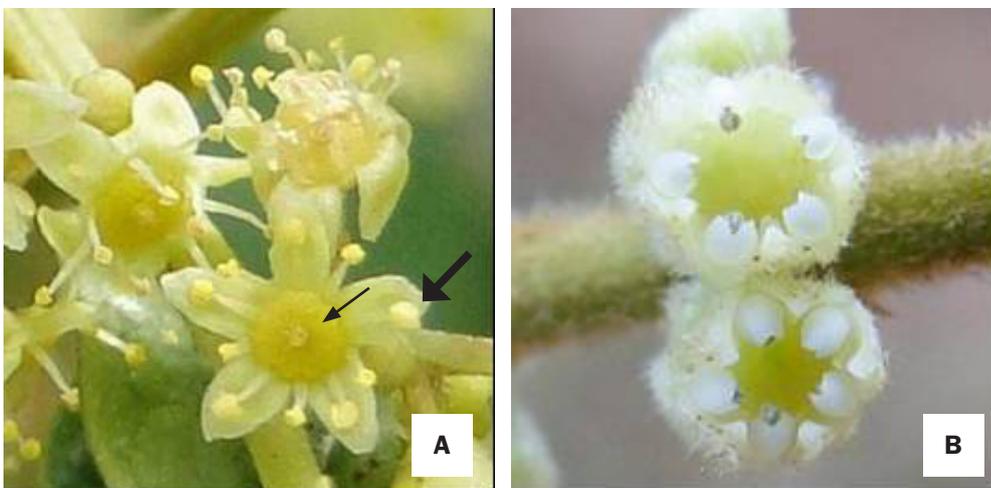


Figura 6 – Espécies vegetais com flores abertas. Na ilustração A, as anteras (a seta larga indica uma delas) ficam dispostas ao redor do estigma (seta estreita) e em posição superior. As plantas pertencem a famílias distintas: A) *Matayba guianensis* (Sapindaceae); B) *Gouania cf. latifolia* (Rhamnaceae). Fonte: primária.

VI. Tubular (figura 7). O aumento da profundidade do tubo corolar é acompanhado pela redução da diversidade de polinizadores e aumento da especificidade do pólen transportado no corpo dos polinizadores (FENSTER, 1991). De acordo com Gentry (1974), as características florais de *Pyrostegia venusta* se enquadram no tipo *Martinella* (corola tubular vermelha e longa, com nectário basal e estruturas reprodutivas projetadas para o exterior). As estruturas florais são adaptadas à polinização por pássaros, ou seja, sua biologia floral indica que se trata de uma espécie com sistema de polinização especializada.

Por sua vez, as flores da espécie *Aegiphilla sellowiana* apresentam corolas tubulares rasas (pouco profundas), favorecendo a polinização por qualquer tipo de abelha e até mesmo por insetos de outros grupos funcionais, como vespas, moscas etc. A ausência de adaptações florais à polinização por um determinado grupo funcional de insetos faz de *Aegiphilla sellowiana* uma espécie com sistema de polinização generalizada. As duas espécies vegetais estudadas possuem flores que permanecem atrativas por um dia e necessitam de polinizadores em virtude da ocorrência de separação espacial entre os órgãos reprodutivos masculino e feminino (tabela 1).

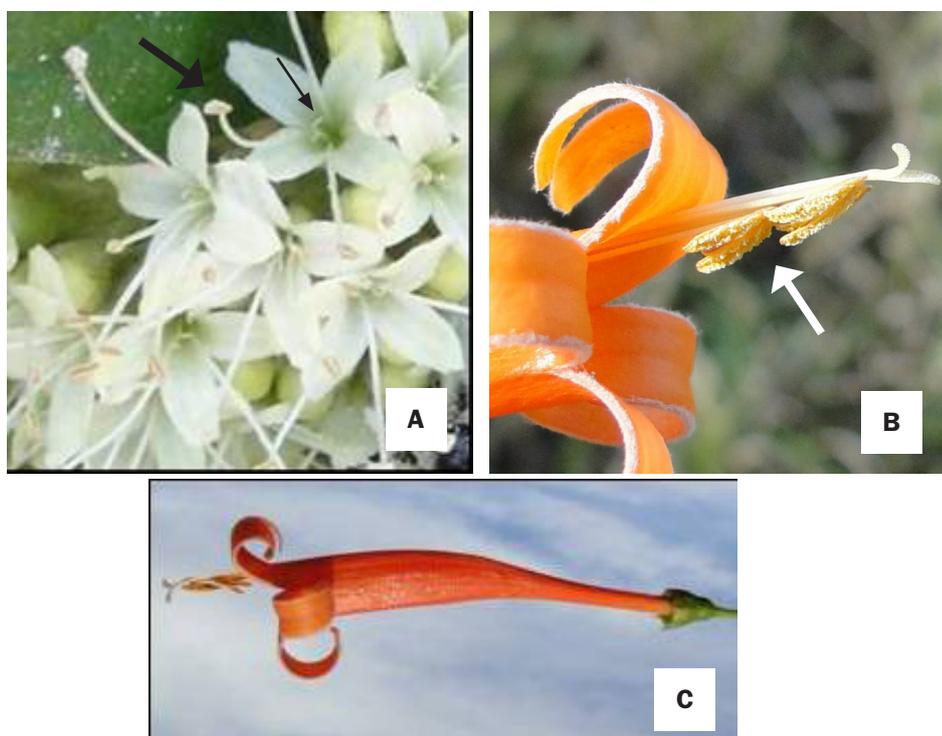


Figura 7 – Espécies vegetais com flores de formato tubular. As quatro anteras (seta larga) e o único estigma (seta estreita) localizam-se na porção externa do tubo corolar, com separação espacial entre as estruturas, mas ausência de diferença temporal. As plantas pertencem a famílias distintas: A) *Aegiphilla sellowiana* (Lamiaceae); B e C) *Pyrostegia venusta* (Bignoniaceae). Fonte: primária.

VII. Pínel (figura 8). As flores das espécies *Senegalia* sp. e *Senegalia polyphylla* possuem formato de pínel, e as anteras e os filetes exercem função atrativa. Elas permanecem atrativas por dois dias (tabela 1). Nesse tipo de flor, não há adaptação para um determinado grupo funcional de polinizadores. A maioria dos visitantes florais exerce alguma pressão positiva na transferência de pólen para o estigma das flores (KOPTUR, 1983). A transferência de pólen para o estigma é realizada especialmente por meio do contato entre a região ventral do corpo dos visitantes e as estruturas reprodutivas das flores. Assim, ambas as espécies apresentam sistemas de polinização generalizada.

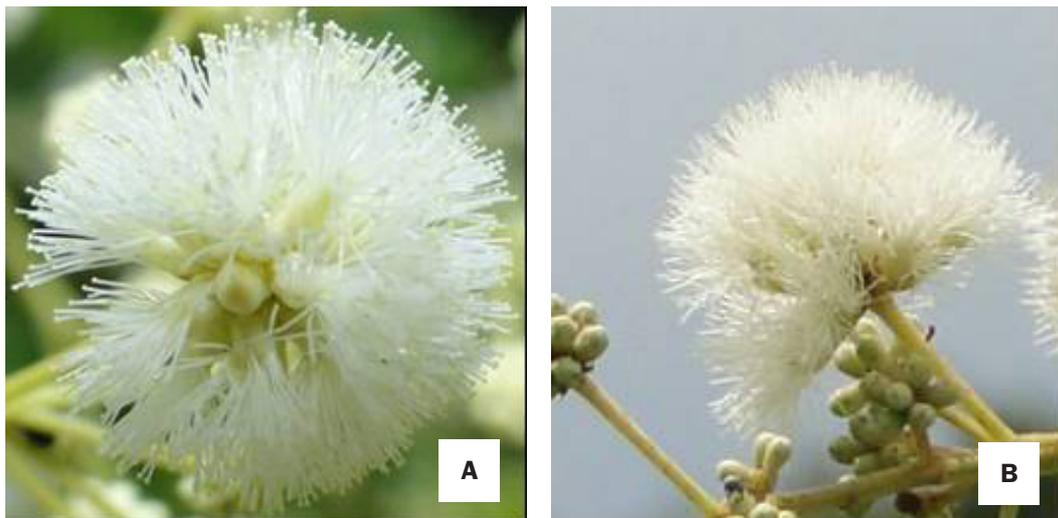


Figura 8 – Espécies vegetais com flores em formato de pincel, dispostas em inflorescência. As inúmeras anteras e o único estigma emergem simultaneamente e se projetam para o exterior, situando-se na mesma posição espacial; essas estruturas representam os principais atrativos visuais aos polinizadores. Ambas as flores são de plantas pertencentes à família Fabaceae: A) *Senegalia* sp.; B) *Senegalia polyphylla*. Fonte: primária.

VIII. Transição entre flor aberta e polipétala profunda (figura 9). As flores de *Serjania caracasana* apresentam uma transição entre o formato aberto e o de polipétalas profundas. O nectário, parcialmente protegido pelas pétalas modificadas, que também funcionam como guia-de-néctar, e pelos filetes das anteras que o circundam, é característico de flores polipétalas profundas (INOUE, 1981). Por outro lado, a ocorrência de pétalas livres ao redor do receptáculo floral e a presença dos órgãos reprodutivos no centro da flor são comuns em flores com formato aberto (ENDRESS, 1994). O estigma está localizado na região basal, próximo ao nectário. Ao fim do 2.º dia de duração, as pétalas modificadas perdem a coloração e o estigma deixa de ser receptivo. Essas alterações caracterizam uma flor de dois dias, que ainda permanece aderida ao pedúnculo floral por vários dias. Durante a sucção do néctar, qualquer inseto de tamanho moderado ou grande frequentemente toca nas anteras, quando sua cabeça se aproxima do nectário. Logo em seguida, as regiões da cabeça impregnadas de pólen podem tocar no estigma, auxiliando na transferência do pólen. Portanto, a referida espécie possui sistema de polinização generalizada.



Figura 9 – Espécie vegetal com flores de formato indistinto, mas apresentando leves traços de polipétala profunda, enquanto as pétalas externas dão o formato aberto. As anteras (região interna do círculo) ficam dispostas externamente e o estigma se localiza na base, entre o círculo constituído pelas anteras e pétalas modificadas. A planta pertence à família Sapindaceae: *Serjania caracasana*. Fonte: primária.

Embora vários trabalhos tenham evidenciado que as características florais de muitas espécies evoluíram para estas serem polinizadas por determinado tipo de visitante (AIGNER, 2001; FENSTER *et al.*, 2004), ainda é imprescindível o estudo da diversidade dos grupos funcionais de visitantes e o comportamento desenvolvido por eles. As síndromes de polinização foram definidas de modo a permitirem o estabelecimento formal de determinação de padrões de evolução convergente entre plantas independentes, mas não como um substituto para observações de campo (JOHNSON & STEINER, 2000), porque não são indicadores precisos e infalíveis na determinação do polinizador (MACHADO & LOPES, 2004). O presente estudo torna-se ainda mais importante quando se trata de um ambiente com histórico de degradação. Nessas condições, a diversidade dos visitantes florais e o tamanho de suas populações podem sofrer alterações, como consequência da destruição de seus nichos tróficos e de nidificação, dentre outros fatores (KEARNS *et al.*, 1998).

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar seus sinceros agradecimentos à técnica Daniela de Oliveira Dinato e ao Prof. Dr. Júlio Antonio Lombardi, ambos do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências de Rio Claro/Unesp, pela identificação das espécies vegetais e preparo das exsicatas para depósito no Herbário de Rio Claro. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) concedeu a bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Aigner, P. A. Optimality modeling and fitness trade-offs: when should plants become pollinator specialists? *Oikos*. 2001; 95(1): 177-184.
- Arceo-Gomez, G., Martinez, M. L., Parra-Tabla, V. & Garcia-Franco, J. G. Anther and stigma morphology in mirror-image flowers of *Chamaecrista chamaecristoides* (Fabaceae): implications for buzz pollination. *Plant Biology*. 2011; 13(1): 19-24.
- Budowski, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba*. 1965; 15(1): 40-42.
- Cappellari, S. C., Haleem, M. A., Marsaioli A. J., Tidon, R. & Simpson, B. B. *Pterandra pyroidea*: a case of pollination shift within Neotropical Malpighiaceae. *Annals of Botany*. 2011; 107(8): 1323-1334.
- Castellanos, M. C., Wilson, P. & Thomson, J. D. Anti-bee and pro-bird changes during the evolution of hummingbird pollination in *Penstemon* flowers. *Journal of Evolutionary Biology*. 2004; 17(4): 876-885.
- Corbet, S. A., Williams, I. H. & Osborne, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European community. *Bee World*. 1991; 72(2): 47-59.
- Curti, R. N. & Ortega-Baes, P. Relationship between floral traits and floral visitors in two coexisting *Tecoma* species (Bignoniaceae). *Plant Systematics and Evolution*. 2011; 293(1-4): 207-211.
- Dafni, A. *Pollination ecology: a practical approach*. Oxford: IRL; 1992. 250 p.
- Dellinger, A. S. Pollination syndromes in the 21st century: where do we stand and where may we go? *New Phytologist*. 2020; 228(4): 1193-1213.
- Endress, P. K. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge: Cambridge University Press; 1994. 511 p.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. *The principles of pollination ecology*. 3 ed. London: Pergamon Press; 1979. 244 p.
- Fenster, C. B. Selection on floral morphology by hummingbirds. *Biotropica*. 1991; 23(1): 98-101.

- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R. & Thomson, J. D. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 2004; 35: 375-403.
- Gentry, A. H. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 1974; 61(3): 728-759.
- Gentry, A. H. The distribution and evolution of climbing plants. In: Putz, F. E. & Mooney, H. A. (ed.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press; 1991. p. 3-53.
- Giacon, V. P., Valente, R. A. & Cardoso-Leite, E. Association between urbanization and the biotic integrity of urban forest remnants. *Ambiente & Sociedade*. 2022; 25(2): 1-22.
doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200053r40A>
- Grant, V. *The origin of adaptations*. New York: Columbia University Press; 1963. 606 p.
- Grombone-Guaratini, M. T., Solferini, V. N. & Semir, J. Reproductive biology in species of *Bidens* (Asteraceae). *Scientia Agricola*. 2004; 61(2): 185-189.
- Harder, L. D., Jordan, C. Y., Gross, W. E. & Routley, M. B. Beyond floriculture: the pollination function of inflorescences. *Plant Species Biology*. 2004; 19(3): 137-148.
- Herrera, C. M. Daily patterns of pollinator activity, differential pollinating effectiveness, and floral resource availability, in a summer-flowering Mediterranean shrub. *Oikos*. 1990; 58(3): 277-288.
- Inouye, D. W. The ecology of nectar robbing. In: Bentley, B. L. & Elias, T. S. (ed.). *The biology of nectarines*. New York: Columbia University Press; 1981. p. 153-174.
- Johnson, S. D. & Steiner, K. E. Generalization versus specialization in plant pollination systems. *Trends in Ecology and Evolution*. 2000; 15(4): 140-143.
- Kearns, C. A., Inouye, D. W. & Waser, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1998; 29: 83-112.
- Koptur, S. Flowering phenology and floral biology of *Inga* (Fabaceae: Mimosoideae). *Systematic Botany*. 1983; 8(4): 354-368.
- Machado, I. C. & Lopes, A. V. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Annals of Botany*. 2004; 94(3): 365-376.
- Meyer, L., Kissling, W. D., Lohmann, L. G., Hortal, J. & Diniz-Filho, J. A. F. Deconstructing species richness-environment relationships in Neotropical lianas. *Journal of Biogeography*. 2020; 47(10): 2168-2180.
- Michener, C. D. *The bees of the world*. 2 ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press; 2007. 953 p.
- Morellato, P. C. & Leitão Filho, H. F. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica*. 1996; 28(2): 180-191.
- Rezende, A. A. & Ranga, N. T. Lianas da Estação Ecológica do Noroeste Paulista, São José do Rio Preto/Mirassol, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 2005; 19(2): 273-279.
- Rosas-Guerrero, V., Aguilar, R., Martén-Rodríguez, S., Ashworth, L., Lopezaraiza-Mikel, M., Bastida, J. M. & Quesada, M. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict effective pollinators? *Ecology Letters*. 2014; 17: 388-400.
- Roubik, D. W. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge: Cambridge University Press; 1989. 514 p.
- Santos-Gómez, S. M., Figueroa-Castro, D. M. & Castañeda-Posadas, C. Are floral traits good predictors of effective pollinators? A test of pollination syndromes. *Ecological Research*. 2022; 37(2): 257-269.

Sazima, M. & Machado, I. C. S. Biologia floral de *Mutisia coccinea* St. Hil. (Asteraceae). Revista Brasileira de Botânica. 1983; 6(2): 103-108.

Simpson, B. B. Pollination biology and taxonomy of *Dinemandra* and *Dinemagonum* (Malpighiaceae). Systematic Botany. 1989; 14(3): 408-426.

Tibiricá, Y. J. A., Coelho, L. F. M. & Moura, L. C. Florística de lianas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica. 2006; 20(2): 339-346.

Torres, C. & Galetto, L. Are nectar sugar composition and corolla tube length related to the diversity of insects that visit Asteraceae flowers? Plant Biology. 2002; 4(3): 360-366.

Udulutsch, R. G., Assis, M. A. & Picchi, D. Florística de trepadeiras numa floresta estacional semidecidual, Rio Claro-Araras, estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Botânica. 2004; 27(1): 125-134.

Yamamoto, L. F., Kinoshita, L. S. & Martins, F. R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecidual Montana, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica. 2007; 21(3): 553-573.

Wilson, P., Castellanos, M. C., Houge, J. N., Thomson J. D. & Armbruster, S. W. A multivariate search for pollination syndromes among penstemons. Oikos. 2004; 104(2): 345-361.

Zavattini, J. A. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. Geografia. 1992; 17(2): 65-91.