

Cleistogamia em *Ruellia menthoides* (Nees) Hiern e *R. brevifolia* (Pohl) C. Ezcurra (Acanthaceae) em fragmento florestal do Sudeste brasileiro¹

Natália A. de Souza Lima², Milene Faria Vieira^{2,3} Rita Maria de Carvalho-Okano² e Aristéa Alves Azevedo²

Recebido em 08/06/2004. Aceito em 11/11/2004

RESUMO – (Cleistogamia em *Ruellia menthoides* (Nees) Hiern e *R. brevifolia* (Pohl) C. Ezcurra (Acanthaceae) em fragmento florestal do Sudeste brasileiro). São abordados a morfologia e a biologia floral de *Ruellia menthoides* (Nees) Hiern e *R. brevifolia* (Pohl) C. Ezcurra, na Reserva Florestal Mata do Paraíso, remanescente de Floresta Atlântica, em Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil. *Ruellia menthoides* e *R. brevifolia* são espécies cleistógamas, ou seja, apresentam dimorfismo floral, produzindo flores casmógamas normais (CA) e cleistógamas (CL). Além disso, formas intermediárias entre esses tipos florais (flores casmógamas reduzidas e semicleistógamas) também são observadas. Em *R. menthoides* a cleistogamia é inédita, ampliando o número de espécies desse gênero com esse mecanismo reprodutivo. A aloгамia, nessas espécies, é favorecida pela produção de flores CA hercogâmicas, especialmente em *R. menthoides*, e pela dicogamia parcial. A floração de ambas as espécies ocorreu durante todo o ano. Houve pequena sobreposição do período de produção dos dois tipos florais em *R. menthoides* e ampla sobreposição em *R. brevifolia*. Em *R. menthoides*, o início da produção de flores CL coincidiu com o período de transição da estação úmida para a seca, e em *R. brevifolia*, a produção desse tipo floral ocorreu principalmente na estação seca. A complexidade taxonômica de *Ruellia* parece estar relacionada à escassez de informações sobre a biologia reprodutiva de suas espécies, que é agravada com o polimorfismo floral das espécies cleistógamas.

Palavras-chave: cleistogamia, Floresta Atlântica, morfologia floral, polimorfismo floral, *Ruellia*

ABSTRACT – (Cleistogamy in *Ruellia menthoides* (Nees) Hiern and *R. brevifolia* (Pohl) C. Ezcurra (Acanthaceae) in a forest fragment of Southeastern Brazilian). Floral morphology and biology of *Ruellia menthoides* (Nees) Hiern and *R. brevifolia* (Pohl) C. Ezcurra were analyzed in Reserva Florestal Mata do Paraíso, a remainder of the Atlantic forest, in Viçosa, Zona da Mata, Minas Gerais State, Brazil. *R. menthoides* and *R. brevifolia* are cleistogamous, e.g., they show floral dimorphism, with normal chasmogamous (CA) and cleistogamous (CL) flowers. Intermediate forms between these two floral types (miniature chasmogamous and semicleistogamous flowers) are also observed. *R. menthoides* cleistogamy is a novel discovery, which augments the number of species of this genus with that reproductive system. In these species, alogamy is favored by CA hercogamic flower production, verified mainly in *R. menthoides*, and by partial dichogamy. In both species, flowers production occurs throughout the year. There was a small production period overlap of both types of flowers in *R. menthoides* and a large overlap in *R. brevifolia*. The initial production of CL flowers in *R. menthoides* coincided with the transition period from the wet to the dry season and in *R. brevifolia*, such type of flowers was produced mainly in the dry season. The taxonomic complexity of *Ruellia* may be related to the scarcity of information on the reproductive biology of its species, and by the floral polymorphism of the cleistogamous species.

Key words: cleistogamy, Atlantic forest, floral morphology, floral polymorphism, *Ruellia*

Introdução

A família Acanthaceae consiste de cerca de 229 gêneros e 3.450 espécies predominantemente tropicais (Mabberley 1997). O gênero *Ruellia*, um dos maiores da família, compreende aproximadamente 250 espécies, amplamente distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, especialmente no Novo Mundo, seu principal centro de diversidade (Ezcurra 1989; 1993).

Estudos sobre a biologia reprodutiva em espécies de *Ruellia* são relativamente escassos. Dentre as

espécies estudadas a autocompatibilidade (Long 1964; 1966; 1971; 1974; Machado & Sazima 1995; Piovano *et al.* 1995; Braz *et al.* 2000; N.A.S. Lima, dados não publicados; Lima *et al.*, dados não publicados; Sigrist & Sazima 2002), incluindo a cleistogamia, tem sido registrada.

A cleistogamia é amplamente distribuída entre as angiospermas, ocorrendo em pelo menos 287 espécies pertencentes a 56 famílias (Lord 1981). Sua importância na reprodução em espécies de Acanthaceae, especialmente de *Ruellia*, parece ser equivalente ao

¹ Parte da Dissertação do Mestrado da primeira Autora

² Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil

³ Autor para correspondência: mfvieira@ufv.br

papel que esse mecanismo exerce na reprodução de espécies de Poaceae e Orchidaceae (Long 1971). Em espécies desse gênero, verificam-se, além de flores cleistógamas, flores casmógamas e formas intermediárias entre esses dois tipos florais, ou seja, flores casmógamas reduzidas e semicleistógamas (Long 1971; 1974). Esse polimorfismo floral pode indicar grande plasticidade das espécies (Ezcurra 1993) e, provavelmente, o variado sistema reprodutivo dessas plantas associado à escassez de informações sobre esse aspecto, seja uma das causas da complexidade taxonômica do grupo (Long & Uttal 1962; Long 1971; 1974; 1975).

O presente estudo teve como objetivo analisar a morfologia e a biologia floral de *Ruellia menthoides* e *R. brevifolia*, visando contribuir com informações que possam auxiliar na compreensão da diversidade da morfologia floral dessas espécies.

Material e métodos

Local de estudo – O trabalho foi realizado na Reserva Florestal Mata do Paraíso. Essa Reserva consiste de uma área com aproximadamente 194 ha localizada no município de Viçosa (20°48'07"S e 42°51'31"W), Zona da Mata de Minas Gerais. A região pertence aos domínios da Floresta Atlântica, sendo classificada por Veloso *et al.* (1991) como Floresta Estacional Semidecidual Submontana. No século XIX, a área dessa reserva foi desmatada, tendo ocorrido intensa retirada de madeira. Posteriormente, foi utilizada para cultivos, principalmente de café, e uso de pastagens (N. Leal-Filho, dados não publicados). Hoje, a mata existente é de regeneração secundária (P.S. Castro, dados não publicados). O clima da região caracteriza-se por verões quentes e úmidos e invernos frios e secos (N. Leal-Filho, dados não publicados). A média pluviométrica nos anos de 1991 a 1999 foi de 1.248,7 mm/ano (F.J. Soares Júnior, dados não publicados). Segundo esse autor, a temperatura média nesses anos foi de 20 °C e a umidade relativa do ar de aproximadamente 81%.

Para estudos complementares, indivíduos de *R. menthoides* e *R. brevifolia*, oriundos da Reserva, foram cultivados no Horto Botânico do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa.

Espécies estudadas – *Ruellia menthoides* é herbácea, possui caule quadrangular, ereto ou decumbente, com 0,5 a 0,8 m alt. Suas folhas são opostas, subsésseis e

elípticas e as inflorescências são axilares com flores brancas. Essa espécie é restrita ao território nacional, registrada nos Estados do Rio de Janeiro, Mato Grosso, Amazonas (Nees 1847), Minas Gerais e São Paulo (Braz *et al.* 2002). Na Reserva, foi principalmente observada em locais abertos a parcialmente sombreados, na margem da trilha principal. O material-testemunho está depositado no acervo do Herbário VIC (n. 23.745) Universidade Federal de Viçosa.

Ruellia brevifolia é herbácea, possui caule ligeiramente anguloso, ereto com cerca de 1 m alt. Suas folhas são opostas, pecioladas e ovadas e as inflorescências são axilares com flores vermelhas. Essa espécie é amplamente distribuída na América do Sul, ocorrendo desde a Colômbia até o norte da Argentina (Ezcurra 1993). No Brasil, *R. brevifolia* foi registrada nos Estados de Santa Catarina (Wasshausen & Smith 1969), São Paulo (Kameyama 1991) e Minas Gerais (Kameyama 1995; Braz *et al.* 2002). Na Reserva, foi encontrada principalmente em locais abertos a parcialmente sombreados, na margem da trilha principal, distante cerca de 1 km do local de ocorrência de *R. menthoides*. Material-testemunho está depositado no acervo do Herbário VIC (n. 24.910).

Morfologia e biologia floral – Durante o trabalho de campo, realizado de setembro/1999 a fevereiro/2001, foram registrados, para cada espécie, a forma, a coloração e o tamanho da corola, e a posição relativa das anteras e estigma das flores casmógamas (CA) e cleistógamas (CL). Desenhos de flores frescas ou previamente estocadas em etanol 70% foram confeccionados com auxílio de microscópio estereoscópico. A presença dos tipos florais foi acompanhada, semanalmente, de fevereiro/2000 a janeiro/2001, principalmente pela manhã.

Em flores CA, foram registrados o período de antese, sua duração, a receptividade do estigma, a deiscência das anteras e a presença de néctar. A receptividade do estigma foi testada em diferentes horários do dia utilizando-se peróxido de hidrogênio 3% (Dafni 1992). A presença do néctar foi verificada utilizando-se glico-fita (da Eli Lilly do Brasil Ltda), que testa a presença de glicose, um dos principais açúcares encontrados no néctar (Baker & Baker 1983).

Em flores CL, foi verificado o local de germinação de tubos polínicos. Para tanto, flores com anteras fechadas ou recentemente abertas foram estocadas em etanol 70%. Posteriormente, anteras e pistilo foram

analisados em microscopia de fluorescência, utilizando-se a técnica de Martin (1959).

Resultados e discussão

Ruellia menthoides e *R. brevifolia* são, de acordo com a definição de Lord (1981), espécies cleistógamas, pois além de produzirem flores CA, produzem flores CL e formas intermediárias entre esses tipos florais (Fig. 1, 2). A cleistogamia em *R. menthoides* é inédita e amplia o número de espécies desse gênero com dimorfismo floral (Tab. 1), enquanto em *R. brevifolia* confirma as observações realizadas por Piovano *et al.* (1995), em indivíduos cultivados na Argentina, e por Sigrist & Sazima (2002), em indivíduos de população

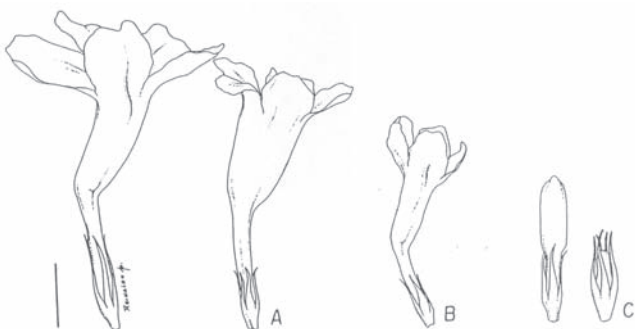


Figura 1. Flores de *Ruellia menthoides* (Nees) Hiern: casmógamas normais (A), casmógama reduzida (B) e cleistógamas (C). Barra = 5 mm

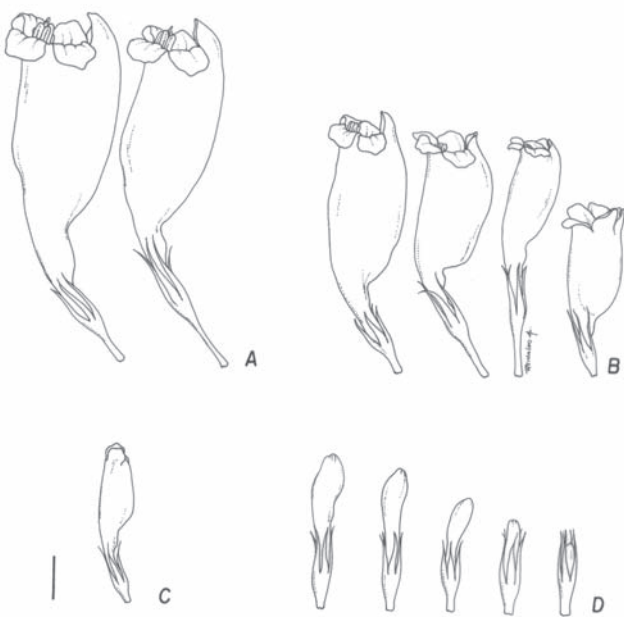


Figura 2. Flores de *Ruellia brevifolia* (Pohl) C. Ezcurra: casmógamas normais (A), casmógamas reduzidas (B), semicleistógama (C) e cleistógamas (D). Barra = 5 mm.

Tabela 1. Espécies cleistógamas de *Ruellia* (Acanthaceae).

Espécies	Referências
<i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl) C. Ezcurra	Piovano <i>et al.</i> (1995), Sigrist & Sazima (2002), presente estudo
<i>R. brittoniana</i> Leonard	Long (1977)
<i>R. caroliniensis</i> (Walt.) Steud.	Long & Uttal (1962), Long (1971)
<i>R. ciliatiflora</i> Hook. (= <i>R. lorentziana</i> Griseb.)	Santos Biloni (1963), Ezcurra (1993)
<i>R. coerulea</i> Morong	Ezcurra (1993)
<i>R. geminiflora</i> Kunth	Lima <i>et al.</i> (dados não publicados)
<i>R. humilis</i> Nutt.	Long & Uttal (1962)
<i>R. lorentziana</i> Griseb.	Sell (1977)
<i>R. macrosolen</i> Lillo ex C. Ezcurra	Ezcurra (1993)
<i>R. menthoides</i> (Nees) Hiern	Presente estudo
<i>R. nudiflora</i> (Engelm. & A. Gray) Urb.	Long (1977)
<i>R. pedunculata</i> Torr. ex A. Gray	Long & Uttal (1962)
<i>R. purshiana</i> Fernald	Uttal (1965)
<i>R. strepens</i> L.	Long & Uttal (1962)
<i>R. tuberosa</i> L.	Long (1977)

natural em Campinas, São Paulo. As flores CL são importantes para assegurar a produção de sementes em situações de baixa polinização cruzada, baixa densidade de plantas, competição por polinizadores ou escassez deles (Levin 1972; Jain 1976; Macnair 1989). Em flores CA de *R. menthoides*, por exemplo, raramente foram observados visitantes florais, no local de estudo, e as suas flores CL resultaram em alta produção de frutos (96%), com sementes viáveis (N.A.S. Lima, dados não publicados). Além disso, segundo Schemske (1978), em flores CL há redução de tecidos florais e a eliminação de gastos com a produção de néctar, diminuindo o custo energético para a planta, o que deve ser vantajoso em período de escassez hídrica, ocasião de maior produção dessas flores (Piovano *et al.* 1995; Sigrist & Sazima 2002; presente estudo).

As flores CA de *R. menthoides* são sésses, incluindo as casmógamas normais (“normal chasmogamic flower”, Fig. 1A) e as reduzidas (“miniature chasmogamic flower”, Fig. 1B) (*sensu* Long 1971) medem de 15,0-25,0 mm compr. (N=15) e possuem corola zigomorfa, infundibuliforme, branca, podendo apresentar traços arroxeados no lobo inferior; os estames são didínamos e epipétalos, inclusos. A abertura dessas flores, caracterizada pela separação e expansão dos lobos da corola, ocorre pela manhã,

por volta das 9:30 h; permanecem abertas durante cerca de 26 horas. Logo após a expansão da corola, as anteras apresentam-se deiscentes, enquanto a presença de néctar (confirmado com a glico-fita) foi observada ao longo do dia. O estigma posiciona-se acima das anteras ou, raramente, na mesma altura e permanece não-receptivo até cerca de quatro horas após a abertura da flor. No período da tarde e na manhã seguinte à abertura da flor, o estigma apresenta-se receptivo. *R. menthoides* apresenta características florais de espécies melitófilas (Faegri & van der Pijl 1979), confirmadas por N.A.S. Lima (dados não publicados).

As flores CA de *R. brevifolia*, incluindo as casmógamas normais (Fig. 2A) e as reduzidas (Fig. 2B), são pediceladas, medem de 16,0-30,0 mm compr. (N=14), zigomorfas e possuem corola tubulosa ventricosa, externamente vermelha e internamente amarelada; os estames também são didínamos e epipétalos, subexsertos. A abertura das flores, caracterizada pela separação e expansão dos lobos da corola, inicia-se por volta das 8:00 h, mas foram observadas flores abrindo no final da manhã e à tarde. A deiscência das anteras ocorre durante a abertura da flor e a presença de néctar também foi observada ao longo do dia. Em 72% das flores amostradas (N=93), anteras e estigma apresentaram a mesma altura, em 23% o estigma encontrava-se acima das anteras e em 5%, abaixo delas. Essa percentagem de flores hercogâmicas (28%) difere da observada em outras localidades. Por exemplo, Sigrist & Sazima (2002) mencionaram que 71% das flores (N=110), em indivíduos ocorrentes em Campinas, são hercogâmicas. Essas diferenças confirmam o polimorfismo floral das espécies de *Ruellia*, mencionado por Ezcurra (1993). O estigma apresentou-se receptivo à tarde, permanecendo assim até a queda da flor, ou seja, cerca de 36 horas após a abertura. As características florais de *R. brevifolia* são típicas da ornitofilia (Faegri & van der Pijl, 1979), o que já havia sido observado por Piovano *et al.* (1995), Braz *et al.* (2000) e Sigrist & Sazima (2002). Essas últimas autoras consideraram borboletas como polinizadores dessa espécie.

A hercogamia, observada principalmente em *R. menthoides*, e a dicogamia parcial indicada pela protandria, foram registradas por Piovano *et al.* (1995) em *R. brevifolia* e devem favorecer a alogamia em ambas as espécies. A hercogamia, no entanto, não deve impedir a autopolinização nas flores com estigma acima das anteras, uma vez que durante a queda da corola as anteras podem contatar o estigma. Esse processo

foi observado em espécies de *Ruellia*, inclusive em *R. brevifolia* (Long 1966; 1977; Piovano *et al.* 1995). A variação no horário de abertura das flores, especialmente de *R. brevifolia*, e a sua duração, possibilitam que haja, concomitantemente, flores em fase masculina (doadoras de pólen) e em fase feminina (receptoras de pólen), favorecendo a alogamia.

A maioria das flores CL (“normal cleistogamic flower”, *sensu* Long 1971) de *R. menthoides* é inconspícua, pois, além de apresentarem redução do tamanho da corola e do androceu (constituído de quatro pequenos estames epipétalos), comumente ficam ocultas pelo cálice (Fig. 1C). Essas flores desenvolvem-se nos nós apicais do caule e possuem corola branca, caliptrada (*sensu* Long 1971), medindo cerca de 4,0 mm compr. (N=13). Raramente foram observadas flores CL com 9,0 mm compr. (Fig. 1C).

Em *R. brevifolia*, as flores CL são sésseis ou subsésseis, possuem corola, geralmente, branca, caliptrada e medem de 5,0-15,0 mm compr. (N=21) (Fig. 2D). As flores CL com corola medindo cerca de 9 mm podem apresentar uma tonalidade avermelhada e aquelas com 12,0-15,0 mm, raramente observadas, possuem corola vermelha e são muito semelhantes aos botões florais de flores CA. Nessa espécie foram raramente observadas flores semicleistógamas (“semicleistogamic flower”, *sensu* Long 1971), que se caracterizam por apresentarem-se parcialmente abertas (Fig. 2C).

Na microscopia de fluorescência, foi observado que nas flores CL, de ambas as espécies, os grãos de pólen são depositados sobre o estigma, embora, na ocasião da deposição, alguns grãos apresentem o tubo polínico em fase inicial de desenvolvimento.

O polimorfismo floral não se restringe às espécies cleistógamas de *Ruellia*, ocorrendo também em espécies casmógamas, como observado em indivíduos de *R. subsessilis* (casmógamas normais, Fig. 3A; casmógama reduzida, Fig. 3B), na região de Viçosa. A corola dessa espécie mede de 3,0-7,0 cm compr. (N=18) e o tubo floral apresenta diferentes graus de curvatura (Fig. 3). Essa espécie ocorre nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Braz *et al.* 2002) e estudos complementares sobre a sua reprodução, em indivíduos de outras populações, poderiam esclarecer se essa ampla plasticidade floral está relacionada à ocorrência de cleistogamia. Esse polimorfismo floral, além de indicar diferentes mecanismos de reprodução, incluindo síndromes florais distintas em uma mesma espécie, parece dificultar a taxonomia de *Ruellia*

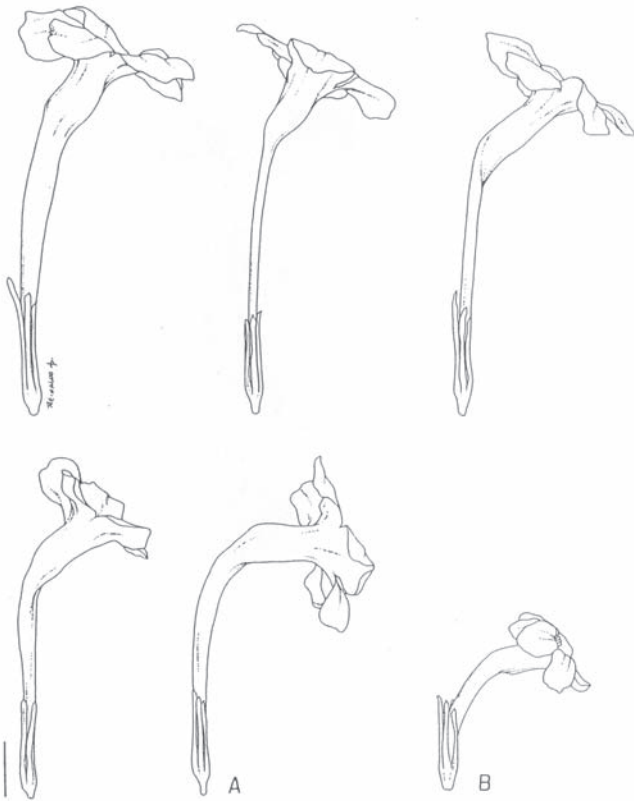


Figura 3. Flores de *Ruellia subsessilis* (Nees) Lindau: casmogamas normais (A) e reduzida (B). Barra = 10 mm

(Ezcurra 1993). Braz *et al.* (2002), em levantamento de espécies de Acanthaceae da Reserva Florestal Mata do Paraíso, encontrou dificuldades na identificação de *R. menthoides*. Essa espécie é muito semelhante à *R. epallocaulos* Leonard ex C. Ezcurra & Washh. e à *R. kleinii* C. Ezcurra & Washh., ambas ocorrendo no sul do Brasil (Ezcurra 1993).

A produção de flores CA em *R. menthoides* foi verificada inicialmente em agosto, final da estação

seca, e finalizou em novembro (Fig. 4), tendo sido observado expressivo aumento em setembro. As flores CL foram observadas durante quase todo o ano, exceto em outubro (Fig. 4). A maior produção de flores CL foi verificada nos meses de março e abril, período de transição entre a estação úmida e seca. Em julho e agosto, meses em que são registrados os menores índices de umidade da região, a produção de flores CL diminuiu drasticamente. Este fato, associado à produção de flores CA coincidindo com término da estação seca e com o aumento da temperatura e do fotoperíodo, sugere que a cleistogamia em *R. menthoides* possa ser influenciada por um ou mais fatores ambientais.

Em *R. brevifolia*, as flores CA foram observadas praticamente por todo o ano (exceto em agosto e setembro), assim como as flores CL (exceto em janeiro e fevereiro), havendo extensa sobreposição na produção desses tipos florais (Fig. 4). A maior produção de flores CL foi observada nos meses de maio a setembro, ou seja, principalmente durante a estação seca. De modo geral, um indivíduo produz, primeiramente, flores CA, em seguida, flores CA e CL e, posteriormente, apenas flores CL. A produção de flores CL em *R. brevifolia*, principalmente no período seco, incluindo os meses de julho e agosto, e sua ausência ou baixa ocorrência durante quase todo período úmido, sugerem que as condições ambientais que podem estar influenciando a produção desse tipo floral pode ser, em parte, diferentes das que controlam sua produção em *R. menthoides*. Piovano *et al.* (1995) classificaram a cleistogamia em *R. brevifolia* como do tipo “ecológica” (*sensu* Uphof 1938), uma vez que verificaram que a seca aumentou sua ocorrência, tal como observado por Sigrist & Sazima (2002) e pelas autoras do presente estudo.

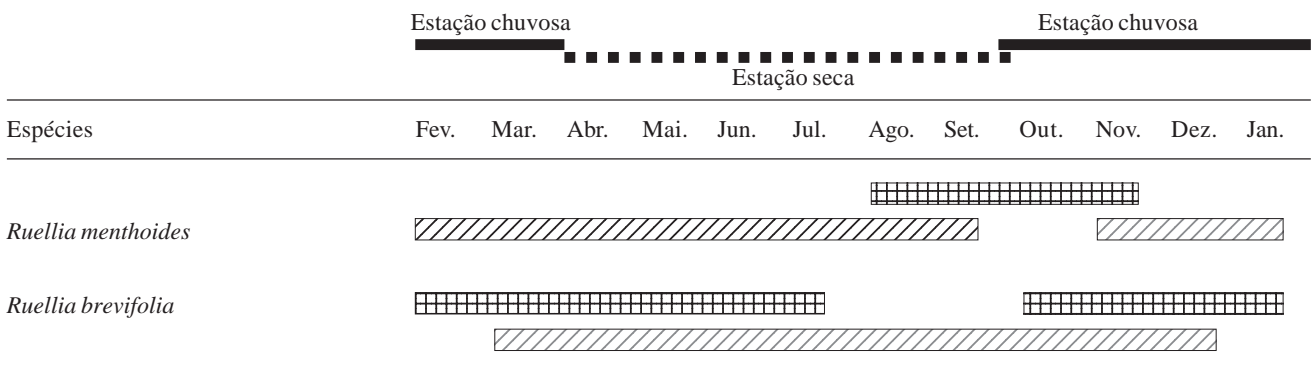


Figura 4. Fenologia de floração de espécies de *Ruellia*, no período de fevereiro/2000 a janeiro/2001 na Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa, MG, Brasil. ☐ = Flores casmogamas; ▨ = flores cleistogamas.

A produção de flores CL em *Ruellia* tem sido relacionada a fatores ambientais (p.ex., umidade, temperatura, danos provocados por insetos a flores e frutos), genéticos e fisiológicos (Long & Uttal 1962; Long 1971; 1974; 1977; Sell 1977; Rachuvanshi *et al.* 1981; Piovano *et al.* 1995). Goldenberg & Shepherd (1998) sugeriram que a apomixia em Melastomataceae, mecanismo mais comumente registrado em espécies da tribo Miconeae, seja determinada filogeneticamente. De modo similar, é possível que a cleistogamia em Acanthaceae, especialmente no gênero *Ruellia* dado o elevado número de espécies com esse mecanismo reprodutivo, seja assim determinada. Entretanto, estudos posteriores que analisem os fatores ambientais ou fisiológicos que possam estar relacionados à produção de flores CL, nesse gênero, são necessários. A ampliação de estudos sobre os sistemas reprodutivos em espécies de *Ruellia*, em diferentes localidades, contribuirão para uma delimitação mais precisa desses táxons, reduzindo, provavelmente, o número de espécies desse gênero.

Agradecimentos

À CAPES, pela bolsa concedida à primeira autora; ao CNPq, pela bolsa de pesquisa concedida à segunda autora; a Reinaldo Antônio Pinto, pela confecção das figuras.

Referências bibliográficas

- Baker, H.G. & Baker, I. 1983. Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type. In: C.E. Jones & R.J. Little (eds.). **Handbook of Experimental Pollination Biology**. New York, Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- Braz, D.M.; Carvalho-Okano, R.M. & Kameyama, C. 2002. Acanthaceae da Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 495-504.
- Braz, D.M.; Vieira, M.F. & Carvalho-Okano, R.M. 2000. Aspectos reprodutivos de espécies de Acanthaceae Juss. de um fragmento florestal do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres** **47**: 229-239.
- Dafni, A. 1992. **Pollination ecology - A practical approach**. Oxford, Oxford University Press.
- Ezcurra, C. 1989. *Ruellia sanguinea* (Acanthaceae) y especies relacionadas en Argentina, Uruguay y sur de Brasil. **Darwiniana** **29**: 269-287.
- Ezcurra, C. 1993. Systematics of *Ruellia* (Acanthaceae) in Southern South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **80**: 784-845.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1979. **Principles of pollination ecology**. Oxford, Pergamon Press.
- Goldenberg, R. & Shepherd, G.J. 1998. Studies on the reproductive biology of *Melastomataceae* in "cerrado" vegetation. **Plant Systematics and Evolution** **211**: 13-29.
- Jain, S.K. 1976. The evolution of inbreeding in plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** **7**: 469-495.
- Kameyama, C. 1991. Acanthaceae. In: M.M.R. Melo; F. Barros; M.G.L. Wanderley; M. Kirizawa; S.L. Jung-Mendaçolli & S.A.C. Chiea (eds.). **Flora fanerogâmica da Ilha do Cardoso**. São Paulo, Instituto de Botânica.
- Kameyama, C. 1995. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Acanthaceae. **Boletim da Universidade São Paulo** **14**: 1-238.
- Levin, D.A. 1972. Competition for pollinator service: a stimulus for the evolution of autogamy. **Evolution** **26**: 668-669.
- Long, R.W. 1964. Biosystematics investigations in South Florida populations of *Ruellia* (Acanthaceae). **American Journal of Botany** **51**: 842-852.
- Long, R.W. 1966. Artificial inter-specific hybridization in *Ruellia* (Acanthaceae). **American Journal of Botany** **53**: 917-927.
- Long, R.W. 1971. Floral polymorphy and amphimictic breeding systems in *Ruellia caroliniensis* (Acanthaceae). **American Journal of Botany** **58**: 525-531.
- Long, R.W. 1974. Variation in natural populations of *Ruellia caroliniensis* (Acanthaceae). **Bulletin of the Torrey Botanical Club** **101**: 1-6.
- Long, R.W. 1975. Artificial interspecific hybridization in temperate and tropical species of *Ruellia* (Acanthaceae). **Brittonia** **27**: 289-296.
- Long, R.W. 1977. Artificial induction of obligate cleistogamy in species-hybrids in *Ruellia* (Acanthaceae). **Bulletin of the Torrey Botanical Club** **104**: 53-56.
- Long, R.W. & Uttal, L.J. 1962. Some observations on flowering in *Ruellia* (Acanthaceae). **Rhodora** **64**: 200-206.
- Lord, E.M. 1981. Cleistogamy: a tool for the study of floral morphogenesis, function and evolution. **Botanical Review** **47**: 421-449.
- Mabberley, D.J. 1997. **The plant-book. A portable dictionary of vascular plants**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Machado, I.C. & Sazima, M. 1995. Biologia da polinização e pilhagem por beija-flores em *Ruellia asperula* Lindau (Acanthaceae) na caatinga, nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica** **18**: 27-33.
- Macnair M.R. 1989. The potential for rapid speciation in plants. **Genome** **31**: 203-210.
- Martin, F.W. 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means fluorescence. **Stain Technology** **34**: 125-128.
- Nees, C.G. 1847. Acanthaceae. In: K.P. Von Martius; A.G. Eichler & I. Urban (eds.). **Flora Brasiliensis** **9**: 1-164. F. Fleischer, Lipsiae.
- Piovano, M.A.; Galetto, L. & Bernardello, L.M. 1995. Floral morphology, nectar features and breeding system in *Ruellia brevifolia* (Acanthaceae). **Revista Brasileira de Biologia** **55**: 409-418.

- Rachuvanshi, S.S.; Pathak, C.S. & Singh, R.R. 1981. Gibberellic acid response and induced chasmogamous variant in cleistogamous *Ruellia* hybrid (*R. tweediana* X *R. tuberosa*). **Botanical Gazette** **142**: 40-42.
- Santos Biloni, J. 1963. Observaciones sobre la floración de la Acanthaceae indígena *Ruellia lorentziana* Grisebach. **Darwiniana** **12**: 661-663.
- Schemske, D.W. 1978. Evolution of reproductive characteristics in *Impatiens* (Balsaminaceae): the significance of cleistogamy and chasmogamy. **Ecology** **59**: 596-613.
- Sell, Y. 1977. La cleistogamie chez *Ruellia lorentziana* Griseb. et quelques autres Acanthacees. **Bericht der Deutschen botanischen Gesellschaft** **90**: 135-147.
- Sigrist, M.R. & Sazima, M. 2002. *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcurrea (Acanthaceae): fenologia da floração, biologia da polinização e reprodução. **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 35-42.
- Uphof, J.C.Th. 1938. Cleistogamic flowers. **Botanical Review** **4**: 21-49.
- Uttal, L.J. 1965. Observations on *Ruellia purschiana* (Acanthaceae) in Virginia. **Castanea** **30**: 228-230.
- Veloso, H.P.; Rangel-Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
- Wasshausen, D.C. & Smith, L.B. 1969. Acanthaceas. In: R. Reitz (ed.). **Flora ilustrada Catarinense**. Santa Catarina, Herbário Barbosa Rodrigues.