

AUTO-INCOMPATIBILIDADE EM *MICONIA CILIATA* (L.C. RICH.) DC. (MICONIEAE – MELASTOMATACEAE)

Gladys Flavia de Melo¹
Isabel Cristina Machado¹

Recebido em 29/10/97. Aceito em 16/04/98

RESUMO – (Auto-incompatibilidade em *Miconia ciliata* (L.C.Rich.) DC. (Miconieae – Melastomataceae). *Miconia ciliata* é uma espécie arbustiva, com período de floração que se estende por 11 meses. As flores são hermafroditas e apresentam antese diurna. A interrupção do crescimento do tubo polínico ocorre no estilete, sugerindo haver um mecanismo de auto-incompatibilidade do tipo gametofítico. Foram registradas visitas de duas espécies de abelhas Halictidae, que coletam pólen através de vibração (*buzz pollination*). A pequena quantidade de flores abertas diariamente por inflorescência, provavelmente induz os polinizadores efetivos a visitarem maior número de inflorescência por indivíduo, promovendo a fecundação cruzada. *Miconia ciliata* é uma espécie cujo sucesso reprodutivo é favorecido pelas frequentes visitas dos polinizadores efetivos, elevada razão P/O e viabilidade polínica.

Palavras-chave – auto-incompatibilidade, melitofilia, *Miconia*, Melastomataceae

ABSTRACT – (Self-incompatibility in *Miconia ciliata* (L.C.Rich.) DC. (Miconieae-Melastomataceae). *Miconia ciliata* is a shrub which flowers over a period of 11 months. The flowers are hermaphrodite with diurnal anthesis. Probably *Miconia ciliata* exhibits gametophytic incompatibility – pollen tube growth's interrupted in the style. Bees of the family Halictidae were observed to use the vibration technique to extract pollen (*buzz pollination*). Only few flowers per inflorescence open each day, which probably induces the effective pollinators to visit a larger number of inflorescence in each individual plant, promoting cross pollination. Reproductive success in *Miconia ciliata* is favoured by the high frequency of pollinators visits, high P/O ration and high pollen fertility.

Key words – self-incompatibility, melitophily, *Miconia*, Melastomataceae

Introdução

Estudos sobre a biologia reprodutiva de espécies de Melastomataceae têm demonstrado que a ocorrência de agamospermia está quase que restrita às espécies da tribo Miconieae (Renner 1984; Goldenberg 1994; Melo & Machado 1996), a qual engloba 87,2% dos casos registrados até o momento para a família. Embora a agamospermia

¹ Departamento de Botânica, CCB, UFPE, Cidade Universitária, CEP 50.372 – 970, Recife, PE, Brasil

ocorra amplamente nessa tribo, casos de autoincompatibilidade também são registrados para 22 espécies (Renner 1989; Borges 1991; Goldenberg 1994).

Com relação ao mecanismo de auto-incompatibilidade desenvolvido pelas espécies de Melastomataceae, o tipo gametofítico parece ser o mais frequente (Renner 1989; Borges 1991; Goldenberg 1994), apesar do número de espécies investigadas até o momento ser insuficiente para caracterizar qual mecanismo predomina na família.

Neste trabalho são abordados aspectos da biologia floral e o sistema reprodutivo de *Miconia ciliata* (L. C. Rich) DC. (Miconieae), com ênfase na ocorrência de mecanismo de auto-incompatibilidade nesta espécie.

Material e métodos

As observações e os estudos de campo foram desenvolvidos na Mata de Dois Irmãos, município do Recife, PE (Lat. 8° 00' 00" – 8° 7' 30" S e Long. 34° 52' 30" WG), remanescente de Mata Atlântica, durante o período de janeiro de 1993 a janeiro de 1995. As fenofases de floração e frutificação foram registradas quinzenalmente, a partir de 10 indivíduos marcados, distribuídos nas margens da mata.

A viabilidade polínica foi verificada através do teste de coloração pelo carmin acético 2% (Radford *et al.* 1974), utilizando-se 5 indivíduos (20 flores/indivíduo). Foram determinados a razão pólen/óvulo (P/O) e o índice de reprodução cruzada (OCI), segundo especificações de Cruden (1977), sendo feitas as contagens dos grãos de pólen com auxílio de hemacitômetro (câmara de Neubauer), de acordo com método descrito por Maeda (1985).

O estudo do sistema reprodutivo foi feito através de experimentos de polinização controlada (autopolinização espontânea e manual e polinização cruzada) e teste para verificar a ocorrência ou não de apomixia, utilizando-se metodologia descrita em Radford *et al.* (1974). Em todos os experimentos, as flores foram envolvidas em saco de papel semi-permeável em fase de pré-antese, permanecendo desta forma até um dia após a antese. Para o controle, foram marcados botões em pré-antese, a partir dos quais foi quantificado o número total de frutos formados.

O crescimento do tubo polínico no gineceu foi observado a partir de flores manipuladas nos experimentos de autopolinização induzida e polinização cruzada, sendo o material fixado em FAA 70% em intervalos de 8h, 12h, 24h, 48h. Em seguida, o material foi observado em microscópio de fluorescência, segundo técnica descrita por Martin (1959).

Sementes obtidas a partir dos frutos formados em condições naturais (controle) foram submetidas ao teste de viabilidade, utilizando-se tetrazólio (Popinigs 1977). Espécime-testemunho foi depositado no Herbário do Departamento de Botânica da UFPE (UFP n° 08896).

Resultados e discussão

Miconia ciliata é uma espécie arbustiva, com indivíduos medindo ca. 2,0-2,5m alt. A floração é contínua (*sensu* Newstron *et al.* 1994) estendendo-se por 11 meses, sendo, em 1993, registrado maior percentual de indivíduos em floração (ca. 80%) no mês

de maio. O padrão de floração manteve-se constante durante o ano seguinte, observando-se sobreposição entre os períodos de floração e de frutificação.

As inflorescências são axilares, tirsóides, com cimas duplas, contendo ca. três a cinco flores abertas diariamente. As flores são hermafroditas, pentâmeras, com antese diurna (início por volta das 8:00h) e duração de nove a dez horas.

O processo de antese pode ser dividido em duas fases. Na primeira fase, observa-se abertura das pétalas, distensão do estilete e os estames permanecem dobrados, com as anteras voltadas para o centro da flor (Fig. 1A). Em seguida, os estames distendem-se e agrupam-se no lado inferior da flor, simultaneamente ao deslocamento do estilete, para o mesmo lado dos estames (Fig. 1B). Antese semelhante ocorre em apenas mais uma das espécies de *Miconia* estudada, *Miconia discolor* (Borges 1991). As demais espécies de Melastomataceae estudadas divergem quanto ao processo de antese, pela posição dos estames. Em *Miconia stenostachya* (Baumgratz & Silva 1986/88), *Blakea* spp. (Lumer 1980; Lumer & Schoer 1986), *Miconia fallax*, *M. langsdorffii*, *Leandra lacunosa*, *Tibouchina stenocarpa* (Goldenberg 1994) e *Henriettea succosa* (Melo & Machado 1996), o deslocamento dos estames e estilete se dá em direções opostas, geralmente os estames dirigindo-se para a metade superior da flor. Um terceiro mecanismo ocorre nas espécies *Miconia albicans*, *M. ligustroides*, *M. minutiflora*, *M. pepericarpa* e *M. pohliana*, cujos estames ficam reflexos, não se agrupam e o estilete situa-se no centro da flor (Goldenberg 1994).

Os botões florais de *Miconia ciliata*, em fase de pré-antese, apresentam pequena gota de substância açucarada sobre a superfície das pétalas. Não foi observado em flores de *M. ciliata* a presença de nectários ou estruturas equivalentes reponsáveis pela secreção desta substância. Este exudado em *Miconia ciliata* é utilizado por formigas, as quais parecem proteger a planta contra ataques de herbívoros. No entanto, isto parece não ser muito vantajoso para a espécie, visto que não foram registradas visitas dos polinizadores em flores cujas inflorescências continham formigas.

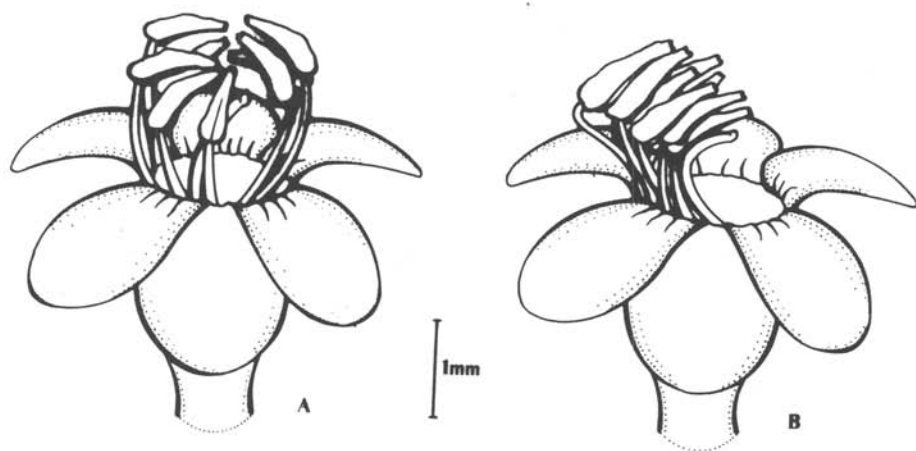


Figura 1. Esquema de flor de *Miconia ciliata*. A. Fase inicial da antese, com estames circundando o estilete. B. Fase final da antese, com estames e estilete deslocados.

Os experimentos de polinização controlada indicam que *Miconia ciliata* é uma espécie auto-incompatível, com formação de frutos apenas nos experimentos de polinização controlada e em condições naturais (Tab. 1). Segundo Goldenberg (1994), mecanismos de auto-incompatibilidade em espécies de Melastomataceae estão restritos às tribos Miconieae e Rhexieae, com registros de 12 e oito espécies respectivamente. Para a tribo Miconieae, Renner (1989) menciona 15 espécies auto-incompatíveis, incluindo representantes dos gêneros *Miconia* (10 spp.), *Bellucia* (3 spp.), *Tococa* (1 sp.) e *Conostegia* (1sp.).

Tabela 1 - Experimentos sobre o sistema reprodutivo de *Miconia ciliata* com os percentuais de frutos formados.

Experimentos	Frutos (%)
APOMIXIA	0(50/00)*
AUTOPOLINIZAÇÃO	
Manual	0(50/00)
Espontânea	0(50/00)
Geitonogamia	0(50/00)
POLINIZAÇÃO CRUZADA	
Indivíduos diferentes	60(50/30)
CONDIÇÕES NATURAIS	76(50/38)

* N° de flores utilizadas/ n° de frutos formados.

As análises do crescimento do tubo polínico no gineceu em *Miconia ciliata* evidenciaram que, nos experimentos de polinização cruzada e autopolinização manual, os grãos de pólen só iniciam o desenvolvimento do tubo polínico 12 horas após a polinização. No caso das flores submetidas à polinização cruzada foi verificado que, após 24 horas, os tubos polínicos alcançam a base do estilete, mas não foi registrada a entrada do tubo polínico no óvulo. Nas autopolinizações, após 24 horas, observa-se interrupção do crescimento do tubo polínico, com formação de *plugs* de calose na terça parte superior do estilete (Fig. 2). Embora a determinação do mecanismo de auto-incompatibilidade de uma espécie ocorra ao nível genético, estudos têm demonstrado que há relação entre o tipo de mecanismo e o local de interrupção do tubo polínico. Portanto, *M. ciliata* deve apresentar mecanismo de auto-incompatibilidade do tipo gametofítico, uma vez que a interrupção do tubo polínico ocorre no estilete.

Dentre os mecanismos de auto-incompatibilidade conhecidos até hoje, o tipo gametofítico parece ser o mais frequente em Melastomataceae (Renner 1989). Contudo, análises do crescimento do tubo polínico no gineceu foram realizadas apenas para *Miconia fallax*, *M. pepericarpa* (Goldenberg 1994), *M. discolor*, *M. elegans* e *M. theaezans* (Borges 1991). Em *M. theaezans*, Borges (1991) sugere a possibilidade de ocorrer mecanismo de auto-incompatibilidade de ação tardia na espécie.

A viabilidade polínica pode estar relacionada com o sistema reprodutivo de determinada espécie (Richards 1985), sendo que espécies auto-incompatíveis geralmente apresentam elevados percentuais de grãos viáveis. As espécies de Melastomataceae auto-incompatíveis, inclusive *M. ciliata* (Tab. 2), confirmam esta relação. Comparando-se os percentuais de viabilidade polínica com o tipo de sistema reprodutivo das espécies

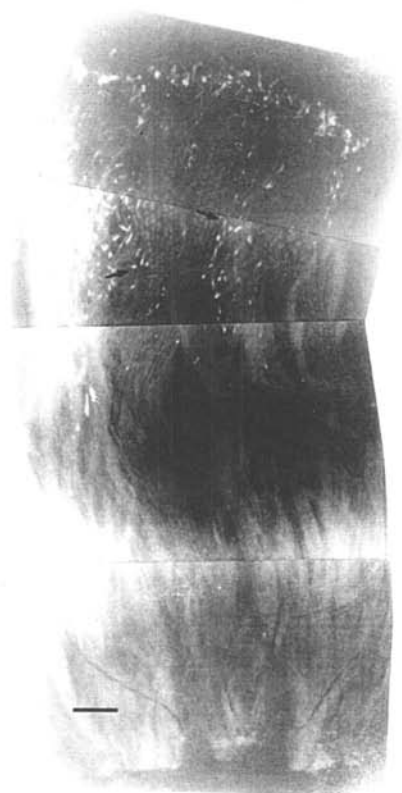


Figura 2. Secção do estigma e estilete de *Miconia ciliata*, evidenciando a interrupção dos tubos polínicos (setas), na terça parte superior do estilete, após 48 horas de auto-polinização. Escala = 100 μ m.

de *Miconia*, evidencia-se que espécies agamospérmicas variam desde esterilidade total (*M. albicans*) até 99% de viabilidade (*M. alata*), tendo valores médios de 39%. Dentre as espécies auto-incompatíveis, a que apresenta maior percentual de viabilidade polínica é *M. discolor* (40%); as demais espécies apresentam valores médios de 88%.

Embora os resultados na razão P/O enquadrem *Miconia ciliata*, na classificação de Cruden (1977), como uma espécie xenógama, o índice de fecundação cruzada, obtido a partir de aspectos da morfologia floral, como estames e estigma no mesmo nível da flor, colocam-na como espécie autógama (Tab. 3). Estes resultados demonstram que os parâmetros quantitativos utilizados por Cruden (1977), restritos apenas aos poucos aspectos morfológicos, não são suficientes para prever o sistema de reprodução nas espécies de Melastomataceae.

Renner (1989) menciona que a separação espacial do pólen e estigma (hercogamia), encontrada em várias espécies de Melastomataceae, e a necessidade de manipulação das anteras para liberação de pólen, favorecem a polinização cruzada. Em *Miconia discolor* (Borges 1991) e *M. ciliata*, embora haja deslocamento dos estames e estigma para o mesmo lado, a auto-fecundação induzida pelo contato entre o pólen e o estigma da mesma flor seria evitada por um mecanismo genético de auto-incompatibilidade. Em

Tabela 2 - Espécies de *Miconia* com o seu respectivo sistema reprodutivo (SR) e percentual de viabilidade polínica (VP). Auto-incompatível (AI), auto-compatível (AC) e agamospérmica (AG).

Espécie	SR	VP	Referência
<i>M. alata</i> (Aubl.) DC.	AG	99	Renner 1984; 1989
<i>M. albicans</i> (Sw.) Tr.	AG	0	Renner 1984 e Goldenberg 1994
<i>M. alborufescens</i> Naud.	AG	19	Renner 1984
<i>M. aragensis</i> Wurdack	AC	...	Sobrevida & Arroyo 1982
<i>M. argyrophylla</i> DC.	AG	96	Renner 1989
<i>M. campestris</i> (Benth.) Tr.	AG	1	Renner 1989
<i>M. ciliata</i> (L.C.Rich.) DC.*	AI	82	Presente trabalho
<i>M. cuspidata</i> (Mart.) Naud	AI?	50	Renner 1984
<i>M. dispar</i> Benth.	AI?	...	Renner 1984
<i>M. discolor</i> DC.	AI	40-70	Borges 1991
<i>M. dodecandra</i> (Desr.) Cogn	AC	...	Sobrevida & Arroyo 1982
<i>M. elegans</i> Cogn	AI	70-95	Borges 1991
<i>M. fallax</i> DC.	AG	39,5	Goldenberg 1994
<i>M. gratissima</i> Benth.	AI?	...	Renner 1984
<i>M. ibaguensis</i> (Bonpl.) Tr.	AI?	...	Renner 1984
<i>M. laevigata</i> (L.) DC.	AI	...	Sobrevida & Arroyo 1982
<i>M. langsdorffi</i> Cogn	AI	58	Goldenberg 1994
<i>M. aff. lepidota</i> (Schr. & Mart.) DC	AI	99	Renner 1984
<i>M. lepidota</i> (Schr. & Mart.) DC	AI?	...	Renner 1984
<i>M. ligustroides</i> Naud.	AG	20,3	Goldenberg 1994
<i>M. macrodon</i> (Naud.) Wurd.	AI	...	Ziegler 1925 (apud Renner 1989)
<i>M. magnifica</i> Triana	AC	...	Ziegler 1925 (apud Renner 1989)
<i>M. minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	AG	59,8	Goldenberg 1994
<i>M. cf. minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	AG	...	Renner 1984
<i>M. myriantha</i> Benth.	AI?	...	Renner 1984
<i>M. nervosa</i> (Sw.) Tr.	AI?	...	Renner 1984
<i>M. pepericarpa</i> Mart. ex DC.	AI	82	Goldenberg 1994
<i>M. pileata</i> DC.	AI?	99	Renner 1984
<i>M. pohliana</i> Cogn.	AG	0,9	Goldenberg 1994
<i>M. punctata</i> (Desr.) D. Don.	AI?	...	Renner 1984
<i>M. racemosa</i> DC.	AC	...	Dent-Acosta & Breckon 1991
<i>M. radulaefolia</i> (Benth) Naud.	AI?	99	Renner 1984
<i>M. regelli</i> Cogn.	AG	1-5	Renner 1989
<i>M. rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	AG	38,3	Goldenberg 1994
<i>M. rufescens</i> (Aubl.) DC.	AG	80	Renner 1984
<i>M. sellowiana</i> Naud.	AG	...	Saraiva 1994
<i>M. sintenisii</i> Cogn.	AC	...	Dent-Acosta & Breckon 1991
<i>M. spinulosa</i> Naud.	AG	...	Sobrevida & Arroyo 1982
<i>M. splendens</i> (Sw) Griseb	AI?	...	Renner 1984
<i>M. cf. symplectocaulos</i> Pilger	AI?	...	Renner 1984
<i>M. stenostachya</i> DC.	AG	1-17	Baumgratz & Silva 1986/88
<i>M. sylvatica</i> (Schldl.) Naud.	AC	...	Sobrevida & Arroyo 1982
<i>M. theaezans</i> Cogn.	AI	70-95	Borges 1991
<i>M. tomentosa</i> (L.C.Rich.) D. Don.	AI	...	Renner 1984
<i>M. tuberculata</i> (Naud.) Tr.	AI	...	Arroyo & Cabrera 1977 (apud Renner 1989)

* Espécie estudada por Renner (1984) referida como *M. pileata*. (AI?) Referido por Renner (1984) como espécies de polinização cruzada.

Tabela 3 - Número de grãos de pólen e óvulos, razão pólen/óvulo (P/O) e viabilidade polínica (VP) em cinco indivíduos de *Miconia ciliata*.

Indivíduo	Pólen/Flor (χ)	Óvulo/Flor (χ)	P/O ($\chi \pm S\chi$)	VP ($\chi \pm S\chi$)
1	433.500	482,3	898,8 \pm 4,85	78,6 \pm 1,85
2	345.000	350,6	984,0 \pm 31,1	86,2 \pm 0,46
3	534.500	535,0	999,0 \pm 25,25	68,1 \pm 0,82
4	479.000	479,0	1000 \pm 26,5	87,4 \pm 1,00
5	547.000	542,3	1008,7 \pm 24,3	89,7 \pm 0,97
c	467.800	477,8	978,1 \pm 22,4	82,0 \pm 1,02

Miconia ciliata foram registradas visitas frequentes de duas espécies de abelhas fêmeas de Halictidae (*Augochloropsis* sp. e *Augochlora* sp.), que apresentam comportamento de visita semelhante entre si. Ao pousar na flor, a abelha agarra-se ao grupo de estames e realiza movimentos vibratórios (*buzz pollination*). Durante uma mesma visita, a abelha coleta pólen de várias flores entre indivíduos próximos e, após as visitas, transfere os grãos de pólen para as corbículas. Devido a alta frequência de visitas e a eficiência na polinização, sugere-se que essas espécies são polinizadoras efetivas em *Miconia ciliata* e responsáveis pelo elevado percentual de frutos formados em condição natural (76%).

A pequena quantidade de flores/inflorescência abertas diariamente, provavelmente induz o polinizador a visitar maior número de flores entre os indivíduos, promovendo a fecundação cruzada, evidenciada pelo elevado percentual de formação de frutos e de sementes viáveis (75%) nos frutos formados em condições naturais (controle).

Em resumo, *Miconia ciliata* é uma espécie auto-incompatível que apresenta estratégias para garantir o sucesso reprodutivo como elevada razão P/O, pequeno número de flores abertas por indivíduo diariamente e frequentes visitas dos polinizadores efetivos que garantem a produção de frutos.

Agradecimentos

Ao Prof. Marcelo Guerra, pelas sugestões e auxílio na elaboração das fotografias em microscopia de fluorescência; à Ana Emília Barros, pelo auxílio na técnica de microscopia de fluorescência; ao Prof. Simon Mayo, pelas sugestões e elaboração do Abstract; ao Prof. Pe. J. Moure, pela identificação das abelhas coletadas; à Profa. Ângela Martins, pela identificação de *Miconia ciliata*; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

Referências bibliográficas

- Baumgratz, J. F. A. & Silva, N. M. F. 1986/88. Ecologia da polinização e biologia da reprodução de *Miconia stenostachya* DC. (Melastomataceae). **Rodriguésia**, 64/66(38/40): 11-23.
- Borges, H. B. N. 1991. **Biologia reprodutiva de quatro espécies de Melastomataceae**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Cruden, R. W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution** 31: 32-46.
- Dent-Acosta, S. R. & Breckon, 1991. Reproductive biology of six species of Melastomataceae in Western Porto Rico. **First International Melastomataceae Symposium**. Smithsonian Institution, Washington, DC. p. 12.

- Goldenberg, R. 1994. **Estudos sobre a biologia reprodutiva de espécies de Melastomataceae de Cerrado em Itirapina**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Lehner, P. N. 1979. **Handbook of ethological methods**. Garland STPM. Press. New York.
- Lumer, C. 1980. Rodent pollination of *Blakea* (Melastomataceae) in Costa Rican cloud forest. **Brittonia** 32(4): 512-517.
- Lumer, C. & Schoer, R. D. 1986. Pollination of *Blakea austini-smithii* and *B. penduliflora* (Melastomataceae) by small rodents in Costa Rica. **Biotropica** 18(4): 363-364.
- Maeda, J. M. 1985. **Manual para uso da câmara da Neubauer para contagem de pólen de espécies florestais**. Departamento de Silvicultura, ESALQ/USP, Piracicaba. 5p.
- Martin, F. W. 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. **Stain Technology** 34: 125-128.
- Melo, G. F. A. & Machado, I. C. S. 1996. Biologia da reprodução de *Henriettea succosa* DC. (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Biologia** 56(2): 383-389.
- Newstrom, L. E.; Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1994. A new classification for phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** 26: 141-159.
- Popinigis, F. 1977. **Fisiologia de sementes**. Ministério da Agricultura AGIPLAN.
- Radford, A. E.; Dickison, W. C.; Massey, J. R. & Bell, C. R. 1974. **Vascular plant systematics**. Harper & Row Publishers. New York.
- Renner, S. S. 1984. **Phaenologie, Blütenbiologie und Rekombinationssysteme einiger zentralamazonischer Melastomataceen**. Doctoral Dissertation, Univ. Hamburg.
- Renner, S. S. 1989. A survey of reproductive biology in neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 76(2): 496-518.
- Richards, A. J. 1985. **Plant breeding systems**. Unwin & Allen. London.
- Saraiva, L. C. 1994. **Biologia da reprodução de arbustos e árvores do cerrado em Corumbataí, Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro.
- Sobrevila, C. & Arroyo, M. T. K. 1976. Breeding systems in a montane tropical cloud forest in Venezuela. **Plant Systematic Evolution** 140(1): 262-276.