



## Avaliação da eficiência reprodutiva de *Crotalaria stipularia* Desv. (Fabaceae) em um fragmento de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil

### Evaluation of the reproductive efficiency of *Crotalaria stipularia* Desv. (Fabaceae) in a fragment of Atlantic Forest, Pernambuco, Brazil

Karine de Matos Costa<sup>(1)</sup>; Janilo Ítalo Melo Dantas<sup>(2)</sup>; Bruna Yvila Melo Santos<sup>(3)</sup>; Diego Nathan do Nascimento Souza<sup>(4)</sup>; Ana Virgínia de Lima Leite<sup>(5)</sup>; Elisângela Lucia de Santana Bezerra<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup>Estudante de pós-graduação em Botânica (Mestrado); Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Recife, Pernambuco; karinecostabio@gmail.com;

<sup>(2)</sup>Estudante de Pós-graduação em Botânica (Mestrado) UFRPE; Recife, Pernambuco; janilo\_melo@hotmail.com;

<sup>(3)</sup>Estudante de Pós-graduação em Botânica (Doutorado); UFRPE; Recife, Pernambuco; ybsantos@hotmail.com;

<sup>(4)</sup>Professor adjunto do Departamento de Biologia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte; Mossoró, Rio Grande do Norte; diego\_nathan@yahoo.com.br;

<sup>(5)</sup> Professora adjunta do Departamento de Biologia, UFRPE, Recife, Pernambuco; anavlleite@yahoo.com;

<sup>(6)</sup>Professora associada do Departamento de Biologia, UFRPE, Recife, Pernambuco; elilucia.biologia@gmail.com.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 23 de dezembro de 2018; Aceito em: 12 de setembro de 2019; publicado em 10 de 04 de 2020. Copyright© Autor, 2020.

**RESUMO:** Plantas com flores de quilha possuem pétalas que envolvem os apêndices reprodutivos, protegendo os grãos de pólen destinados à reprodução e oferecem néctar como recurso. Essas flores representam a síndrome de melitofilia, pois restringem a polinização a determinados grupos de abelhas com a finalidade de aumentar o fitness reprodutivo. Objetivou-se avaliar a eficiência reprodutiva de *Crotalaria stipularia* em um fragmento de Floresta Atlântica através de dados reprodutivos da espécie. Foi analisada a eficiência reprodutiva, considerando deposição polínica em flores, viabilidade dos grãos de pólen, razão pólen óvulo (P/O) através de contagem em estereomicroscópio, semente/ óvulo (S/O) e grãos coespecíficos /óvulo (GCO/O) de *Crotalaria stipularia*, espécie zigomorfa e com quilha bilabiada. Sendo grãos coespecíficos (GCO) considerados pertencentes a espécie e interespecíficos (GIN), não pertencentes a espécie. As coletas ocorreram em fragmento de Floresta Atlântica, localizado no município de Paulista, Pernambuco. A espécie apresentou maior deposição polínica de grãos coespecíficos 3044, bem como razão P/O 411, S/O 0,99 e GCO/O 86,9. Com base nos resultados deste estudo, a espécie foi considerada xenógama facultativa e eficiente reprodutivamente. A espécie também apresentou heteranteria, anteras com morfologia distintas, o que assegura a reprodução economizando pólen que não é principal recurso, por proporcionar a deposição polínica em diferentes locais no polinizador. É reconhecida a necessidade de estudos que verifiquem a frequência dos polinizadores e produção de sementes para diferentes síndromes de polinização, porém este trabalho contribui satisfatoriamente para a compreensão de características reprodutivas desta espécie.

**PALAVRAS-CHAVE:** Heteranteria, Quilha, Polinização.

**ABSTRACT:** Keel flowering plants have petals that surround the reproductive appendages, protecting pollen grains intended for breeding and offering nectar as a resource. These flowers represent the syndrome of melitophilia, as they restrict pollination to certain groups of bees in order to increase reproductive fitness. The objective of this study was to evaluate the reproductive efficiency of *Crotalaria stipularia* in an Atlantic Forest fragment through reproductive data of the species. Reproductive efficiency was evaluated considering pollen deposition in flowers, pollen grain viability, egg pollen ratio (P / O) by counting in stereomicroscope, seed / egg (S / O) and co-specific grains / egg (GCO / O). of *Crotalaria stipularia*, zygomorphic species with bilabiate keel. Being co-specific grains (GCO) considered species-specific and interspecific grains (GIN), not species-specific. The collections occurred in a fragment of the Atlantic Forest, located in the city of Paulista, Pernambuco. The species presented higher pollen deposition of 3044 specific grains, as well as the ratio P / O 411, S / O 0.99 and GCO / O 86.9. Based on the results of this study, the species was considered facultatively and reproductively efficient xenogam. The species also presented heteranteria, anthers with distinct morphology, which ensures reproduction, saving pollen that is not the main resource, as it provides pollen deposition at different locations in the pollinator. It is recognized the need for studies that verify the frequency of pollinators and seed production for different pollination syndromes, but this work satisfactorily contributes to the understanding of reproductive characteristics of this species.

**KEYWORDS:** Heteranthery, Kell, Pollination.

## INTRODUÇÃO

Os aspectos coevolutivos entre as flores e seus polinizadores se expressam através de inúmeras adaptações que otimizam a oferta de recursos e contribuem para uma maior eficiência reprodutiva das plantas (EVERT; EICHHORN, 2014). Tais características são fixadas por seleção natural e, quando somadas, podem estabelecer grupos funcionais ou síndromes de polinização, que consistem em atributos morfológicos, fisiológicos e anatômicos particulares a um conjunto de espécies vegetais, aos quais selecionam seus polinizadores a fim de aumentar seu fitness reprodutivo (FAEGRI; PIJL, 1979).

No entanto, há controvérsias em relação ao fitness reprodutivo, já que sistemas especializados tendem a restringir a polinização a determinado grupo de polinizadores, enquanto que flores com características generalistas apresentam acesso livre (FAEGRI; PIJL, 1979; RECH; AVILA JUNIOR; SCHLINDWEIN, 2014). Assim, em locais onde algumas espécies de polinizadores tendem a reduzir a frequência de visita por motivos fisiológicos ou ambientais, flores generalistas tendem a se sobressair reprodutivamente em detrimento das especialistas (RECH; AVILA JUNIOR; SCHLINDWEIN, 2014). Por outro lado, já que o pólen destinado à reprodução é o mesmo que as abelhas se alimentam, a elevada frequência de visitantes não específicos pode provocar uma “perda” de grãos de pólen significativa, que inclui perda da energia química para a produção deste valioso recurso (RECH; AVILA JUNIOR; SCHLINDWEIN, 2014). Uma adaptação que cumpre o papel de reduzir o “dilema do pólen” mencionado anteriormente, é a formação de estruturas que inibem a perda de pólen quando este não é o recurso oferecido aos visitantes, assim, tem-se as flores com quilha, pertencentes, em maioria, à família Fabaceae (subfamília Papilionoideae) (WESTERKAMP, 1997).

A quilha é constituída por duas pétalas que envolvem o gineceu e o androceu, e por isso restringe a polinização a abelhas que conseguem pressionar as asas contra a quilha, inserir a cabeça no estandarte e alcançar o néctar, promovendo assim a deflexão das estruturas reprodutivas da flor, que entram em contato com o corpo do animal (WESTERKAMP, 1997, 2004; ALEMÁN et al., 2013; RECH; AVILA JUNIOR; SCHLINDWEIN, 2014; MEIRELES; QUEIROZ; QUIRINO, 2015). A quilha pode ser bilabiada ou labiada (invertida), sendo que a bilabiada permite a deposição nortotribica,

enquanto que a labiada promove a deposição esternotribica no corpo do visitante (MÜLLER, 1996; WESTERKAMP, 2007; AMARAL NETO, 2011). As duas morfologias de quilhas são vantajosas para reprodução das plantas, visto que promovem a deposição de grãos de pólen em partes específicas do visitante, que posteriormente entrará em contato com o estigma de outras flores durante as visitas (MÜLLER, 1996; WESTERKAMP, 2007). Além disso, as partes de deposição dos grãos de pólen geralmente são de difícil acesso ao visitante, impedindo assim o uso dos grãos de pólen para a alimentação (MÜLLER, 1996; WESTERKAMP; CLASSEN-BOCKHOFF, 2007).

Há ainda dois tipos de mecanismos relacionados à liberação de pólen em flores com quilha: explosivo e valvular. No primeiro, após uma visita, as estruturas sexuais são liberadas explosivamente da quilha, enquanto no segundo, os verticilos reprodutivos retornam totalmente a posição original, para dentro da quilha (WESTERKAMP, 1997). Oliveira e Sigrist (2008, pg. 204) relataram um tipo intermediário para *Dipteryx alata* Vogel, em que os estames e o carpelo permanecem parcialmente expostos fora desta estrutura, assim, a carga polínica não é liberada durante uma única visita, possibilitando retirada gradual do pólen em visitas subsequentes.

O fitness reprodutivo, tanto de plantas com flores especialistas quanto generalistas, em nível de comunidade, pode ser prejudicado pela deposição de pólen inapropriado ou insuficiente no estigma, o que conseqüentemente causa redução na eficiência reprodutiva da planta (FREITAS; WOLOWSKI; SIGILIANO, 2010). Esta deposição polínica inapropriada está relacionada com a fragmentação de habitats e perturbações ambientais provocadas também pela introdução de espécies exóticas ou redução dos polinizadores (CAMPBELL, 2008; FREITAS; WOLOWSKI; SIGILIANO, 2010). Diante disto, objetivou-se avaliar a eficiência reprodutiva de *Crotalaria stipularia* em um fragmento de Floresta Atlântica através de dados reprodutivos da espécie.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

### Área de estudo

O estudo foi realizado no período de julho de 2015 a outubro de 2016 na Estação Ecológica de Caetés (ESEC), um fragmento de Floresta Atlântica, localizado na cidade de Paulista, Pernambuco ( $7^{\circ}56'30''S$  e  $34^{\circ}56'30''O$ ). A área consiste em 170 hectares de proteção ambiental administrado pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH), com áreas urbanas no entorno e atualmente vem sendo utilizada como campo para pesquisas de cunho acadêmico e na conscientização ambiental da comunidade (BEZERRA; FELICIANO; ALVES, 2008). A vegetação é classificada como floresta ombrófila de terras baixas e, apesar de ser predominantemente florestal, há contraste entre áreas preservadas e perturbadas (PESSOA et al., 2009). O clima é tropical, com temperatura média de  $25^{\circ}C$ , período chuvoso entre março e agosto, estação seca entre setembro e fevereiro e precipitação anual de 2000 mm (PESSOA et al., 2009).

### Espécie Estudada

Dentre as plantas com quilha da subfamília Papilionoideae, *Crotalaria stipularia* Desv. é comum em climas quentes e temperados, apresenta flores de cor amarela, zigomorfas com cinco pétalas e anteras com dimorfismo, e possui importância econômica, por ser utilizada em locais de forrageio para gado (LAWRENCE, 1951; CERQUEA-RUÍZ; CERQUEA; IMERY, 2009; LE ROUX; VAN WYK, 2012). Foram utilizadas neste estudo duas populações da espécie com distância menor que cinco metros entre si, o espécime testemunho se encontra no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEURF/n<sup>o</sup>: 53072).

### Biologia floral

Dados morfométricos de tamanho da corola foram tomados no campo em 10 flores sendo coletadas cinco de cada população da espécie, com auxílio de paquímetro digital, sendo também avaliados os atributos cor, recurso e período de antese através de

observação direta. Para analisar a razão pólen/óvulo, foram utilizados botões florais em pré-antese (n=10, sendo cinco de cada população) fixados em álcool 70% (CRUDEN, 1977), que foram analisados no Laboratório de Ecologia Reprodutiva de Angiospermas (LERA/UFRPE) através da contagem direta em microscopia óptica (registro polínico) e estereomicroscópio (nº de óvulos, Fig. 1 A). Para quantificar os grãos de pólen, foram utilizadas duas anteras por botão, sendo antera globosa e filamentosa (fig. 1 B) imersas em ácido láctico glicerinado e carmim acético (1:1), foram utilizados nesta análise os botões coletados para razão (P/O) mencionados anteriormente. Procedida à retirada do material polínico sobre lâmina, os grãos foram contados em microscopia óptica em sua totalidade e multiplicados pelo número de anteras, a fim de obter sua produção/flor, sendo analisada ainda a ocorrência de deposição polínica secundária nas espécies através de análise em microscopia óptica dos botões em pré-antese fixados em ácido láctico glicerinado (3:1) (DAFNI; KEVAN; HUSBAND, 2005).

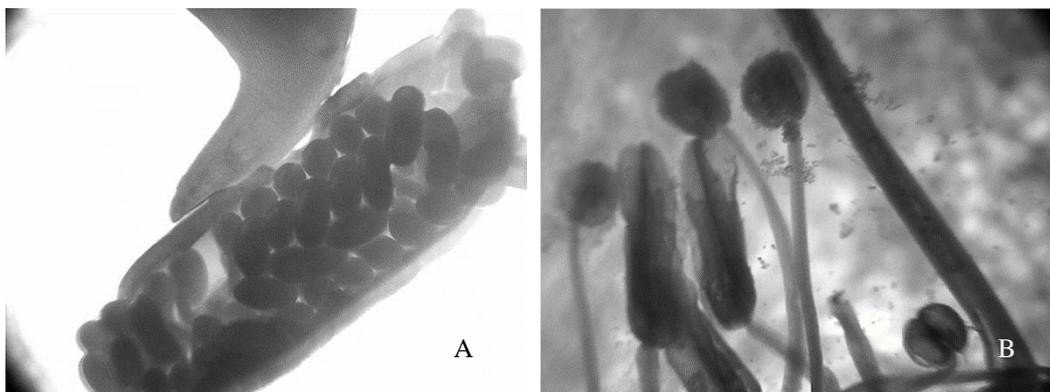


Figura 1. *Crotalaria stipularia*. (A) Óvulos dentro do ovário, foto em Estereomicroscópio. (B) Dois morfotipos de anteras (Heteranteria).

A viabilidade polínica foi verificada através da reação dos grãos de pólen das anteras dos botões coletados com carmim acético (DAFNI; KEVAN; HUSBAND, 2005), em que os grãos de pólen que coraram foram considerados viáveis e os que não coraram, inviáveis.

## Deposição polínica

Para análise da deposição polínica, 30 flores/indivíduo de duas populações de *C. stipularia* foram coletadas ao final da antese, a fim de assegurar acessibilidade da flor aos visitantes o máximo de tempo. Estas foram acondicionadas separadamente em placas de Petri a fim de evitar perda de pólen ou contato entre os estigmas. Os grãos foram contados sob microscópio óptico, sendo também classificados como coespecíficos ou interespecíficos, comparando a morfologia dos grãos de pólen encontrados no estigma com os grãos das anteras da própria espécie.

Assim, consideraram-se os grãos de pólen depositados com a mesma morfologia dos grãos das anteras da espécie como coespecíficos (GCO), pertencentes à espécie, enquanto que os grãos de deposição com divergência na morfologia em relação aos grãos da antera foram considerados interespecíficos (GIN), não pertencentes à espécie.

## Eficiência reprodutiva

Trinta frutos maduros de dois indivíduos foram coletados aleatoriamente, sendo registrado o número de sementes formado/fruto/indivíduo para complementar a análise de eficiência reprodutiva. A eficiência reprodutiva da espécie foi avaliada consistindo no produto da Deposição Polínica, Viabilidade, Razão semente/óvulo (S/O), Razão pólen/óvulo (P/O) e Razão grãos coespecíficos/óvulo (GCO/O) (CRUDEN, 1977).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As flores de *C. stipularia* apresentaram tamanho pequeno com média de  $0,85 \pm 0,55$  cm, coloração conspícua, guias de néctar na pétala estandarte e antese diurna. De acordo com Rench, Avila Junior e Schlindwein (2014, pg. 175), o néctar é uma importante estratégia reprodutiva porque desvia a atenção das abelhas dos grãos de pólen, por isso a planta garante maior quantidade de grãos de pólen para a reprodução, ao invés do uso para alimentação do polinizador, caso de *C. stipularia*, pois apresenta pólen e néctar como recurso (WESTERKAMP, 2007).

*C. stipularia* também apresentou heteranteria, sendo cinco anteras de morfologia longitudinal e cinco globosas. A produção polínica nessa espécie variou de acordo com o tipo de antera, em que a soma das anteras globosas variou de 1.705 a 8.075/flor ( $\pm 2.590,64$ ) e o conjunto das anteras longitudinais com registros de 55 grãos/flor até 22.965 ( $\pm 8.457,79$ ). A heteranteria em plantas do gênero *Crotalaria* é mencionada por Amaral Neto (2011, pg. 7) e Garcia et al. (2013, pg. 209), e além disso, Ferreira e Araújo (2016, pg. 352), defendem que a heteranteria é uma adaptação das plantas para garantir a reprodução, economizando o máximo de recurso, já que assegura a deposição de grãos de pólen destinados a reprodução em partes do corpo de difícil acesso às abelhas que entram em contato com o estigma das flores visitadas. Assim, a variação do número de grãos de pólen por morfotipo de antera permite uma economia de grãos destinados à reprodução sexuada. A espécie apresentou viabilidade polínica de 100% para os dois tipos de anteras, corroborando com Etcheverry (2000, pg. 339), o qual afirma que as anteras longitudinais desta espécie produzem mais de 80% do pólen total.

Ainda foi observada ausência de adesivo polínico no estigma, tricomas no estilete e ovário, bem como não foi verificada apresentação secundária de pólen através de observação dos botões em pré-antese em microscopia óptica. Fleming e Etcheverry (2017, pg. 274), no entanto, constataram apresentação secundária nesta espécie. Etcheverry (2000, pg. 339) menciona um anel de tricomas no estigma desta espécie que impede o contato do estigma com a massa de grãos de pólen, que é empurrada para porção apical da quilha por estames antipetalosos no segundo dia de abertura da flor.

As flores analisadas somaram 3.044 GCO e 1.037 GIN depositados na superfície do estigma, Razão P/O de 411, Razão S/O de 0,993 e Razão GCO/O de 86,9. Etcheverry et al. (2011, pg. 6) correlacionaram o mecanismo de polinização à razão P/O, afirmando que flores com mecanismo de polinização valvular que oferecem pólen e néctar como recurso, apresentam razão P/O superior a flores com mecanismo em escova que oferecem apenas néctar como recompensa, o que explica o alto índice de razão P/O em *C. stipularia*. Além disso, a viabilidade polínica é alta, como constatada por Brito, Pinheiro e Sazima (2010, pg. 187) em estudo com o mesmo gênero. Etcheverry et al. (2011, pg. 3), analisando espécies de Papilionoideae na Argentina, também encontraram correlações da razão P/O com parâmetros reprodutivos, assim como os resultados deste estudo, a classificação a enquadra como xenógama facultativa. Apesar de alguns autores

(JUTZI; NÖSBERGER, 1984; FRANCO, 1995; ALEMÁN et al., 2013) mencionarem que espécies colonizadoras tendem a permitir mecanismos facilitadores para reprodução, como autogamia, Etcheverry (2000, pg. 339) sugere com base na relação P/O que *C. stipularia* é facultativamente xenogâmica.

Apesar da mistura polínica (GCO e GIN) presente na maioria das flores analisadas, a deposição polínica coespecífica e a produção de sementes (Razão S/O) demonstraram que a espécie está eficiente reprodutivamente. No entanto, Barreto e Freitas (2007, pg. 429) relatam que grãos de pólen pertencentes a outras espécies podem obstruir a superfície estigmática, dificultando assim a reprodução do vegetal. E este fator limitante se acentua em áreas fragmentadas em virtude da escassez de polinizadores (MITCHELL et al., 2009). Alguns estudos com espécies da mesma família também confirmam esta eficiência reprodutiva (AGUIAR et al., 2016; BIONDO; BATISTIN, 2001, BRITO; PINHEIRO; SAZIMA, 2010; NOGUEIRA; ARRUDA, 2006), enquanto que Costa, Lima e Silva. (2014, pg.15) e Guedes, Quirino e Gonçalves (2009, pg. 35) relataram déficit reprodutivo em uma espécie desta família devido à baixa produção de frutos.

## CONCLUSÃO

Considerando os dados das razões S/O, P/O e GCO/O juntamente com a viabilidade polínica, concluiu-se que a espécie analisada é eficiente reprodutivamente. No entanto, foi reconhecida a necessidade de estudos que analisem a frequência dos polinizadores e a formação de frutos em polinização natural e cruzada para complemento das informações que confirmem a eficiência reprodutiva da espécie estudada, uma vez que as relações das plantas com seus polinizadores podem ser influenciadas pela estabilidade dos ecossistemas onde ocorrem. Estudos como este servem de instrumento avaliativo da qualidade dos serviços ecossistêmicos, contribuindo assim para a compreensão das interações entre flores e seus polinizadores.

## REFERÊNCIAS

1. AGUIAR, Bruno; SANTOS, Elda; MASRUA, Mariana; OLIVEIRA, Maria da Conceição; LOPES, Ariadna. F.; SOUSA, Gardene. Biologia floral e reprodutiva de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) no Parque Zoobotânico de Teresina, Piauí. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 1, n. 1, p. 84-95, 2016.
2. ALEMÁN, Mercedes; FIGUEROA-FLEMING, Trinidad; ETCHEVERRY, Ángela; SÜHRING, Silvia; ORTEGA-BAES, Pablo. The explosive pollination mechanism in Papilionoideae (Leguminosae): an analysis with three *Desmodium* species. **Plant Systematics and Evolution**, v. 300, n. 1, p. 186-177, 2013.
3. AMARAL NETO, Laércio. Forma e funcionamento das flores com quilha invertida em Faboidae e interações comportamentais com abelhas visitantes. 2011. Dissertação de doutorado - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
4. BARRETO, Alex; FREITAS, Leandro. Atributos florais em um sistema de polinização especializado: *Calathea cylindrica* (Roscoe) K. Schum. (Marantaceae) e abelhas Euglossini. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 421-431, 2007.
5. BEZERRA, Tatiana; FELICIANO, Ana Lícia; ALVES, Ângelo. Percepção ambiental de alunos e professores do entorno da Estação Ecológica de Caetés-Região Metropolitana do Recife-PE. **Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 147-160, 2008.
6. BIONDO, Elaine; BATTISTIN, Alice. Comparação da eficiência de diferentes corantes na estimativa da viabilidade de grãos de pólen em espécies dos gêneros *Eriosema* (DC.) G. Don e *Rhynchosia* Lour (Leguminosae-Faboideae), nativas na região sul do Brasil. **Bioikos**, v. 15, n. 1, 2012.
7. BRITO, Vinícius; PINHEIRO, Mardiore; SAZIMA, Marlies. *Sophora tomentosa* e *Crotalaria vitellina* (Fabaceae): biologia reprodutiva e interações com abelhas na restinga de Ubatuba, São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 1, p. 185-192, 2010.

8. CAMPBELL, Diane. Pollinator shifts and the origin and loss of plant species. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 95, n. 2, p. 264-274, 2008.
9. CERQUEA-RUÍZ, Hernán; CEQUEA, Damelis; IMERY, José. Cytogenetic Analysis of Five *Crotalaria* Species (Papilionaceae). **Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas**, v. 43, n. 1, 2009.
10. COSTA, Francine; LIMA, Dayse; SILVA, André. Biologia reprodutiva de *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Fabaceae–Faboideae) em uma área de Cerrado no município de Chapadinha, MA, Brasil. **Heringeriana**, v. 8, n. 1, p. 1-19, 2014.
11. CRUDEN, Robert. Pollen ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v. 31, n. 1, p. 32-46, 1977.
12. DAFNI, Amots; KEVAN, Peter; HUSBAND, Brian. **Practical pollination biology**. Cambridge: Enviroquest Ltd. 2005.
13. ETCHEVERRY, Angela. Floral biology and pollination in *Crotalaria stipularia* (Fabaceae: Papilionoideae). In: VIII International Symposium on Pollination-Pollination: Integrator of Crops and Native Plant Systems 561. Anais: DOI.10.17660/ActaHortic.2001.561.52, 2000.
14. ETCHEVERRY, Angela; Alemán, María; Figueroa-Fleming, Trinidad; López-Spahr, Diego; Gómez, Carlos; Yáñez, Carolina; FIQUEROA-CASTRO, Dulce ; ORTEGA-BAES, Pablo. Pollen: ovule ratio and its relationship with other floral traits in Papilionoideae (Leguminosae): an evaluation with Argentine species. **Plant Biology**, v. 14, n. 1, p. 171-178, 2011.
15. EVERT, Ray. EICHHORN, Susan. Raven. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2014.
16. FAEGRI, Knut; PIJL, Leendert. **Principles of pollination ecology**. London: Pergamon Press, 1979.
17. FERREIRA, Queroanne; ARAÚJO, Francielle. Economia de pólen favorecida pela heteranteria em *Desmocelis villosa* (Melastomataceae). **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, 2016.

18. FLEMING, Trinidad; ETCHEVERRY, Ángela. Comparing the efficiency of pollination mechanisms in Papilionoideae. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 11, n. 3, p. 273-283, 2017.
19. FRANCO, Andrea. Ecologia da polinização e biologia reprodutiva de sete espécies de Phaseoleae (Fabaceae). 1995. Tese de doutorado - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.
20. FREITAS, Leandro; WOLOWSKI, Marina; SIGILIANO, Maria Isabel. Ocorrência de limitação polínica em plantas de Mata Atlântica. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 251-265, 2010.
21. GARCIA, Jéssica; KAWAKITA, Kazue; MIOTTO, Silvia; DE SOUZA, Maria Conceição. O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae, *Crotalarieae*) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 2, 2013.
22. GUEDES, Roberta.; QUIRINO, Zelma; GONÇALVES, Edilma. Fenologia reprodutiva e biologia da polinização de *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth (Fabaceae). **Biotemas**, v. 22, n. 1, p. 27-37, 2009.
23. JUTZI, S. C.; NOSBERGER, Josef. Seed production and growth of the tropical pasture legume *Zornia latifolia* accession CIAT 728. **Tropical grasslands**, v. 18, p. 138-148, 1984.
24. LAWRENCE, George. **Taxonomy of vascular plants**. New York: Macmillan Publishing Co. 1951.
25. LE ROUX, Margaretha; VAN WYK, Ben-Erik. The systematic value of flower structure in *Crotalaria* and related genera of the tribe *Crotalarieae* (Fabaceae). **Flora**, v. 207, n. 6, p. 414-426, 2012.
26. MEIRELES, Andressa; QUEIROZ, Joel; QUIRINO, Zelma. Mecanismo explosivo de polinização de *Periandra mediterrânea* (Vell.) Taub. (Fabaceae) na Reserva Biológica de Guaribas, Paraíba, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 4, p. 71-81, 2015.
27. MITCHELL, Randall; FLANAGAN, Rebecca; BROWN, Bervely; WASER, Nickolas; KARRON, Jeffrey. New frontiers in competition for pollination. **Annals of botany**, v. 103, n. 9, p. 1403-1413, 2009.

28. MÜLLER, Andreas. Convergent evolution of morphological specializations in Central European bee and honey wasp species as an adaptation to the uptake of pollen from nototribic flowers (Hymenoptera, Apoidea and Massaridae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 57, n. 3, p. 235-252, 1996.
29. NOGUEIRA, Elisa, ARRUDA, Vera. Fenologia reprodutiva, polinização e sistema reprodutivo de *Sophora tomentosa* L. (Leguminosae–Papilionoideae) em Restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, sul do Brasil. **Biotemas**, v. 19, n. 2, p. 29-36, 2006.
30. OLIVEIRA, Mathilde; SIGRIST, Maria Rosângela. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae–Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 2, p.1 95-207, 2008.
31. PESSOA, Luciana; PINHEIRO, Tássia; ALVES, Maria Claudjane; PIMENTEL, Rejane; ZICKEL, Carmen. Flora lenhosa em um fragmento urbano de floresta atlântica em Pernambuco. **Revista de Geografia**, v. 26, n. 3, p. 247-262, 2009.
32. RECH, André; AVILA JUNIOR, Rubem; SCHLINDWEIN, Clemens. Síndromes de polinização: especialização e generalização. In: RECH, André; AGOSTINI, Kayna; OLIVEIRA, Paulo; MACHADO, Isabel (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural. 2014.
33. WESTERKAMP, Christian. Keel blossoms: Bee flowers with adaptations against bees. **Flora**, v. 192, n. 2, p.125-132, 1997.
34. WESTERKAMP, Christian. Flores e abelhas na disputa. **Ciência Hoje**, v. 34, n. 203, p. 66-68, 2004.
35. WESTERKAMP, Christian; CLAßEN-BOCKHOFF, Regine. Bilabiate flowers: the ultimate response to bees? **Annals of Botany**, v. 100, n. 2, p. 361-374, 2007.