

Anatomia foliar de *Maytenus* Mol. emend Mol. (Celastraceae), ocorrente no Estado do Rio de Janeiro, Brasil¹

Ana Joffily^{2,3} e Ricardo Cardoso Vieira²

Recebido em 08/06/2004. Aceito em 07/01/2005

RESUMO – (Anatomia foliar de *Maytenus* Mol. emend Mol. (Celastraceae), ocorrente no Estado do Rio de Janeiro, Brasil). Este trabalho aborda o estudo anatômico de cinco espécies do gênero *Maytenus* Mol. emend Mol. (Celastraceae). O gênero é o maior da família, e está representado no Brasil por aproximadamente 80 espécies. *Maytenus* é um gênero polifilético, necessitando de trabalhos adicionais para nova circunscrição. *Maytenus ardisiaefolia* Reiss., *M. brasiliensis* Mart., *M. cestrifolia* Reiss., *M. communis* Reiss. e *M. obtusifolia* Mart. são de difícil identificação, devido à semelhança dos verticilos reprodutivos, e pela variação na forma e no tamanho das folhas. As estruturas anatômicas observadas nas diversas partes da folha mostraram-se muito semelhantes nas espécies estudadas, sendo de valor taxonômico e de provável importância filogenética para o gênero *Maytenus*. A organização da epiderme e estratos subepidérmicos em *M. obtusifolia* demonstrou ser caráter diagnóstico importante na comparação com *M. ardisiaefolia*, e a ocorrência de cristais aciculares nas células epidérmicas de *M. communis* e de *M. ardisiaefolia*, que as separam de *M. cestrifolia*, que não apresenta cristais, apontaram a anatomia como importante ferramenta a ser explorada nos estudos taxonômicos das demais espécies do gênero. A observação e descrição das verrugas suberosas na epiderme da lâmina foliar poderá contribuir para a taxonomia das Celastraceae.

Palavras-chave: Celastraceae, *Maytenus*, anatomia foliar, verrugas suberosas

ABSTRACT – (Leaf anatomy of the *Maytenus* Mol. emend Mol. (Celastraceae) in Rio de Janeiro State, Brazil). This paper describes anatomical approaches to study the Genus *Maytenus* Mol. Emnd. Mol. (Celastraceae). The genus is the largest in the family Celastraceae, and in Brazil is represented by approximately 80 species. *Maytenus* is a polyphyletic genus and additional research is required to better understand its taxonomy. *Maytenus ardisiaefolia* Reiss., *M. brasiliensis* Mart., *M. cestrifolia* Reiss., *M. communis* Reiss. and *M. obtusifolia* Mart. are difficult to identify because of similarities in their reproductive structures and variations in the size and shape of their leaves. The anatomical structures observed within various parts of the leaves were similar in all the species studied and, as such, are of taxonomic and probably phylogenetic value for the genus *Maytenus*. The organisation of the epidermis and subepidermal layers in *M. obtusifolia* proved to be an important diagnostic character in comparison with *M. ardisiaefolia*. Similarly, the occurrence of acicular crystals in epidermal cells of *M. communis* and *M. ardisiaefolia* separates *M. cestrifolia* where crystals were not seen. These results highlight the role of anatomy as an important tool to be exploited in taxonomic studies of other species within the genus *Maytenus*. The observation and description of cork warts in the epidermis of the leaf blade could contribute to Celastraceae taxonomy.

Key words: Celastraceae, *Maytenus*, leaf anatomy, cork wart

Introdução

O gênero *Maytenus* é o maior da família Celastraceae e está inserido na subfamília Celastroideae. Atualmente são reconhecidas cerca de 80 espécies distribuídas por todo território brasileiro (Carvalho-Okano 2005). No gênero os órgãos vegetativos são historicamente os principais caracteres utilizados na taxonomia por Reissek (1861), Loesener (1942), Handro (1968), Sebsebe (1985), Carvalho-Okano (2005; 1998), Pirani & Carvalho-Okano (1999), uma vez que as flores apresentam características mais

conservativas e úteis na determinação dos táxons superiores, tais como o reconhecimento de famílias e mesmo de gêneros, porém apresentam-se inconsistentes para as categorias infragenéricas (Cronquist 1988).

Maytenus ardisiaefolia Reiss., *M. brasiliensis* Mart., *M. cestrifolia* Reiss., *M. communis* Reiss. e *M. obtusifolia* Mart. são espécies de difícil circunscrição, acarretando freqüentes identificações dúbias. Estes são os únicos representantes brasileiros do gênero que possuem um conjunto de características em comum: ramos glabros, não lenticelados, cilíndricos

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro Autor

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Centro de Ciências da Saúde, Bloco A, Laboratório de Morfologia Vegetal, Av. Brigadeiro Trompowsky s.n., CEP 21941-590, Ilha do Fundão, RJ, Brasil

³ Autor para correspondência: anajoffily@hotmail.com.br

à achatados, às vezes com projeções aliformes e folhas inermes glabras de bordo inteiro ou raramente crenados no terço superior. Entretanto foram colocadas em diferentes seções por Loesener (1942), que utilizou para distingui-las o tamanho e o número de flores da inflorescência, o tamanho e a consistência do limbo foliar. Contudo, estes caracteres ainda se mostram variados e graduais, fazendo com que os limites específicos sejam tênues e imprecisos, uma vez que as características florais destas espécies apresentam-se muito semelhantes e as folhas têm-se mostrado insuficientes quando utilizadas isoladamente para quase todos os gêneros da família (Hou 1955).

Ressalta-se ainda que os estudos taxonômicos em *Maytenus* basearam-se até agora, principalmente, em espécimes herborizados, em que muitos caracteres se perdem ou são danificados. Este fato acentua ainda mais a sobreposição das características utilizadas na definição das espécies, dificultando a identificação das mesmas e muitas vezes mostrando-se insatisfatório para a identificação do material fresco.

Os tradicionais métodos de estudo de plantas herborizadas, cuja morfologia externa é utilizada como principal ferramenta para a delimitação dos táxons, são muitas vezes responsáveis por inúmeros problemas taxonômicos não solucionados (Metcalf & Chalk 1979), principalmente porque estes caracteres são mais acessíveis, tornando-se fonte de dados para o reconhecimento das espécies e para a análise de suas relações evolutivas.

Embora não sejam tão acessíveis quanto à morfologia externa, a pesquisa moderna tem dedicado boa parte de seus estudos em busca de novos caracteres para auxiliar na taxonomia (Mayr 1989). Outras fontes de análise têm-se mostrado de extrema importância nessas relações, tais como a anatomia, os marcadores moleculares, a ecologia, a biologia reprodutiva e a de polinização, assim como a biogeografia e outras (Judd *et al.* 1999).

A comparação anatômica tem provado ser útil em alguns dos mais difíceis estudos taxonômicos (Carlquist 1961), porém é necessário entender a variação dos caracteres dentro de um indivíduo, espécie ou grupo de táxons relacionados, que podem ser qualitativos ou quantitativos. As folhas são órgãos altamente variáveis e a variação pode ser específica para espécies, gênero ou famílias. Numerosos caracteres anatômicos dentro da folha, como características da epiderme, inclusões minerais e estruturas secretoras têm provado ser de valor sistemático em diferentes linhagens (Dickison 2000).

Poucos trabalhos utilizando anatomia foram realizados como subsídio à taxonomia da subfamília Celastreoideae, estando essa apenas retratada nos trabalhos de Solereder (1908), den Hartog & Baas (1978) e Metcalfe & Chalk (1979). Escassos foram os trabalhos que trataram a anatomia de *Maytenus* individualmente. Sebsebe (1985) ao revisar as espécies de *Maytenus* do Noroeste da África e Ásia tropical, apresentou a anatomia do pecíolo de seis espécies. Ciqiu *et al.* (1986) estudaram a anatomia de 17 espécies e uma variedade da Ásia. Müller (1995) analisou a anatomia de uma espécie e uma variedade da Nova Caledônia (Pacífico) e van Wyk & Archer (1987) estudaram a anatomia foliar de uma espécie africana.

Estudos anatômicos para as espécies brasileiras de *Maytenus* são raros, sendo apenas conhecidas as contribuições de Machado (1945) e P.M. Mendonça (dados não publicados). Na sua totalidade, os trabalhos existentes são de cunho fitoquímico, estando, principalmente, direcionados para *M. ilicifolia* Mart. ex. Reiss., *M. aquifolium* Mart. e *M. robusta* Reiss. (Niero *et al.* 2001; Leite *et al.* 2001; Mossi *et al.* 2004).

A análise anatômica realizada nas folhas das espécies *Maytenus ardisiaefolia*, *M. brasiliensis*, *M. cestriifolia*, *M. communis* e *M. obtusifolia* objetivam reconhecer um padrão da anatomia foliar, com intuito de contribuir com a taxonomia das espécies.

Material e métodos

As folhas completamente expandidas foram coletadas no 5-7 nó e fixadas em FPA (Ruzin 1999), desidratadas em série etílica, emblocadas em parafina (Sass 1951). Os cortes (11-13 μm espess.), no plano transversal, foram obtidos com auxílio de micrótomo rotativo e corados com Azul de Astra – Fucsina básica (Roeser 1962). Os cortes seriados foram realizados em toda a extensão do pecíolo e na nervura principal, região intercostal e bordo do terço mediano da lâmina foliar.

A epiderme foi dissociada pelo método de Jeffrey (Johansen 1940). A determinação do número de estômatos por unidade de área (mm^2) foi realizada pela projeção de um campo correspondente a um quadrado de 1 mm lado, calculando se a média aritmética de 30 campos. A classificação dos tipos de estômatos seguiu den Hartog & Baas (1978).

Para alguns testes histoquímicos, utilizou-se cortes à mão livre de material recém-coletado, que posteriormente foram submetidos aos reagentes específicos. Assim, a cutícula e paredes suberizadas

foram reconhecidas pelo Sudan IV, o amido pelo lugol (Johansen 1940) e a lignina pela floroglucina (Speer 1987). As substâncias fenólicas foram identificadas com os testes de cloreto férrico 10% com carbonato de sódio (Johansen 1940). Os cristais de oxalato de cálcio foram reconhecidos pela solubilidade em ácido clorídrico (Strasburger 1893).

A confecção dos desenhos foi realizada com auxílio de câmara-clara acoplada ao microscópio binocular ZEISS, sendo as escalas projetadas com a mesma combinação ótica. As fotomicrografias foram obtidas em um microscópio III da marca ZEISS.

Para as observações da rede de nervuras, as folhas foram diafanizadas de acordo com as recomendações de Strittmater (1973) e o padrão de venação foi classificado segundo Hickey (1974). Na descrição da morfologia da lâmina foliar utilizou-se o trabalho de Rizzini (1960/1961). Para diferenciar a forma da base e do ápice foi empregado o ângulo de abertura, sendo utilizada a nomenclatura obtusa ($\geq 90^\circ$), aguda ($> 60^\circ < 90^\circ$) e acuminada ($\leq 60^\circ$).

Material examinado: *Maytenus ardisiaefolia* – **BRASIL. Rio de Janeiro:** Parque Nacional da Tijuca, caminho para a Cachoeira das Almas, 21/X/2000, fl., *A. Joffily 16* (R); idem, 21/X/2000, fl., *A. Joffily 17* (RFA); idem, 21/X/2000, fl., *A. Joffily 18* (RFA). *Maytenus brasiliensis* – Magé, estrada do Matão, 170 msm, 12/II/2001, fr., *A. Quinet 24/71* (RFA). Rio de Janeiro, Horto do JBRJ, 5/VII/2001, fr., *R. Marquete 3023* (RB). *Maytenus cestrifolia* – Rio de Janeiro, estrada da Vista Chinesa, Reserva Florestal da FEEMA, 10/I/2001, fl., *A. Joffily 21* (R); idem, 10/I/2001, fl., *A. Joffily 22* (RFA). *Maytenus communis* – Rio de Janeiro, Parque Nacional da Tijuca, caminho para a Cachoeira das Almas, 21/X/2000, fl., *A. Joffily 20* (R), idem, 13/VIII/2001, fl., *A. Joffily 30* (RFA); Pedra do Marinheiro, 1/VIII/2001, fr., *A. Joffily 28* (RB). *Maytenus obtusifolia* – Campos dos Goitacazes, Restinga de Iquipari, 13/XI/1999, *A. Joffily 15 et C.H.R. de Paula* (RB). Rio de Janeiro, APA de Grumari, início da restinga, 18/XII/1997, fr., *J.M.A. Braga 4545 et al.* (RUSU); idem, 17/XI/2000, fr., *J.M.A. Braga 6460 et al.* (R, RB).

Resultados

Morfologia externa – As folhas são glabras e de filotaxia alterna. As formas da lâmina foliar das espécies variam de oblongo-lanceoladas à lanceoladas (Fig. 1a-c; 2). Contudo em *M. obtusifolia* podem ser obovada,

orbicular, a oblongo-lanceolada (Fig. 1d-f). A base apresenta forma aguda para todas as espécies (Fig. 1a-d; 2), exceto em *M. obtusifolia* que ocorre a predominância da forma obtusa (Fig. 1e-f).

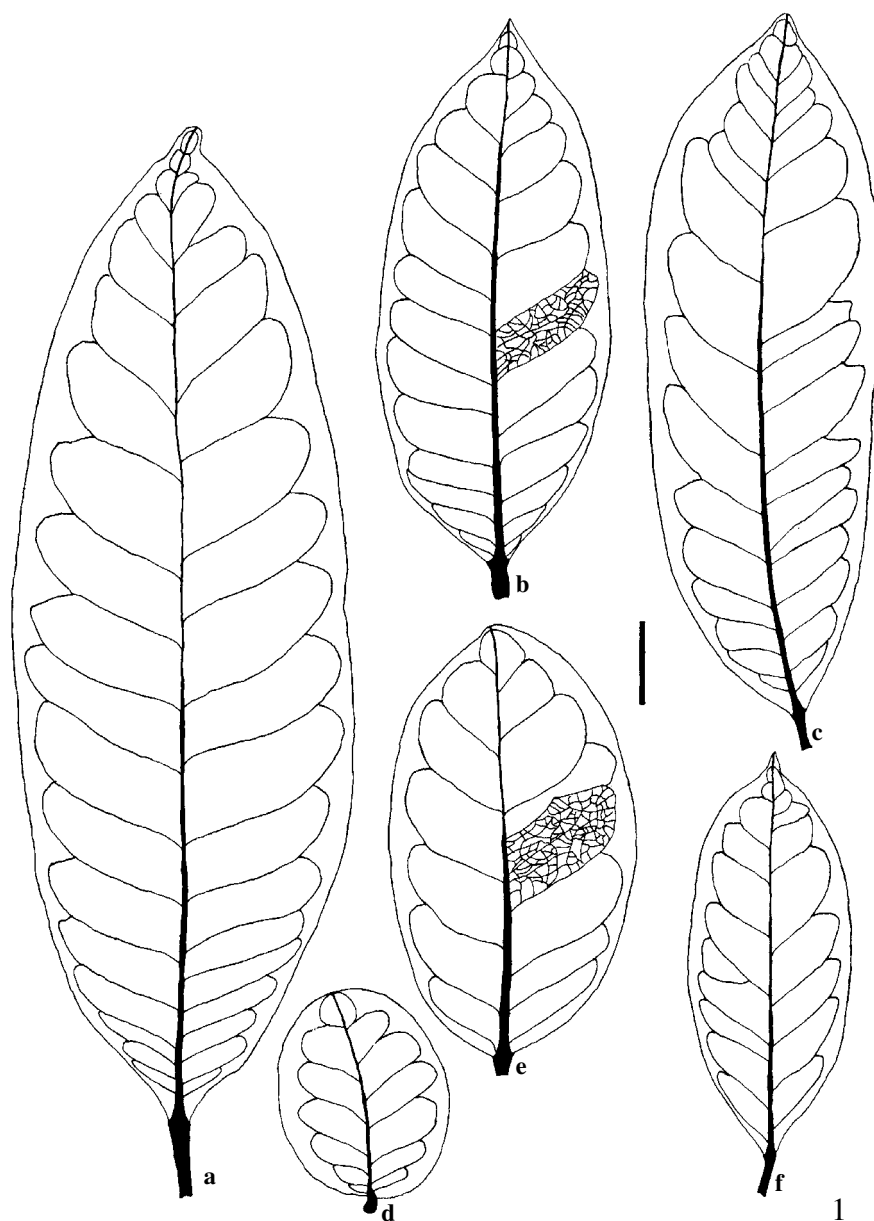
Em relação ao ápice, são observadas as formas aguda à acuminada em *M. cestrifolia*, *M. communis*, *M. ardisiaefolia* e *M. brasiliensis* (Fig. 1a-c; 2). Em *M. obtusifolia* a forma obtusa é a mais expressiva (Fig. 1e-f). Nas espécies estudadas, o bordo apresenta-se inteiro em toda a sua extensão ou, raramente, crenado no terço superior (Fig. 1, 2). O padrão de venação é do tipo camptódromo-broquidódromo. As nervuras secundárias encaminham-se em direção ao bordo formando arcos (Fig. 1b, e; 2c, f, h). Em todas as espécies as aréolas formam um padrão constante, porém sem apresentar orientação definida. Quanto ao formato, predomina o retangular, podendo apresentar terminações simples, lineares e curvas ou 2-3 ramificadas. A nervura mediana é proeminente apenas na face abaxial, ao contrário das nervuras secundárias que não são proeminentes.

Anatomia - Pecíolo – As espécies de *Maytenus* amostradas, no plano transversal, apresentam o pecíolo com o formato plano convexo ou levemente côncavo-convexo, em toda sua extensão. Duas projeções laterais são observadas na face adaxial, tornando-se mais evidentes em direção a região distal (Fig. 3-6). A epiderme é unisseriada, glabra e dotada de cutícula delgada e lisa (Fig. 6-8). O colênquima do tipo angular é encontrado subjacente a epiderme, em toda a extensão do pecíolo exceto nas projeções da região mediana e distal onde encontra-se parênquima fundamental. O parênquima cortical apresenta células com paredes delgadas, e pequenos espaços intercelulares (Fig. 6-8). Em todas as espécies foram observados idioblastos cristalíferos com cristais do tipo prismático (identificados pela solubilidade em ácido clorídrico), idioblastos encerrando compostos fenólicos (identificados pelo teste de cloreto férrico 10 % com carbonato de sódio) (Fig. 7) e braquiesclereides isodiamétricos (Fig. 8) dispersos pelo córtex. As espécies estudadas apresentam um feixe cilíndrico em toda a extensão do pecíolo com grupos de fibras perivasculares ocorrendo junto ao sistema vascular (Fig. 3-6 e 9). No floema, os elementos de transporte e células companheiras ocorrem em grupos, separados por células de parênquima que se destacam pelo tamanho e/ou compostos fenólicos. O xilema está constituído por elementos de proto e metaxilema, dispostos em séries radiais, separados por células parenquimáticas (Fig. 6 e 9).

Anatomia - Lâmina foliar – As faces adaxial e abaxial da epiderme são glabras, constituídas de células com formato poligonal, e paredes anticlinais delgadas, retas ou levemente curvas (Fig 10-13). Cristais do tipo acicular são encontrados em ambas as faces de *M. ardisiaefolia*, *M. brasiliensis*, *M. communis* e *M. obtusifolia* (Fig. 10), com exceção de *M. cestrifolia*, que não apresentou cristais (Fig. 11). Em vista frontal observam-se verrugas suberosas, que são caracterizadas pela suberização de uma ou mais células formando uma estrutura que quando desenvolvida apresenta um arranjo concêntrico,

consequente das divisões tangenciais sofridas pelas células periféricas que mostram-se dispostas radialmente (Fig. 12). Algumas verrugas suberosas apresentaram perfurações atravessando a lâmina foliar. Nas faces adaxial e abaxial, ocorrem verrugas originadas a partir de células ordinárias da epiderme (Fig. 12). Na face abaxial ocorrem verrugas oriundas da modificação do complexo estomático (Fig. 13).

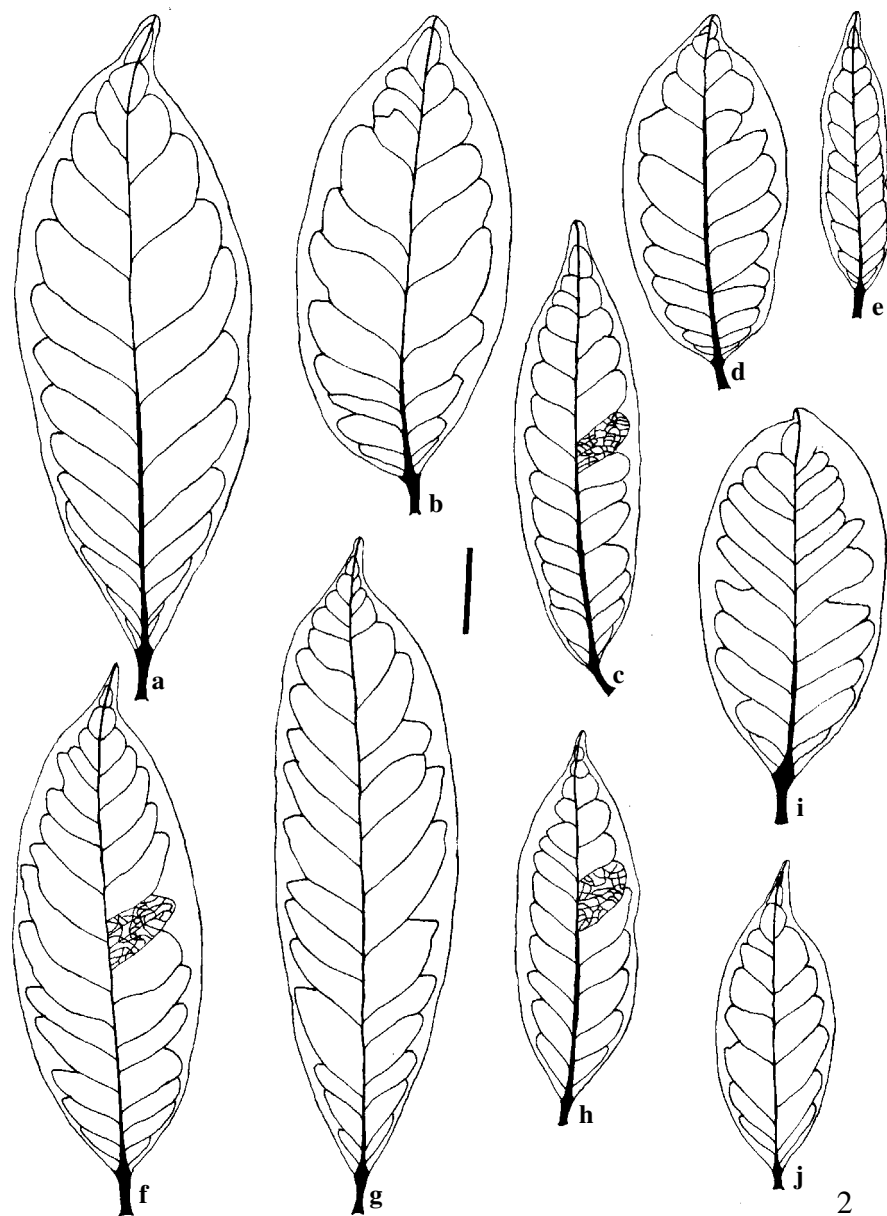
As folhas são hipoestomáticas, com estômatos distribuídos ao longo da lâmina foliar, inclusive sob a nervura principal. Os tipos observados são laterocítico e ciclocítico, com predominância do primeiro (Fig. 11).



Figuras 1. Aspecto geral da variação morfológica das folhas, com padrão de venação do tipo camptódromo-braquidódromo em *Maytenus ardisiaefolia* Reiss. (a-c) e *M. obtusifolia* Mart. (d-f) (barra = 2 cm).

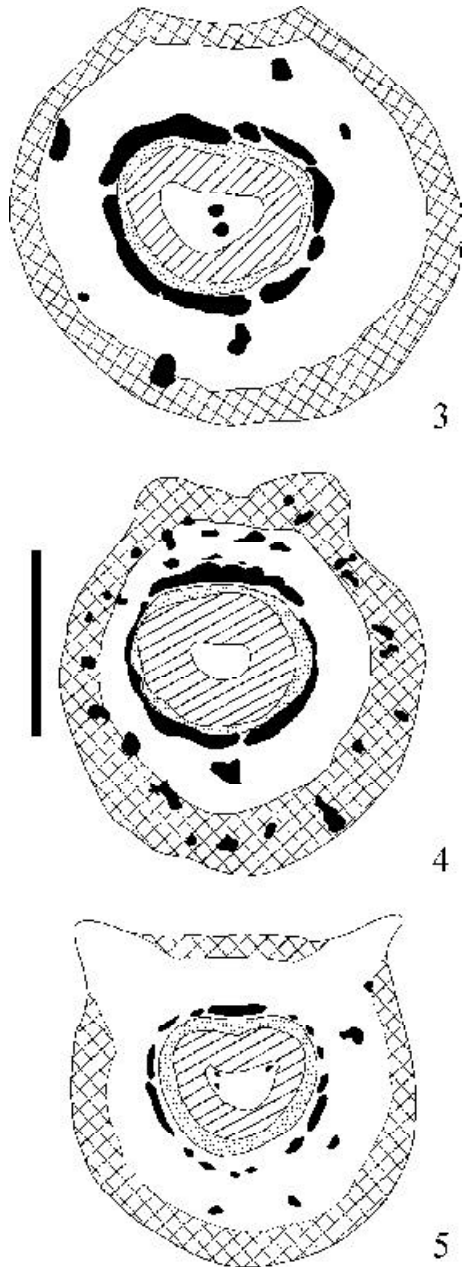
Maytenus ardisiaefolia apresenta a maior densidade de estômatos (665 est/mm²), seguida de *M. brasiliensis* com (567 est/mm²), *M. communis* (453 est/mm²), *M. obtusifolia* (457 est/mm²) e *M. cestrifolia* (288 est/mm²). Seções no plano transversal mostram que a epiderme é uniestratificada, recoberta por cutícula delgada em todas as espécies (Fig. 14 e 15). *Maytenus obtusifolia* apresenta na face adaxial duas camadas subepidérmicas de maior dimensão, sendo que a última pode conter poucos cloroplastos (Fig. 16). O mesofilo é dorsiventral, variando apenas no número de camadas do parênquima

clorofiliano (Fig. 14-16). O parênquima paliçádico possui 1 (raro 2) camada em *M. communis* (Fig. 15) e 2 (raro 3) camadas nas demais espécies (Fig. 14 e 16). O parênquima lacunoso apresenta 8-9 camadas em *M. obtusifolia* e 7-8 camadas em todas as espécies. Em *M. ardisiaefolia* e *M. obtusifolia* é observadas a presença braquiesclereídes, semelhantes aos do pecíolo, isolados ou em grupos, dispersos no parênquima clorofiliano. Contudo no mesofilo de *M. obtusifolia* ocorrem também braquiesclereídes com formato irregular, dotado de pequenas ramificações e esclereídes alongados caracterizando o tipo fusiforme



Figuras 2. Aspecto geral da variação morfológica das folhas, com padrão de venação do tipo camptódromo-braquidódromo em *Maytenus communis* Reiss. (a-e), *M. cestrifolia* Reiss. (f-g) e *M. brasiliensis* Mart. (h-i) (barra = 2 cm).

curto. Nas demais espécies, tais células não foram observadas. Idioblastos encerrando compostos fenólicos distribuem-se pelo parênquima clorofiliano, principalmente nas camadas próximas às faces adaxial e abaxial da epiderme de todas as espécies (Fig 14-16). O bordo apresenta-se fletido em direção a face abaxial.



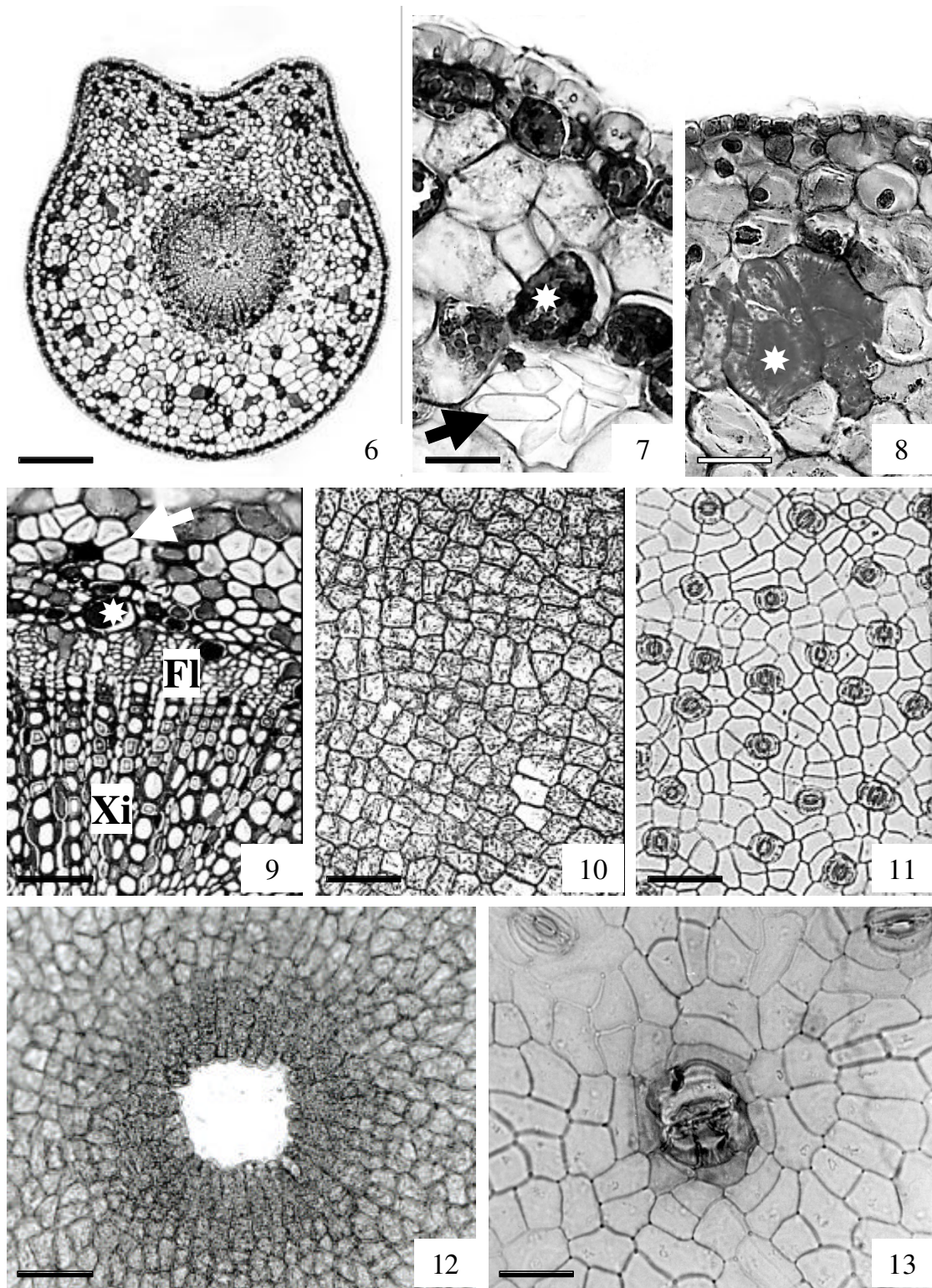
Figuras 3-5. Esquema evidenciando o feixe vascular cilíndrico do pecíolo, no plano transversal. 3. Região proximal em *Maytenus ardisiaefolia* Reiss. 4. Região mediana em *M. cestrifolia* Reiss. 5. Região distal em *M. communis* Reiss. ■ = Fibra e Esclereíde, ☒ = Colênquima, □ = Parênquima Fundamental, ☒ = Xilema, ■ = Floema. (barra = 1 mm).

Em *M. ardisiaefolia*, *M. communis*, *M. brasiliensis* e *M. cestrifolia*, a epiderme é uniestratificada com cutícula delgada (Fig. 17), ao contrário de *M. obtusifolia*, cuja epiderme apresenta-se constituída de 2 camadas de células, recoberta por cutícula espessa. Em todas as espécies estudadas, a extremidade do bordo é ocupada por elementos de parênquima clorofilado e células com compostos fenólicos. Esclereídes semelhantes aos do mesófilo foram observados em *M. obtusifolia*.

A nervura mediana, no plano transversal, apresenta a epiderme uniestratificada. Junto à epiderme adaxial, ocorrem 2-3 camadas de parênquima clorofiliano. Parênquima fundamental é observado subjacente ao parênquima clorofiliano (Fig. 18). No terço basal da lâmina foliar, o sistema vascular da nervura mediana apresenta-se fechado em todas as espécies, semelhante a disposição observada no pecíolo. Ao longo do terço médio, o sistema vascular abre gradativamente, originando um feixe maior em forma de arco voltado para a face abaxial e dois menores em direção à face adaxial (Fig. 18). Entretanto, diferentes conformações são observadas no processo de abertura do sistema vascular, que tem início na parte voltada à face adaxial, formando um arco com as extremidades próximas (Fig. 19). Contudo, aberturas laterais podem ocorrer formando um feixe maior em forma de arco voltado para a face abaxial e um menor voltado para a face adaxial (Fig. 20). No terço apical, o sistema vascular, está constituído por um único feixe sob a forma de arco (Fig. 21). Os tecidos condutores apresentam a mesma organização descrita para o pecíolo. Células encerrando compostos fenólicos distribuem-se no colênquima angular junto à face abaxial, parênquima clorofiliano e fundamental, assim como pelo parênquima do xilema e do floema (Fig. 18). Os feixes menores estão distribuídos ao longo da lâmina foliar, envolvidos por uma bainha de células parenquimáticas clorofiladas, podendo algumas apresentar compostos fenólicos.

Discussão

Os indivíduos de *Maytenus ardisiaefolia*, *M. brasiliensis*, *M. cestrifolia* e *M. communis* apresentaram predominância de características mesomórficas (Metcalfé & Chalk 1979), condizentes com a fisionomia da Floresta da Tijuca. Por outro lado, algumas características diferenciadas observadas em *M. obtusifolia* estão, provavelmente, relacionadas com o grau de sombreamento e a disponibilidade de

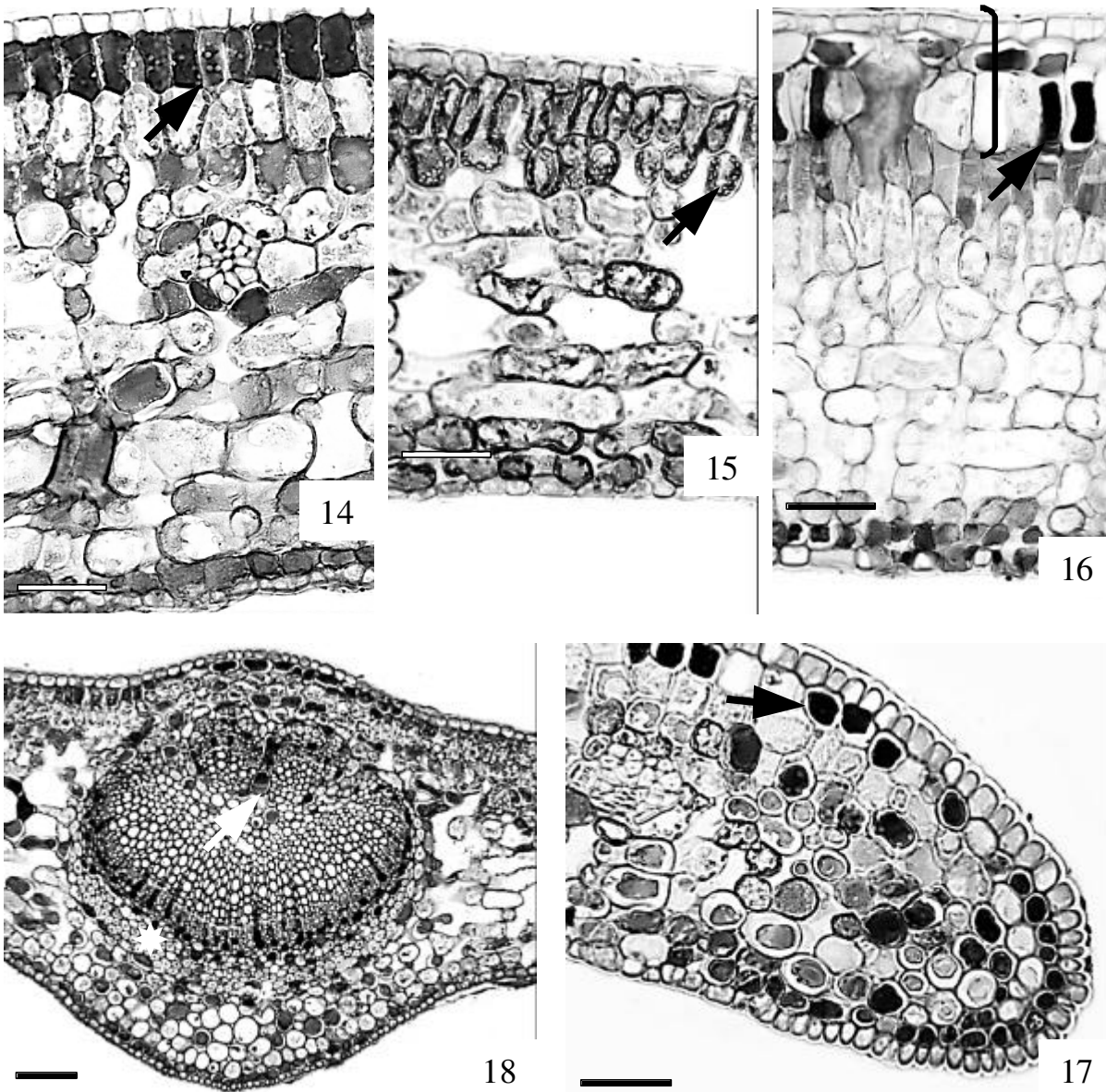


Figuras 6-9. Pecíolo. 6. Aspecto geral na região mediana de *Maytenus cestrifolia* Reiss., no plano transversal (barra = 300 μ m). Figuras 7-8. Detalhe da epiderme e do córtex (barra = 50 μ m). 7. Idioblastos com cristais prismáticos (seta) e compostos fenólicos (asterisco) em *M. cestrifolia*. 8. braquiesclereídes (asterisco) em *M. brasiliensis* Mart. 9. Detalhe do feixe vascular (Xi – xilema e Fl – floema), mostrando grupos de fibras perivasculares (seta) e células com compostos fenólicos (asterisco) em *M. ardisiaefolia* Reiss. (barra = 50 μ m). Figuras 10-13. Epiderme em vista frontal da lâmina foliar. 10. Face adaxial com cristais aciculares em *M. ardisiaefolia* (barra = 50 μ m). 11. Face abaxial de *M. cestrifolia* (barra = 50 μ m). 12-13. Verrugas suberosas ('Cork Wart'). 12. Tipo ordinário na face adaxial de *M. obtusifolia* Mart. (barra = 50 μ m). 13- Tipo estomático na face abaxial de *M. cestrifolia* (barra = 12 μ m).

água das restingas de Grumari e Iquipari (A.M. Argôlo, dados não publicados), que são menores do que os encontrados na floresta da Tijuca.

A extrema variedade na forma e no tamanho das folhas observadas nas espécies estudadas tem se mostrado também muito freqüente nas espécies dos mais diversos gêneros de Celastraceae, sendo comum encontrar duas ou três formas diferentes descritas para a mesma espécie, como observado em Lourteig &

O'Donell (1955); Smith (1940); Hallé (1981; 1984); van Wyk & Archer (1987); Archer (1992); Archer & van Wyk (1997a; 1997b; 1998a; 1998b); Jordaan & van Wyk (1999b). Entretanto, as características das folhas permanecem como um importante caráter taxonômico na circunscrição dos táxons subordinados ao gênero *Maytenus*, conforme utilizadas por Herter & Legrand (1936), Cuatrecasas (1959) e Hammel (1997) e principalmente para as espécies brasileiras



Figuras 14-18. Cortes transversais no terço médio da lâmina foliar. 14-16. Mesofilo dorsiventral evidenciando células com compostos fenólicos (seta) (barra = 50 µm). 14-15. Epiderme uniestratificada em *Maytenus ardisiaefolia* Reiss. (14) e *M. communis* Reiss. (15). 16. Epiderme e duas camadas subepidérmicas (colchete) em *M. obtusifolia* Mart. 17. sistema vascular da nervura mediana, evidenciando fibras perivasculares dispostas em grupos (asterisco) e idioblastos com compostos fenólicos entre os elementos vasculares (seta) em *M. cestriifolia* Reiss. (barra = 130 µm). 18. bordo onde pode ser observado parênquima clorofilado e idioblastos com compostos fenólicos (seta) em *M. ardisiaefolia* (barra = 300 µm).

estudadas por Reissek (1861), Loesener (1892; 1942), Carvalho-Okano (2005; 1998) e Pirani & Carvalho-Okano (1999).

O bordo é reconhecidamente um importante caráter para a identificação das seções de *Maytenus* (Loesener 1942). Carvalho-Okano (2005) reconheceu apenas duas seções para o gênero. A seção *Oxyphylla* formada por espécies com acúleos no bordo foliar e a seção *Maytenus* caracterizada pelo bordo inteiro, serrilhado, dentilhado ou crenado. As cinco espécies estudadas estão subordinadas a seção *Maytenus* (senso Carvalho-Okano 2005).

As espécies estudadas apresentam o bordo inteiro em toda a sua extensão ou, raramente, crenado no terço superior. Sebsebe (1985) menciona que a variação das características do bordo apresentam-se confusas. O autor assinala que em *M. forskaliiana* Sebsebe e *M. heterophylla* (Eckl. & Zeyh.) Robson, apesar da predominância do bordo inteiro, existem indivíduos com folhas nitidamente serrilhadas.

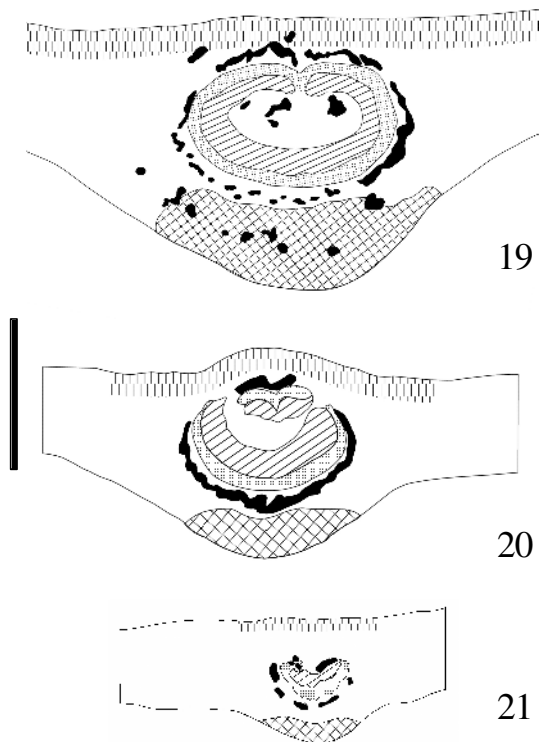
As espécies *M. cestrifolia* e *M. ardisiaefolia* foram classificadas por Carvalho-Okano (2005) como

apresentando o bordo sempre inteiro, enquanto em *M. communis*, *M. brasiliensis* e *M. obtusifolia* ocorrem indivíduos intermediários, cujo bordo varia de inteiro a serrilhado ou crenado. Carvalho-Okano (2005) acrescenta que neste caso, o bordo constitui um bom caráter diagnóstico para a separação das espécies *M. communis* e *M. cestrifolia*. Contudo, a consulta de material herborizado associada à observação das espécies no campo, indicaram que a variação no bordo das folhas está presente em todas as espécies analisadas.

O padrão de venação do tipo camptódromo-broquidódromo e a proeminência da nervura mediana, na face abaxial, mostraram-se constante nas espécies estudadas. Carvalho-Okano (2005) considerou a proeminência da nervura como um bom caráter para a identificação das espécies de *Maytenus* extra-amazônicas. Contudo, ao analisar o material fresco verificou-se que este caráter não apresentou modificações significativas entre as espécies estudadas. Além disso, a proeminência das nervuras é acentuada no processo de herborização, mostrando-se um caráter variável e pouco confiável.

O formato plano convexo ou levemente côncavo-convexo do pecíolo associado a presença de braquiesclereídes, idioblastos com compostos fenólicos e sistema vascular cilíndrico envolto por grupos de fibras perivasculares descrito para as espécies estudadas, são semelhantes às características observadas nos taxa brasileiros *M. gonoclada* Mart. e *M. salicifolia* Reiss. (P.M. Mendonça, dados não publicados) e nas africanas *M. gracilipes* subsp. *arguta* (Loes.) Sebsebe e *M. senegalensis* (Lam.) Exell (Sebsebe 1985). Apesar da pouca utilização do formato do pecíolo como caráter diagnóstico, este mostrou-se um bom caráter uma vez que diferencia *M. forskaliiana*, procedente da Nova Caledônia (Pacífico), que apresenta o pecíolo com formato achatado (Müller 1995).

As características do sistema vascular do pecíolo das Angiospermas foram consideradas como significativas para a taxonomia por Howard (1979). Os caracteres observados no sistema vascular não apresentaram diferenças significativas para a taxonomia das espécies brasileiras de *Maytenus* estudadas até o momento, devido às semelhanças observadas por P.M. Mendonça (dados não publicados). Contudo, Müller (1995) classificou como aberto o feixe vascular do pecíolo de *M. forskaliiana*. A forma do feixe vascular do pecíolo é um importante caráter na determinação de *Maytenus* como um gênero



Figuras 19-21. Representações esquemáticas da nervura mediana, no plano transversal mostrando o padrão do sistema vascular. 19-20. Terço mediano. 19. *Maytenus obtusifolia* Mart. 20. *M. brasiliensis* Mart. 21. Terço apical em *M. ardisiaefolia* Reiss. ■ = Fibra e Esclereíde, ▨ = Colênquima, □ = Parênquima Fundamental, ▩ = Xilema, ▧ = Floema e ▦ = Clorênquima. (barra = 500 µm).

polifilético, reforçando assim a necessidade de um estudo taxonômico para uma nova circunscrição do gênero (Jordaan & van Wyk 1999a; 1999b; Simmons & Hedin 1999; Simmons *et al.* 2001). Neste contexto, a semelhança observada nos caracteres do pecíolo, das espécies aqui estudadas, confirmam a proximidade entre elas e a provável monofilia das espécies de *Maytenus* do neotrópico.

A epiderme de *M. ardisiaefolia*, *M. brasiliensis*, *M. communis* e *M. obtusifolia* apresentaram cristais do tipo acicular, entretanto em *M. cestrifolia* não foram observados cristais. A presença e o tipo de cristal foram características importantes utilizadas por Ciqiu *et al.* (1986), que classificaram as epidermes das espécies asiáticas de *Maytenus* em quatro grupos: sem cristais, com cristais prismáticos, com drusas e com os dois tipos. A ocorrência de apenas um tipo de cristal nas *Maytenus* estudadas confirma a semelhança morfológica entre elas. A presença de cristais em *M. ardisiaefolia* e *M. communis* e a ausência em *M. cestrifolia* mostrou ser um caráter fundamental na identificação do material vegetativo, uma vez que, os ramos e a forma da lâmina foliar das três espécies são muito semelhantes, sendo muitas vezes impossível a identificação das mesmas. Concomitantemente, a facilidade de dissociação da epiderme em material herborizado viabiliza a utilização deste caráter pelos taxonomistas.

Em todas as espécies verificou-se, na epiderme da lâmina foliar, a ocorrência de verrugas suberosas nas faces adaxial e abaxial da epiderme. Verrugas suberosas ('Cork Wart') foram citadas para epiderme da lâmina foliar de diversas famílias por Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950). Para Stace (1965), a presença de verrugas suberosas na lâmina foliar constitui um caráter taxonômico adicional importante, uma vez que esta estrutura, apesar de pouco abundante na natureza, é constante nas espécies onde ocorrem. Bass (1975) acredita que a utilização de verrugas suberosas como caráter diagnóstico e sistemático têm sido pouco aproveitado pelos taxonomistas, em função destes não conseguirem, muitas vezes, distinguir verrugas suberosas regulares de áreas traumáticas irregulares e suberizadas. Neste sentido, a determinação do padrão e dos tipos de verrugas ocorrentes em *Maytenus* poderão representar um caráter significativo na taxonomia e nas relações filogenéticas do gênero.

No plano transversal, *M. ardisiaefolia*, *M. brasiliensis*, *M. cestrifolia* e *M. communis* apresentaram a epiderme uniestratificada, apenas *M. obtusifolia* diferenciou-se das demais por apresentar

dois estratos subepidérmicos. A presença de hipoderme é mencionada por Ciqiu *et al.* (1986), Müller (1995) e van Wyk & Archer (1987) para várias espécies de *Maytenus*, porém nenhum deles indica ter realizado a ontogênese das folhas. Apesar da semelhança, para *M. obtusifolia*, adotou-se epiderme e estratos subepidérmicos, ao invés de hipoderme, uma vez que não foi realizada a ontogênese das folhas.

Ciqiu *et al.* (1986) observaram, nas espécies de *Maytenus* asiáticas, que o número de camadas da epiderme não variou nos indivíduos de diferentes ambientes, sendo assim, um caráter taxonômico confiável. Os indivíduos de *M. obtusifolia*, provenientes do subdossel de mata, apresentam características semelhantes às observadas em *M. ardisiaefolia*, tais como a forma das folhas e o maior comprimento dos frutos. A diferença entre as duas espécies dar-se-á pelo número de camadas da epiderme. Em *M. obtusifolia*, este caráter pode ser considerado confiável, pois o número de camadas da epiderme foi o mesmo nas folhas expostas a maior luminosidade e nas folhas coletadas na sombra.

Os estômatos observados do tipo laterocítico e ciclocítico, com predominância do primeiro, foram encontrados na face abaxial de todas as espécies, assim como as analisadas por Müller (1995) e P.M. Mendonça (dados não publicados). As classificações enquadraram-se nos tipos descritos por Pant & Kidwai (1966) e den Hartog & Baas (1978), para diferentes gêneros da família Celastraceae. A diferença no número de estômatos de *M. ardisiaefolia* em relação a *M. cestrifolia* não pode ser atribuída a fatores ambientais uma vez que as espécies vegetam em localidades próximas e similares.

A observação da nervura mediana, no terço basal, mediano e distal permitiu o estabelecimento do padrão do sistema vascular, e a semelhança deste padrão corroborou com a afinidade morfológica entre as espécies estudadas. Entretanto, o padrão do sistema vascular da nervura mediana poderá apresentar-se como um caráter taxonômico, ao analisar um número maior de espécies do gênero.

Metcalfe & Chalk (1950) e Ciqiu *et al.* (1986) classificaram o feixe vascular da nervura mediana do gênero *Maytenus* como aberto ou fechado. Entretanto nenhum dos autores supracitados mencionou em que região da lâmina foliar este caráter foi observado, dificultando a sua utilização nas comparações entre as espécies. As ilustrações apresentadas por Ciqiu *et al.* (1986) para o feixe vascular aberto corresponde a forma em arco, reconhecida no terço apical das cinco

espécies de *Maytenus* estudadas.

O mesofilo das espécies estudadas apresentou conformação dorsiventral semelhante às encontradas nas espécies analisadas por P.M. Mendonça (dados não publicados). Metcalfe & Chalk (1950) mencionaram a predominância de mesofilo dorsiventral na família Celastraceae, podendo ser isobilateral nos gêneros *Gymnosporia* e *Maytenus*. Ciqiu *et al.* (1986) atribuíram valores taxonômicos à forma do mesofilo e ao número de camadas do parênquima clorofiliano, pois não apresentaram variações com o ambiente. O número de camadas do parênquima paliçádico e do lacunoso pouco variou entre as espécies estudadas. As folhas coletadas na Floresta da Tijuca apresentaram a organização do parênquima lacunoso de maneira típica, ou seja, com grandes lacunas. Em *M. obtusifolia*, proveniente da restinga de Grumari, a lacunosidade é menos desenvolvida. Vieira (1995), analisando folhas de indivíduos de *Bauhinia radiata* Vell. em diferentes ambientes, apontou o grau de intensidade luminosa e a disponibilidade de água como os fatores responsáveis pela variação no desenvolvimento do parênquima assimilador.

O bordo de todas as espécies apresentou-se muito semelhante, diferindo apenas nos extratos subepidérmicos observados em *M. obtusifolia*. Segundo Carvalho-Okano (2005), as características do bordo são tradicionalmente utilizadas na taxonomia devido a sua ampla variação no gênero *Maytenus*, e sua relativa constância nas espécies.

Rao & Das (1979) assinalam a presença de esclereídes polimórficos para o gênero *Maytenus*, corroborando com Metcalfe & Chalk (1950) que observaram formas irregulares de esclereídes em diferentes gêneros de Celastraceae. No pecíolo de *M. ardisiaefolia*, *M. brasiliensis*, *M. cestriifolia*, *M. communis* e *M. obtusifolia* ocorreram braquiesclereídes isodiamétricos, assim como no mesofilo de *M. ardisiaefolia*. Esclereídes polimórficos foram reconhecidos apenas em *M. obtusifolia*. Esau (1977) e Dickson (2000) relacionam a quantidade de esclereídes na lâmina foliar com o grau de luminosidade que os espécimes estão expostos. Provavelmente, a presença de uma maior diversidade de tipos de esclereídes em *M. obtusifolia* esteja relacionada com o menor grau de sombreamento ao qual o espécime coletado está submetido, quando comparado as demais espécies analisadas. Este fato torna possível afirmar que a variação no número dos tipos de esclereídes seja um caráter que pode ser explorado na taxonomia, quando comparados com espécies que co-habitam ou

que estejam vegetando em ambientes similares.

Nas espécies estudadas, as células encerrando compostos fenólicos ocorreram em diversas regiões da folha, sendo abundantes no córtex do pecíolo e nas células parenquimáticas do mesofilo. Idioblastos com compostos fenólicos foram citados por Metcalfe & Chalk (1950), Ciqiu *et al.* (1986), van Wyk & Archer (1987) e Müller (1995) para o gênero em questão. P.M. Mendonça (dados não publicados) apontou diferenças nos polifenóis e os reconheceu como uma importante ferramenta no auxílio a taxonomia e nas relações filogenéticas envolvendo as espécies de *Maytenus*.

As estruturas anatômicas observadas nas diversas partes da folha mostraram-se muito semelhantes nas espécies estudadas, sendo de valor taxonômico e de provável importância filogenética para o gênero *Maytenus*. A organização da epiderme e estratos subepidérmicos em *M. obtusifolia*, demonstrou ser um caráter diagnóstico importante na comparação com *M. ardisiaefolia*, e a ocorrência de cristais aciculares nas células epidérmicas de *M. communis* e de *M. ardisiaefolia*, que a separa de *M. cestriifolia*, que não apresenta cristais, apontaram a anatomia como uma importante ferramenta a ser explorada nos estudos taxonômicos das demais espécies do gênero. A observação e descrição das verrugas suberosas ('Cork Wart') na epiderme da lâmina foliar poderá contribuir para a taxonomia das Celastraceae.

Agradecimento

Os autores agradecem a todos os membros do Laboratório de Morfologia Vegetal (UFRJ); ao suporte financeiro da CAPES (Bolsa de Mestrado do primeiro Autor); ao apoio da Fundação Universitária José Bonifácio (FUJB).

Referência bibliográfica

- Archer, R.H. 1992. A new species of *Maytenus* (Celastraceae) from southern Natal and Transkei. **South African Journal of Botany** 58(5): 393-396.
- Archer, R.H. & Van Wyk, A.E. 1997a. A taxonomic revision of *Robsonodendron*, a new genus in Cassinoideae (Celastraceae). **South African Journal of Botany** 63(3): 116-122.
- Archer, R.H. & Van Wyk, A.E. 1997b. A taxonomic revision of *Cassine* L. s. str. (Cassinoideae: Celastraceae). **South African Journal of Botany** 63(3): 146-157.
- Archer, R.H. & Van Wyk, A.E. 1998a. A taxonomic revision of *Elaeodendron* Jacq. (Cassinoideae: Celastraceae). **South African Journal of Botany** 64(2): 93-109.

- Archer, R.H. & Van Wyk, A.E. 1998b. A taxonomic revision of *Maurocena* (Celastraceae), a Western Cape monotypic endemic. **Bothalia** **28**: 7-10.
- Bass, P. 1975. Vegetative anatomy and the affinities of Aquifoliaceae, Sphenostemon, Phelline and Oncotheca. **Blumea** **22**: 311-407.
- Carlquist, S. 1961. **Comparative Plant Anatomy**. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Carvalho-Okano, R.M. 1998. Novos sinônimos para espécies de *Maytenus* Mol. emend. Mol. (Celastraceae). **Bradea** **14**(8): 73-76.
- Carvalho-Okano, R.M. & Leitão Filho, H.F. 2005. O gênero *Maytenus* Mol. emend. Mol. (Celastraceae) no Brasil extra-amazônico. In: M.S. Reis & S.R. Silva. **Conservação e uso sustentável de Espinha Santa** **1**: 11-51.
- Ciqiu, Z.; Yanhui, L.; Shiwang Z. & Shenji P. 1986. Anatomy of leaves on 17 species and one variety of *Maytenus* in relation to classification. **Acta Botanica Yunnanica** **8**(1): 53-59.
- Cronquist, A. 1988. **The Evolution and Classification of Flowering Plants**. 2nd ed. New York, The New York Botanical Garden.
- Cuatrecasas, J. 1959. Studies in South American plants - V. **Brittonia** **11**: 163-172.
- Den Hartog, R.M. & Baas, P. 1978. Epidermal characters of the Celastraceae *sensu lato*. **Acta Botanica Neerlandica** **27**: 355-388.
- Dickison, W.C. 2000. **Integrative Plant Anatomy**. San Diego, Harcourt Academic Press.
- Esau, K. 1977. **Anatomy of Seed Plants**. New York, John Wiley & Sons.
- Hallé, N. 1981. Révision des *Hippocrateae* (Celastraceae): Les genre *Pristimera* Miers em Afrique et en Indonésie. **Adansonia** **3**(1): 5-14.
- Hallé, N. 1984. Révision des *Hippocrateae* (Celastraceae): 4. Les genres *Simirestis* et *Arnicratea* (gen. nov.). **Adansonia** **6**(1): 3-17.
- Hammel, B.E. 1997. Three new species of Celastraceae from Costa Rica, one disjunct from Mexico. **Novon** **7**(2): 147-155.
- Handro, O. 1968. Plantas novas da flora do Brasil II. Celastraceae. **Loefgrenia** **27**: 1.
- Herter, W.G. & Legrand, D. 1936. Dos árboles nuevos del Uruguay, pertenientes al género *Maytenus* (Celastraceae). **Revista Sudamericana de Botánica** **3**: 110-114.
- Hickey, L.J. 1974. Clasificación de la Arquitectura de las Hajas de Dicotiledoneas. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica** **16**(1-2): 1-26.
- Hou, D. 1955. A revision of the genus *Celastrus*. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **42**: 215-302.
- Howard, R. 1979. **The Petiole**. In: C.R. Metcalfe & L. Chalk. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press, v. 1. 88-96.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, Mc. Graw-Hill Book Co. Inc.
- Jordaan, M. & Van Wyk, A.E. 1999a. Systematic studies in subfamily Celastroideae (Celastraceae) in southern Africa: restatement of the genus *Gymnosporia*. **South African Journal of Botany** **65**(2): 177-181.
- Jordaan, M. & Van Wyk, A.E. 1999b. Systematic studies in subfamily Celastroideae (Celastraceae) in southern Africa: two new species of *Gymnosporia* from Maputaland Centre of Endemism. **South African Journal of Botany** **65**(5/6): 177-181.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A. & Stevens, P.F. 1999. **Plant Systematics: A Phylogenetic Approach**. Massachusetts, Sinauer Associates.
- Leite, J.P.V.; Rastrelli, L. & Romussi, G. 2001. Isolation and HPLC quantitative analysis of flavonoid glycosides from Brazilian beverages (*Maytenus ilicifolia* and *Maytenus aquifolium*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry** **49**(8): 3796-3801.
- Loesener, T. 1892. **Celastraceae**. Bleibblatt zu den Botanischen Jahrbuechern **15**: 6-10.
- Loesener, T. 1942. Celastraceae. In: A. Engler & K. Prantl (eds.). **Die Natürlichen Pflanzenfamilien** **20b**: 87-197.
- Lourteig, A. & O'donnell, C.A. 1955. Las Celastraceas de Argentina y Chile. **Natura** **1**: 181-233.
- Machado, O. 1945. Contribuição ao estudo das plantas medicinais do Brasil: *Maytenus obtusifolia* Mart. **Rodriguésia** **9**(18): 9-15.
- Mayr, E. 1989. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1950. **Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press. v.2, 1500p.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1979. **Anatomy of the Dicotyledons**. 2nd ed. Oxford, Clarendon Press. v.1, 276p.
- Mossi A.J.; Cansian R.L. & Carvalho A.Z. 2004. Extraction and characterization of volatile compounds in *Maytenus ilicifolia*, using high-pressure CO₂. **Fitoterapia** **75**(2): 168-178.
- Müller, I.H. 1995. **Systematics and leaf anatomy of the Celastraceae sensu stricto of New Caledonia**. Doctoral dissertation. Zürich, Universität Zürich.
- Niero, R.; Moser, R.; Busato, A.C.B.; Yunes, R.A.; Reis, A. & Cechinel, V. 2001. A comparative chemical study of *Maytenus ilicifolia* Mart. Reiss and *Maytenus robusta* Reiss (Celastraceae). **Zeitschrift fur Naturforschung C-A Journal of Biosciences** **56**(1-2): 158-161.
- Pant, D.D. & Kidwai, P.F. 1966. Epidermal structure and stomatal ontogeny in some Celastraceae. **New Phytologist** **65**: 288-295.
- Pirani, J.R. & Carvalho-Okano, R.M. 1999. *Maytenus rupestris* (Celastraceae), a New Species from Minas Gerais, Southeastern Brazil. **Novon** **9**(1): 95-97.
- Rao, T.A. & Das, S. 1979. Leaf sclereids – occurrence and distribution in the angiosperms. **Botanic Notiser** **132**: 319-324.
- Reissek, S. 1861. Celastrineae, Ilicineae, Rhamneae. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler. **Flora Brasiliensis** **11**(1): 1861-1879.
- Rizzini, C.T. 1960/1961. Sistematização Terminológica de Folha. **Rodriguésia** **35/36**: 193-208.
- Roeser, K.R. 1962. Die Nadel der Schwarziefer - Massen - produkt und Kunstwert der Natur. **Mikrokosmos** **61**: 33-36.

- Ruzin, S.E. 1999. **Plant Microtechnique and Microscopy**. New York, Oxford University Press.
- Sass, J.E. 1951. **Botanical Microtechnique**. Iowa, The Iowa State College Press.
- Sebsebe, D. 1985. The genus *Maytenus* (Celastraceae) in NE tropical Africa and tropical Arabia. **Acta Universitatis Upsaliensis Symbolae Botanicae Upsaliensis** **25**(2): 1-101.
- Simmons, M.P. & Hedin, J.P. 1999. Relationships and morphological character change among genera of Celastraceae sensu lato (including Hippocrateaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden** **86**: 723-757.
- Simmons, M.P.; Clevinger, C.C.; Savolainen, V.; Archer, R.H.; Mathews, S. & Doyle, J.J. 2001. Phylogeny of the Celastraceae inferred from phytochrome B gene sequence and morphology. **American Journal Botany** **88**(2): 313-325.
- Smith, A.C. 1940. The American species of Hippocrateaceae. **Brittonia** **3**: 341-555.
- Solereder, H. 1908. **Sistematic Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press. v.2.
- Speer, E. O. 1987. A Method of retaining phloroglucinol proof of lignin. **Stain Technology** **62**: 279-280.
- Stace, C.A. 1965. Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. **Bulletin of the British Museum (Natural History) Botany** **4**: 1-78.
- Strasburger, E. 1983. **Handbook of practical Botany**. London, Swan Sonnenschein Co.
- Strittmater, C.G.D. 1973. Nueva Técnica de Diafanización. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica** **15**(1): 33-39.
- Van Wyk, A.E. & Archer, R.H. 1987. *Maytenus oleosa* (Celastraceae), a new species from southern Natal and Pondoland. **South African Journal of Botany** **53**(2): 155-160.
- Vieira, R.C. 1995. Anatomia da Folha de *Bauhinia radiata* Vell. em diferentes ambientes. **Arquivo de Biologia e Tecnologia** **38**(1): 63-107.