

FLORA DA SERRA DO CIPÓ, MINAS GERAIS: APODANTHACEAE (RAFFLESiaceae s.l.), E NOTAS SOBRE A ANATOMIA DE *PILOSTYLES*¹

MILTON GROPP*^{*}, MARINA MILANELLO AMARAL**^{**}
& GREGORIO C. T. CECCANTINI**^{**}

* Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Avenida Bandeirantes, 3900, 14040-901, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

**Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 11461, 05422-970 - São Paulo, SP, Brasil.

Abstract - [Flora of the Serra do Cipó, Minas Gerais: Apodanthaceae (Rafflesiaceae s.l.), with notes on the anatomy of *Pilostyles*]. The study of the family Apodanthaceae (Rafflesiaceae s.l.) is a part of the project "Flora of Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil". In that area, the family is represented by the genus *Pilostyles*, with a single species, *P. ulei*. A description and illustrations, as well as comments on the geographic distribution, phenology and variability of the species are presented. Figures and comments about anatomy of the species and interaction host-parasite are also given.

Resumo - [Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Apodanthaceae (Rafflesiaceae s.l.), e notas sobre a anatomia de *Pilostyles*]. O estudo da família Apodanthaceae (Rafflesiaceae s.l.) é parte do levantamento da Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Esta família está representada na área pelo gênero *Pilostyles*, com apenas uma espécie, *P. ulei*. São apresentadas descrição e ilustrações da espécie, comentários sobre sua distribuição geográfica, fenologia e variabilidade. Figuras e comentários sobre a anatomia da espécie e da interação hospedeiro-parasita são também fornecidos.

Key words: Apodanthaceae, Rafflesiaceae, *Pilostyles*, Serra do Cipó, floristics, campo rupestre vegetation, interaction host-parasite, anatomy.

Apodanthaceae

Plantas aclorofiladas, holoparasitas de caules e raízes; corpo vegetativo constituído de um sistema haustorial filamentososo, semelhante a um micélio. Folhas reduzidas a brácteas florais. Flores diclinas (em plantas dióicas), emergindo dos tecidos do hospedeiro na época de floração, geralmente dispostas uniformemente ao longo do caule do hospedeiro. Perianto constituído de (2-)3 verticilos de (3-)4-5-6 elementos cada (algumas vezes referidos como escamas ou brácteas), com todas as peças iguais (perianto tepalóide-*Pilostyles*) ou com o verticilo mais interno diferenciado e petalóide (*Apodanthes*); nectário floral carnoso, anular, preenchendo o espaço entre o perigônio e a coluna nas flores de ambos os sexos. Flores masculinas polistêmones, androceu formado por estames sêsses conatos em 1-4 séries formando um anel, adnatos a uma coluna central de ápice estéril; anteras

de deiscência transversal; presença de uma franja de tricomas unicelulares vesiculares logo acima do anel de estames. Flores femininas com ovário súpero ou semi-ífero, coluna central como nas flores masculinas; região estigmática formando um anel subapical, ápice da coluna estéril; ovário 1-locular, geralmente 4-çarpelar; óvulos muitos, dispostos em 4 placentas parietais ou em toda a parede do ovário. Fruto baga carnosa; sementes muitas, diminutas; embrião pequeno e indiferenciado.

Família composta por dois (três) gêneros: *Apodanthes* Poit. e *Pilostyles* Guill. Bouman & Meijer (1994), em estudo da estrutura de óvulos e sementes de Rafflesiaceae s.l., sugerem que *Berlinanche* (Harms) Vattimo-Gil (duas espécies africanas) deve ser incluído em *Pilostyles*. Tratam-se de ervas aclorofiladas, holoparasitas de caule e raízes de espécies de Leguminosae (*Pilostyles*) ou de plantas do gênero *Casearia* (*Apodanthes*). Tornam-se evidentes apenas

¹ Trabalho realizado segundo o planejamento apresentado por Giulietti et al. (1987).

na época da floração, quando as flores emergem do corpo do hospedeiro. Na Serra do Cipó está presente o gênero *Pilostyles*.

A flor das Apodanthaceae é muito especializada, com o androceu formado por estames sésseis conatos em 1-4 séries formando um anel (às vezes referidos como sinândrio, ver Blarer *et al.* 2004), adnatos a uma coluna central de ápice estéril, com uma linha ou franja de tricomas unicelulares vesiculares logo acima do anel de estames (Fig. 1C e 2B). A flor feminina é muito semelhante à masculina, com uma região estigmática subapical, com o ápice da coluna estéril (Fig. 1E e 2A). O conjunto de sacos polínicos e tricomas vesiculares rapidamente colapsa após a liberação do pólen pelas flores masculinas, restando apenas o anel de inserção dessas estruturas na coluna (que pode ser confundido com o estigma das flores femininas).

Estudos recentes demonstraram que Rafflesiaceae, como tradicionalmente circunscrita, não constituía um grupo monofilético, sendo o holoparasitismo dos grupos (tribos) ali incluídos uma convergência (homoplasia). Com isso, as quatro tribos, Rafflesieae, Cytineae, Mitrastemoneae e Apodanthaceae, foram elevadas a famílias (respectivamente Rafflesiaceae *sensu stricto*, Cytinaceae, Mitrastemonaceae e Apodanthaceae), a maioria ainda com posição duvidosa nos sistemas de classificação (*cf.* APG 2003). Blarer *et al.* (2004), baseados em estudos morfológicos, sugerem para Apodanthaceae uma posição próxima a Malvales. Um dos problemas limitantes nos estudos com esses grupos é a sua morfologia extremamente especializada, que dificulta a detecção de homologias, além da dificuldade em se obter material genômico e do uso de ADN do cloroplasto para estudos moleculares.

Uma fonte interessante de informações e fotos desta família e de outras plantas parasitas é o sítio da internet de Daniel L. Nickrent (2005).

Bibliografia básica – Endriss (1902), Solms-Laubach (1878, 1901), Vattimo (1971, 1972).

1. *Pilostyles* Guill.

Endoparasitas de caules de leguminosas. Flores globosas, ovóides ou elipsóides, pequenas (ca. 5 mm diâm.). Perianto constituído geralmente de 3 verticilos de 4-5-6 elementos cada, com todas as peças iguais, persistentes no fruto, aderentes à flor por base alargada. Flores femininas com ovário semi-infero, disco epigino presente ou quase nulo. Fruto baga carnosa, cercada completamente pelos segmentos do perianto.

Gênero com 16-19 espécies, a maioria na América tropical, também presente na África e Oriente Médio (Vattimo 1972). São parasitas de vários gêneros de Leguminosae, como *Adesmia*, *Galactia*, *Patagonium*, *Parosela* (Faboideae), *Calliandra*, *Mimosa* (Mimosoideae) e outras (Vattimo 1971).

1.1. *Pilostyles ulei* Solms in K.I. Goebel, Organogr. Pflanz. 2(1): 434, tab. 292. 1900.

Fig. 1, 2.

Flores 2,0-3,0 mm diâm., globosas ou ovóides, semelhantes a botões dispostos regularmente ao longo dos ramos e troncos do hospedeiro. Tépalas 1,2-2,0 mm compr., castanho-purpúreas, creme para o ápice na face interna, ovais a oblongas, em 3 verticilos 4-meros, as do verticilo mediano oblongas e do verticilo mais interno de ápice arredondado ou truncado estreitando-se para a base, terminando cerca da mesma altura das colunas da flor feminina e da flor masculina. Flores masculinas com anteras dispostas em 2 séries. Flores femininas pouco maiores que as masculinas, disco epigino presente e carnoso, estilete (coluna) cônica a cilíndrica, ovário 4-carpelar, ca. 1 mm diâm., óvulos dispostos em 4 placentas parietais. Fruto 3,0-4,0 mm compr., ca. 3,0 mm larg., ovóide, purpúreo.

Material examinado: Minas Gerais, Jaboticatubas, ao longo da Rodovia Lagoa Santa-Conceição do Mato Dentro-Diamantina, *J. Szirma CFSC5066*, 8.VII.1974, fl. masc. (SP); idem, km 114, *A.B. Joly & J. Semir CFSC3664*, 4.III.1972, fl. fem., fr. (SP); idem, km 118, *I. Cordeiro et al. CFSC6140*, 25.V.1980, fl. fem. (SP); Santana do Riacho, *G.W. Fernandes s.n.*, 15.II.1993, fl. fem. (SPF 77303); idem, km 105 ao longo da rodovia Belo-Horizonte-Conceição do Mato Dentro, *J.R. Pirani et al. CFSC7441*, 4.X.1981, fl. masc. (K, SPF); idem, km 107, caminho para a Usina Dr. Pacífico Mascarenhas, *E. Forero et al. 7951*, 7.IX.1980, fl. fem., fr. (SP); idem, km 114, *N.L. Menezes et al. CFSC10857*, 16.I.1988, fl. fem., fr. (SPF); idem, km 116 (antigo), *V.C. Souza & N.L. Menezes CFSC11594*, 4.IX.1989, botões (SPF); idem, Vale da Mãe D'água, *J.R. Pirani et al. CFSC9798*, 4.V.1986, fl. fem., fr. (F, SPF); idem, km 104 da Rodovia MG-010, ca. 1,5 km da pousada Chapéu de Sol, *M. Groppo et al. 632*, 1.III.2001, fl. fem. (F, K, SPF); idem, caminho da base do IBAMA do Rio Cipó para o Capão dos Palmitos, alt. 800-1000m, *J.R. Pirani et al. CFSC11960*, 11.III.1991, fl. fem. (BHCB, SPF); idem, Camping Vêu da Noiva, *J. Prado et al. 298*, 24.III.1990, fl. fem. (SPF); idem, 10-20 km de Cardeal Mota, camino a Conceição do Mato Dentro, 19°20'S, 43°35'W, *M.M. Arbo et al. 4174*, 15.V.1990, botões (CTES, F, K, SPF); idem, córrego Mãe d'Água, Chácara Vellozia, *M.M. Amaral et al. 12*, 24.VII.2004, botões [(SPF, excisada de *Mimosa foliolosa* Benth. var. *multi-pinna* (Benth.) Barneby parasitada)].

Material adicional examinado: Bahia, Rio de Contas, Pico das Almas, trilha para o Queiroz, 13°30'59"S, 41°57'01"W, 1528 m alt., *R. Mello-Silva et al. 2572*, 2.IV.2004, botões (SPF, excisada de *Mimosa maguirei* Barneby parasitada).

Pilostyles ulei ocorre em Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Santa Catarina (Vattimo 1972) e Bahia (Stannard 1995). É espécie parasita de leguminosas arbustivas e arbóreas do gênero *Mimosa*. Na Serra do Cipó, ocorre em indivíduos de *Mimosa maguirei* Barneby e de *M. foliolosa* Benth. var. *multi-pinna* (Benth.) Barneby, hospedeiros que vivem em margens de riachos, campos rupestres, encostas rochosas e áreas de cerrado. Floresce de fevereiro a outubro, coletada com frutos em março.

Segundo Vattimo (1972, p. 14) em plantas infestadas ocorrem flores de apenas um sexo (o que sugere tratar-se

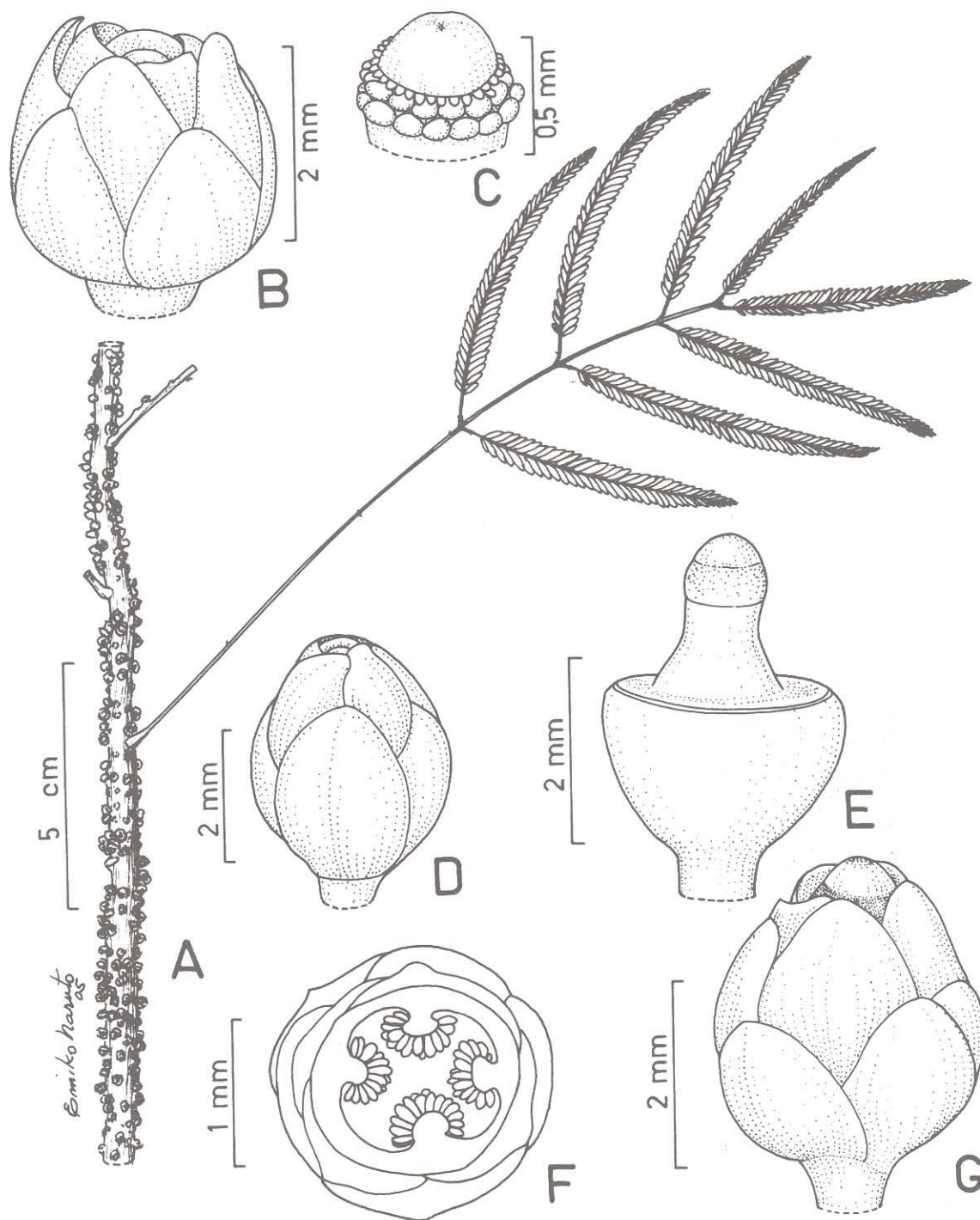


Fig. 1. *Pilostyles ulei*: A. Flores em caule de *Mimosa*; B. Flor masculina; C. Flor masculina com as tépalas removidas, mostrando ápice da coluna estéril, logo abaixo franja de tricomas e duas séries de estames; D. Flor feminina; E. Flor feminina sem as tépalas, mostrando a coluna com estigma anular subapical; F. flor em corte transversal, mostrando ovário com quatro placentas parientais; G. Fruto envolto pelas tépalas persistentes. (A-C. Sazima et al. CFSC5066. D-F. Cordeiro et al. CFSC6140. G. Forero et al. 7951)

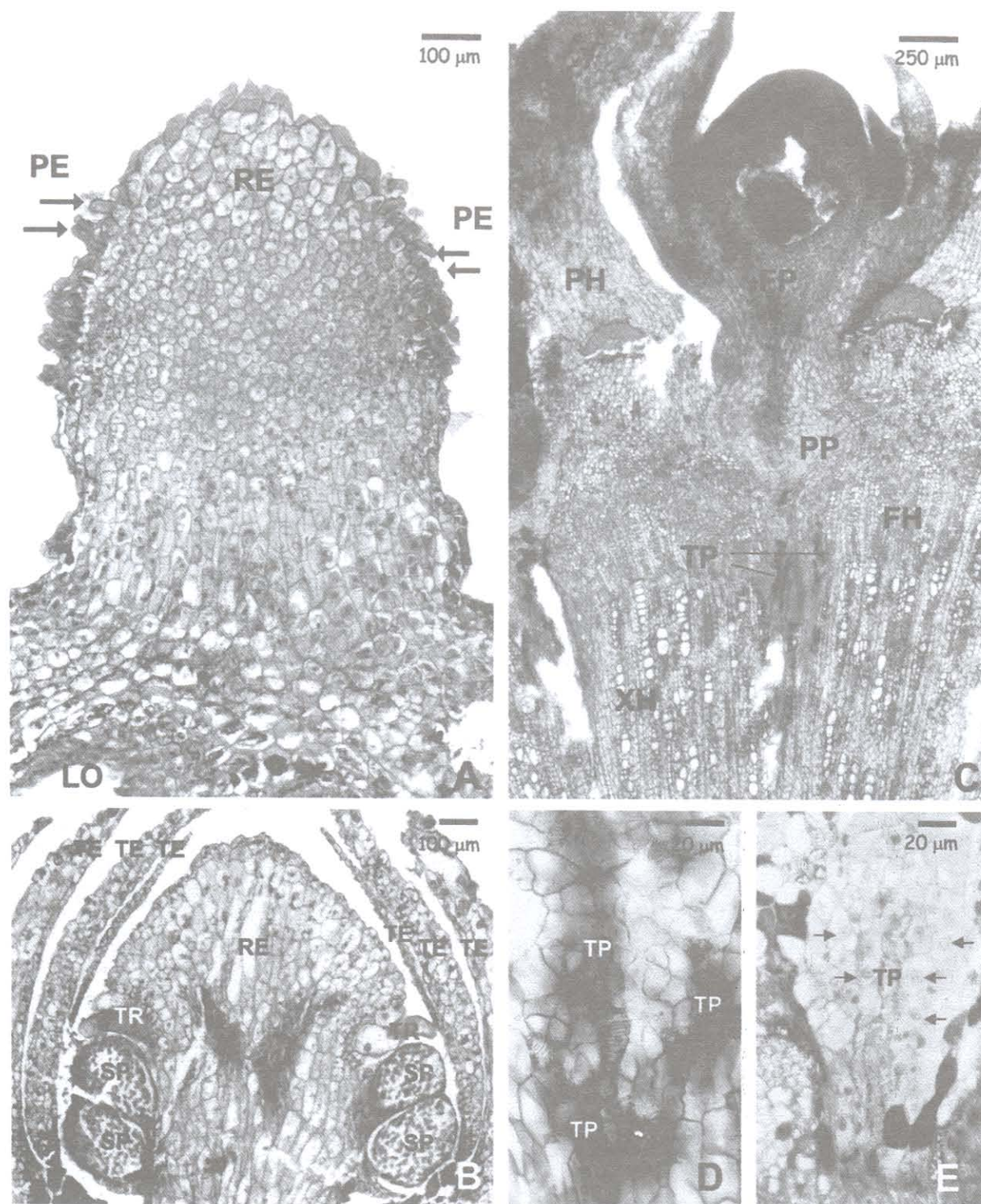


Fig. 2. *Pilostyles ulei*: A. Secção longitudinal de flor feminina. RE: região estéril, PE: papila estigmática; LO: lóculo; B. Secção longitudinal de flor masculina. RE: região estéril; SP: saco polínico; TE: tépala, TR: tricoma. C. Secção transversal de caule de *Mimosa foliolosa* Benth. var. *multipinna* (Benth.) Barneby parasitado, mostrando flor masculina cortada longitudinalmente. FH: floema secundário do hospedeiro, FP: flor da parasita, PH: periderme do hospedeiro, PP: parênquima da parasita, TP: elementos traqueais da parasita, XH: xilema secundário do hospedeiro; D. Detalhe dos elementos traqueais da parasita muito retorcidos. TP: elementos traqueais da parasita; E. secção transversal de caule de *Mimosa maguirei* Barneby parasitado. TP: elementos traqueais da parasita, setas: núcleos de células parenquimáticas. (A. Cordeiro et al. CFSC6140. B. Sazima et al. CFSC5066. C-D. Amaral et al. 12. E. Mello-Silva et al. 2572).

de apenas um indivíduo infestante por planta). Segundo a mesma autora, entretanto, pode ocorrer raramente infestação por plantas diferentes, às vezes de diferentes sexos, em áreas contíguas, separadas transversalmente ou longitudinalmente (dados sobre *Pilostyles stawiarskii* Vattimo). A polinização (para *Apodanthes* da Costa Rica e Panamá) pode ser feita por abelhas do gênero *Trigona* (Gomez 1983, *apud* Nickrent 2005) ou outras abelhas, borboletas pequenas ou mesmo moscas (Croat 1978 *apud* Nickrent 2005). Nickrent (2005) sugere que ratos, camundongos e formigas podem ser os agentes dispersores. Vattimo (1971, p. 58) lança várias hipóteses de como se processa a infestação, envolvendo endo ou epizocoria, sendo mamíferos ou formigas os agentes efetivos.

Fernandes *et al.* (1998), em um estudo realizado em populações de *Mimosa maguirei* (erroneamente grafadas *M. naguirei* naquele trabalho) ocorrentes na Serra do Cipó mostraram que a infestação por *Pilostyles ulei* não alterava de modo significativo os parâmetros fotossintéticos dos hospedeiros, sugerindo que a relação hospedeiro-parasita seja bem balanceada, sem prejuízos para as plantas hospedeiras. Isso contrastaria com outras interações (e.g. com a parasita *Striga* Lour.) onde o prejuízo para o hospedeiro é bem conhecido.

Na chave para *Pilostyles* de Vattimo (1971) há uma incorreção que pode dificultar a identificação dessa espécie. No passo 9 (pág. 53), deve-se seguir a opção “óvulos dispostos por toda a parede do ovário, não quadrilobada”, e não “óvulos dispostos em quatro placentas ou ovário com parede interna quadrilobada” para se chegar a *P. ulei*. Essa espécie possui claramente quatro placentas parietais no ovário, estando os óvulos concentrados nessas placentas, e não em toda a parede (ver fig. 1F). A própria Vattimo (1972, p. 7), em obra posterior, descreve o ovário de *P. ulei* com quatro placentas.

Vários materiais coletados na Cadeia do Espinhaço estavam identificados como *Pilostyles ingae* (Karst.) Hook. f., certamente em consequência da proposta de Solms-Laubach (1901). Entretanto, tal binômio refere-se a uma espécie da Colômbia (*cf.* Vattimo 1971, p. 49).

Anatomia do corpo vegetativo

Como em todas as Apodanthaceae, o corpo vegetativo de *Pilostyles ulei* está integralmente contido nos tecidos caulinares do hospedeiro e está organizado de maneira extremamente simples, denominado sistema haustorial ou endofítico (Endriss 1902, Kuijt 1969), já que compreende massas de células parenquimáticas que se interconectam. Essas células são facilmente identificáveis, pois o núcleo é proporcionalmente grande em relação ao tamanho da célula. A partir das massas, abaixo das flores, partem projeções radiais chamadas extensores (*sinkers*). Esses extensores são formados por grupos de células parenquimáticas e, interiormente, por elementos traqueais que se retorcem em direção ao xilema secundário do hospedeiro (Fig. 2C-E).

A comparação do corpo vegetativo dentre vários representantes do gênero mostra que ele é extremamente plástico, uma vez que sua caracterização celular não segue uma regra. Enquanto o corpo vegetativo de *Pilostyles hamiltonii* C.A. Gardner (Dell *et al.* 1982) foi descrito como constituído apenas por células parenquimáticas, outras espécies apresentaram elementos traqueais nos extensores (Guillemin 1854, Solms-Laubach 1874, 1875, Endriss 1902). Já *P. thurberi* A. Gray foi descrita ou com elementos de tubo crivado juntamente com células parenquimáticas distintas (Kuijt *et al.* 1985), ou somente com elementos de vaso nos extensores (Rutherford 1970).

Quanto à zona de contato entre parasita e hospedeiro há muita especulação sobre a existência de continuidade simplástica entre as células de ambas as plantas. Kuijt *et al.* (1985) não encontraram conexões plasmodesmais e ainda criticaram o estudo de Dell *et al.* (1982) por defenderem tal continuidade sem evidências concretas. Sobre *Pilostyles ulei* também não há ainda dados concretos, estando ainda em curso estudos ultra-estruturais pelo segundo e terceiro autores do presente artigo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao senhor Antônio Carlos Franco Barbosa (IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo), pela ajuda no seccionamento das amostras de lenho parasitado; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento parcial do trabalho; a Emiko Naruto, *in memoriam*, pelo incremento nos desenhos originais do primeiro autor na figura 1 e cobertura da prancha a nanquim. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa e auxílio à pesquisa concedidos.

Referências

- APG. 2003. An update of the Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 399-436.
- BLARER, A., NICKRENT, D.L. & ENDRESS, P.K. 2004. Comparative floral structure and systematics in Apodanthaceae (Rafflesiales). *Pl. Syst. Evol.* 245: 119-142.
- BOUMAN, F. & MEIJER, W. 1994. Comparative structure of ovules and seeds in Rafflesiaceae. *Pl. Syst. Evol.* 193: 187-212.
- DELL, B., KUO, J. & BURBIDGE, A.H. 1982. Anatomy of *Pilostyles hamiltonii* C.A. Gardner (Rafflesiaceae) in stems of *Daviesia*. *Austral. J. Bot.* 30: 1-9.
- ENDRISS, W. 1902. Monographie von *Pilostyles ingae* (Karst.) (*Pilostyles ulei* Solms-Laubach). *Flora* 91: 209-236.
- FERNANDES, G.W., MATTOS, E.A., FRANCO, A.C., LÜTTGE, U. & ZIEGLER, H. 1998. Influence of the parasite *Pilostyles ingae* (Rafflesiaceae) on some physiological parameters of the host plant, *Mimosa maguirei* (Mimosaceae). *Bot. Acta* 111: 51-54.

- GIULIETTI, A.M., MENEZES, N.L., PIRANI, J.R., MEGURO, M. & WANDERLEY, M.G. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. *Bol. Bot. Univ. São Paulo* 9: 1-151.
- GUILLEMIN, M. 1854. Mémoire sur le *Pilostyles*, nouveau genre de la famille des Rafflesiaceae. *Ann. Sci. Nat. Bot.* 2: 19-25.
- KUIJT, J. 1969. *The biology of parasitic flowering plants*. University of California Press. Berkeley.
- KUIJT, J., BRAY, D. & OLSON, L.R. 1985. Anatomy and ultrastructure of the endophytic system of *Pilostyles thurberi* (Rafflesiaceae). *Canad. J. Bot.* 63: 1231-1240.
- NICKRENT, D.L. 2005. The parasitic plant connection. (www.science.siu.edu/parasitic-plants).
- RUTHERFORD, R.J. 1970. The anatomy and cytology of *Pilostyles thurberi* Gray (Rafflesiaceae). *Aliso* 7: 263-288.
- SOLMS-LAUBACH, H. 1874. Ueber den Thallus von *Pilostyles hausknechtii*. *Bot. Zeitung* (Berlin) 32: 49-59.
- SOLMS-LAUBACH, H. 1875. Das Haustorium der Loranthaceen und der Thallus der Rafflesiaceen und Balanophoreen. *Abh. Naturf. Ges. Halle* 13: 238-276.
- SOLMS-LAUBACH, H. 1878. Rafflesiaceae. In C.F.P. Martius & A.W. Eichler (eds.) *Flora brasiliensis*. Frid. Fleischer. Leipzig, vol. 4, pars 2, p. 118-126.
- SOLMS-LAUBACH, H. 1901. Rafflesiaceae. In A. Engler (ed.) *Das Pflanzenreich*. IV. Wilhelm Engelmann. Leipzig, p. 1-19.
- STANNARD, B.L. 1995. Rafflesiaceae. In B.L. Stannard (ed.) *Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil*. Royal Botanic Gardens. Kew, p. 544.
- VATTIMO, I. 1971. Contribuição ao conhecimento da tribo Apodanthae R. Br. parte 1 – conspecto das espécies (Rafflesiaceae). *Rodriguésia* 26(38): 37-62.
- VATTIMO, I. 1972. Rafflesiáceas. In R. Reitz (ed.) *Flora Ilustrada Catarinense*. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí.