

Morfoanatomia foliar de *Psychotria hoffmannseggiana* (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg. e *Psychotria trichophora* Müll. Arg. (Rubiaceae)

Rita de Cássia Violin Pietrobon, Adelita Aparecida Sartori Paoli, Angela Cristina Bieras
Instituto de Biociências, UNESP – Univ Estadual Paulista, Campus de Rio Claro,
Departamento de Botânica, CP 199, 13506-900 Rio Claro – SP, Brasil.

ABSTRACT

Psychotria L. is the largest genus of Rubiaceae, has about 1.000 species, of which 46 occur in the State of São Paulo, Brazil. It is considered taxonomically complex because the size and also the lack of morphological characters available to define the groups. The present work examined morphological and anatomical aspects of the leaves of *Psychotria hoffmannseggiana* and *Psychotria trichophora*. The botanical material consisted of mature leaves, collected from individuals located in the areas of the Biological Reserve of Mogi Guaçu, Mogi Guaçu, SP, Brazil. The slides were prepared following the usual techniques of plant anatomy. The micromorphological characterization analysis was performed with a scanning electron microscope. *P. hoffmannseggiana* and *P. trichophora* present interpetiolar stipules, concrescent at the base and bifid apex. *P. trichophora* has a thin and translucent sheath covering the stem in the region of the stipules and above the insertion of the petiole; in *P. hoffmannseggiana* this structure is absent. The petioles of both species are circular. The vascular system of *P. hoffmannseggiana* consists of a central arc of collateral bundles and two collateral bundles positioned laterally. The central bundle of *P. trichophora* has slightly curved edges and, is accompanied by two smaller collateral bundles situated at the sides. The mesophyll in both species is dorsiventral and is represented by a layer of palisade parenchyma and three or four layers of spongy parenchyma. The tissue's organization of the leaf margin reflects the mesophyll cells in *P. trichophora*, and in *P. hoffmannseggiana* is composed of parenchyma without chlorophyll. The cortex of the midrib, in both species, is comprised of annular collenchyma, followed by collapsed cells and intact parenchymal cells. In *P. trichophora* the palisade parenchyma is discontinuous in this region. The midrib's vascular system of *P. hoffmannseggiana* and *P. trichophora* consists of a central arc of collateral bundles and a collateral bundles positioned laterally. Lignified fiber layers involve the main vascular bundles, almost entirely, in the two species. Idioblasts containing calcium oxalate crystals appear in all regions of the leaves.

Key words: leaf, morphology, anatomy, Rubiaceae, *Psychotria*.

RESUMO

Psychotria L. é o maior gênero de Rubiaceae, possui cerca de 1.000 espécies, das quais 46 ocorrem no Estado de São Paulo. É considerado taxonomicamente complexo devido ao tamanho e também, à ausência de caracteres morfológicos disponíveis para a definição dos de seus grupos. Foram descritas e analisadas as características morfoanatômicas das folhas de *Psychotria hoffmannseggiana* e *Psychotria trichophora*. O material botânico de constou de folhas adultas, coletadas de indivíduos localizados nas áreas de cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Mogi Guaçu,

SP, Brasil. As lâminas foram confeccionadas seguindo as técnicas usuais em anatomia vegetal. A caracterização micromorfológica foi realizada com análise em microscópio eletrônico de varredura. *P. hoffmannseggiana* e *P. trichophora* apresentam estípulas interpeciolares, concrecidas na base e com ápice bifido. *P. trichophora* possui uma bainha delgada e translúcida recobrando o caule na região das estípulas e acima da inserção dos pecíolos, em *P. hoffmannseggiana* essa estrutura é ausente. O pecíolo de ambas as espécies é circular. O sistema vascular de *P. hoffmannseggiana* é composto centralmente por feixes vasculares colaterais em forma de arco, e por dois feixes colaterais posicionados lateralmente. O tecido vascular central de *P. trichophora* possui as extremidades ligeiramente curvadas e, é acompanhado por dois feixes colaterais menores posicionados nas laterais. O mesofilo, em ambas as espécies é dorsiventral e está representado por uma camada de parênquima paliçádico e de três a quatro camadas de parênquima lacunoso. A organização dos tecidos do bordo foliar reflete a do mesofilo em *P. trichophora*, e em *P. hoffmannseggiana* é composto por parênquima aclorofilado. A região cortical da nervura central, em ambas as espécies, é formada por colênquima anelar, seguido por células colapsadas e células parenquimáticas intactas. Em *P. trichophora* o parênquima paliçádico é descontínuo nessa região. O sistema vascular da nervura central de *P. hoffmannseggiana* e *P. trichophora* apresenta-se constituído centralmente por feixes vasculares colaterais em forma de arco e por um feixe vascular colateral disposto lateralmente. Camadas de fibras lignificadas envolvem os feixes vasculares principais, quase que totalmente, nas duas espécies. Idioblastos contendo cristais de oxalato de cálcio aparecem em todas as regiões foliares.

Palavras chave: folha, morfologia, anatomia, Rubiaceae, *Psychotria*.

INTRODUÇÃO

Rubiaceae engloba aproximadamente 13.000 espécies, classificadas em quatro subfamílias (Cinchonoideae, Ixoroideae, Antirheoideae e Rubioideae) e 44 tribos, essencialmente tropicais (Robbrecht 1988). A família ocupa o quarto lugar em diversidade entre as Angiospermas, ficando atrás apenas de Asteraceae, Orchidaceae e Fabaceae (Mabberley 1997).

A classificação das subfamílias e tribos de Rubiaceae é problemática, principalmente devido à utilização de poucos ou até de um único caracter para a divisão (Bremer & Jansen 1991). Outros fatores também são responsáveis por esta situação: o tamanho da família e a existência de poucas coletas nas áreas tropicais (Bremer 1995).

Psychotria L. é o gênero maior da família, representado mundialmente por cerca de 1.000 espécies (Taylor 2007). É considerado taxonomicamente complexo devido ao tamanho e também, à ausência de caracteres morfológicos disponíveis para a definição dos grupos (Nepokroeff et al. 1999).

A morfoanatomia dos órgãos vegetativos das Angiospermas é uma ferramenta que pode ser usada pela taxonomia das seguintes maneiras: para a identificação de fragmentos de material vegetativos, como ajuda na

identificação preliminar de espécimes herborizados e para indicar as relações filogenéticas entre os taxa (Metcalfe 1950).

Dentre os trabalhos realizados com Rubiaceae, destacam-se as obras de Solereder (1908), Metcalfe & Chalk (1950), Robbrecht (1988), os trabalhos de Accorsi (1947, 1948) que tratam dos estômatos e das características morfoanatômicas da epiderme foliar abaxial de várias espécies da família e o de Barros (1959), que observou a presença de domácias em mais de 600 espécies de Rubiaceae.

Recentemente, alguns trabalhos descreveram a morfoanatomia foliar de algumas Rubiaceae: *Diodia radula* (Vieira 1986), *Tocoyena bullata* (Vieira 1986, 1988), *Palicourea longepedunculata* (Pereira et al. 2003), *Psychotria nuda*, *Psychotria leiocarpa* (Vieira et al. 1992), *Psychotria tenuinervis*, *Psychotria stenocalix* (Gomes et al. 1995), e espécies dos gêneros *Relbunium* (Nunes 1994) e *Rondeletia* (Kocsis et al. 2004).

Neste trabalho foram descritas e analisadas as características morfoanatômicas das folhas de *Psychotria hoffmannseggiana* e *Psychotria trichophora* com o objetivo de contribuir para o conhecimento geral de Rubiaceae.

MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico de *Psychotria hoffmannseggiana* (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg. e *Psychotria trichophora* Müll. Arg. (figuras 1-2), constou de folhas adultas, coletadas do segundo nó de 10 indivíduos localizados nas áreas de cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu localizada no município de Mogi Guaçu, São Paulo, sob a responsabilidade do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Os estudos anatômicos foram realizados em material fresco e em material fixado em FAA 70 (Johansen 1940) e conservado em álcool etílico a 70%.

Amostras da região mediana da lâmina, do bordo e do pecíolo foram submetidas à desidratação em série etílica, posteriormente o material foi incluído em historresina metacrilato (Leica®), segundo o protocolo do fabricante, e seccionado em micrótomo rotativo com cerca de 8µm de espessura, obtendo-se séries transversais. Utilizou-se azul de toluidina (O'Brien et al. 1964) para coloração das secções que, em seguida, foram montadas em Entellan®.

Testes histoquímicos foram realizados em material fresco. Para tanto, utilizou-se os seguintes corantes e/ou reagentes: vermelho de rutênio, para identificar polissacarídeos diversos e pectinas (Jensen 1962); floroglucinol em meio ácido, para evidenciar paredes lignificadas (Sass 1951); Sudam IV, para

a localização de substâncias lipofílicas; lugol, para detectar amido; cloreto férrico, para verificar a ocorrência de compostos fenólicos e ácido sulfúrico diluído para identificar a composição química dos cristais (Johansen 1940).

Para o estudo da venação, folhas inteiras foram mergulhadas em solução de NaOH 5% até adquirirem coloração amarelada. Posteriormente, foram lavadas em água corrente e colocadas em solução de hipoclorito de sódio 20%, até clarificar. Após nova lavagem em água corrente, as folhas foram coradas com safranina aquosa 0,5% e submetidas a uma série alcoólica crescente por 10 minutos em cada solução. A montagem foi efetuada em gelatina glicerizada (Kraus & Arduim 1997).

Após a análise do laminário por meio da microscopia óptica, os resultados foram documentados por meio de fotomicrografias, imagens capturadas e desenhos a nanquim as quais foram acrescidas de escalas em condições ópticas adequadas a cada caso.

Para a caracterização da micromorfologia de superfície, amostras foram processadas no Centro de Microscopia Eletrônica do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro, SP, segundo a técnica descrita por Robards (1978), com modificações devido às características do material. As folhas foram fixadas em FAA 50 (Johansen 1940) e desidratadas em série acetônica. As amostras foram secas em ponto crítico, utilizando-se CO₂ como líquido de transição. Em seguida, foram fixadas com grafite sobre suporte de alumínio e recobertas com carbono e ouro para visualização em microscópio eletrônico de varredura.

A terminologia adotada para a descrição das folhas foi baseada nas obras de Radford *et al.* (1974) e Leaf Architecture Working Group (1999) para a morfologia, Wilkinson (1979) e Barthlott *et al.* (1998) para a micromorfologia da superfície.

RESULTADOS

No cerrado, *P. hoffmannseggiana* e *P. trichophora* são encontradas nas áreas sombreadas. As folhas de ambas as espécies são microfilas simples, opostas, elípticas, de consistência membranácea e de coloração verde escura. O ápice da lâmina de *P. hoffmannseggiana* é acuminado, base decurrente e em *P. trichophora* o ápice é acuminado com base convexa. O padrão de venação em ambas as espécies é do tipo pinado, broquidródomo, caracterizado pela união das nervuras secundárias formando arcos próximos à margem. A nervura central é proeminente em ambas as faces, tornando-se afilada em direção ao ápice. As nervuras secundárias são alternadas, ascendentes e levemente curvadas. A venação terciária é reticulada regular poligonal. A venação marginal é fimbriada.

P. hoffmannseggiana e *P. trichophora* apresentam estípulas interpeciolares, concrecidas na base e ápice bífido (figuras 1, 3). Nas duas espécies as estípulas são persistentes. Em *P. trichophora* foi observada a presença de uma bainha delgada e translúcida recobrimdo o caule na região das estípulas e acima da inserção dos pecíolos (figura 2), em *P. hoffmannseggiana* essa estrutura é ausente (figura 4).

O pecíolo das duas espécies em questão é circular (figuras 5, 7). A epiderme é unisseriada composta por células isodiamétricas com cutícula espessa. Tricomas tectores unisseriados e pluricelulares são encontrados em *P. trichophora*. O sistema vascular do pecíolo de *P. hoffmannseggiana* é centralmente composto por feixes vasculares colaterais arranjados em forma de arco e por dois feixes colaterais posicionados lateralmente (figura 5-6). O tecido vascular central de *P. trichophora* possui as extremidades ligeiramente curvadas e, é acompanhado por dois feixes colaterais posicionados nas laterais (figuras 7-8).

A região periférica do córtex no pecíolo é constituída de colênquima anelar e a interna formada por células parenquimáticas (figuras 5, 7-8). Junto ao floema as células parenquimáticas são menores que as das outras regiões e possuem paredes espessadas em *P. trichophora* (figura 8). Em *P. hoffmannseggiana* camadas de fibras lignificadas envolvem o feixe central (figura 6).

A cera e a cutícula da lâmina foliar de *P. hoffmannseggiana* são estriadas em ambas as faces da folha (figuras 10, 12). Na face adaxial de *P. trichophora*, a cera é encontrada em forma de crosta, o que dificultou a visualização da cutícula (figura 14). Na face abaxial a cera e a cutículas são lisas (figura 17).

Em vista frontal, as células epidérmicas de ambas as faces da folha de *P. trichophora* (figuras 17) e da face abaxial de *P. hoffmannseggiana* apresentam formato irregular com paredes sinuosas (figuras 11-12), na face adaxial de *P. hoffmannseggiana* as células são poligonais (figuras 9-10). Em secção transversal, a epiderme é unisseriada e as células possuem paredes anticlinalis levemente sinuosas nas duas espécies (figuras 19, 22). A parede periclinal externa das células da epiderme adaxial de *P. hoffmannseggiana* é papilosa (figuras 9-10, 18-19). Tricomas tectores unisseriados e pluricelulares ocorrem em ambas as faces da folha de *P. trichophora* (figuras 13, 15, 16) e ao longo da nervura central da folha de *P. hoffmannseggiana*. Na lâmina de *P. hoffmannseggiana*, ocorrem tricomas unicelulares cônicos (figuras 9-10).

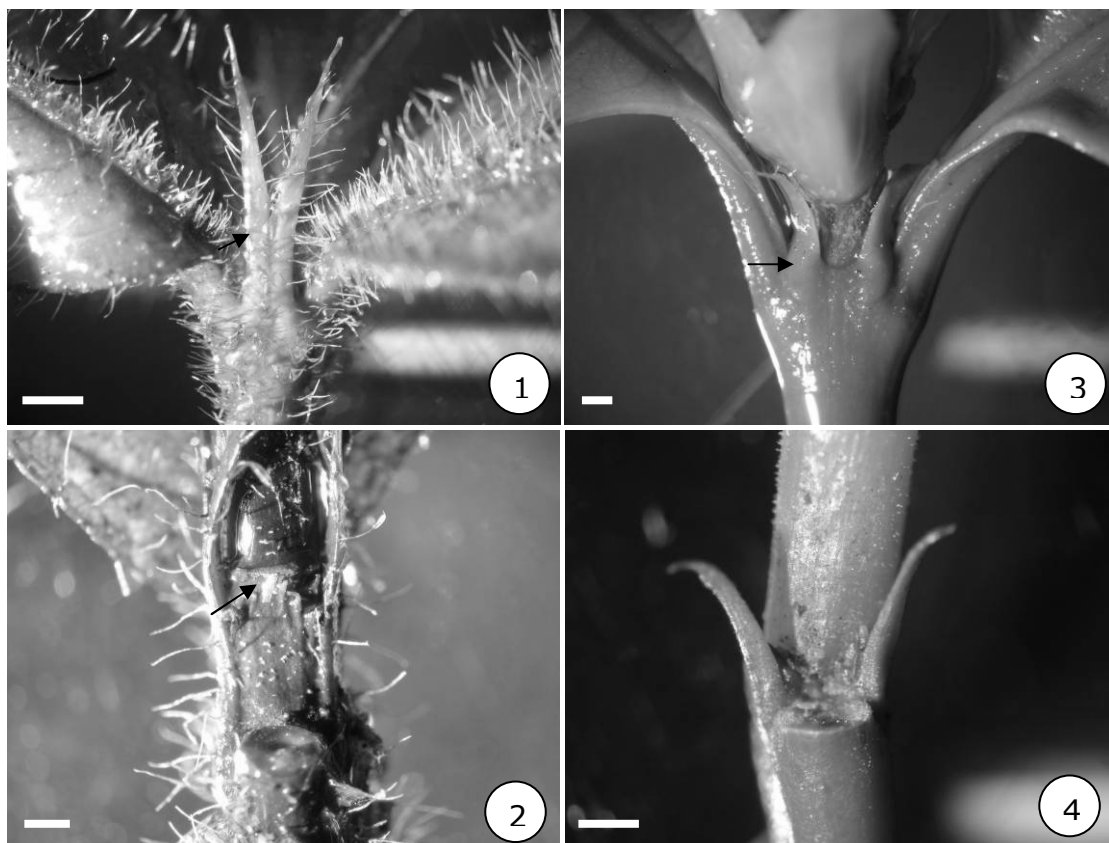
As folhas das duas espécies são hipostomáticas, com estômatos do tipo paracítico (figuras 12, 17) situados no mesmo nível das demais células epidérmicas (figura 19). As células anexas possuem tamanhos diferentes entre si.

O mesofilo, em ambas as espécies é dorsiventral e está representado por uma camada de parênquima paliçádico e de três a quatro camadas de parênquima lacunoso com grandes espaços intercelulares (figuras 19, 22). Feixes colaterais de tamanhos variados são encontrados imersos no mesofilo ao longo da lâmina foliar.

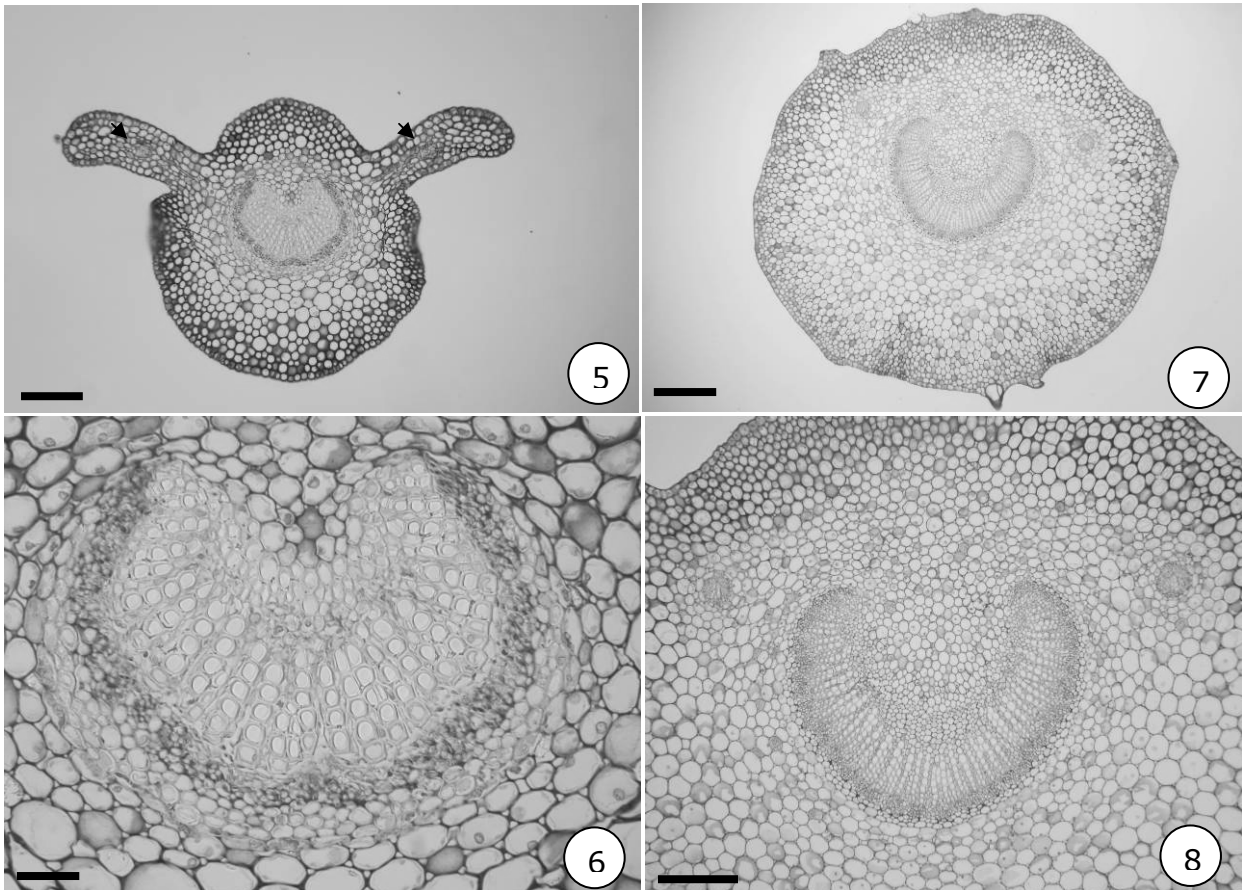
O bordo foliar apresenta-se ligeiramente fletido em direção a face abaxial. A organização dos tecidos reflete a do mesofilo em *P. trichophora* (figura 23), e em *P. hoffmannseggiana* é composto por parênquima aclorofilado (figura 20).

A face adaxial da nervura central possui formato convexo em *P. hoffmannseggiana* e apresenta projeções em toda a sua extensão (figura 18). Em *P. trichophora* a face adaxial é côncava (figura 21). A região cortical em ambas as espécies é formada por colênquima anelar, seguido por células colapsadas e células parenquimáticas intactas (figuras 18, 21). Em *P. trichophora* o parênquima paliçádico é descontínuo nessa região (figura 21). O sistema vascular da nervura central de *P. hoffmannseggiana* e *P. trichophora* apresenta-se constituído por um arco central, de feixes colaterais e por um feixe colateral disposto lateralmente, denominado acessório (figuras 18, 21). Em *P. trichophora* as extremidades do feixe vascular principal são levemente curvadas (figura 21). Camadas de fibras lignificadas envolvem os feixes vasculares principais, quase que totalmente, nas duas espécies (figuras 18, 21).

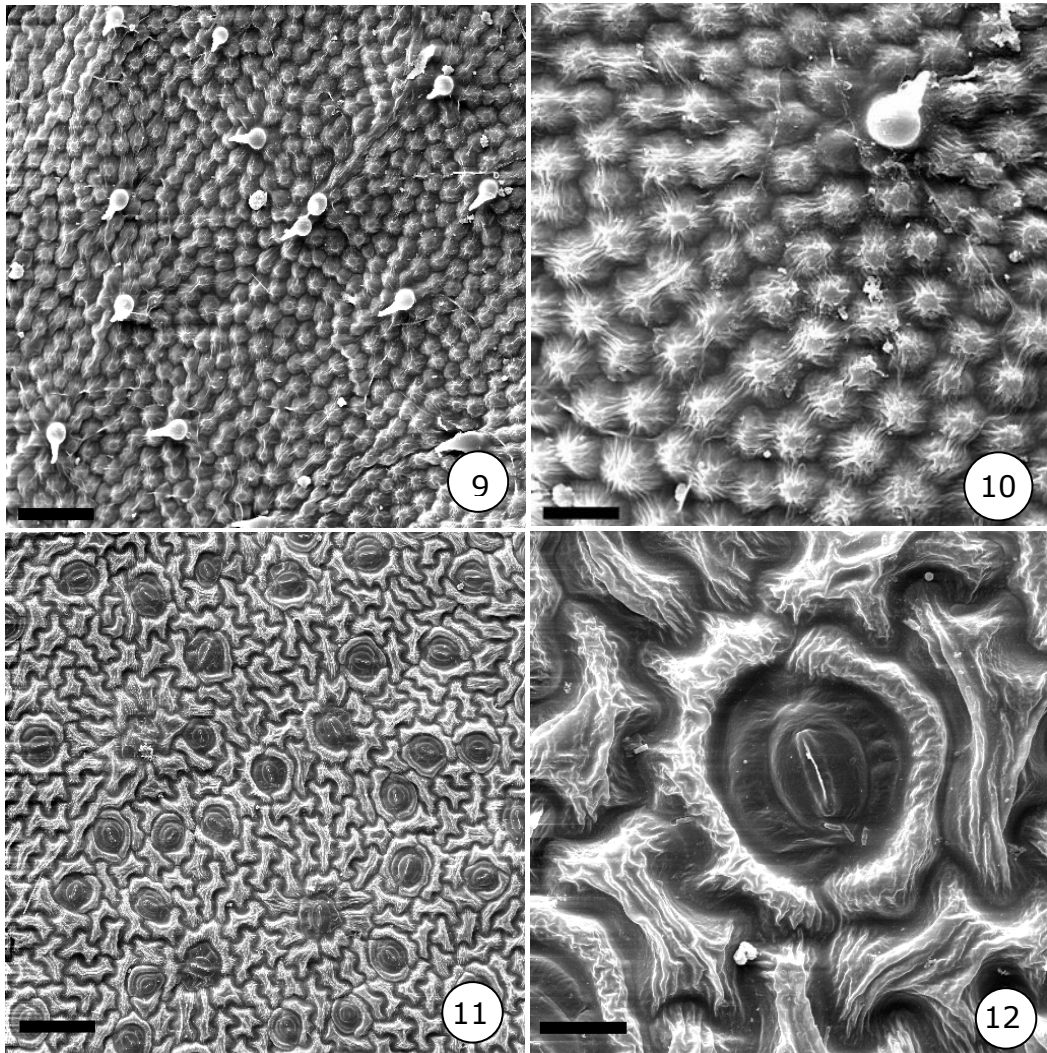
Idioblastos contendo cristais de oxalato de cálcio aparecem em forma de ráfides, estilóides e prismáticos, sendo comuns no pecíolo, na nervura central e no mesofilo foliar em ambas as espécies (figuras 19, 22).



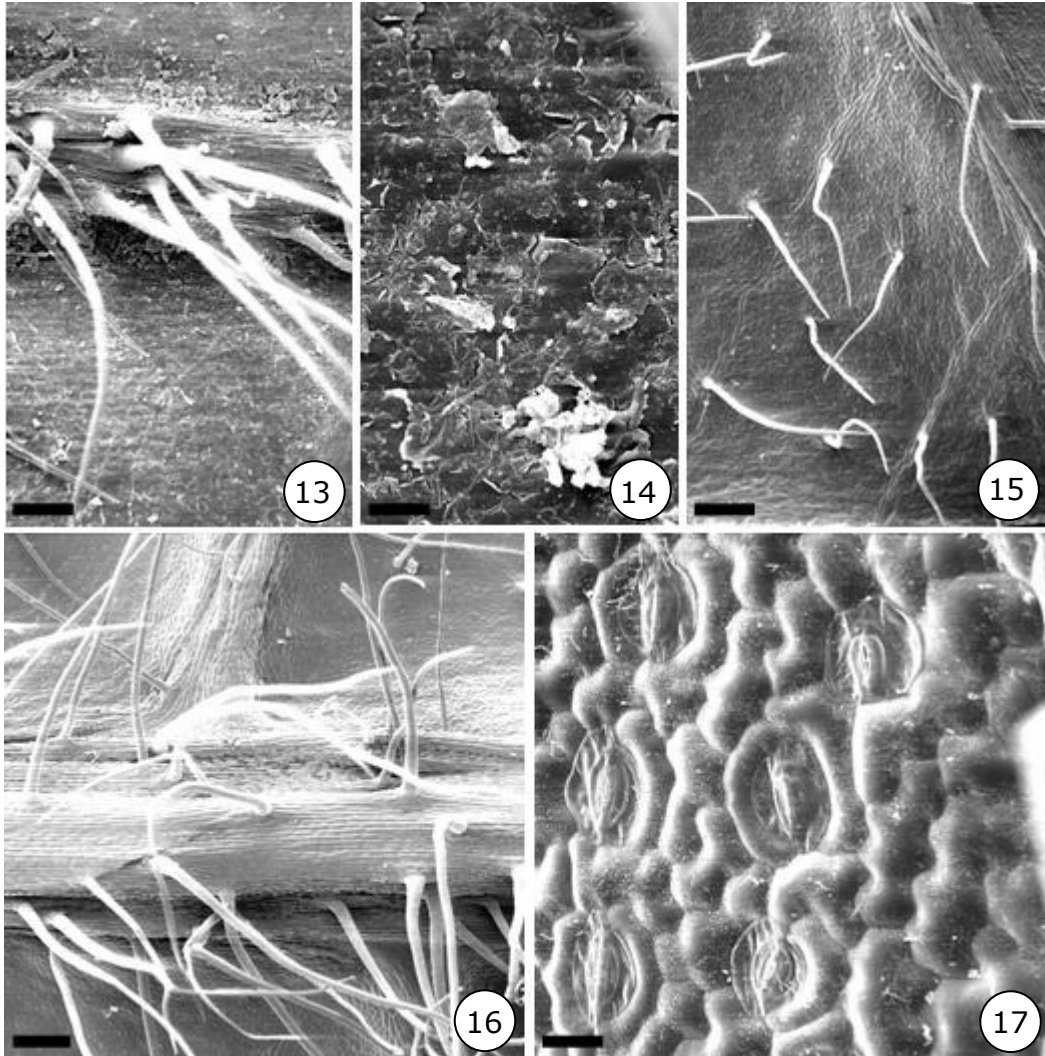
Figuras 1-2. *Psychotria trichophora*. 1. Estípula interpetiolar (seta). 2. Região intrapetiolar, mostrando a presença de uma bainha translúcida (seta). 3-4. *Psychotria hoffmannseggiana*. 3. Estípula interpetiolar (seta). 4. Região intrapetiolar, mostrando a ausência de bainha. Barras de escala = 3 mm (1), 1 mm (2-4).



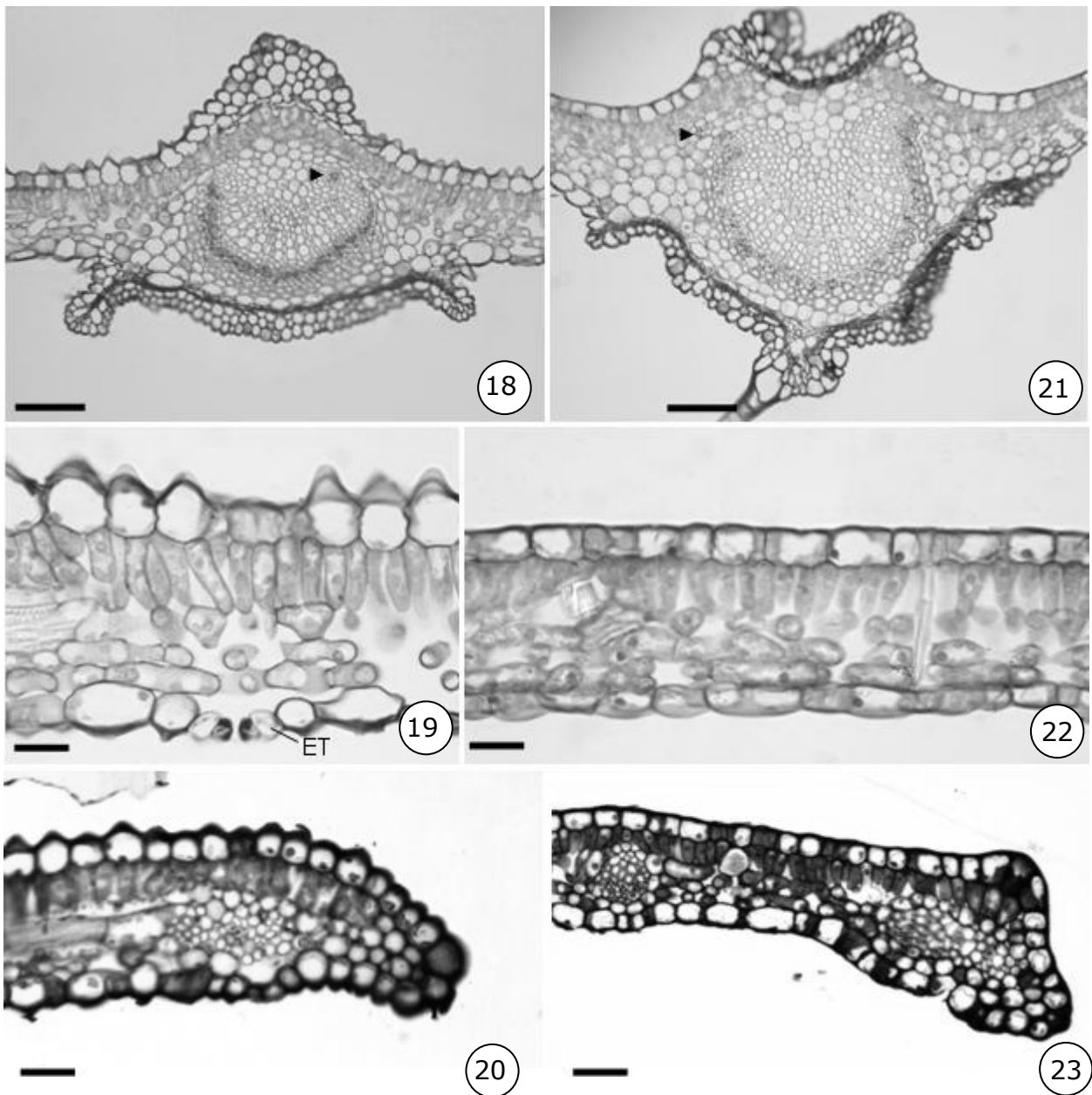
Figuras 5-8. Pecíolo. 5-6. *Psychotria hoffmannseggiana* (secções transversais). 5. Pecíolo, mostrando feixes laterais (seta). 6. Tecido vascular central do pecíolo. 9-10. *Psychotria trichophora* (secções transversais). 7. Pecíolo. 8. Tecido vascular central do pecíolo e feixes laterais. Barras de escala = 100 μm (5, 7), 25 μm (6, 8).



Figuras 9-12. Superfície foliar de *Psychotria hoffmannseggiana*. 9. Face adaxial, mostrando as papilas e tricomas unicelulares cônicos. 10. Face adaxial, destacando cutícula estriada. 11. Face abaxial. 12. Detalhe do estômato e da cutícula estriada. Barras de escala = 25 μm (9, 11), 10 μm (10), 5 μm (12).



Figuras 13-17. Superfície foliar de *Psychotria trichophora*. 13. Face adaxial, mostrando tricomas pluricelulares. 14. Face adaxial, evidenciando cera epicuticular em crosta. 15. Face abaxial com tricomas pluricelulares. 16. Nervura central na face abaxial com tricomas. 17. Face abaxial, destacando estômatos. Barras de escala = 200 μm (15, 16), 20 μm (13, 14, 17).



Figuras 18-23. Estrutura do limbo foliar. 18-20. *Psychotria hoffmannseggiana* (secções transversais). 18. Nervura central (seta aponta feixe acessório). 19. Lâmina foliar. 20. Bordo foliar. 21-23. *Psychotria trichophora* (secções transversais). 21. Nervura central, em detalhe o feixe acessório (seta). 22. Lâmina foliar. 23. Bordo foliar. ET: estômato. Barras de escala = 100 μ m (18, 21), 40 μ m (20, 23), 25 μ m (19, 22).

Discussão

A maioria das Rubiaceae apresenta folhas de formato mais ou menos elíptico com base cuneada e ápice agudo (Robbrecht 1988). As folhas das espécies estudadas são elípticas, com o ápice acuminado, sendo a base foliar de *P. hoffmannseggiana* decurrente e a de *P. trichophora* convexa. Apesar da macrofilia ser uma característica predominante nas Rubiaceae (Robbrecht

1988), alguns taxa apresentam folhas microfilas, assim como as espécies descritas nesse trabalho.

Segundo Robbrecht (1988), o padrão de venação mais comum em Rubiaceae é o broquidódromo. Esta característica foi observada em *P. hoffmannseggiana* e *P. trichophora* e em outras espécies estudadas de *Psychotria* como: *Psychotria nuda*, *Psychotria leiocarpa* (Vieira et al. 1992); *Psychotria tenuinervis*, *Psychotria stenocalix* (Gomes et al. 1995); *Psychotria carthaginensis* (Arias & Parrado 1996).

A presença de estípulas é uma das principais características vegetativas que distinguem as Rubiaceae das demais Asteridae (Robbrecht 1988). As estípulas, via de regra, são interpeciolares e raramente intrapeciolares. Podem ser livres ou concrecidas, com ápice inteiro, bífido, recortado ou fimbriado (Barroso et al. 1986). A condição considerada primitiva para a família é a presença de duas estípulas livres de cada lado do pecíolo (Robbrecht 1988). *P. hoffmannseggiana* e *P. trichophora* apresentam estípulas interpeciolares, concrecidas na base com o ápice bífido, características supostamente derivadas em Rubiaceae (Robbrecht 1988).

Uma característica singular ocorre em algumas espécies de Psychotrieae: a presença de uma bainha fina e translúcida recobrando o caule na região das estípulas (Robbrecht 1988). Essa estrutura ocorre em algumas espécies de *Psychotria* da América do Sul, incluindo *P. trichophora*.

O sistema vascular do pecíolo é uma característica distintiva bastante usada na taxonomia (Hare 1942). Em Rubiaceae, é sempre composto por tecido vascular central, acompanhado lateralmente por feixes acessórios (Metcalf & Chalk 1950). Existem variações na forma do tecido vascular central na família. Tecido vascular em forma de círculo foi observado por Nascimento et al. (1996) em *Bathysa stipulata*. Tecido em forma de arco foi relatado em: *Diodia radula* (Vieira 1986); *P. nuda*, *P. leicarpa* (Vieira et al. 1992); *P. tenuinervis*, *P. stenocalix* (Gomes et al. 1995); *Palicourea longepedunculata* (Pereira et al. 2003); espécies neotropicais de *Rondeletia* (Kocsis et al. 2005) e nas espécies estudadas nesse trabalho (tabela 1). O número de feixes acessórios é inconstante. Em *P. hoffmannseggiana* e *P. trichophora* o tecido vascular central é, invariavelmente acompanhado por dois feixes menores, característica também descrita para *P. nuda*, *P. leicarpa* (Vieira et al. 1992) e para *P. stenocalix* (Gomes et al. 1995) (tabela 1).

Adjacente ao floema do tecido vascular central do pecíolo de *P. trichophora*, foram observadas células parenquimáticas com paredes espessadas. De acordo com Esau (1974), o colênquima, propriamente dito, ocorre somente na região periférica do caule e da folha. A autora, recomenda que o termo parênquima colenquimatoso, seja empregado para células parenquimáticas com paredes espessadas associadas aos tecidos vasculares,

devido o desenvolvimento ser diferente do colênquima independente. Outras espécies de Rubiaceae também apresentam essa característica: *P. tenuinervis*, *P. stenocalix* (Gomes et al. 1995); *Rondeletia odorata*, *R. saxicola*, *R. alaternoides*, *R. portoricensis*, *R. lindeniana*, *R. monantha* e *R. areolata* (Kocsis et al. 2005).

A presença ou ausência de esclerênquima ao redor do feixe vascular principal do pecíolo é uma característica de importância taxonômica em nível específico nas Rubiaceae (Kocsis et al. 2005). Em *P. hoffmannseggiana* foram observadas camadas de fibras lignificadas envolvendo o feixe, assim como em *P. leiocarpa* (Vieira et al. 1992), *Bathysa stipulata* (Nascimento et al. 1996) e em algumas espécies de *Rondeletia* (Kocsis et al. 2005) (tabela 1).

Wilkinson (1979) afirmou que cera epicuticular pode fornecer informações importantes para a separação de taxa e de variedades. A cera de *P. hoffmannseggiana* é estriada, enquanto que em *P. trichophora* a cera forma crostas na face adaxial e na abaxial é lisa. As características da cera epicuticular das espécies estudadas auxiliam no processo de identificação devido à variação observada.

As células da face adaxial de *P. hoffmannseggiana* caracterizam-se pela presença de papilas, que também foram encontradas nas células da face abaxial de *P. leiocarpa* (Vieira et al. 1992), de *P. tenuinervis* e *P. stenocalix* (Gomes et al. 1995) e de *P. carthagenesis* (Arias & Parrado 1996).

Em contraste com outros grupos de Asteridae, as Rubiaceae possuem tricomas relativamente simples e presentes em menor diversidade (Robbrecht 1988). Segundo Metcalfe & Chalk (1950) os tricomas de Rubiaceae podem ser unicelulares, unisseriados ou raramente peltados. Foram observados tricomas unisseriados e pluricelulares em *P. trichophora*, *P. hoffmannseggiana*, *Diodia radula* (Vieira 1986), *Tocoyena bullata* (Vieira 1986, 1988) e *Bathysa stipulata* (Nascimento et al. 1996). Tricomas unicelulares foram descritos por Kocsis et al. (2005) em *Rondeletia* e observados na lâmina de *P. hoffmannseggiana* (tabela 2).

A estrutura dos tricomas pode variar amplamente em grupos maiores ou menores de plantas. Ainda assim, essa característica é bastante utilizada com finalidades taxonômicas (Esau 1974). Verdcourt (1958) examinou o indumento externo de espécies Rubiaceae de todas as tribos, e concluiu, que a estrutura do tricoma é um caráter secundário, salvo algumas exceções. Lorence & Dwyer (1988) afirmaram que o tipo, forma e distribuição dos tricomas são características importantes para a separação dos gêneros.

Estômatos do tipo paracítico ocorrem na face abaxial de *P. hoffmannseggiana* e de *P. trichophora*. Embora outros tipos estomáticos possam ocorrer em Rubiaceae, este tipo é o mais comum (Accorsi 1947, 1948) (tabela 2). A posição do estômato em relação às outras células epidérmicas

varia dentro da família. Em *Ladenbergia lambertiana*, os estômatos inserem-se abaixo do nível da epiderme e em *Pagamea coriacea* os estômatos geralmente aos pares, localizam-se em pequenas criptas (Accorsi 1948). Nas espécies estudadas os estômatos estão inseridos no mesmo nível das demais células epidérmicas.

A maioria dos membros de Rubiaceae possui folhas dorsiventrais (Metcalf & Chalk 1950) (tabela 2). O número de camadas do parênquima paliçádico é considerado uma característica importante para a taxonomia do grupo (Metcalf & Chalk 1979). As espécies aqui estudadas apresentam uma camada de parênquima paliçádico. Vale lembrar que, na região da nervura central de *P. trichophora* a camada paliçádica sofre uma interrupção, característica que a diferencia de *P. hoffmannseggiana*.

É comum a ocorrência de cristais de oxalato de cálcio em todos os órgãos das Rubiaceae (Robbrecht 1988). O primeiro estudo detalhado sobre essa característica foi realizado por Solereder (1893), que examinou a presença e a composição dos cristais em 200 gêneros de Rubiaceae. O autor demonstrou que a distribuição de cristais dos tipos drusa, estilóide e areia, não tem relação com a delimitação de tribos e gêneros da família. Por outro lado, a presença de ráfides está limitada a alguns grupos; Hedyotideae, Hamelieae, Knoxieae, Morindeae, Coussareeae, Psychotrieae, Paederieae, Anthospermae, Spermaceae e Rubieae. As folhas das espécies estudadas apresentaram ráfides, estilóides e cristais prismáticos em todas as regiões da folha (tabela1).

Compostos fenólicos não foram detectados nas folhas de *P. hoffmannseggiana* e *P. trichophora*, apesar dessas substâncias serem comuns em Rubiaceae e a sua presença ser considerada uma característica com valor taxonômico, segundo Robbrecht (1988).

Tabela 1. Características anatômicas encontradas no pecíolo das espécies estudadas em comparação com outras Rubiaceae. (+ = presença; - = ausência; ? = sem informação na literatura; ab = face abaxial; ad = face adaxial; EC = extremidades curvadas)

Espécies	Forma	Epiderme		CórTEX Colênquima	Sistema vascular			Cristais
		Tricoma	Forma das células		Forma	Feixes acessórios	Bainha de fibras	
RUBIOIDEAE								
Psychotrieae								
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i>	circular	unisseriado pluricelular	isodiamétrica	anelar	arco	2	+	ráfide, estilóide e prismático
<i>Psychotria trichophora</i>	circular	-	isodiamétrica	anelar	arco - EC	2	-	ráfide, estilóide e prismático
<i>Psychotria leiocarpa</i> *3	côncavo(ad)/convexo(ab)	-	?	angular	arco	2	+	-
<i>Psychotria nuda</i> *3	plano(ad)/convexo(ab)	-	?	angular	arco - EC	2	ab	-
<i>Psychotria stenocalix</i> *5	circular	-	?	angular	arco	2	-	ráfide e prismático
<i>Psychotria tenuinervis</i> *5	circular	-	?	angular	arco	-	-	ráfide e prismático
<i>Palicourea longepedunculata</i> *7	circular	unicelular	?	angular	arco	2	-	?
Spermacoceae								
<i>Diodia radula</i> *1	côncavo(ad)/convexo(ab)	unisseriado uni/pluricelular	?	angular	arco	6	-	ráfide e drusa
CINCHONOIDEAE								
Rondeletieae								
<i>Bathysa stipulata</i> *6	circular	-	?	angular	circular	6 a 9	+	areia cristalina
<i>Rondeletia odorata</i> *8	semicilíndrico	unisseriado uni/pluricelular	isodiamétrica	-	arco	2	+	areia cristalina
<i>Rondeletia saxicola</i> *8	circular	unisseriado uni/pluricelular	isodiamétrica	-	arco	-	+	areia cristalina
<i>Rondeletia nipensis</i> *8	ovado	unisseriado uni/pluricelular	isodiamétrica	-	arco	2	-	areia cristalina
<i>Rondeletia alaternoides</i> *8	sulcado	-	retangular	-	arco	-	+	areia

<i>Rondeletia filisepala</i> *8	semicilíndrico	-	isodiamétrica	-	arco	2	-	crystalina areia
<i>Rondeletia portoricensis</i> *8	irregular	unisseriado uni/pluricelular	isodiamétrica	-	arco	2	+	crystalina areia
<i>Rondeletia lindeniana</i> *8	ovado	unisseriado uni pluricelular	isodiamétrica	-	arco	2	+	crystalina areia
<i>Rondeletia monantha</i> *8	semicilíndrico	unisseriado uni/pluricelular	isodiamétrica	-	arco	4	+	crystalina areia
<i>Rondeletia areolata</i> *8	sulcado	unisseriado uni/pluricelular	isodiamétrica	-	arco	2	+	crystalina areia
<i>Rondeletia apiculata</i> *8	circular	unisseriado uni/pluricelular	isodiamétrica	-	arco	2	-	crystalina areia crystalina
IXOROIDEAE								
Gardeniinae								
<i>Tocoyena bullata</i> *2	circular	-	?	angular	arco - EC	2/3/4	+	drusa

*1 Vieira (1986); *2 Vieira (1986/88); *3 Vieira et al. (1992); *5 Gomes et al. (1995); *6 Nascimento et al. (1996); *7 Pereira et al. (2003); *8 Kocsis et al. (2005).

Tabela 2. Características anatômicas encontradas na lâmina foliar das espécies estudadas em comparação com outras Rubiaceae. (* = nível dos estômatos em relação às células epidérmicas; + = presença; - = ausência; ? = sem informação na literatura; ab = face abaxial; ad = face adaxial)

Espécies	Epiderme			Estômato		Face	Mesofilo	Bordo	Cristais
	Tricoma	Número de camadas	Papila	Tipo	Nível*		Organização	Composição	
RUBIOIDEAE									
Psychotrieae									
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i>	unicelular cônico/ unisseriado pluricelular	unisseriada	ab	paracítico	mesmo	ab	dorsiventral	parênquima aclorofilado	ráfide, estilóide e prismático
<i>Psychotria trichophora</i>	unisseriado pluricelular	unisseriada	-	paracítico	mesmo	ab	dorsiventral	mesofiliana	ráfide, estilóide e prismático
<i>Psychotria leiocarpa</i> *3	-	unisseriada	ab	paralelocítico	mesmo	ab	dorsiventral	mesofiliana	ráfide, estilóide e prismático
<i>Psychotria nuda</i> *3	-	ocasionalmente bisseriada	ab	paralelocítico	mesmo	ab	dorsiventral	colênquima	ráfide, estilóide e prismático
<i>Psychotria stenocalix</i> *5	-	ocasionalmente bisseriada	ab	paracítico/ paralelocítico	mesmo	ab	dorsiventral	colênquima	ráfide, estilóide e prismático
<i>Psychotria tenuinervis</i> *5	-	ocasionalmente bisseriada	ab	paracítico/ paralelocítico	mesmo	ab	dorsiventral	colênquima	ráfide, estilóide e prismático
<i>Palicourea longepedunculata</i> *7	-	unisseriada	ad/ab	paracítico	mesmo	ab	dorsiventral	colênquima	ráfide
Spermacoceae									
<i>Diodia radula</i> *1	unisseriado uni/ pluricelular	unisseriada	ao redor dos tricomas	paracítico	?	ad/ab	dorsiventral	mesofiliana	drusa
Rubieae									
<i>Relbunium mazocarpum</i> *4	-	unisseriada	ad	paracítico/ paralelocítico	mesmo/ acima	ab	dorsiventral	?	ráfide
<i>Relbunium humile</i> *4	-	uniestratificada	ad	paracítico/ paralelocítico	mesmo/ mesmo	ab	dorsiventral	?	ráfide

<i>Relbunium catarinense</i> *4	-	uniestratificada	ad	paralelocítico paracítico/ paralelocítico	acima mesmo	ab	dorsiventral	?	ráfide
CINCHONOIDEAE									
Rondeletieae									
<i>Bathysa stipulata</i> *6	unisseriado pluricelular	unisseriada	-	paracítico/ paralelocítico	mesmo	ab	dorsiventral	parênquima aclorofilado	-
<i>Rondeletia odorata</i> *8	Unicelular	unisseriada	-	paracítico/ hemiparacítico	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
<i>Rondeletia saxicola</i> *8	-	unisseriada	-	anomocítico	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
<i>Rondeletia nipensis</i> *8	Unicelular	unisseriada	-	paracítico/ anisoparacítico	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
<i>Rondeletia alaternoides</i> *8	-	unisseriada	-	anisoparacítico	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
<i>Rondeletia filisepala</i> *8	-	unisseriada	-	paracítico/ anisoparacítico	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
<i>Rondeletia portoricensis</i> *8	Unicelular	unisseriada	-	paracítico	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
<i>Rondeletia lindeniana</i> *8	Unicelular	unisseriada	-	anomocítico/ anisoparacítico/ hemiparacítico	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
<i>Rondeletia monantha</i> *8	-	unisseriada	-	paracítico/ anisoparacítico	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
<i>Rondeletia areolata</i> *8	Unicelular	unisseriada	-	anomocítico/ hemiparacítico	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
<i>Rondeletia apiculata</i> *8	Unicelular	unisseriada	-	não visível	?	ab	dorsiventral	?	areia cristalina
IXOROIDEAE									
Gardeniinae									
<i>Tocoyena bullata</i> *2	unisseriado uni /pluricelular	unisseriada	-	paracítico	?	ab	dorsiventral	parênquima aclorofilado	drusa

*1 Vieira (1986); *2 Vieira (1986/88); *3 Vieira et al. (1992); *4 Nunes et al. (1994); *5 Gomes et al. (1995); *6 Nascimento et al. (1996); *7 Pereira et al. (2003); *8 Kocsis et al. (2005).

Tabela 3. Características anatômicas encontradas na nervura central das espécies estudadas em comparação com outras Rubiaceae. (+ = presença; - = ausência; ? = sem informação na literatura; ab = face abaxial; ad = face adaxial).

Espécies	Forma	Face adaxial		Córtex		Sistema Vascular		
		Parênquima paliçádico	Projeções	Colênquima	Células colapsadas	Forma	Feixes acessórios	Bainha de fibras
RUBIOIDEAE								
Psychotrieae								
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i>	côncava	+	+	anelar	+	arco	1	+
<i>Psychotria trichophora</i>	convexa	+	-	anelar	+	arco	1	+
<i>Psychotria leiocarpa</i> *3	convexa	?	-	angular	-	arco	-	+
<i>Psychotria nuda</i> *3	convexa	?	-	angular	-	arco	4	+
<i>Psychotria stenocalix</i> *5	convexa	+	-	angular	-	arco	-	+
<i>Psychotria tenuinervis</i> *5	plana	-	-	angular	-	arco	-	ab
<i>Palicourea longepedunculata</i> *7	convexa	?	-	angular	-	arco	-	ab
Spermacoceae								
<i>Diodia radula</i> *1	côncava	?	-	angular	-	arco	-	-
Rubieae								
<i>Relbunium mazocarpum</i> *4	?	?	?	angular	?	?	?	-
<i>Relbunium humile</i> *4	?	?	?	-	?	?	?	-
<i>Relbunium catarinense</i> *4	?	?	?	angular	?	?	?	-
CINCHONOIDEAE								
Rondeletieae								
<i>Bathysa stipulata</i> *6	plana	?	-	angular	-	círculo	4/5	ab
<i>Rondeletia odorata</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	+
<i>Rondeletia saxicola</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	+
<i>Rondeletia nipensis</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	-
<i>Rondeletia alaternoides</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	+
<i>Rondeletia filisepala</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	+
<i>Rondeletia portoricensis</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	+
<i>Rondeletia lindeniana</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	+
<i>Rondeletia monantha</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	+
<i>Rondeletia areolata</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	+
<i>Rondeletia apiculata</i> *8	?	?	?	?	-	arco	?	-

*1 Vieira (1986); *2 Vieira (1986/88); *3 Vieira et al. (1992); *5 Gomes et al. (1995); *6 Nascimento et al. (1996); *7 Pereira et al. (2003); *8 Kocsis et al. (2005).

Referências Bibliográficas

- ACCORSI, W.R. Ocorrência das células anexas dos estômatos na família Rubiaceae. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", v.4, p.421-436, 1947.
- ACCORSI, W.R. Características morfológicas, anatômicas e citológicas da epiderme inferior da folha das Rubiaceae. Lilloa, v.16, p.5-59, 1948.
- ARIAS, M.E., PARRADO, M.F. Estudio morfoanatômico de hoja y fruto de *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Rubiaceae). Parodiana, v.9, n.1-2, p.19-24, 1996.
- BARROS, M.A.A. Ocorrência de domácias na família Rubiaceae. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", v.16, p.331-337, 1959.
- BARROSO, G.M., GUIMARÃES, E.F. ICHASO, C.L.F., COSTA, C.G., PEIXOTO, A.L., LIMA H.C. Rubiaceae. In: Sistemática de Angiospermas do Brasil, v.3. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- BARTHLOTT, W., NEINHUS, C., CUTTER, D.F., DITSCH, F., MEUSEL, I., TEISEN, I., WILHELMI I. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. Botanical Journal of the Linnean Society, v.126, p.237-260, 1998.
- BREMER, B. Combined and separate analyses of morphological and molecular data in the plant family Rubiaceae. Cladistics, v.12, p.21-40, 1995.
- BREMER, B., JANSEN, R.K. Comparative restriction site mapping of the chloroplast DNA implies new phylogenetic relationships within the Rubiaceae. American Journal of Botany, v.78, p.198-213, 1991.
- ESAU, K. Anatomia de plantas com sementes. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1974.
- GOMES, D.M.S., MANTOVANI, A., VIEIRA, R.C. Anatomia foliar de *Psychotria tenuinervis* Muell. Arg. e *Psychotria stenocalix* Muell. Arg. Arquivos de Biologia e tecnologia, v.38, n.1, p.15-33, 1995.
- HARE, C.L. On the taxonomic value of the anatomical structure of the vegetative organs of the dicotyledons. 5. The anatomy of the petiole and its taxonomic value. Proceedings of the Linnean Society of London, v.155, p.223-229, 1942.
- JENSEN, W.A. Botanical Histochemistry: principles and practice. San Francisco: W. H. Freeman, 1962.
- JOHANSEN, D.A. Plant Microtechnique. New York: McGraw-Hill Book, 1940.
- KOCSIS, M., DARÓK, J., BORHIDI, A. Comparative leaf anatomy and morphology of some neotropical *Rondeletia* species. Plant Systematics and Evolution, v.248, p.205-218, 2004.
- KRAUSS, J.E., ARDUIN, M. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro: EDUR, 1997.
- LEAF ARCHITECTURE WORKING GROUP. Manual of leaf architecture: morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous Angiosperms. Washington: Smithsonian Institution, 1999.
- LORENCE, D.H., DWYER, J.D. A revision on *Deppea* (Rubiaceae). Allertonia, v.24, n.4, p.389-436, 1988.
- MABBERLEY, D.J. The plant-book: a portable dictionary of the vascular plants. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- METCALFE, C.R., CHALK, L. Anatomy of Dicotyledons: leaves, stems and wood in relation to taxonomy with notes on economics uses. Oxford: Clarendon Press, 1950.
- NASCIMENTO, M.V.O., GOMES, D.M.S., VIEIRA, P.L.D. Anatomia foliar de *Bathysia stipulata* (Vell.) Presl. (Rubiaceae). Revista Unimar, v.18, n.2, p.387-401, 1996.

- NEPOKROEFF, M., BREMER, B., SYTSMA, K.J. Reorganization of the genus *Psychotria* and tribe Psychotrieae (Rubiaceae) inferred from ITS and rbcL sequence data. *Systematic Botany*, v.24, n.1, p.5-27, 1999.
- NUNES, E.C.M., MARIATH, J.E.A., OLIVEIRA, P.L. Morfologia e anatomia da folha de espécies da secção III (sensu Ehrendorfer) do gênero *Relbunium* (Rubiaceae - Rubiaceae). *Iheringia*, v.44, p.113-149, 1994.
- O'BRIEN, T.P., FEDER, N., McCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma*, v.59, p.368-73, 1964.
- PEREIRA, Z.V., MEIRA, R.M.S.A., AZEVEDO, A.A. Morfoanatomia de *Palicourea longepedunculata* Gardiner (Rubiaceae). *Revista Árvore*, v.27, n.6, p.759-767, 2003.
- RADFORD, A.E., DICKISON, C.W., MASSEY, G.R., BELL, C.R. Vascular plant systematics. New York: Harper and Row, 1974.
- ROBARDS, A.W. An introduction to techniques for scanning electron microscopy of plant cells. In *Electron microscopy and cytochemistry of plant cells* (HALL J.L. ed.), New York: Elsevier, 1978.
- ROBBRECHT, E. Tropical woody Rubiaceae. *Opera Botanica Belgica*, v.1, p.1-271, 1988.
- SASS, J.E. *Botanical Microtechnique*. 3.ed. Iowa: State Press, 1951.
- SOLEREDER, H. Ein Beitrag zur anatomischen Charakteristik und zur Systematik der Rubiaceen. *Bull. Herb. Bossier*, v.1, p.167-183, 1893.
- SOLEREDER, H. *Systematic anatomy of the Dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press, 1908.
- TAYLOR, C.M. Rubiaceae. In: *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo* (MELHEM, T.S., WANDERLEY, M.G.L., MARTINS, S.E., JUNG-MENDAÇOLLI, S.L., SHEPHERD, G.J., KIRIZAWA, M. eds.). São Paulo: Fapesp, 2007.
- VERDCOURT, B. Remarks on the classification of Rubiaceae. *Bulletin du Jardin Botanique de l'Etat a Bruxelles*, v.28, p.209-281, 1958.
- VIEIRA, R.C. *Diodia radula* (Willd. Et Hoffm.) Cham. Et Schlecht. (Rubiaceae). Anatomia foliar. *Revista Brasileira de Biologia*, v.46, n.3, p.667-674, 1986.
- VIEIRA, R.C. *Tocoyena bullata* (Vell.) Mart. (Rubiaceae). Anatomia foliar. *Rodriguésia*, v.64/66, n.38-40, p.33-39, 1986/1988.
- VIEIRA, R.C., GOMES, D.M.S., FERRAZ, C.L.A. Anatomia foliar de *Psychotria nuda* Wawra e *Psychotria leiocarpa* Mart. (Rubiaceae). *Hoehnea*, v.19, n.1/2, p.185-195, 1992.
- WILKINSON, H.P. The plant surface (mainly leaf). In: *Anatomy of the dicotyledons*. (METCALFE, C.R., CHALK, L. eds.), Oxford: New York Clarendon Press p.97-165, 1979.



Naturalia – eISSN:2177-0727 - ISSN: 0101-1944 - UNESP, Rio Claro, SP, Brasil
 Licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)