

ESTUDO ANÁTOMO-MORFOLÓGICO DE
DICOTILEDÔNEAS DAS DUNAS DE
SALVADOR-BAHIA. *BORRERIA CYMOSA* CHAM. ET SCHL.
E *CHIOCocca BRACHIATA* R. ET P. (RUBIACEAE)¹

Elzeni Diladelfo de Gusmão ²

José Pereira de Souza ²

Ivanádia Maria de Santan Silva ³

Lázaro Benedito da Silva ⁴

Recebido em 16.06.91. Aceito em 25.06.92

RESUMO: Prosseguindo as pesquisas sobre a vegetação das Dunas do Abaeté, Salvador, Bahia, apresentam-se as Rubiaceae: *Borreria cymosa* e *Chiococca brachiata*. Cortes histológicos à mão livre, com lâminas de barbear, seguindo-se as técnicas de rotina. Estudaram-se as epidermes, mesófilo, nervura central, bordo e pecíolo. Contaram-se os estômatos por área foliar. Folhas dorsiventrais e hipostomáticas, glabras, cutícula adaxial espessa e brilhante. Numerosas gotas lipídicas, esclereídeos no córtex do pecíolo e nervura central. *Borreria*: tem epiderme abaxial com paredes fortemente sinuosas e estrias epicuticulares; células incolores, subjacentes à epiderme adaxial; mesófilo com drusas e ráfides de oxalato de cálcio, bainhas de células volumosas envolvendo todos os feixes. *Chiococca*: epiderme de paredes curvas, cutícula formando "flanges" ao nível da nervura mediana, bordo e pecíolo. Pequenas células cheias de cloroplastos envolvem feixes menores. Clorênquima denso. Conclui-se que as plantas apresentam caracteres de adaptação ao meio xérico. As características anatômicas tanto quanto as morfológicas individualizam os taxons.

Palavras-chave: Rubiaceae, *Chiococca*, *Borreria*, dunas, anatomia.

ABSTRACT - Following studies of the vegetation from the dunes of Abaeté, Salvador, Bahia, the Rubiaceae *Borreria cymosa* and *Chiococca brachiata* are described. Free hand histological were made with razor blades, following routine procedures. The epidermis, mesophyll, central nerve, margin and petiole were studied. Stomata per area of leaf were counted. Dorsiventral and hypostomatic leaves, glabrous, adaxial cuticle heavy and brilliant. Numerous lipid droplets, sclereids in cortex of

1 - Trabalho apresentado no XLI Congresso Nacional de Botânica, Fortaleza - CE.

2 - Professores do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da UFBA.

3 - Bolsista da UFBA.

4 - Bolsista do CNPq.

petiole and central nerve. *Borreria*: has abaxial epidermis with strongly sinuous walls and striated; cells colorless, subjacent to adaxial epidermis; mesophyll with druses and raphides of calcium oxalate, sheaths of volumous cells wrapping all the bundles. *Chiococca*: epiderm with curved walls, cuticle forming "flanges" at the level of the median nerve margin and petiole. Small cells full of chloroplasts wrapping smaller bundles. Chlorenchyma dense. It was concluded that the plants present adaptative characters for dry environment. The anatomical, as well as morphological characteristics separate the taxa.

Key words: Rubiaceae, *Chiococca*, *Borreria*, dunes, anatomy.

Introdução

O trabalho representa a continuidade dos estudos planejados pelos autores sobre plantas das dunas de Itapuã, no Município de Salvador, Bahia, localizadas a 12° 56' S, 38° 21' W.

A família Rubiaceae caracteriza-se pela ampla dispersão nos mais diversos ecossistemas, dunas, caatingas, cerrados, cerradões, mata-atlântica, etc., variando a altitude de 0 a 1200m. Isso confere às espécies grande variedade de formas e estruturas.

Em nossas dunas esta família figura entre as que possuem maior número de gêneros com *Psychotria*, *Guettarda*, *Alibertia*, *Rudgea*, *Mitracarpus*, *Borreria*, *Chiococca* e outros. Destes gêneros algumas espécies ainda não foram devidamente identificadas pelos autores.

Com o intuito de contribuir para o conhecimento destas plantas, dedicamos ao estudo dos seus caracteres morfológicos e antômicos de adaptação ao ambiente xérico, aplicáveis à sistemática dentro da família.

Materiais e Métodos

Os materiais utilizados no trabalho coletaram-se nas Dunas de Itapuã, Salvador, Bahia.

Colheram-se os espécimes, mensalmente, em sacos plásticos previamente umedecidos, em condições fenológicas para herborização, estudo da morfologia externa e interna, confecção de exsiccatas depositados no Herbário Alexandre Leal Costa (ALCB), Instituto de Biologia da UFBA, sob os nºs 03951 (*Borreria cymosa*) e 04122 (*Chiococca brachiata*). Para a morfologia das folhas utilizaram-se os trabalhos de Hickey in metcalfe et chalk (1979).

O estudo antômico realizou-se em material fresco e/ou fixado em álcool a 70%. Os cortes, feitos à mão livre com lâminas de barbear, forma clarificados com hipoclorito de sódio e corados segundo as técnicas rotineiras de laboratório descritas por Sass (1951), com verde iodo e vermelho congo; os cortes paradérmicos

corados com hematoxilina de Delafield, montados entre lâmina e lâmina com glicerina a 9% e/ou gelatina glicerinada, em preparação semipermanentes.

A investigação histológica abrangeu análise das epidermes destacadas da face adaxial e abaxial, contagem de estômatos por área foliar; análise das regiões da nervura principal e região compreendida entre o bordo e a nervura principal da folha e pecíolo, em cortes transversais. Utilizaram-se folhas perfeitamente desenvolvidas, retiradas ao nível de 4º nó, sendo os cortes feitos no terço inferior, médio e superior da folha. Estudaram-se vários cortes e, verificando semelhanças nas estruturas, descreveram-se e desenharam-se aquelas do terço mediano. Contaram-se os estômatos por mm², segundo o método de labouriau et al (1961).

As substâncias ergásticas foram reconhecidas histoquimicamente segundo Sass (1951) e Johansen (1940). Desenhos feitos com auxílio da câmara clara Zeiss adaptada ao microscópio Olympus.

Resultados e Conclusões

1. *Chicocca brachiata* Ruiz et Pav.

Morfologia

Arbusto bastante ramoso, caule cilíndrico, 1,5 a 2,0 m de altura. Folhas opostas, curtamente pecioladas. Limbo coriáceo, inteiro, elíptico, base obtusa, ápice mucronado; face adaxial brilhante; revolutas. Estípulas interpeciolares curtas, base larga. Flores tetrâmeras, branco amareladas levemente púrpuras na face externa do tubo, dispostas em panículas axilares. Sépalas concrescidas na base, lacínios pequenos, triangular-ovados. Corola hipocrateriforme, prefloração imbricada, glabra, lacínios de bordos revirados, esverdeados. Estames isômeros, livres, inclusos; filetes levemente concrescidos entre si e à base da corola, pêlos na região mediana; anteras lineares, basifixas; deiscência longitudinal. Ovário ínfero, 2 lóculos monospermos. Fruto drupáceo, passa de verde e púrpura e quando totalmente maduro, branco com manchas púrpuras, lateralmente comprimido. Semente, 1, pêndula, compressa, albuminosa; embrião reto, eixo hipocótilo-radícula cilíndrico, cotilédones planos, diminutos e orbiculares (Figuras 1 e 2).

- Dados fenológicos: floresce e frutifica nos meses de março, abril, maio, outubro, novembro e dezembro. Observações de campo e herbário.

Anatomia

Epiderme adaxial em vista frontal é constituída por células de formas e tamanhos variáveis, paredes sinuosas, espessas. Ausência de tricomas e estômatos. Pontuações são vistas ao longo da parede (Figura 3 -A). Em secção transversal (Figuras 4-A e C), é unisseriada com células volumosas de tamanhos diferentes e cutícula bastante espessa. Raras gotas lipídicas coraram-se pelo Sudam III.

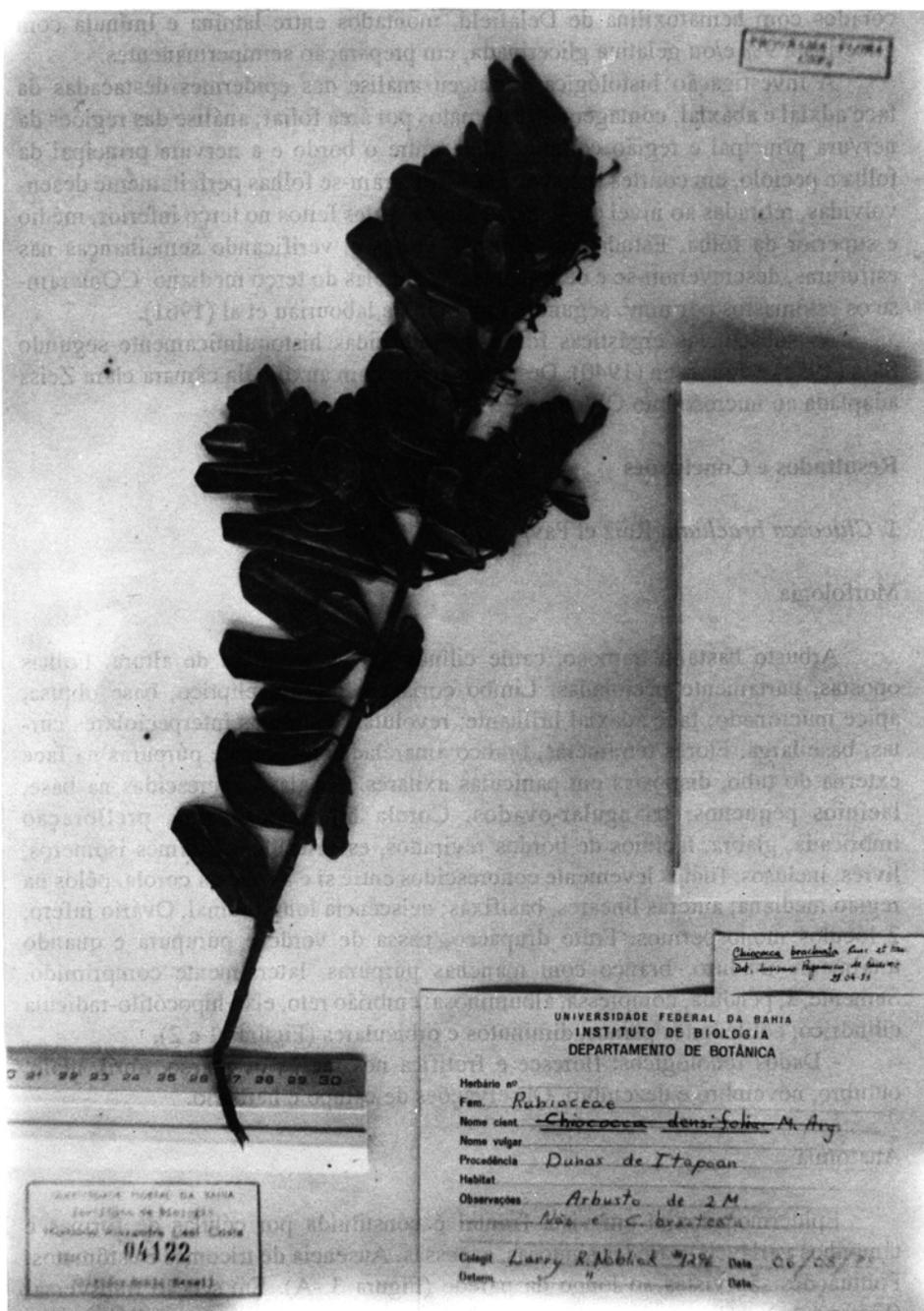


Figura 1 - *Chicocca brachiata* R. et P. — Hábito

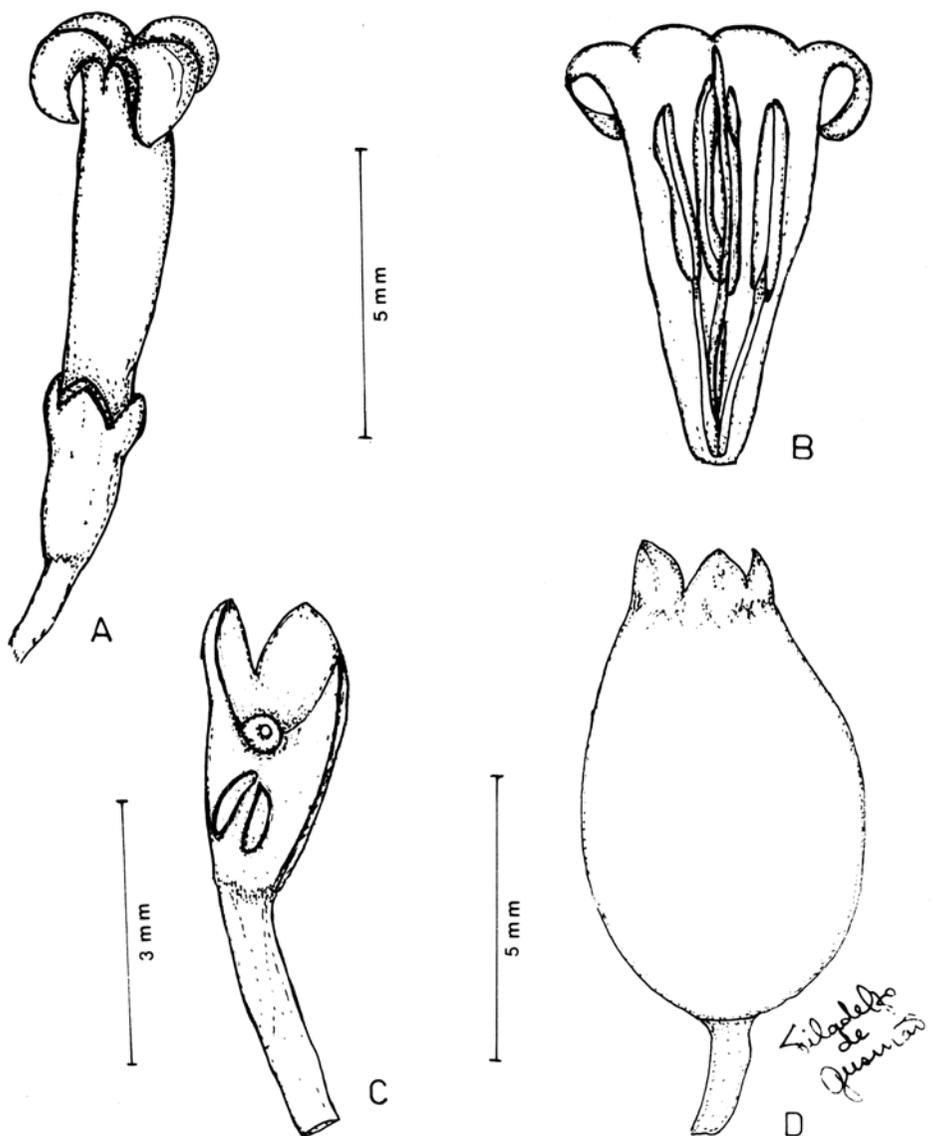


Figura 2 - *Chicocca brachiata*. A - cálice e corola, vista externa. B - corola, vista interna. C - corte longitudinal do ovário. D - fruto.

A epiderme abaxial, em vista frontal (Figuras 3-B), exhibe células de paredes espessas, formas e tamanhos diferentes, apresentando pontuações. Estômatos do tipo paracítico, segundo a descrição de Metcalfe e Chalk (1950), estão distribuídos

irregularmente em número de 353, em média, por mm^2 . Em corte transversal (Figuras 4-A e C) as células são menores que as da face adaxial, sendo a parede periclinal externo excessivamente espessa, não se distinguindo parede e cutícula pela penetração desta entre as células. Maior quantidade de gotas lipídicas que na adaxial. A estrutura do estômago está representada nas Figuras 3-C, D, E. Em C e D, os cortes transversais do aparelho estomático, em E, o corte longitudinal da célula guarda. Observam-se as células subsidiárias abaixo das células estomáticas.

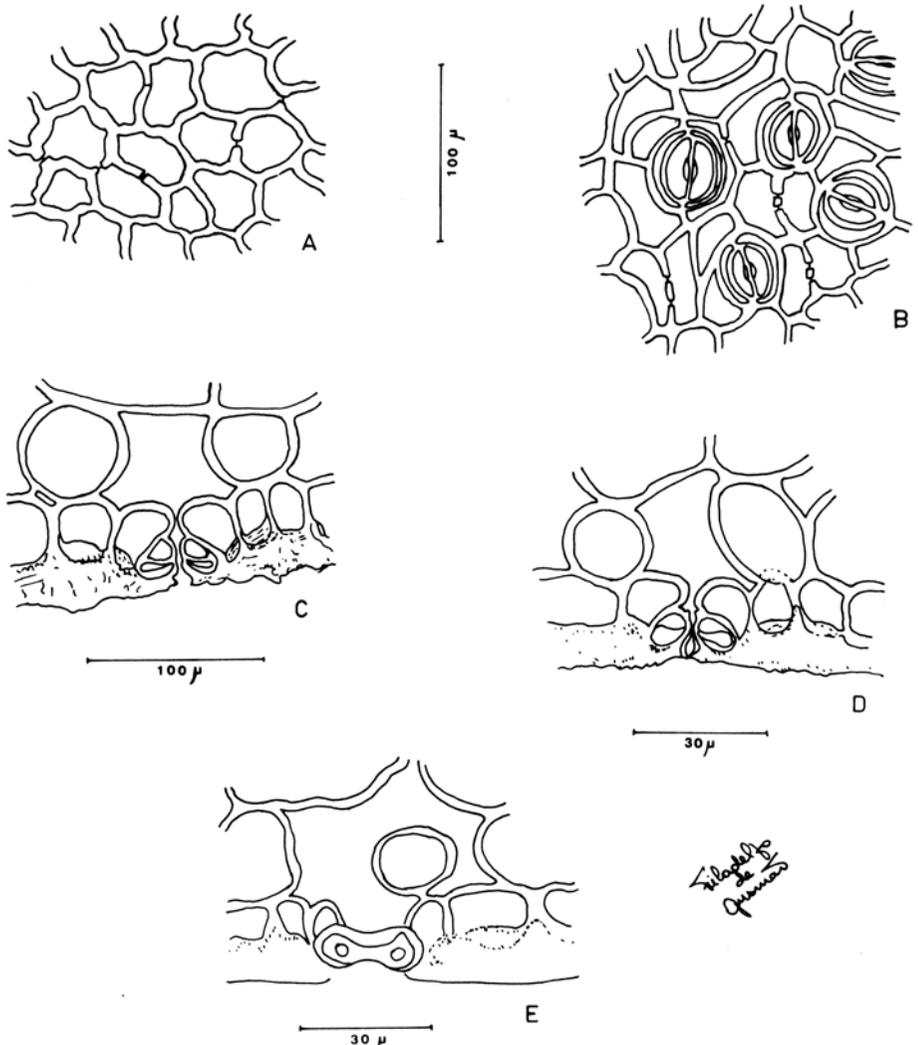


Figura 3 - *Chicocca brachiata*. A, B - vista frontal das epidermes adaxial e abaxial, respectivamente. C, D - cortes transversais do aparelho estomático: C - corte mediano, D corte polar. E - corte longitudinal.

A lâmina de foliar (Figura 4-A) em corte transversal apresenta mesófilo dorsiventral. Parênquima paliçádio em três camadas, sendo as duas primeiras com células mais alongadas e estreitas, dispostas compactamente, a terceira com células curtas e não tão compactas. Parênquima lacunoso com células mais ou menos

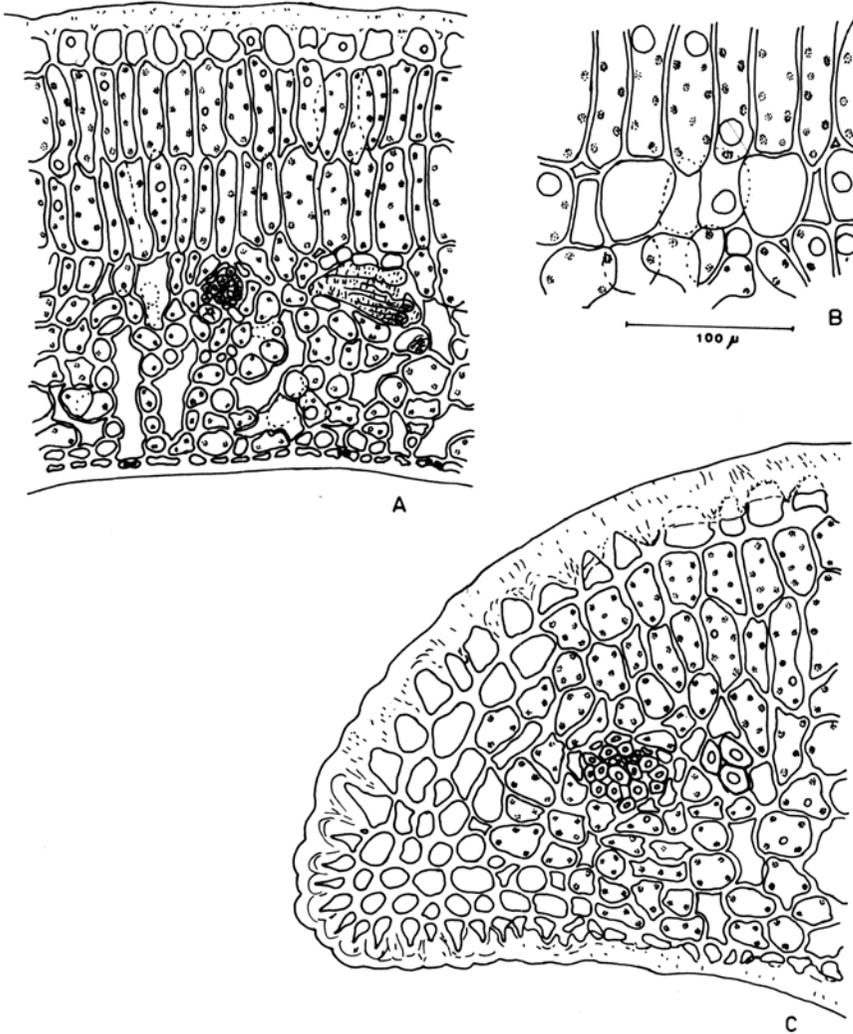


Figura 4 - *Chicocca brachiata*. - Corte transversal da lâmina foliar. A - mesófilo dorsiventral (16X). B - pormenor do mesófilo mostrando duas células coletoras e gotas lipídicas. C - bordo da lâmina (16X).

Wladimir
de
Oliveira

regulares dispostas quase no sentido horizontal, compacto. Encontram-se pequenos e numerosos feixes com elementos traqueais representando nervuras de menor porte, envolvidos por bainha parenquimática, de células irregulares, umas alongadas, outras arredondadas. Muitas gotas lipídicas distribuem-se pelo mesofilo. Células coletoras podem ser observadas pormenorizadamente (Figura 4-B).

O bordo em secção transversal (Figura 4-C) mostra células epidérmicas tornando-se pontiagudas, irregulares, principalmente na face abaxial. Os parênquimas clorofilianos interrompem-se a este nível por tecido incolor e mais internamente por pequeno feixe vascular e alguns esclereídeos.

Nervura principal em corte transversal (Figura 5). Observa-se que as células epidérmicas diminuem de tamanho e têm parede periclinal externa mais estreita, semelhantes a cones pequenos, pela interposição das “flanges” cuticulares. Cutícula muito espessa em ambas as faces.

O sistema vascular central de dois feixes colaterais muito próximos. O maior, semiluar e o menor, levemente sinuoso, unidos por algumas células parenquimáticas e esclerenquimáticas. Grandes braquiesclereídeos distribuem-se no tecido fundamental cujas células têm paredes celulósicas espessas.

Na Figura 6-A, expõe-se o diagrama do pecíolo onde há um só feixe colateral, em arco, com as extremidades dobradas para o centro e dos menores nas projeções laterais do órgão. Esclereídeos de tamanhos variados, no córtex, lembram os da nervura central sendo, consideravelmente, mais numerosos. Vários estratos de colênquima internos à epiderme abaxial. A Figura 6-B é desenho pormenorizado das células epidérmicas profundamente alteradas na forma. Tornam-se altas, demasiadamente estreitadas, formando “cones” alongados, encravados na cutícula excessivamente espessa, ficando indistinta a parede periclinal externa. Estas formações semelhantes às já descritas para o limbo foliar, são mencionadas por Metcalfe e Chalk (1979) como “flanges” cuticulares.

2. *Borreria cymosa* Cham. et Schlecht.

Morfologia

Trepadeira, perene. Caule quadrangular, lenhoso. Folhas opostas, pecioladas; limbo coriáceo, lanceolado, inteiro, base atenuada, ápice acuminado, face adaxial brilhante; estípulas interpeciolares, largas na base, setosas. Flores tetrâmeras alvas, geralmente em glomérulos sésseis, dispostas em panículas axilares; cálice gamossépalo, lacínios longos, persistentes no fruto; corola infundibuliforme, externamente glabra, vilosa na fauce, lacínios revolutos e barbelados nas extremidades; prefloração valvar; estames isômetros, alternipétalos, livres, filetes longos, exsertos, inseridos na base dos lacínios; anteras oblongas, dorsifixas. Ovário ínfero, 2 lóculos monospermos, disco urceolar completo; estilete filiforme, estigma capitado. Fruto, cápsula septicida, levemente complanado, valvas concrecidas na base (Figuras 7 e 8).

- Dados fenológicos: floresce e frutifica nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro.

Ocorre no Rio de Janeiro, Bahia e Minas Gerais.

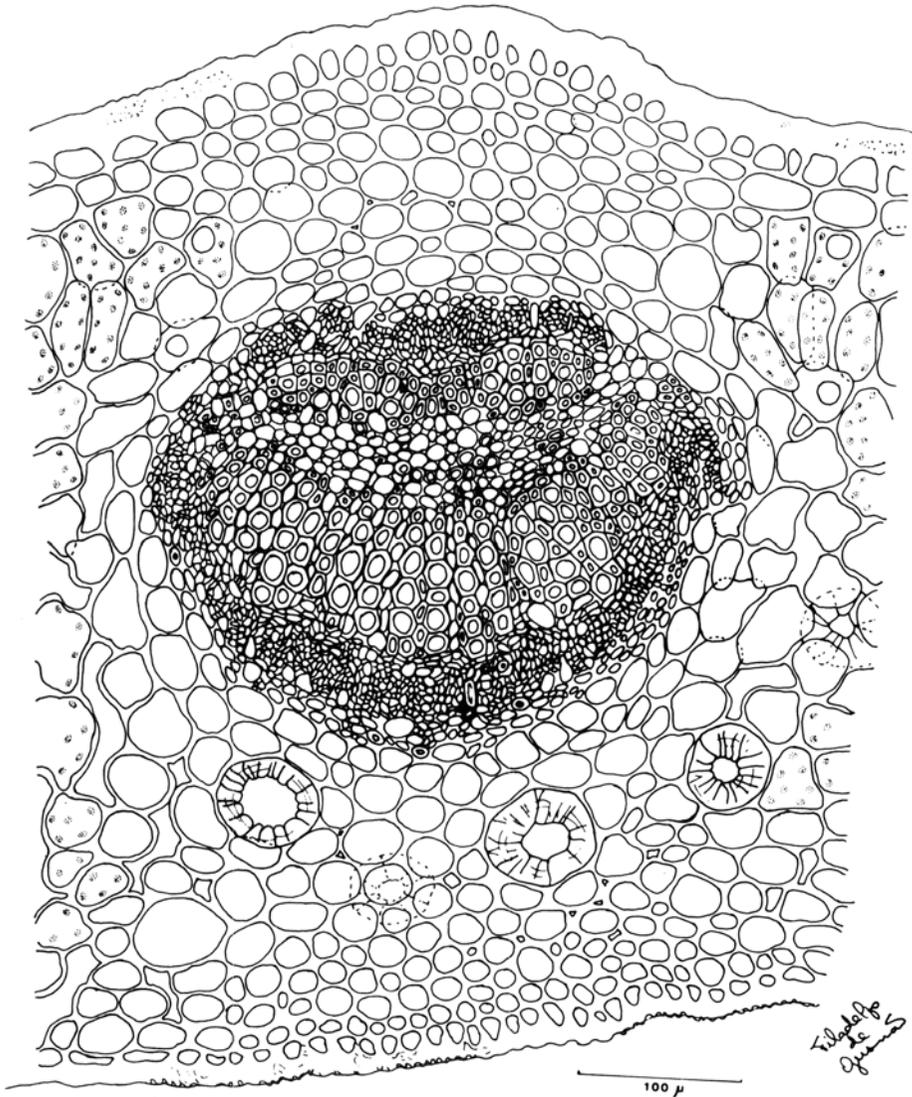


Figura 5 - *Chicocca brachiata*. - Corte transversal da nervura mediana. Notem-se grandes escleritos.

Anatomia

A epiderme adaxial, em vista frontal (Figura 9-A) revela células, poligonais de paredes relativamente pouco espessadas, retas a levemente curvas, cujos lados variam de 4 a 6. Muito maiores que as da face abaxial. Ausência de estômatos, e tricomas. Presença de gotas lipídicas. Em secção transversal as células apresen-

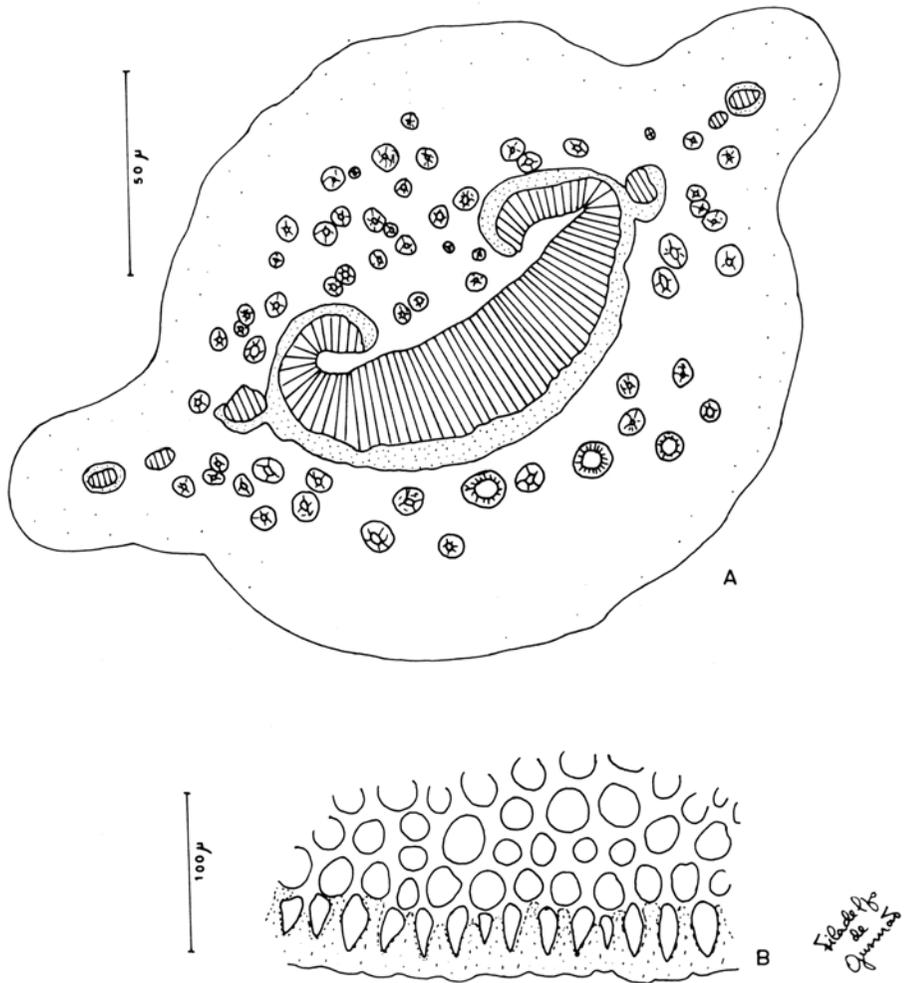


Figura 6 - *Chicocca brachiata*. A - diagrama da vascularização da região mediana do pecíolo e os numerosos esclereídeos do tecido fundamental. B - pormenor do epiderme abaxial e colênquima.



Figura 7 - *Borreria cymosa*. Cham. et Schlecht. Hábito.

tam-se irregulares em tamanho sendo muito volumosas umas e, outras menores, mais achatadas. Cutícula espessa (Figura 10 e 11).

A epiderme abaxial, em vista frontal (Figura 9-B), exhibe células irregulares, de paredes pouco espessas, fortemente sinuosas.

Estômatos paracíticos, segundo Metcalfe e Chalk (1950), estão distribuídos irregularmente pela superfície foliar, em número de 313, em média, por mm². Presentes gotas lipídicas. Em corte transversal (Figuras 10 e 11), as células são muito menores que as da face adaxial variando entre si o tamanho. Cutícula pouco espessa.

A estrutura do estômato é vista nas Figuras 9-C e D em cortes transversais, em E - corte longitudinal de uma célula guarda.

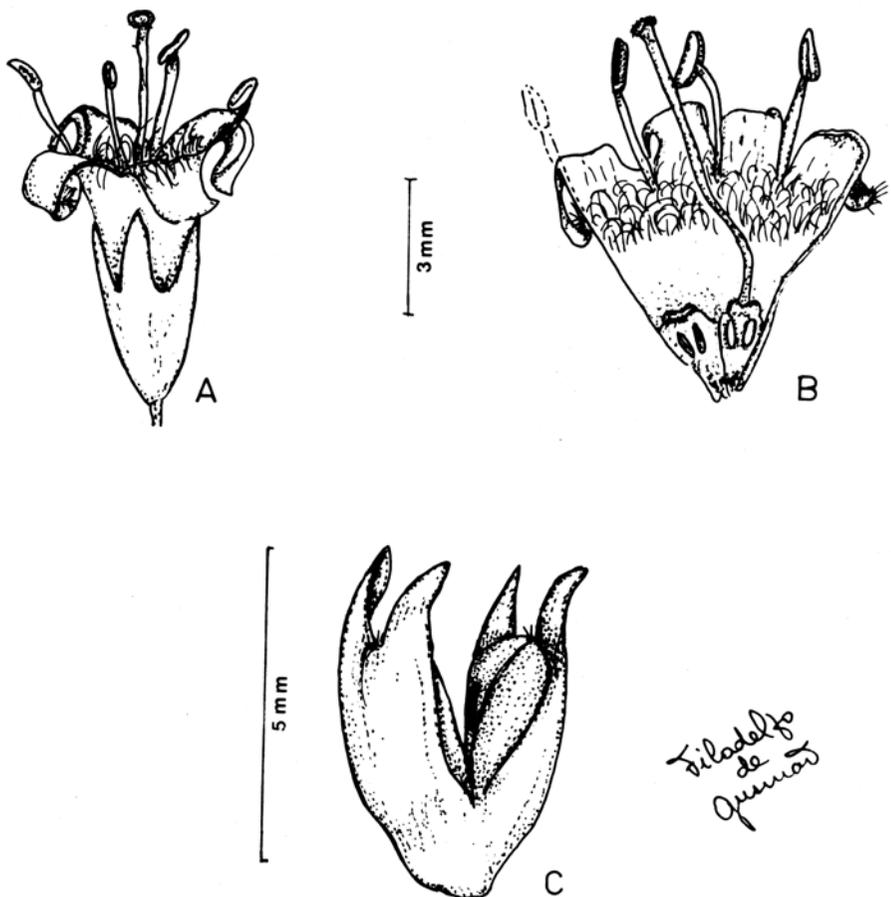


Figura 8 - *Borreria cymosa*. A - vista externa do cálice e da corola, estames exsertos. B - vista interna da colrola e do ovário. C - fruto deiscente.

O mesófilo visto transversalmente (Figura 10), é dorsiventral.

Subjacente à epiderme adaxial nota-se camada de células volumosas, incolores. Parênquima paliçádico em duas camadas sendo a mais interna de células curtas. Parênquima lacunoso com células muito compactas. Inseridos no tecido clorofiliano, encontram-se feixes vasculares envolvidos por bainha proeminente de natureza parenquimática, circundada pelos parênquimas fotossintetizantes, destituída a bainha de cloroplastos e amido. No material fixado (álcool a 70%) estas

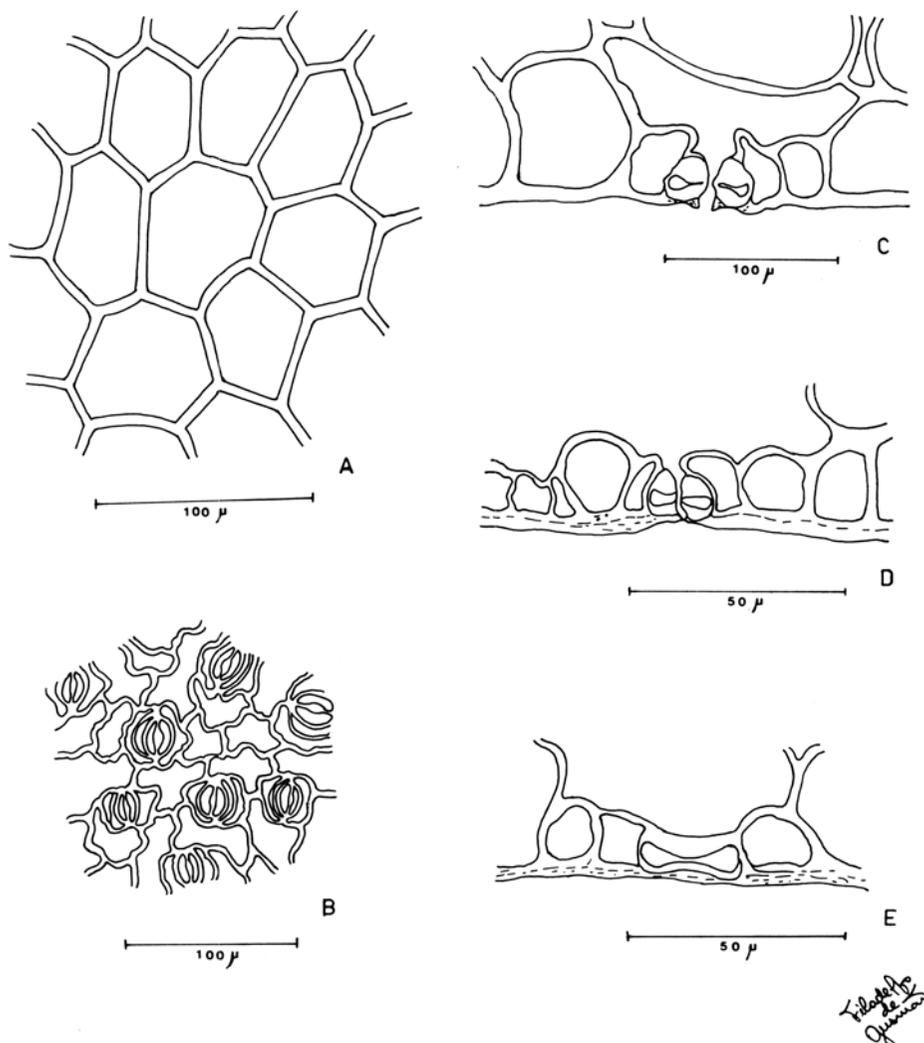


Figura 9 - *Borreria cymosa*. A, B - vista frontal da epidermes adaxial e abaxial, respectivamente. C,D - cortes transversais do aparelho estomático: C - corte mediano, D - corte polar. E - corte longitudinal.

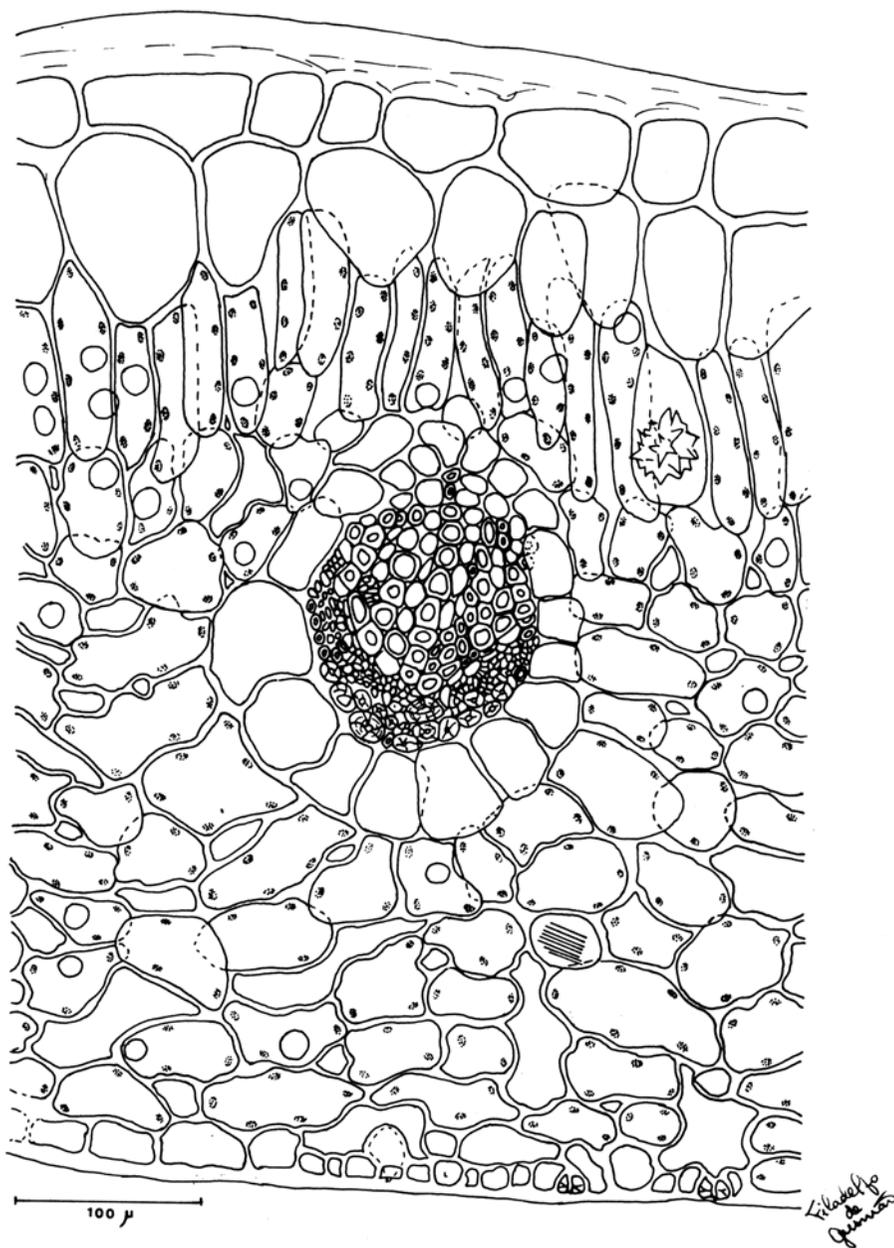


Figura 10 - *Borreria cymosa*. - Corte transversal da lâmina foliar. Observa-se o tecido incolor subjacente à epiderme adaxial, a bainha de feixe, drusas e ráfides.

células tomam coloração diferente, amarelada, não sendo possível identificar seu conteúdo. Presentes gotas lipídicas e cristais de oxalato de cálcio (drusas e ráfides).

O bordo em secção transversal (Figura 11), forma pequena saliência voltada para a epiderme abaxial onde se encontram células regulares de paredes celulósicas espessadas, destituídas de cloroplastos. As células epidérmicas têm paredes periclinais externas mais espessas e diminuem gradativamente de tamanho quando passam para a epiderme abaxial.

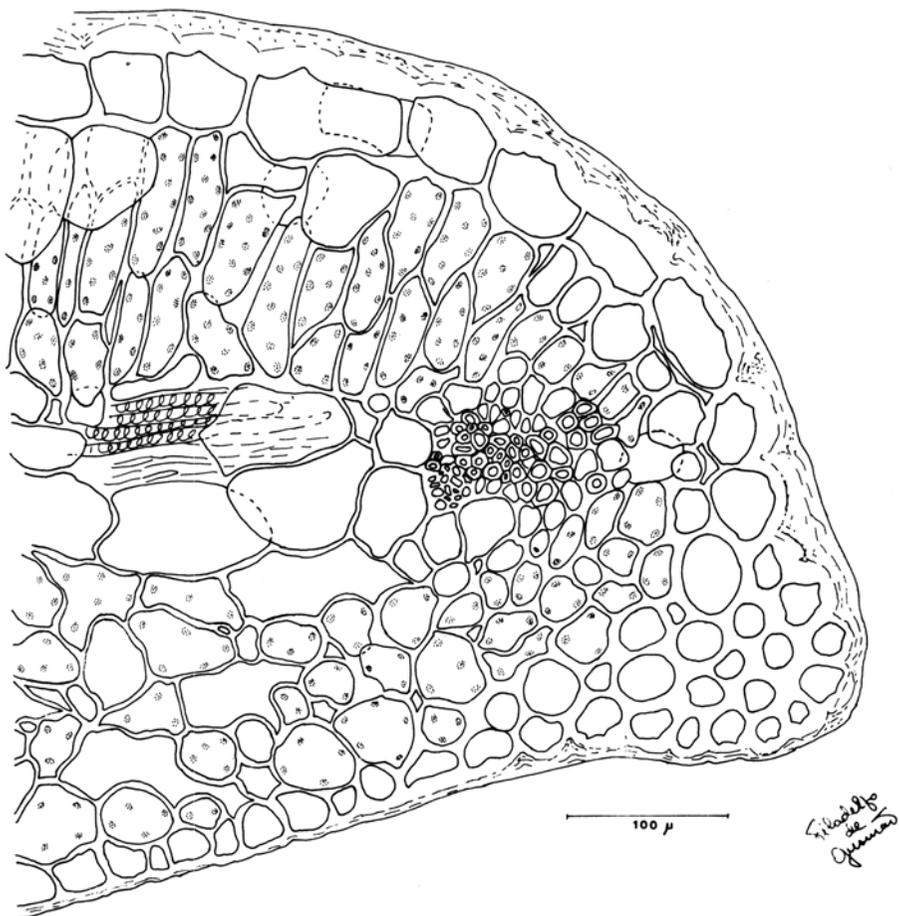


Figura 11 - *Borreria cymosa*. - Corte transversal do bordo foliar.

A nervura principal em corte transversal (Figura 12), apresenta feixe colateral em forma de arco. Na parte externa do floema células de paredes espessadas de celulose, com numerosos esclereídeos. Na concavidade do xilema também aparecem células de paredes espessadas. O feixe é envolvido por bainha de células incolores. Os parênquimas assinaladores e o tecido incolor subepidérmico interrompem-se ao nível desta nervura pela presença do colênquima que é mais abundante na face abaxial. Há cristais de oxalato de cálcio (ráfides e drusas).

O corte transversal do pecíolo é representado pelo diagrama (Figura 13-A), onde se destaca único feixe colateral, em forma de arco, análogo ao da nervura central, e dois feixes menores acessórios nas breves expansões laterais do órgão. Observam-se várias camadas de colênquima subjacentes às epidermes. Pormenor do feixe vascular (Figura 13-B) em que avultam células de paredes muito engrossadas, externas ao floema e ao protoxilema.

Provavelmente ainda celulósicas, vez que reagiram ao teste do cloreto de zinco iodado. Bainha amilífera, envolvendo o feixe, tornou-se mais evidente com o lugol.

Apesar da aparente homogeneidade, o ambiente das dunas possui grande diversidade de microambientes com características peculiares e constitui meio de difícil sobrevivência para as plantas, como já observaram Starr (1912), Andrade (1966, 1976), Morawetz (1983) e outros.

Para sobreviverem, as plantas desenvolvem certos caracteres morfológicos e anatômicos de adaptação às condições adversas, dentre os quais sobressaem a falta de água, deficiência de nutrientes, ventos fortes, extremos de temperatura e luminosidade intensa. Estes fatores interferem principalmente na alteração da estrutura da folha, induzindo à formação de xeromorfia, ou escleromorfia como quer Arens (1958) que distingue entre escleromorfismo oligotrófico e escleromorfismo xérico. Baseados nesses dados e nas informações de Ferri (1953, 1955) Morretes (1959, 1966), Esau (1959, 1974) Cutter (1986, 1987), Metcalfe e Chalk (1979) e outros, verificamos neste estudo que no ambiente dunas se reúnem as duas hipóteses, a da falta de água e o oligotrofismo.

O exagerado espessamento das paredes das células epidérmicas, sobretudo as periclinais externas e da cutícula adaxial nos leva a acreditar numa possível proteção contra eventuais perdas de água e excesso de luminosidade. Em *Borreria cymosa* as estruturas xeromorfas são mais evidentes, manifestando-se também em tecido subepidérmico, incolor, de células volumosas, provavelmente para reserva de água (não se verificou a origem desse tecido). A mesma função parecem desempenhar as células da bainha, envoltentes dos feixes vasculares, inclusive os da nervura central, uma vez que não se reconheceu nenhum conteúdo sólido; no entanto, restou dúvida sobre esta hipótese, pois no material fixado em álcool a 70% os vacúolos de tais células tomaram coloração amarelada, diferente do mesófilo. A disposição radial e a densidade dos parênquimas fotossintetizantes em torno desta bainha lembra a estrutura Kranz ou uma variedade desta.

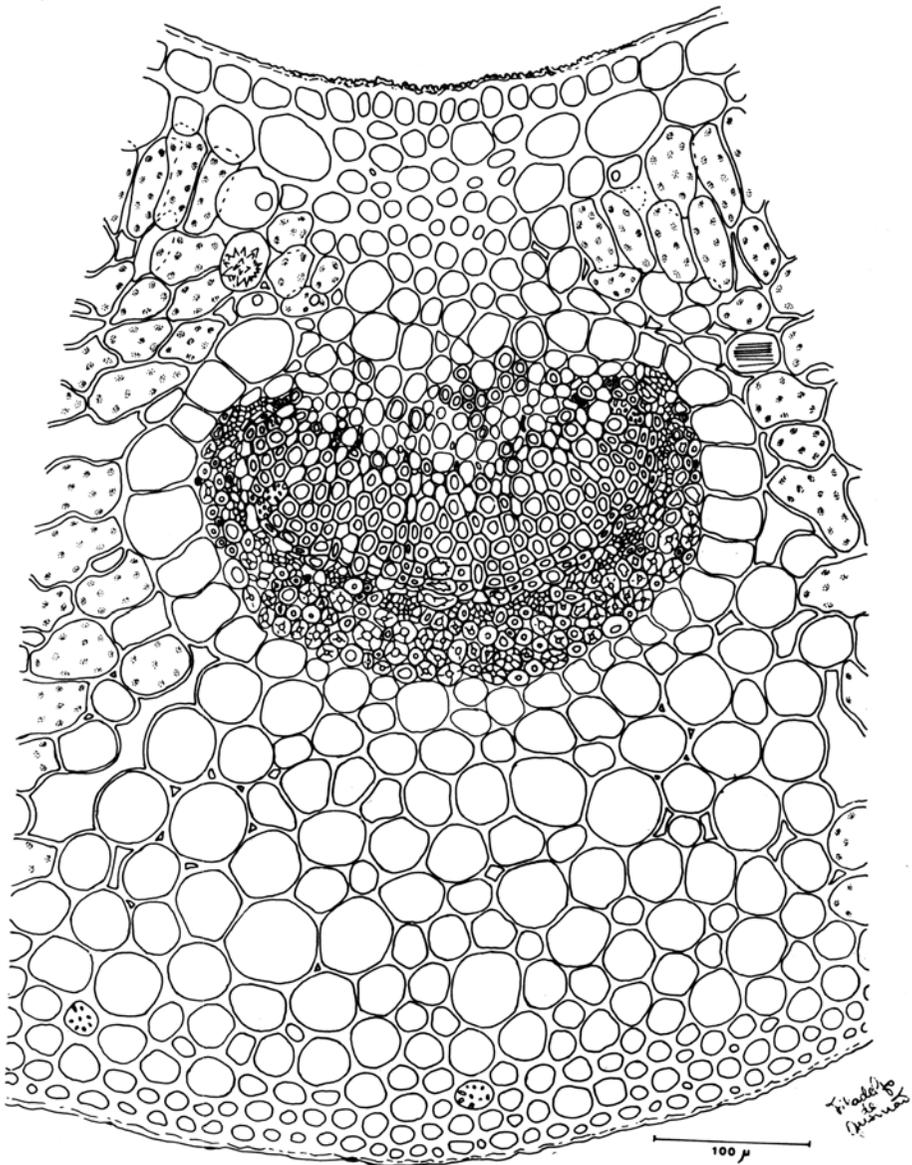


Figura 12 - *Borreria cymosa*. - Corte transversal da nervura principal circundada por bainha de células incolores.

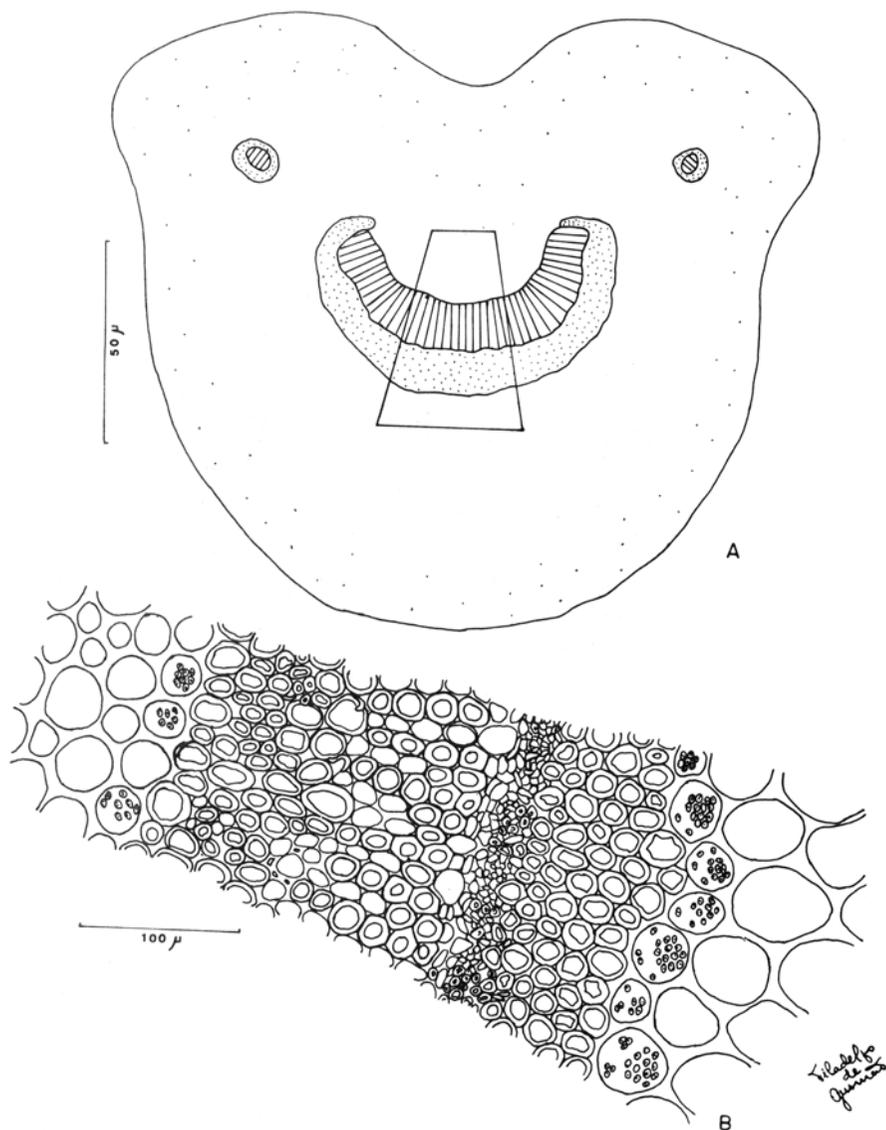


Figura 13 - *Borreria cymosa*. A - diagrama da vascularização da região mediana do pecíolo. B - pormenor do feixe vascular com células espessas internas ao xilema e externas ao floema. Note-se também a bainha amilífera.

Segundo Cutter (1978), estruturas semelhantes, seriam indicadoras de xerofitismo em resposta a alta intensidade luminosa onde o estresse hídrico poderia ser fator limitante da fotossíntese.

A proximidade dos tecidos fotossintetizantes aos condutores de água deveriam oferecer vantagem protetora às espécies sujeitas ao dessecação. Entretanto nada inferimos sobre a taxa de fotossíntese para não fugirmos ao escopo deste trabalho. Contudo a possibilidade de fotossíntese do ciclo de Hatch e Slack não é de todo improvável, pois autores ao dissertarem sobre o ciclo C4, sugerem que até células incolores e sem grana das gramíneas, como as buliformes, podem seguir a via da PEP - carboxilase = fosfoenolpiruvato, Black (1973).

Em *Chiococca brachiata* é grande a quantidade de elementos esclerenquimatosos associados aos tecidos vasculares. Esta circunstância escleromórfica observou-se noutras espécies de dunas tais como *Leucothoe revoluta* (trabalho não publicado) e em *Guettarda angelica*, Gusmão, et al (1984).

O valor dos caracteres anatômicos da família Rubiaceae foi revelado por Verdcourt (1958) e Bremekamp (1966) seguidos por Barroso (1986) quando separaram sub-famílias pelos rafídios nas folhas, indumento de tricomas septados. A presença de rafídeos em *Borreria* colocam-na entre as Rubioideae (tribo Spermaceae) e ausência em *Chiococca* leva-a a pertencer às Cinchonoideae (tribo Chiococceae).

Pretendem os autores, no futuro, de posse do conhecimento das outras Rubiaceae das dunas, estabelecer comparações e elaborar chave para a separação de espécies com base nos caracteres anatômicos.

Referências bibliográficas

- ANDRADE, M.A.B. 1966. Contribuição ao conhecimento de ecologia, das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo. *Bol. Fac. Filos. Ciênc. e Letr. Univ. S. Paulo (Bot.)* 22: 5-170.
- ANDRADE, M.A.B. 1976. Anatomia foliar de algumas plantas frequentes nas praias arenosas do Estado de São Paulo. *Ci. e Cult.* 28(11): 1297-1305.
- ARENS, K. 1958. Considerações sobre as causas do seromorfismo foliar. *Bol. Fac. Filos. Ciênc. e Letr. Univ. S. Paulo (Bot.)* 15: 25-26.
- BREMEKAMP, C.E.B. 1966. Remarks on the position, the delimitation and the subdivision of the Rubiaceae. *Acta Botanica Nearlandica* 15: 1-33.
- BARROSO, G.M. et al. 1978. *Sistemática das Angiospermas do Brasil*. Livros Técnicos e Científicos. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. Vol. III.
- BLACK, C. C. Jr.. 1973. Photosynthetic carbon fixation in relation to net CO₂ uptake. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 22: 253-286.
- CUTTER, E.G. 1986. *Anatomia vegetal. Experimentos e interpretações: Órgãos*. Tradução: Gabriella V.M. Catena, São Paulo, Roca, V-II.

- ESAU, K. 1959. *Anatomia vegetal*. Traducción por el José Pons Rosell. Barcelona. Òmega. 624p.
- ESAU, K. 1974. *Anatomia das plantas com sementes*. Tradução de Berta Lange de Morretes. São Paulo, Edgar Blucher. 293p.
- FERRI, M. G. 1953. Water balance of plants from caatinga. II. Further information on transpiration and stomatal behavior, *Rev. Brasil. Biol.* 13(3): 237-244.
- FERRI, M. G. 1955. Contribuição ao conhecimento da ecologia cerrado e da caatinga. Estudo comparativo do balanço d'água de sua vegetação. *Bol. Fac. Filos. Ciênc. e Let. Univ. S. Paulo (Bot.)* 12: 170p.
- GUSMÃO, E. F. de et al. 1983. Críptas estomatíferas em duas espécies de Rubiáceas da Bahia: *Guettarda angelica* Martius e *G. virburnoides* Chamisso et Schlenchtendal. *Anais do XXXVI Congresso Nacional de Botânica*. Porto Alegre. Sociedade Botânica do Brasil. 527-537.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. Mac Graw Hill Book Company, New York.
- LABOURIAU, L. G., J.G. OLIVEIRA E M.L.S. LABOURIAU 1961. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell.). Toledo, I-Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. *An. da Acad. Bras. de Ciênc.* 33(22): 237-258
- METCALFE, C.R. & L. CHALK. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. 2 ed. Oxford. Clarendon Press. V. I.
- MORAWETZ, W. 1983. Dispersal and succession in an Extreme Tropical Habitat. Coastal Sands and Xeric Woodland in Bahia (Brazil). *Hamburg, Snderbol naturwiess.* 7: 359-380.
- MORRETES, B.L. E M.G. FERRI, 1959. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. *Bol. Fac. Filos. e Letr. Univ. S. Paulo (bot.)*. 16: 7-70.
- MORRETES, B.L. & M.G. FERRI. 1966. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. II. *Bol. Fac. Filos. Ciênc. e Letr. Univ. S. Paulo (Bot.)* 22: 207-244.
- SASS, J. E. 1951. *Botanical microtechnique*. 2. ed. Iowa. The Iowa State College Press. 228p.
- STARR, A. M. 1912. Comparative anatomy of dune plants. *Botanical Gazette*, 54(3): 265-305.
- VERDCOURT, B. 1958. Remark on the classification of the Rubiaceae, *Bull. Jard. de l'Etat Bruxelles* 28(3): 209-281.