
A INTERRELAÇÃO ENTRE A MORFOLOGIA FLORAL DE *Solanum lycocarpum* E O TAMANHO CORPORAL DAS ABELHAS VISITANTES GARANTE O SUCESSO REPRODUTIVO?

Paulo Roberto de Abreu Tavares, Valter Vieira Alves-Junior, Glauca Almeida de Moraes e Leandro Pereira Polatto

RESUMO

A eficiência na polinização depende de fatores que favorecem a transferência de pólen entre as flores. O presente trabalho objetivou avaliar a influência das abelhas visitantes das flores de *Solanum lycocarpum* no sucesso reprodutivo de plantas desta espécie e a relação entre a morfometria floral e o tamanho corporal das abelhas. Para comparação da morfometria foram utilizadas 25 flores de cada morfo. Os testes de avaliação da eficiência na polinização foram conduzidos a partir do isolamento de 240 botões. A contribuição das espécies de abelhas mais frequentes para o fluxo de pólen entre indivíduos de *S. lycocarpum* foi avaliada pela contagem do número de flores e arbustos visitados em cada forrageio. Verificou-se que

nas corolas das flores com estilete longo o gineceu apresenta maior diâmetro do que nas corolas das flores com estilete curto. As demais estruturas não diferiram significativamente. As abelhas das espécies *Centris scopipes* e *Ephicaris flava* foram as que mais contribuíram com o sucesso reprodutivo de *S. lycocarpum* uma vez que, respectivamente, 90% e 82,5% das flores visitadas uma única vez por elas resultaram em frutos. Entretanto, pode-se considerar que os forrageios realizados pelos principais visitantes nas flores de *S. lycocarpum*: *Centris scopipes*, *Ephicaris flava*, *Oxaea flavencens*, *Centris analis* e *Exomalopsis fulvofasciata* favorecem fluxo de pólen e a polinização cruzada xenogâmica nos indivíduos de *S. lycocarpum*.

Introdução

A polinização é um dos processos chave na manutenção da diversidade, abundância e atividades dos organismos (Kevan e Viana, 2003; Klein *et al.*, 2007). As flores apresentam uma série de atributos tais como odor, cor, formato, disponibilidade de néctar e outros recursos (Faegri e Pijl, 1979) que podem facilitar ou restringir o forrageio por determinados animais (Curti e Ortega-Baes, 2011). Para os visitantes florais, a polinização é um processo secundário em relação à coleta de recursos alimentares fornecidos pela flor e pode ou não ocorrer (Proctor e Yeo, 1972; Pont, 1994).

Para a polinização efetiva é necessário, entre outros fatores, adequação do formato do corpo ou determinados órgãos do visitante à morfologia floral, de como ele aborda a flor e de seu comportamento durante a visita (Proctor e Yeo, 1972; Pont, 1994). Portanto, a eficiência na polinização depende de fatores que favoreçam a transferência de pólen entre as flores e, por outro lado, desestimulem ou impeçam o acesso aos recursos florais por outros animais que não os agentes de polinização mais eficientes (Wilson e Thomson, 1996; Aigner, 2004).

O fenômeno da heterostilia é um polimorfismo floral geneticamente controlado, sendo

caracterizada pela hercogamia recíproca entre morfos florais e por um sistema genético de incompatibilidade intramorfo (Vuilleumier 1967, Ganders 1979, Barrett *et al.*, 2000; Barrett 2002). A heterostilia foi registrada em 24 famílias de plantas com flores, inclusive Solanaceae (Ganders, 1979), na qual a andromonoiccia (presença de dois tipos de flores em um mesmo indivíduo) ocorre em diversas espécies do gênero *Solanum* (Symon, 1979; Avanzi e Campos, 1997), como é o caso de *S. lycocarpum* (Oliveira Filho e Oliveira, 1988).

As flores que ocorrem nos indivíduos andromonóicos podem ser longistilas e brevis-

tilas (Ganders, 1979) sendo que essas plantas apresentam geralmente possuem um sistema de autoincompatibilidade, onde só ocorre formação de frutos nos cruzamentos entre morfos, chamados cruzamentos legítimos (Barret e Richards, 1990).

Solanum lycocarpum também apresenta anteras poricidas, uma característica marcante em muitas espécies da família, especialmente as pertencentes ao gênero *Solanum*, o que restringe o número de visitantes, pois é necessário um mecanismo de vibração para a liberação dos grãos de pólen (Bezerra e Machado, 2003), como aquele realizado por algumas espécies de abelhas.

PALAVRAS-CHAVE / Fruto do Lobo / Lobeira / Morfo Floral / Polinizadores / Visitantes Florais /

Recebido: 25/01/2016. Modificado: 29/05/2017. Aceito: 31/05/2017.

Paulo Roberto de Abreu Tavares. Mestre e doutorando em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil. Endereço: Rodovia Doura dos/Itahum, Km 12 - Unidade II; Caixa

Postal: 364, Brasil. e-mail: paulo_robertoi@hotmai.com
Valter Vieira Alves-Junior. Licenciatura, Mestrado e Doutorado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

(UNESP), Brasil. Professor, UFGD, Brasil.

Glauca Almeida de Moraes. Bacharelado, Mestrado e Doutorado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Brasil. Professora, UEMS, Brasil.

Leandro Pereira Polatto. Biólogo, UEMS, Brasil. Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, UFGD, Brasil. Doutor em Ciências Biológicas, UNESP, Brasil. Professor, UEMS, Brasil.

DOES THE INTERRELATION BETWEEN *Solanum lycocarpum* FLORAL MORPHOLOGY AND VISITOR BEES BODY SIZE WARRANT REPRODUCTIVE SUCCESS?

Paulo Roberto de Abreu Tavares, Valter Vieira Alves-Junior, Glaucia Almeida de Moraes and Leandro Pereira Polatto

SUMMARY

The efficiency of pollination depends on factors that favor the transfer of pollen between flowers. The objective of this work was to evaluate the influence of the bees visiting flowers of *Solanum lycocarpum* on the reproductive success of plants of this species and the relationship between floral morphology and bees body size. For morphometry comparison, 25 flowers of each morph were used. Pollination efficiency tests were conducted after isolation of 240 buttons. The contribution of the most frequent bee species to the pollen flow among individuals of *S. lycocarpum* was evaluated by counting the number of flowers and shrubs visited at each forage. It was

verified that in the corollas of the pin flowers the gynoecium presents a larger diameter than in those of the thrum flowers. The other structures did not differ significantly. Bees of the species *Centris scopipes* and *Ephicaris flava* were the ones that contributed the most to the reproductive success of *S. lycocarpum*, since 90% and 82.5%, respectively, of the flowers visited once by them resulted in fruits. However, foraging by the main visitors in the flowers of *S. lycocarpum*: *Centris scopipes*, *Ephicaris flava*, *Oxaea flavencens*, *Centris analis* and *Exomalopsis fulvofasciata* favor pollen flow and xenogamic cross-pollination in *S. lycocarpum* individuals.

¿LA INTERRELACIÓN ENTRE LA MORFOLOGÍA FLORAL DE *Solanum lycocarpum* Y EL TAMAÑO CORPORAL DE LAS ABEJAS VISITANTES GARANTIZA EL ÉXITO REPRODUCTIVO?

Paulo Roberto de Abreu Tavares, Valter Vieira Alves-Junior, Glaucia Almeida de Moraes y Leandro Pereira Polatto

RESUMEN

La eficiencia en la polinización depende de factores que favorecen la transferencia de polen entre las flores. El presente trabajo objetivó evaluar la influencia de las abejas visitantes de flores de *Solanum lycocarpum* en el éxito reproductivo de plantas de esta especie y la relación entre la morfometría floral y el tamaño corporal de las abejas. Para comparación de la morfometría se utilizaron 25 flores de cada morfo. Las pruebas de evaluación de la eficiencia en la polinización fueron iniciadas a partir del aislamiento de 240 botones. La contribución de las especies de abejas más frecuentes para el flujo de polen entre individuos de *S. lycocarpum* fue evaluada por la contabilización del número de flores y arbustos visitados en cada forrajeo. Se

verificó que, en las corolas de las flores con pistilo largo, el gineceo presenta mayor diámetro que en las corolas de las flores con pistilo corto. Las demás estructuras no difirieron significativamente. Las abejas de las especies *Centris scopipes* y *Ephicaris flava* fueron las que más contribuyeron con el éxito reproductivo de *S. lycocarpum* una vez que, respectivamente, 90% y 82,5% de las flores visitadas por ellas una única vez, resultaron en frutos. Entretanto, se puede considerar que los forrajeos realizados por los principales visitantes en las flores de *S. lycocarpum*: *Centris scopipes*, *Ephicaris flava*, *Oxaea flavencens*, *Centris analis* y *Exomalopsis fulvofasciata* favorecen flujo de polen y la polinización cruzada xenogámica en los individuos de *S. lycocarpum*.

As abelhas são consideradas o grupo de polinizadores mais relevante (Shepherd *et al.*, 2003), pois a interação entre esses organismos e as plantas resultou em inúmeras adaptações que garantiram aos vegetais o sucesso na polinização cruzada, possibilitando novas combinações de fatores hereditários, e aumentando a produção de frutos e sementes (Couto e Couto, 2002).

Sendo assim, aspectos relacionados à morfologia floral e comportamento de visitação, bem como aqueles relativos à fisiologia e morfologia da flor, servem como parâmetros para determinar o grau de relação entre espécies de plantas e seus visitantes florais, analisando quais, dentre eles, contri-

buem efetivamente para a reprodução da planta (Faegri e Van der Pijl, 1979; Bertin, 1989; Proctor *et al.*, 1996; Avanzi e Campos, 1997).

Dessa forma, este trabalho objetivou avaliar a influência das abelhas visitantes às flores, o sucesso reprodutivo e a relação entre a morfometria floral e o tamanho corporal das abelhas que visitam *S. lycocarpum*.

Material e Métodos

Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em fragmento de floresta secundária, na área rural do Município de Ivinhema, Mato Grosso do Sul, Brasil (22°16' 43"S e 53°48'47"O). O fragmen-

to é composto por vegetação resultante dos processos de regeneração, uma vez que a vegetação primária foi retirada para o plantio de eucalipto e com a retirada dos mesmos, as espécies nativas recolonizaram a área. Nesse fragmento encontram-se manchas com fitofisionomia de Cerradão e de Mata Atlântica. O clima da região é do tipo subtropical, oscilando de úmido a subúmido (Zavattini, 1992).

Padrão de atividade diária das abelhas visitantes

As coletas das abelhas visitantes florais aconteceram em um número variável de flores pertencentes a 15 indivíduos de *S. lycocarpum* durante 10 dias

não necessariamente consecutivos, de janeiro a fevereiro de 2014, com rede entomológica, durante o processo de floração plena diretamente nas flores, entre as 06:00 e 18:15, nos primeiros 15 minutos de cada hora. Os demais 45 minutos de cada hora foram destinados às observações comportamentais das abelhas nas flores de *S. lycocarpum*, quando foi registrada a duração e o comportamento de visita e a região de contato da abelha, com as anteras e com o estigma. Foi utilizado um cronômetro digital para se determinar os tempos de duração das visitas nas flores.

O material coletado foi triado e identificado conforme Silveira *et al.* (2002). Os espé-

cimes estão depositados na 'Coleção de Abelhas' do Laboratório de Apicultura, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais e no Museu da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil.

Morfometria floral

A caracterização morfológica das flores de *S. lycocarpum* foi realizada a partir de 25 flores de cada morfo (estilete longo ou estilete curto), coletadas aleatoriamente em cinco indivíduos.

Para comparações da morfometria floral entre os dois morfos foram avaliados a altura da antera, estigma e gineceu, diâmetro da corola e comprimento do filete, estilete e pedúnculo com base nos trabalhos de Richards e Koptur (1993) e Castro e Oliveira (2002). Estas medidas foram determinadas com auxílio de paquímetro digital Digimess (resolução de 0,01mm). Os dados foram submetidos ao teste t, ou ao teste U de Mann Whitney quando não se enquadravam na distribuição normal, ambos com nível de significância de 5%.

Eficiência na polinização e fluxo de pólen

Os testes de avaliação da eficiência na polinização foram conduzidos a partir do isolamento de 240 botões para todos os tratamentos (espécies de abelhas e controle). Após a antese, a proteção dos botões foi removida para permitir uma única visita, e novamente protegida, exceto o controle que não ficou exposto à visitação.

A eficiência da espécie visitante no processo de polinização foi avaliada com base no percentual de formação de frutos, sendo considerados também aspectos relativos ao tamanho corporal e à forma de obtenção de pólen.

A contribuição das espécies de abelhas para o fluxo de pólen entre indivíduos de *S. lycocarpum* foi avaliada pela contagem de flores e arbustos visitados por elas em cada

forrageio. Para isso, as abelhas eram acompanhadas até o término dos forrageios nas flores. As visitas foram acompanhadas durante dez dias não consecutivos, totalizando 110 horas, em cinco arbustos distintos, mas que se encontravam próximos, de forma a viabilizar as observações. Cada arbusto recebeu uma etiqueta de identificação, sendo respectivamente P1, P2, P3, P4 e P5.

Em relação ao tamanho corporal, as abelhas visitantes foram classificadas (Tavares *et al.*, 2014) de acordo com métodos propostos por Roubik (1989) em: grandes (comprimento do corpo >14mm, largura do tórax >6mm); médias (comprimento do corpo de 7-14mm, largura do tórax de 2-6mm) e pequenas (tamanho do corpo <7 mm, largura do tórax <2mm).

Quanto à forma de obtenção de pólen nas flores de *S. lycocarpum*, as abelhas foram consideradas vibradoras segundo a proposta de Wille (1963) e a efetividade deste comportamento categorizado de acordo com Schindwein (2004) e Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger (1988) em: efetivos, casuais ou adicionais.

Resultados e Discussão

Morfometria floral

A amplitude de variação no diâmetro da corola foi maior

nas flores com estilete longo (Tabela I) e houve diferença significativa no diâmetro das corolas ($t = -3,19$; $p = 0,0025$), na altura dos gineceus ($U = 6,06$; $p = 0,0001$), no comprimento dos estiletos ($U = 0,00$; $p = 0,0001$) e também na separação estigma/antera ($U = 0,00$; $p = 0,0001$) entre essas flores e aquelas com estilete curto. Entretanto, não houve diferença significativa no comprimento dos filetes ($U = 312,00$; $p = 0,9923$), pedúnculo ($t = 0,7173$; $p = 0,4767$) e das anteras ($t = 0,0251$; $p = 0,9801$).

Em espécies heterostílicas, como em *Amsinckia spectabilis* (Boraginaceae), algumas das estruturas das flores com estilete curto são maiores (Gardner, 1979), entretanto, em *S. lycocarpum* verificou-se que além do gineceu, a corola das flores com estilete longo apresenta maior diâmetro do que a corola das flores com estilete curto. As demais estruturas não diferiram significativamente.

Houve correspondência (Tabela I) entre a altura do estigma e das anteras dos morfos florais, de forma que a altura do estigma em flores de estilete longo ($21,4 \pm 2,5$ mm) corresponde à altura de anteras nas flores que contêm estilete curto ($20,8 \pm 1,3$ mm), sem diferença significativa entre elas ($U = 1,73$; $p = 0,0825$). Como nas flores de *S. lycocarpum*, o posicionamento recíproco dessas

estruturas pode ser exato em muitas espécies (Hamilton, 1990).

Espécies heterostílicas necessitam de um eficiente serviço de polinização, para que os grãos de pólen cheguem até os estigmas das flores e garantam a reprodução da planta (Gardner, 1979), sendo que a presença de dois morfos florais maximiza a transferência de pólen (Barret, 2002), como é o caso de *S. lycocarpum*, na qual as flores brevístilas são exclusivamente produtoras de pólen.

Eficiência na polinização e fluxo de pólen

Os principais visitantes nas flores de *S. lycocarpum* foram abelhas das espécies *Centris scopipes* Friese 1899, *Ephicaris flava* Friese 1900, *Oxaea flavencens* Klug 1807, *Centris analis* Fabricius 1804 e *Exomalopsis fulvofasciata* Smith 1879.

Abelhas *C. scopipes* e *E. flava* foram as que mais contribuíram com o sucesso reprodutivo de *S. lycocarpum* uma vez que, respectivamente, 90% e 82,5% das flores visitadas uma única vez por elas resultaram em frutos. As porcentagens de frutos totalmente formados foram um pouco menores em função das perdas por abortamento, um fruto abortado após a visita de *C. scopipes* e três após as visitas de *E. flava* (Tabela II).

TABELA I
MORFOMETRIA DAS ESTRUTURAS DAS FLORES COM ESTILETES CURTOS E LONGOS EM *S. lycocarpum*

	DC	CP	CA	CF	AG	CE	SAE
Flor- estilete curto							
Tam. amostra	25	25	25	25	25	25	25
Mínimo	45,2010	7,2200	14,9200	3,2300	3,0300	14,000	12,1600
Máximo	69,3700	12,9500	19,4800	4,5300	7,1400	3,6900	17,0600
Média	58,1640	10,5580	17,1132	3,6472	4,9628	2,2452	14,8736
Desvio padrão	7,0057	1,5742	1,1813	0,3435	0,9446	0,5641	1,3784
Coef.Variação	12,04%	14,91%	6,90%	9,42%	19,03%	25,12%	9,27%
Flor- estilete longo							
Mínimo	50,1200	6,2700	12,4100	2,3500	13,0200	14,3300	1,6100
Máximo	78,2600	14,5500	20,1600	4,4700	26,3400	22,8700	3,9800
Média	64,4236	10,2352	17,1028	3,6160	21,3960	17,7432	2,5676
Desvio padrão	6,8489	1,6080	1,7023	0,5296	2,4706	1,8210	0,5484
Coef.Variação	10,63%	15,71%	9,95%	14,65%	11,55%	10,26%	21,36%

DC: diâmetro da corola (mm), CP: comprimento do pedúnculo (mm), CA: comprimento da antera (mm), CF: comprimento do filete (mm), AG: altura do gineceu (mm), CE: comprimento do estilete (mm), SAE: separação antera-estigma.

TABELA II
SUCESSO DE FRUTIFICAÇÃO APÓS UMA ÚNICA
VISITA DAS ESPÉCIES DE ABELHAS MAIS
FREQUENTES NAS FLORES DE *S. lycocarpum*

Espécies	Nº de frutos formados	Nº de flores abortadas	Nº de frutos abortados	Frutificação (%)
<i>E. flava</i>	33	7	2	77,5
<i>C. scopipes</i>	36	4	1	87,5
<i>C. analis</i>	28	12	4	60
<i>O. flavescens</i>	29	11	1	70
<i>E. fulvofasciata</i>	12	28	7	12,5

As visitas de *O. flavescens* e de *C. analis* também resultaram em altas taxas de frutificação, podendo ser consideradas eficientes polinizadoras de *S. lycocarpum*. A alta taxa de frutificação garantida por essas espécies de abelhas estaria relacionada com o tamanho corporal (grande) e comportamento de coleta (vibrador), tornando-as eficientes polinizadores, tendo em vista que conseguem vibrar as anteras com mais facilidade e com isso coletar e transportar maior quantidade de grãos de pólen viáveis.

A deposição de uma elevada quantidade de pólen nos estigmas só acontece quando há polinizadores eficientes realizando forrageios (Schuster *et al.*, 1993). Como conseguiram transportar os grãos de pólen, contatar os estigmas e voar entre os arbustos, segundo Schindwein (2004), *C. scopipes*, *E. flava*, *O. flavescens*, *C. analis* podem ser consideradas polinizadores efetivos de *S. lycocarpum*.

As visitas de *E. fulvofasciata*, uma espécie de tamanho médio, resultaram na formação de frutos viáveis em 12,5% das flores (Tabela II), provavelmente em razão de sua capacidade de vibração menos eficiente apesar do tempo de permanência mais prolongado nas flores, o que leva ao acúmulo de grãos de pólen em suas escopas.

Como o estigma das flores com estilete longo projeta-se em média 2,6 ±0,5mm além das anteras, a distância entre estas estruturas dificultava o contato da *E. fulvofasciata* com os estigmas, o que resultava em uma barreira para a polinização efetiva após uma

única visita dessa espécie. Assim, por contatarem ocasionalmente as estruturas reprodutivas da flor (Inouye, 1980), estes indivíduos podem ser classificados como polinizadores casuais ou adicionais (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger, 1988).

Por outro lado, seguindo os critérios de Schindwein (2004), abelhas dessa espécie também podem ser consideradas polinizadores efetivos, pois transportaram grãos de pólen e entraram em contato com os estigmas, mesmo que ocasionalmente. E ressalta-se que as flores naturalmente não são visitadas uma única vez, aumentando a carga de pólen nos estigmas, o que reflete positivamente no número de frutos produzidos e, consequentemente, no sucesso reprodutivo de *S. lycocarpum*.

Considerando o tamanho corporal (grande) da maioria das abelhas visitantes de *S. lycocarpum*, o comportamento que desenvolveram quando coletavam o recurso floral oferecido e a sua adequação à morfologia das flores, confirma-se a efetividade dessas abelhas como polinizadores potenciais dessa planta.

Compreende-se que a pequena distância entre os indivíduos de *S. lycocarpum* na área de estudo favorece o fluxo de pólen entre elas, visto que estudos mostram que o número de flores visitadas, a distância e a direção do voo dos polinizadores são ajustados de acordo com aumento da agregação das plantas, como uma forma de intensificar a procura por recurso em uma determinada área e reduzir os gastos energéticos do deslocamento entre

manchas onde as plantas são mais distantes (Pyke, 1978; Zimmerman, 1981; Goulson, 2000).

Ephicaris flava foi a espécie que realizou o maior número de visitas em todos os dias, sendo responsável por 64,8% de todos os forrageios nas flores de *S. lycocarpum*, seguida por *C. scopipes* com 22,3%, *O. flavescens* 6,2%, *C. analis* 4,2% e *E. fulvofasciata* 2,5%. Em relação ao número de plantas visitadas *C. scopipes* visitou em média 2,5 ±0,1 indivíduos de *S. lycocarpum*, *C. analis* 2,3 ±0,1; *E. flava* 2,3 ±0,9; *O. flavescens* 2,2 ±0,9 e *E. fulvofasciata* 2 ±0,6 plantas.

Quanto ao número de flores abordadas durante seus forrageios, *E. flava* visitou em média 6,5 ±2,4; *C. scopipes* 7,8 ±2,3; *O. flavescens* 5 ±2,3; *C. analis* 5,6 ±2,5 e *E. fulvofasciata* 3,2 ±0,7 flores.

A presença de escopas maiores possibilita às abelhas *E. flava*, *C. scopipes*, *O. flavescens* e *C. analis* coletarem e transportarem uma quantidade maior de grãos de pólen, quando comparadas a espécies menores, o que justificaria o maior número de visitas realizadas por elas, tanto às flores quanto às plantas. *E. fulvofasciata*, de menor porte, em poucas visitas consegue abastecer suas escopas e, dessa forma, abelhas dessa espécie não são estimuladas a visitar muitas flores e indivíduos de *S. lycocarpum*.

A fenologia e a sincronia de floração de *S. lycocarpum* (Tavares *et al.*, 2014) também favorecem o fluxo de pólen entre indivíduos distintos (Ollerton e Lack, 1998; McIntosh, 2002), visto que essa espécie produz poucas flores por planta, levando as abelhas visitantes a coletarem em mais de um indivíduo (Tavares *et al.*, 2014), melhorando a eficácia da sua reprodução.

Assim sendo, considera-se que as espécies maiores tiveram maior contribuição para o fluxo de pólen entre os indivíduos de *S. lycocarpum*, favorecendo o sucesso reprodutivo da planta por meio da polinização xenogâmica.

REFERÊNCIAS

- Aigner PA (2004) Floral specialization without trade-offs: optimal corolla flare in contrasting pollination environment. *Ecology* 85: 2560-2569.
- Avanzi MR, Campos MJO (1997) Estrutura de guildas de polinização de *Solanum aculeatissimum* Jacq. E *S. variabile* Mart. (Solanaceae). *Rev. Bras. Biol.* 57: 247-256.
- Barrett SCH (2002) The evolution of plant sexual diversity. *Nature Rev. Genet.* 3: 237-284.
- Barrett SCH, Jesson LK, Baker AM (2000) The evolution and function of stylar polymorphisms in flowering plants. *Ann. Bot.* 85: 253-265.
- Barrett SCH, Richards JH (1990) Heterostyly in tropical plants. *Mem. New York Bot. Gard.* 55: 35-61.
- Bertin RI, Barnes C, Guttman SI (1989) Self-sterility and cryptic self-fertility in *Campsis radicans* (Bignoniaceae). *Bot. Gaz.* 150: 397-403.
- Bezerra ELS, Machado IC (2003) Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de mata Atlântica, Pernambuco. *Acta Bot. Bras.* 17: 247-257.
- Castro CC, Oliveira PE (2002). Pollination biology of distylous Rubiaceae in the Atlantic Rain Forest, SE Brazil. *Plant Biol.* 4: 640-646.
- Couto RHN, Couto LA (2002) *Apicultura: Manejo e Produtos*. 2ª ed. FUNEP. Jaboticabal, Brasil. 191 pp.
- Curti RN, Ortega-Baes P (2011) Relationship between floral traits and floral visitors in two coexisting *Tecoma* species (Bignoniaceae). *Plant Systemat. Evol.* 293: 207-211.
- Faegri K, Van Der Pijl L (1979) *The Principles of Pollination Ecology*. Pergamon. Nova York, EUA. 244 pp.
- Ganders FR (1979) The biology of heterostyly. *New Zeal. J. Bot.* 17: 607-635.
- Goulson D (2000) Why do pollinators visit proportionally fewer flowers in large patches?. *Oikos* 91: 485-492.
- Inouye DW (1980) The terminology of floral larceny. *Ecology* 61: 1251-1253.
- Kevan P, Viana BF (2003) The global decline of pollination services. *Biodiversity* 4: 3-8.
- Klein AM, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunnin-

- gham SA, Kremer C, Tscharnkte, T (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. Roy. Soc. B-Biol. Sci.* 274: 303-313.
- McIntosh MN (2002) Flowering phenology and reproductive output in two sisters species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Plant Ecol.* 159: 1-13.
- Oliveira Filho AT, Oliveira LC (1988) A biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hill, (Solanaceae) em Lavras MG. *Rev. Bras. Bot.* 11: 23-32.
- Ollerton J, Lack A (1988) Relationships between flowering phenology, plant size and reproductive success in *Lotus corniculatus* (Fabaceae). *Plant Ecol.* 139: 35-47.
- Pont AC (1994) Muscidae (Diptera) as flower-visitors and pollen feeders. *Dipter. Digest* 1: 58-61.
- Proctor M, Yeo P (1972) *The Pollination of Flowers*. Taplinger. Nova York, EUA. 418 p.
- Proctor M, Yeo P, Lack A (1996) *The Natural History of Pollination*. Harper Collins. Nova York, EUA. 479 pp.
- Pyke GH (1978) Optimal foraging: Movement patterns of bumblebees between inflorescences. *Theor. Popul. Biol.* 13: 72-98.
- Richards JH, Koptur S (1993) Floral variation and distyly in *Guettarda scabra* (Rubiaceae). *Am. J. Bot.* 80: 31-40.
- Schuster A, Noy-Meir I, Heyy CC, Dafni A (1993) Pollination-dependent female reproductive success in a self-compatible outcrosser, *Asphodelus aestivus* Brot. *New Phytol.* 12: 165-174.
- Schindwein C (2004) Are oligolectic bees always the most effective pollinators? Em Freitas BM, Pereira, JOP (Eds.) *Solitary Bees -Conservation, Rearing and Management for Pollination*. Universidade Federal de Ceará. Fortaleza, Brasil. pp. 231-240.
- Shepherd M, Buchmann SL, Vaughan M, Black SH (2003) *Pollinator Conservation Handbook*. Xerces Society. Portland, OR, EUA. 145 pp.
- Silberbauer-Gottsberger I, Gottsberger G (1998) A polinização de plantas do cerrado. *Rev. Bras. Biol.* 48: 641-663.
- Tavares PRA Alves-Junior VV, Morais GA (2014) A lobeira (*Solanum lycocarpum* A. St. Hil.) como um significativo elemento para a manutenção da fauna de abelhas polinizadoras de culturas. *Cad. Agroecol.* 9: 12.
- Vuilleumier BS (1967) The origin and evolutionary development of heterostyly in the angiosperms. *Evolution* 21: 210-226.
- Zimmerman M (1981) Optimal foraging, plant density and the marginal value theorem. *Oecologia* 49: 148-153.