

Anatomia de *Lorostemon coelhoi* Paula, *Caraipa valioi* Paula e *Clusia* aff. *macropoda* Klotzsch (Guttiferae da Amazônia)

José Elias de Paula (*)

Resumo

Três espécies de *Guttiferae* foram analisadas anatomicamente, como subsídio taxonômico e ecológico dessa família. As espécies estudadas apresentam estrutura anatômica heterogênea que possibilita a diferenciação dos gêneros.

INTRODUÇÃO

Continuamos, neste trabalho, os estudos sobre *Guttiferae* que já foram objeto de quatro comunicações (Paula 1966, 1969, 1970a e 1970b). Como estamos organizando uma "chave" para identificação dos gêneros de *Guttiferae* que ocorrem no Brasil com base, exclusivamente, na anatomia de suas madeiras, acreditamos que o estudo anatômico, especialmente do caule, do pecíolo e da lâmina foliar de espécimes dessa família de plantas, poderá auxiliar-nos na elaboração da referida "chave", dando-nos maior segurança quanto aos conceitos genéricos e caracteres afins. Quanto ao gênero *Lorostemon*, descrito por Ducke (1935), não consta da literatura consultada nenhuma informação sobre a anatomia desse gênero. Por outro lado, tendo sido *Lorostemon coelhoi* descrita há pouco tempo (Paula, 1970b), parece-nos oportuno indicar melhores detalhes do seu aparelho floral, através de desenhos que ajudarão separá-la das outras três espécies desse gênero: *Lorostemon bombaciflorum* Ducke, 1935, *L. negrense* Fróes, 1959 e *L. colombianum* Maguire, 1958.

MATERIAL

Utilizamos material fresco e fixado em FAA e FPA de indivíduos arbóreos. Os espécimes que serviram para confirmar a identificação das espécies encontram-se registrados

nos herbários da Universidade de Brasília (UB) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), com as informações seguintes:

Lorostemon coelhoi

- a) **coletor:** J. Elias de Paula 498 (UB); **procedência:** Amazonas, Manaus, Reserva Florestal Ducke, mata da terra firme, em 18-3-1969.
- b) **coletor:** Luiz Coêlho et Elias 420 (**Holotypus**, INPA); **procedência:** Amazonas, Manaus, Reserva Florestal Ducke, mata da terra firme, picada 2, loteamento de base, em 30-6-1967.

Caraipa valioi

- a) **coletor:** Luiz Coêlho et Elias 419 (**Holotypus**, INPA); **procedência:** Amazonas, Manaus, Reserva Florestal Ducke, mata da terra firme, picada 2, loteamento de base, em 30-6-1967.
- b) **coletor:** J. Elias de Paula 475 (UB), material da árvore típica, em 17-3-1968.

Clusia aff. *macropoda*

- a) **coletor:** J. Elias de Paula, Byron 492 (INPA) et France 10455 (NY); **procedência:** Amazonas, rio Negro, acima da baía Buiucu, margem do rio, sobre "laterita", em 13-3-1969; **determinador:** G. Mariz, 1970.

MÉTODO

Os cortes histológicos foram executados à mão livre, com gilete e com micrótomo rotativo de "Spencer", segundo a técnica da inclusão de material em parafina. Quanto às madeiras, os cortes foram realizados com micrótomo *Jung* para madeira.

Para o estudo do rastro foliar, os cortes histológicos foram realizados em série, no caule, do ápice para a base do nó foliar. Para o esclarecimento da origem dos canais secretores, efetuamos investigações a partir da estrutura primária indiferenciada (meristema primário) de brotos apicais, até a estrutura secundária.

(*) — Universidade de Brasília, D.F.

Os compostos fenólicos, goma-resina, lignina e celulose foram identificados por meio do teste *metacromático* (O'Brien *et al.* 1964). Quanto à lignina, realizamos, também, o teste com Floroglucina.

Os grãos de amilo foram identificados por apresentarem coloração roxo-azulado em reação com Lugol e, também, sob luz polarizada, de cujo efeito resulta uma zona escura denominada "Cruz de Malta".

As fotomicrografias foram obtidas através do Fotomicroscópio Wild. Adotamos a terminologia de Milanez & Miranda Bastos (1960), Kribs (1935), Esau (1959), Metcalfe & Chalk (1957), e a recomendada pela Primeira Reunião de Anatomistas de Madeiras, 1936 (Rodríguez, 1937).

RESULTADOS

Lorostemon coelhoi Paula

(fig. 1 a a 3 e fotos 1 a 8)

CAULE

Estrutura primária diferenciada (fig. 1-b) — Epiderme glabra; as células epidérmicas, vistas em secção transversal são bastante altas, com base ampla, deltóides ou retangulares, com paredes periclinais externas com cerca de 18 μ m de espessura, cutinizadas. A cutícula é fina, muito sinuosa.

Colênquima — Examinando cortes de material fresco, em meio aquoso, observamos que o colênquima é pouco característico, pois, consta de 3 a 7 camadas de células de paredes moderadamente espessas, pectocelulósicas, deixando entre si pequenos meatos; essas células, geralmente são ricas em grãos de amilo, e entre elas ocorrem idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio.

Parênquima cortical — Consta de células de forma e diâmetro muito variados, em geral com tanóides, dotadas de paredes pectocelulósicas; são freqüentes nesse parênquima, lacunas aeríferas, de tamanho variado; os canais secretores são abundantes, ocorrem, desde da porção mais externa, até a mais interna desse parênquima.

Sistema vascular — Os elementos vasculares primários estão reunidos em um cilindro

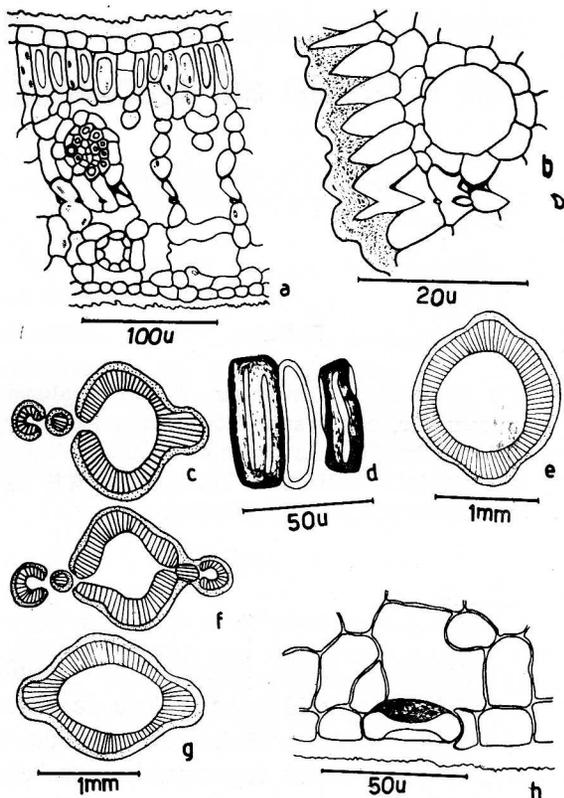
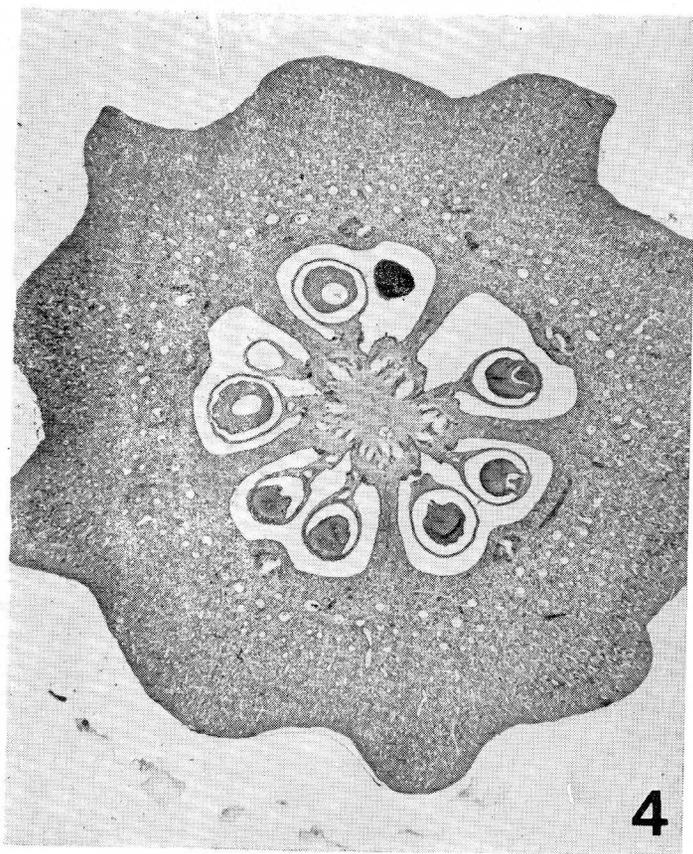
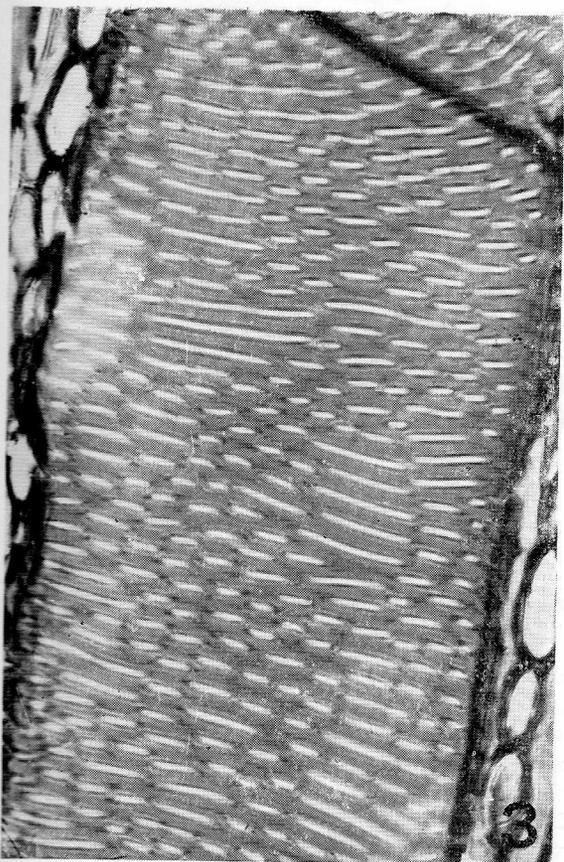
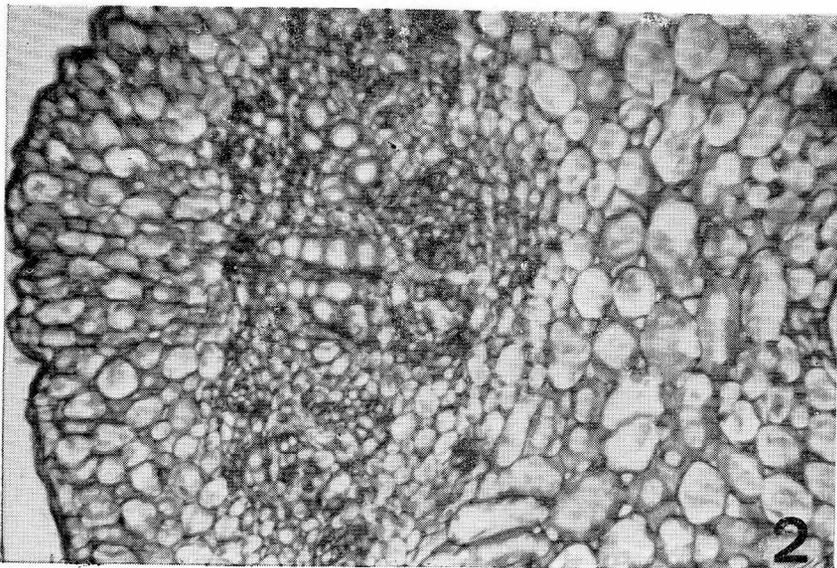
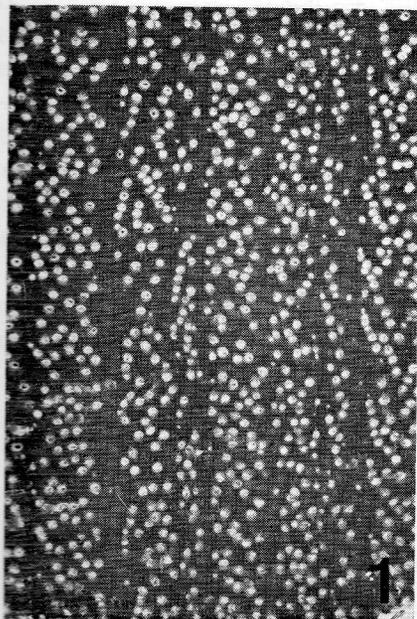


Fig. 1 — *Lorostemon coelhoi* — a) corte transversal da lâmina foliar, onde se vêem um feixe vascular envolvido por uma bainha fisiológica, um canal secretor e grandes lacunas; b) caule: estrutura primária mostrando a epiderme e um canal; c) sistema vascular do nó foliar na altura da metade de seu comprimento, onde se vêem os cordões vasculares do rastro foliar; d) células do parênquima paliádico dissociadas; e-g) sistema vascular da base do nó foliar; f) sistema vascular da porção mais alta do nó foliar, mostrando dois cordões vasculares do rastro foliar; h) estômatos em secção transversal.

vascular, constituindo, assim, uma estrutura *sitonostelo-ectotlóica*; os vasos lenhosos aparecem em séries radiais de 2 a 5 elementos. Na estrutura primária ainda pouco diferenciada já observamos cordões esparsos de esclerênquima, pela face externa do floema e que aumentam de espessura com a diferenciação plena dessa estrutura. Analisando cortes longitudinais, verificamos que o esclerênquima em apreço é constituído de fibras, na sua maioria, e de esclerócitos.

Parênquima medular — Nessa fase de diferenciação, as células mais centrais desse parênquima possuem paredes espessas, lignifi-



Lorostemon coelhoi: Foto 1 — Aspecto macroscópico da madeira (8x); Foto 2 — Corte transversal de um carpelo mostrando epiderme interna, um feixe vascular (138x); Foto 3 — Pontuações intervasculares (672x); Foto 4 — Ovário em corte transversal (20x).

cadadas; mais tarde, todas as demais células aparecem esclerosadas por espessamento e lignificação de suas paredes. São freqüentes canais secretores situados na parte mais externa da medula.

Estrutura secundária

Inicialmente, quando já se observam várias camadas de células suberosas, a epiderme ainda permanece íntegra, cujas células são altas e deltóides, com paredes periclinais externas muito espessas. O felogênio, subepidérmico, forma quase que somente súber, que consta somente de um tipo de células: as suberosas típicas. O esclerênquima já forma uma bainha contínua pela face externa do floema secundário. Os raios do floema e do xilema são predominantemente unisseriados, cujas células, em geral, são gomífero-resiníferas; os poros aparecem, nos cortes transversais, em séries radiais de 3 a 8 elementos; as fibras ocorrem mais na parte mais interna do xilema. Com pouca freqüência, ainda se formam canais secretores, na zona cambial, e, também no feloderma. A medula, como já notificamos, aparece totalmente esclerosada; notamos, porém, que as células "epiteliais" dos canais medulares permanecem com paredes finas, pectocelelulósicas.

Canais secretores — Analisando cortes transversais e longitudinais de brotos apicais de caule, observamos que, os primeiros indícios de um canal são notados na fase meristemática, quando já são observadas a protoderme, o parênquima fundamental cortical, o procâmbio e o parênquima medular, aliás, esses indícios aparecem primeiro no parênquima fundamental cortical, mais tarde, na medula. Os esboços de canais iniciais são identificados *pelo aparecimento de um espaço intercelular* que aumenta gradativamente com as divisões celulares - fase *esquizógena* e, mais tarde, tais células sofrem *lise* parcial ou total - fase *lisígena*. Os canais em questão são, portanto, de origem *esquizolisígena*. Prossequindo com as investigações, em fases ulteriores, constatamos que os canais se formam também nas estruturas primária diferenciada e secundária, pelo mesmo processo. O produto de secreção desses canais são tanóides e goma-resina.

Rastro foliar — Na portão inferior do nó foliar, observamos no cilindro central 2 lobos opostos que representam as regiões donde se deslocam os cordões vasculares do rastro foliar (fig. 1-g, e); a partir da metade da altura do nó foliar, 2 cordões vasculares opostos, um a um se deslocam, em níveis diferentes, do cilindro central e vão se afastando, paulatinamente, até constituir o sistema vascular da extremidade proximal do pecíolo de cada folha oposta. O rastro foliar é, portanto, constituído de um cordão vascular e o nó é bilacunar. No-

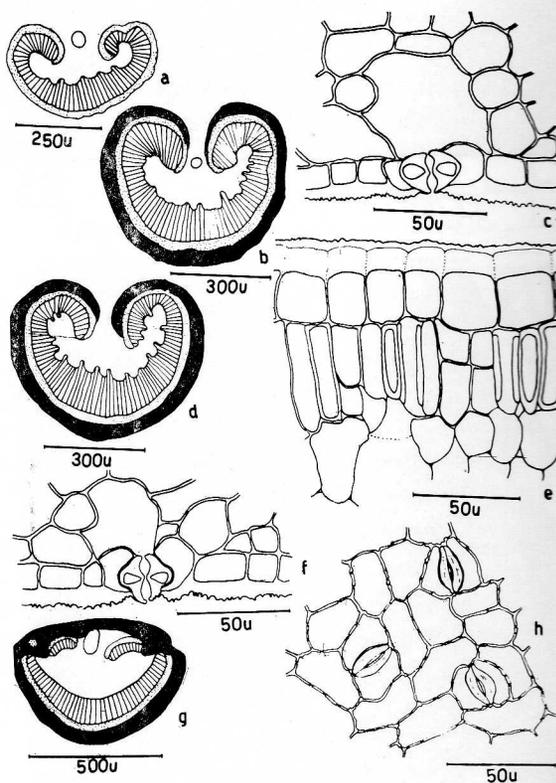
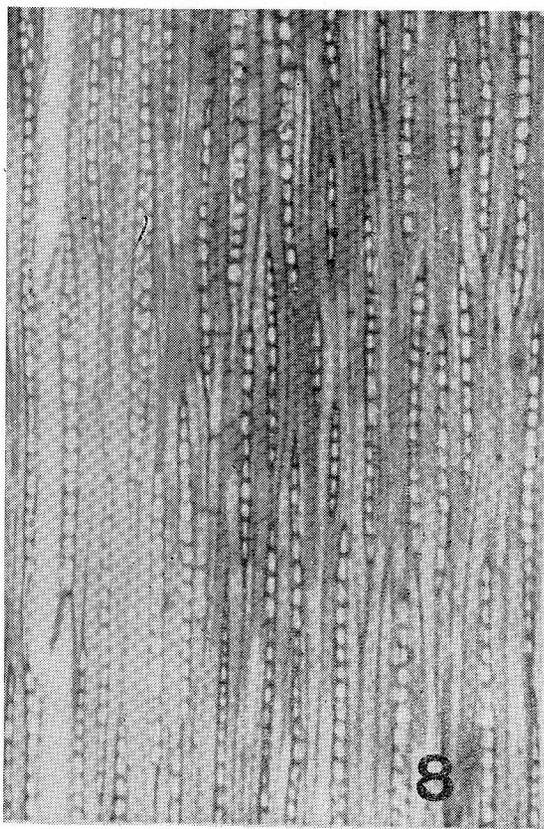
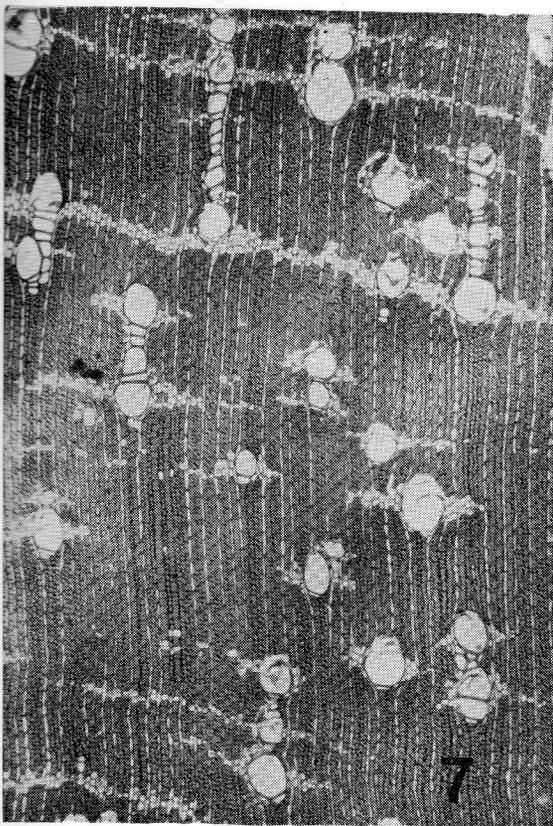
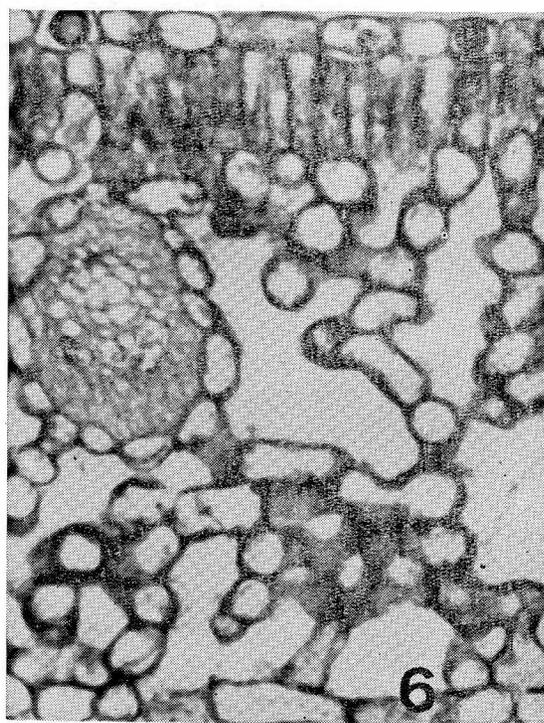
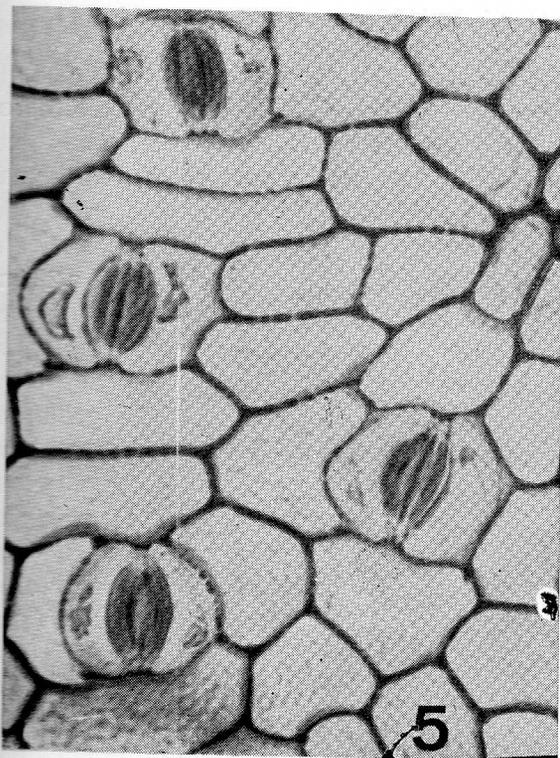


Fig. 2 — *Lorostemon coelhoi* — a) sistema vascular da extremidade proximal do pecíolo; b) sistema vascular da porção média do pecíolo (o esclerênquima está representado pela parte preta); c) estômato em secção transversal, passando pela região polar; d) sistema vascular da extremidade distal do pecíolo (o xilema está representado por traços radiais); e) lâmina foliar em corte transversal, onde se vêem, esquematizados, as paredes periclinais externas das células epidérmicas, parênquima paliçádico e parte do lacunoso; f) estômato em corte transversal passando pela região mediana; g) sistema fibrovascular da nervura central; h) epiderme abaxial em vista frontal.



Lorostemon coelhoi: Foto 5 — Epiderme abaxial (305x); Foto 6 — Corte transversal da lamina foliar 349x); Foto 7 — Corte transversal da madeira (100x); Foto 8 — Corte tangencial da madeira (100x).

tamos que cada cordão vascular, ao se deslocar do cilindro central, já aparece em forma de um arco (fig. 1-c, f, g).

PECIOLO

A epiderme é glabra; células epidérmicas, vistas em secção transversal apresentam forma deltóide e possuem paredes periclinais externas bastante espessas, cutinizadas. O parênquima fundamental é rico em idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio e canais secretores. O sistema vascular, visto em secção transversal, tem forma de um arco contínuo, com as extremidades infletidas, em todo o comprimento do pecíolo (fig. 2-a, b, c); a partir da metade inferior do comprimento do pecíolo, o referido arco vascular é acompanhado, pela face externa do floema, por esclerênquima contínuo (fig. 2-b, d); em algumas regiões aparece câmbio vascular e a parte externa do xilema é rica em fibras espessas.

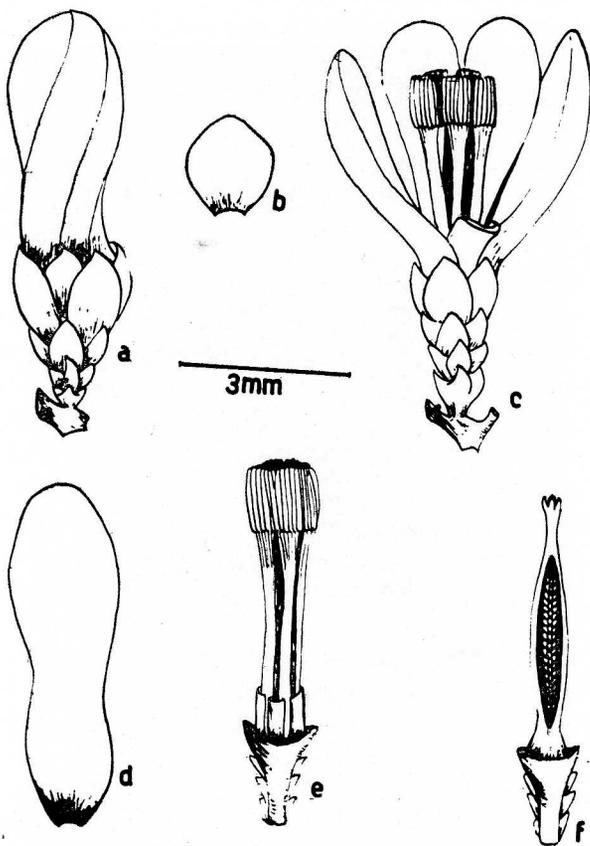


Fig. 3 — *Lorostemon coelhoi* — a) botão floral; b) sépala; c) flor; d) pétala; e) estames; f) ovário seccionado longitudinalmente.

LAMINA FOLIAR

Epiderme adaxial glabra; as células epidérmicas, vistas em cortes transversais, apresentam maior diâmetro tangencial; umas são taníferas ao lado de outras que contêm goma-resina; suas paredes periclinais externas são espessas (fig. 2-e), pectocelulósicas; cutícula *senso lato* crenulado, com cerca de 18 a 22 μm de espessura; vista de face, as células epidérmicas são tipicamente poligonais, cujas paredes são sempre retas, com pontuações simples. A epiderme abaxial (fig. 2-h) é igualmente glabra; células epidérmicas, vistas em secção transversal apresentam forma retangular, com maior diâmetro tangencial, são tão grandes quanto as da epiderme adaxial, com paredes finas, pectocelulósicas; cutícula crenulada, com cerca de 10 μm de espessura. Vista de face, as células epidérmicas são de forma e tamanho muito variados, com paredes dotadas de numerosas pontuações simples (foto 5). O parênquima paliçádico consta de uma camada de células de paredes, geralmente espessas (fig. 2-e, fig. 1-a, d, foto 6), especialmente nos ângulos, parcialmente lignificadas, cujo teor de lignina aumenta na medida que as folhas envelhecem; são freqüentes células paliçádicas que sofreram mais uma divisão tardia por formação de paredes periclinais. O parênquima lacunoso (fig. 2-c, f, foto 6) corresponde a dois terços da espessura total do mesófilo; as lacunas são numerosas e grandes; são freqüentes células contendo goma-resina; os feixes fibro-vasculares são envolvidos por uma bainha fisiológica (de Heberlandt), constituída de células amplas de paredes moderadamente espessas, pectocelulósicas; nesse parênquima ocorrem canais secretores.

Nervura central — No parênquima fundamental são freqüentes espaços aeríferos e canais secretores; o sistema fibrovascular, visto em secção transversal tem forma subdeltóide ou subcircular (fig. 2-g), dependendo da região. Na face adaxial da nervura há uma camada de células subepidérmicas, semelhantes às paliçádicas, com paredes moderadamente espessas, pectocelulósicas, às vezes lignificadas.

Estômatos — São tipicamente paracíticos (rubiáceos); ocorrem somente na epiderme

abaxial (fig. 2-h e foto 5) numa média de 115 estômatos por mm², variando entre 113 e 118; nas células guardiãs, vistas de face, observamos grãos de amilo. Em corte transversal verificamos que o aparelho estomático possui uma câmara subestomática bastante ampla (fig. 2-c, f); as paredes das células guardiãs que confinam o ostíolo possuem espessamento cutinizado que forma, nos "bordos". interno e externo, duas "cristas" que limitam um átrio interno e outro externo, respectivamente (fig. 2-c, f); em corte longitudinal, observamos que o lúmen das células guardiãs é um pouco estreito, na porção mediana (fig. 1-h); esse caráter é também notado no corte transversal, ao nível da região mediana (fig. 2-f). Quanto aos parastomatócitos, registramos a presença de pequenos glóbulos de óleo-resina.

MADEIRA

A madeira de *Lorostemon coelhoi* é dura, pesada; *casca* fina, aspero-rugosa; *alburno* bege; *cerne* distinto do alburno, castanho-claro ou amarelado; *poros* indistintos a olho nu; *parênquima axial* em faixas estreitas, moderadamente sinuosas; *raios* muito estreitos, longos; o conjunto de raios lembra verdadeiras estrias, vistos de topo (foto 1).

Descrição microscópica — *Poros*: distribuição moderadamente regular, de secção circular a ovóide, com maior diâmetro radical; solitários ou múltiplos de 2-3 ou em séries radiais de até 16 elementos (foto 7); os solitários e os múltiplos de 2-3 são bem maiores que os múltiplos em séries, cujo diâmetro diminui na medida que aumenta o número de elementos em cada série; os solitários apresentam uma média de 129 μ m de diâmetro radial (médios), variando entre 64 e 204, sendo 49% entre 11 e 140; os múltiplos apresentam uma média de 71 μ m em diâmetro radial (pequenos), variando entre 25 e 179, sendo 45% entre 51 e 100; considerando os múltiplos como unidade, a mé-

dia é de 7 por mm² (pouco numerosos), variando entre 5 e 9; por outro lado, considerando cada poro das séries como uma unidade, a média é de 28 por mm² (muito numerosos), variando entre 18 e 35, sendo 53% entre 24 e 31. *Elementos vasculares* muito curtos, 0,7mm de comprimento, variando entre 0,56 e 1,006, sendo 60% entre 0,46 e 0,83mm; *pontuações*

intervasculares (foto 3) alternas ou em grupos, escalariformes, de elípticas a alongadas horizontalmente, especialmente nos traqueóides e nas bases dos elementos dos vasos, numerosas; fendas amplas, alongadas. *Parênquima axial* moderadamente abundante ou escasso, paratraqueal confluyente pouco típico, às vezes brevialiforme, em faixas tangenciais longas ou curtas, em geral estreitas, ou em grupos de 1 a 6 células (foto 7); as faixas de parênquima constam de 1-4 células de largura; muitas dessas células contêm goma-resina. *Raios* (foto 8) freqüentemente unisseriados, raramente bisseriados, homogêneos, tipo I de *Kribs*; com 2 a 57 células em altura, raramente 64, sendo mais freqüentes entre 30 e 43; muito numerosos, 16 por mm, em média, variando entre 15 e 20; muito baixos, 9,7mm de altura, em média, variando entre 0,14 e 1,6, sendo 40% entre 0,14 e 0,79, 31% entre 1 e 1,6 e 29% entre 0,40 e 0,80; são freqüentes células radiais contendo goma-resina. *Traqueóide* vasicêntricos, com pontuações igualmente escalariformes. *Fibras* abundantes, muito espessas, cujo lúmen corresponde a menos de 1/3 da espessura total da fibra; elementos fibrosos curtos, 1,4mm de comprimento em média, variando entre 1mm e 1,7, sendo 50% entre 1,28 e 1,56; pontuações escassas, muito pequenas.

FLOR (fig. 3)

Botão floral com pétalas contorcidas, parte mediana deprimida e ápice abaulado (fig. 3-a); com 6 a 8cm de comprimento e 2-3cm de diâmetro; pétalas (fig. 3-c, d) subcarnosadas, com 1,5 a 2,5cm de espessura, imbricadas, côncavas, base estreita em relação com o ápice; sépalas suborbiculadas a elípticas (fig. 3-b). Analisando pétalas em secção transversal observamos que elas são formadas apenas de um tipo de tecido: o lacunoso, onde ocorrem canais secretores, cujo comprimento é paralelo à superfície da pétala. Os estames

(fig. 3-e) estão reunidos em 5 fascículos, cada fascículo com 13 anteras livres; no botão floral, o conjunto das anteras forma uma peça capitada. O ovário (fig. 3-f, foto 2 e 4) é longopedunculado, com 3-5cm de comprimento e o pedúnculo com 1,5-2,5cm de comprimento; com 5 lóculos, cada lóculo com 34 óvulos reunidos aos pares; ovário sulcado longitudinalmente.

Examinando cortes transversais do ovário observamos uma epiderme interna e outra externa; as células da epiderme externa são bastante altas, em algumas regiões elas tomam forma paliçada, com núcleo bastante grande, enquanto que as células da epiderme interna são estreitas e alongadas tangencialmente. O parênquima carpelar é rico em canais secretores, células, com tanóides, e "lacunas" resultantes da *lise de células*, em geral longas e estreitas. Nas proximidades de cada lóculo ocorre um cordão vascular espesso (foto 2), aniflóico que corresponde à nervura que separa um sulco de outro. Com o desenvolvimento do ovário transformando-se em fruto, os mencionados sulcos vão se tornando cada vez mais profundo e que, visto em corte transversal, lembram *criptas*.

Caraipa valioi Paula

(Fig. 4 e 5 e fotos 9-16)

CAULE

Estrutura primária — A epiderme é densamente pilosa, cujos pêlos são simples, de uni a pluricelulares, às vezes bifurcados, com paredes celulares moderadamente espessas, parcialmente lignificadas; em geral, esses pêlos são ricos em tanóides. O *colênquima*, pouco característico, consta de 3-5 camadas de células de paredes pouco espessas, deixando entre si, nos ângulos, espaços intercelulares; essas células são ricas em goma-resina, e entre elas ocorrem idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio. O *Parênquima cortical* é rico em goma-resina; além dos idioblastos cristalíferos, ocorrem canais secretores esquizolisígenos, cujo processo formador é o mesmo descrito na espécie anterior (foto 9). Quanto ao sistema vascular primário, o caule de *Caraipa valioi* apresenta estrutura do tipo *sifonostelo-ectoflóica*. No parênquima medular, também ocorrem drusas de oxalato de cálcio e canais medulares; as células desse parênquima são igualmente ricas em goma-resina.

Estrutura secundária — Num estágio da estrutura secundária, quando o felogênio subepidérmico já está em atividade plena e a medula aparece quase totalmente esclerosada, por espessamento e lignificação de suas paredes, observamos que o câmbio vascular ain-

da não se diferenciou e o xilema apresenta características tipicamente primárias (foto 13); ressalte-se que, somente mais tarde, em fases posteriores é que o câmbio começa sua atividade. O súber consta de dois tipos de células: as suberosas típicas e os esclerócitos que se apresentam com maior diâmetro tangencial. Na estrutura secundária, pelo menos, no material examinado não se formam canais secretores, os que observamos são formados na estrutura primária.

Rastro foliar — Conforme ilustram os desenhos *a* e *b* da figura 5, o rastro foliar de *Caraipa valioi* é constituído de um feixe vascular e o nó foliar é, portanto, unilacunar. Queremos chamar atenção para a presença de uma bainha de esclerênquima ao nível do nó foliar, na estrutura primária, a qual não ocorre no entre-nó (fig. 4-e).

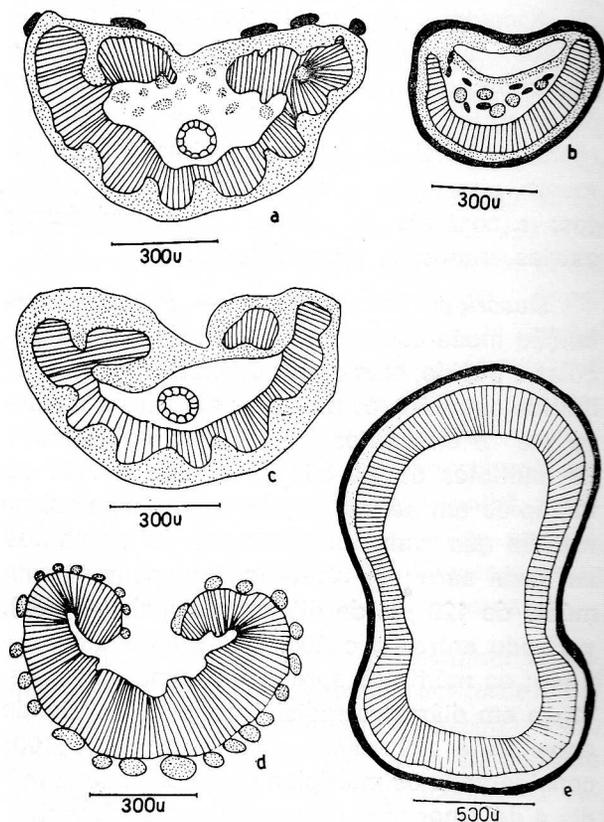
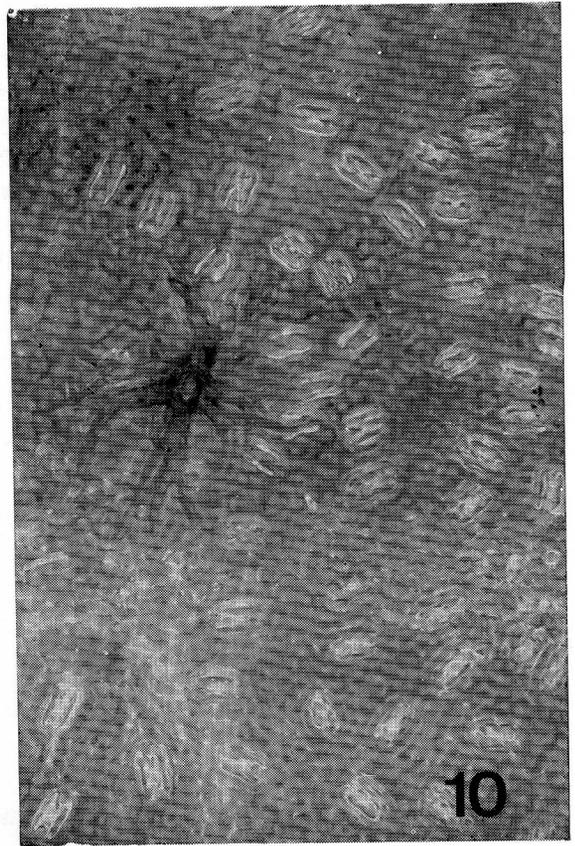
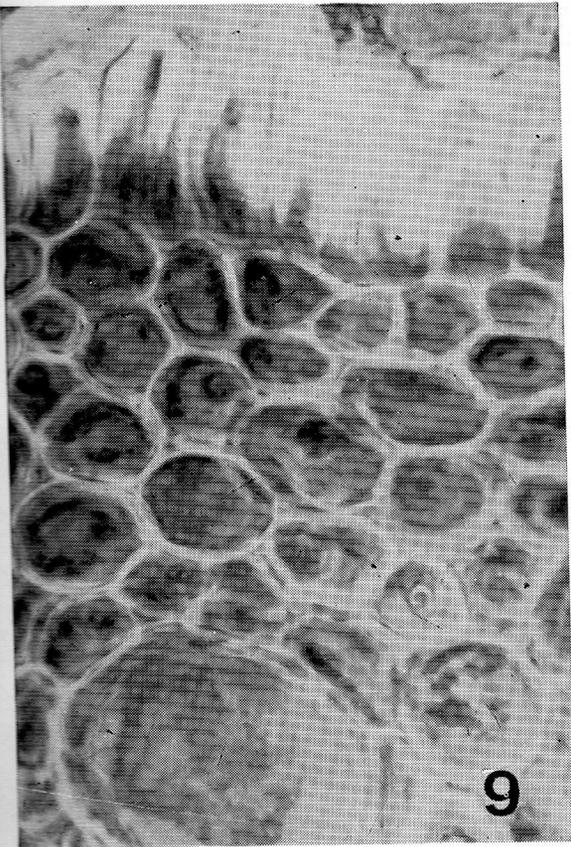


Fig. 4 — *Caraipa valioi* — a) sistema vascular da extremidade distal do pecíolo; b) sistema fibrovascular da nervura central (o floema está representado pelas partes pontuadas); c) sistema vascular da porção média do pecíolo; d) sistema vascular da extremidade proximal do pecíolo; e) sistema fibrovascular da porção inferior do nó foliar.



Caraiipa valioi: Foto 9 — Estrutura primária do caule mostrando um canal em formação e um canal já formado (305x); Foto 10 — Epiderme abaxial mostrando estômatos e astroesclerócitos (305x).

MADEIRA — dura, pesada; *casca* fina, dura, lisa; *poros* visíveis com aumento de 8x, abundantes, distribuídos irregularmente; *parênquima axial* vasicêntrico; raios abundantes, muito estreitos, o conjunto dos raios lembra uma estrutura estriada; *textura* moderadamente grosseira; grã regular; albarno e cerne castanho-claros (foto 12).

Descrição microscópica — *Poros*: distribuição moderadamente difusa, geralmente solitários, de secção subcircular ou subovóide, com maior diâmetro radial; pouco numerosos, 9 por mm² em média, variando entre 6 e 12, sendo 60% entre 7 e 8, 30% entre 10 e 12 e 10% de 6; médios, 152 μm de diâmetro em média, variando entre 102 e 192, sendo 70% entre 153 e 192, 30% entre 102 e 140. *Elementos vasculares* com perfuração simples, parcial ou total, médios, 0,93 mm de comprimento em média, variando entre 0,7 e 1,17, raramente

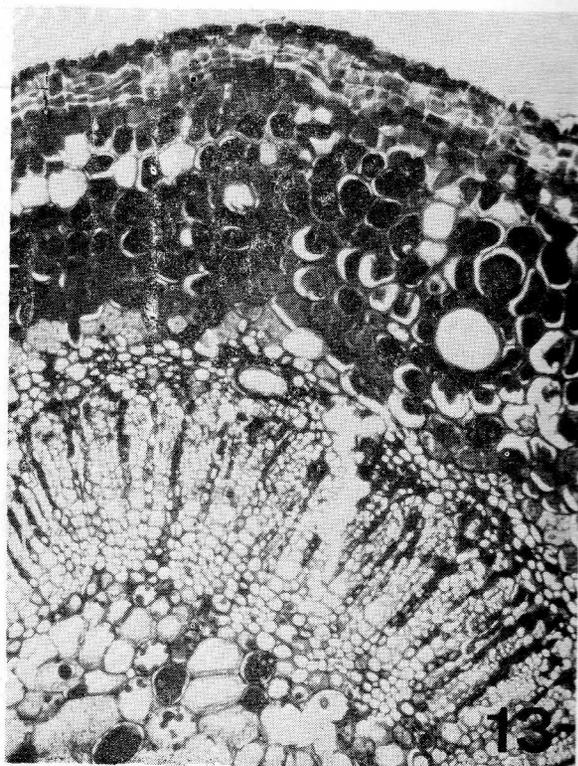
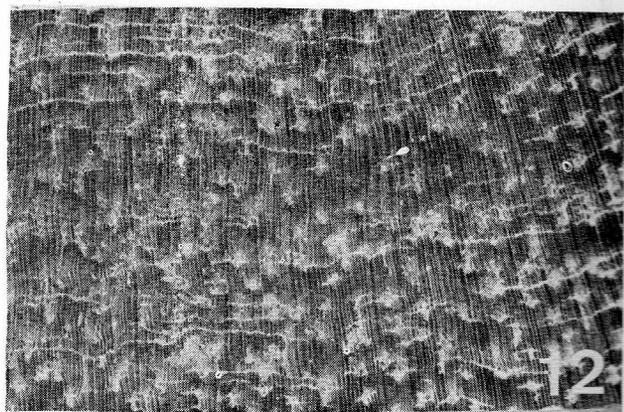
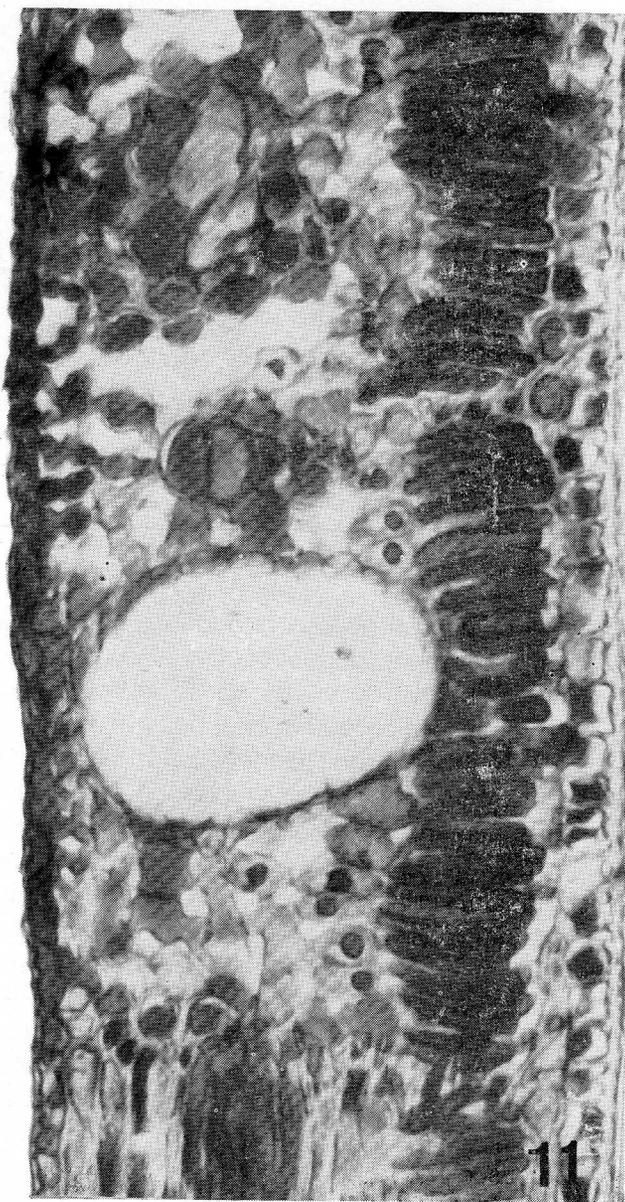
1,7; *pontuações intervasculares* alternas, ou escalariformes nos traqueóides e nas extremidades dos elementos dos vasos, elípticas, às vezes pouco alongadas, com fenda ampla (fotos 14 e 16). Traqueóides vasicêntricos. *Raios* unisseriados, homogêneos, tipo I de *Kribs*, muito numerosos, 13 por mm em média, variando entre 12 e 16; médios, 0,45mm de altura em média, variando entre 0,15 e 0,65mm, sendo 60% entre 0,44 e 0,65, 40% entre 0,15 e 0,33; com 3 a 20 células em altura, sendo mais freqüentes entre 6 e 11; são freqüentes células radiais contendo goma-rasina. *Parênquima axial* escasso, paratraqueal vasicêntrico (foto 15). *Fibras* abundantes, com pontuações areoladas, fendas amplas, fusiformes: elementos fibrosos espessos, cujo lúmem corresponde a cerca de 1/3 do diâmetro total da fibra; médios, 1,5mm de comprimento em média, variando entre 1,1 e 1,7, sendo 80% entre 1,3 e 1,6mm.

PECIOLO

Epiderme glabra ou pouco pilosa; parênquima fundamental rico em células contendo goma-resina; são freqüentes canais secretores *esquizolisígenos* nesse parênquima. Os feixes vasculares se dispõem em forma de um arco, vistos em secção transversal (fig. 4-a, c, d), sendo mais típico na extremidade proximal (fig. 4-d), onde o floema aparece em forma de cordões esparsos.

LÂMINA FOLIAR

Epiderme adaxial (fig. 5-e) glabra; as células epidérmicas, vistas em corte transversal apresentam forma e tamanho muito variados em geral ricas em tanóides; com paredes moderadamente espessas, lignificadas, notadamente as periclinais externas, dotadas de pontuações marginais. Vista de face apresentam células com contorno muito sinuoso (fig. 5-e). Cutícula fina, uniforme. A *hipoderme* (fig.



Caraipa valioi — Foto 11 — Corte transversal da lâmina foliar (349x); Foto 12 — Aspecto macroscópico da madeira (8x); Foto 13 — Corte transversal do caule mostrando periderme, xilema primário e células polifenólicas (138x).

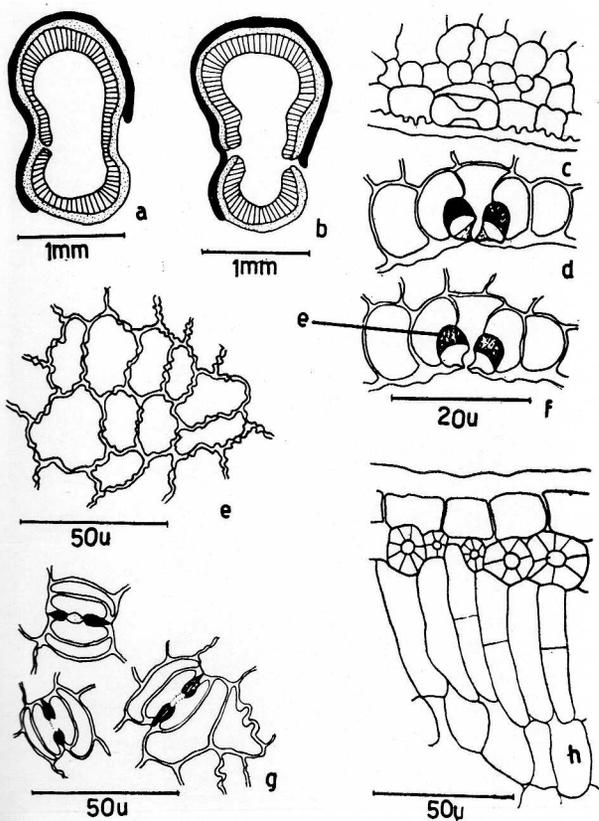


Fig. 5 — *Caraipa valioi* — a) rastro foliar da porção inferior do nó foliar; b) rastro foliar ao nível da base do pecíolo; c) estômato em corte longitudinal; d) estômato em corte transversal passando pela região polar; e) epiderme adaxial; f) estômato em corte transversal passando pela região mediana (e, espessamente da célula guardiã); g) estômatos, vista de face; h) corte transversal da folha mostrando epiderme adaxial, hipoderme esclerosada e células coletoras.

5-h) é constituída de uma camada de esclerócitos, com pontuações simples, às vezes ramificadas. *Epiderme abaxial* (fig. 5-c, d, e, f, g) glabra; células epidérmicas alongadas tangencialmente, pequenas, em geral com tanóides; paredes finas, pectocelulósicas, raramente lignificadas, com pontuações marginais. Vista de face, as células têm contorno sinuoso, e ocorrem astroesclerócitos (foto 10). O *parênquima paliçádico* (foto 11) consta de uma camada de células ricas em tanóides. Em geral, essas células sofreram mais uma divisã tardia por paredes periclinais (fig. 5-h). O *parênquima lacunoso* (foto 11) é mais espesso do que o paliçádico e consta de células de for-

ma e tamanho muito variados, sempre com tanóides; muitas delas possuem paredes lignificadas; as lacunas são amplas e abundantes; nesse parênquima ocorrem canais secretores; os feixes vasculares são envolvidos por esclerênquima que emite projeções, as quais se prolongam até a epiderme abaxial e hipoderme. *Nervura central* com epiderme pilosa; parênquima fundamental cortical e medular é rico em esclerócitos; a região fibrovascular (fig. 4-b), vista em secção transversal consta de dois arcos assimétricos, sendo um na face abaxial e outro na face adaxial; na parte central da nervura ocorrem cordões de floema medular.

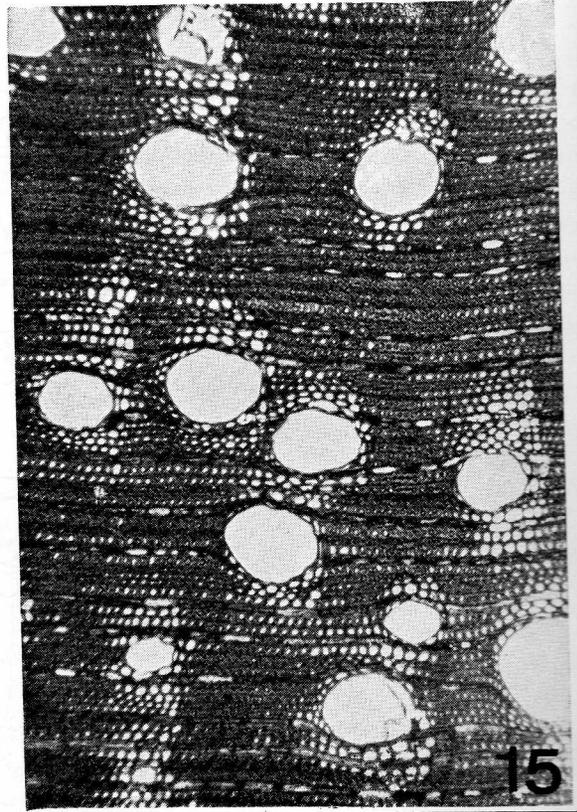
Estômatos (foto 10) — Ocorrem somente na epiderme abaxial, numa média de 717 por mm^2 , variando entre 713 e 721; são pequenos, paracíticos (fig. 5-g); em vista frontal, o aparelho estomático apresenta estrutura muito peculiar: nos "polos", as paredes que delimitam o ostíolo são bastante espessas, cuja cutinização diminui à medida que se aproxima dos polos (foto 5-g), parecendo que tal espessamento se prolonga até o espaço intercelular; em corte longitudinal (fig. 5-c), observa-se que o lúmen dos estomatócitos é amplo nos polos e estreito na porção mediana; em corte transversal passando pela região polar (fig. 5-d), os estomatócitos apresentam um espessamento externo formando uma "crista" e outro na face da parede que está para as paredes das parastomatócitos; em outro corte, passando pela região mediana (fig. 5-f), vê-se que o espessamento externo é reduzido, em comparação com aqueles, e é representado apenas pelo ápice da "crista".

Clusia aff. *macropoda* Klotzsch

(fig. 6 e fotos 17 a 24)

RAÍZ AÉREA (fotos 17-18)

Estrutura primária — A epiderme parece muito cedo, havendo portanto, uma camada de células caracteristicamente exodérmicas, em geral com maior diâmetro anticlinal. O parênquima cortical é amplo, cujas células são habitualmente circulares, vistas em secção transversal, de diâmetro muito variado; nas camadas mais externas do córtex, ocorrem das paredes de células corticais. A *endoderme* é



Caraipa valioi — Foto 14 — Pontuações intervasculares (438x); Foto 15 — Corte transversal da madeira (100x).

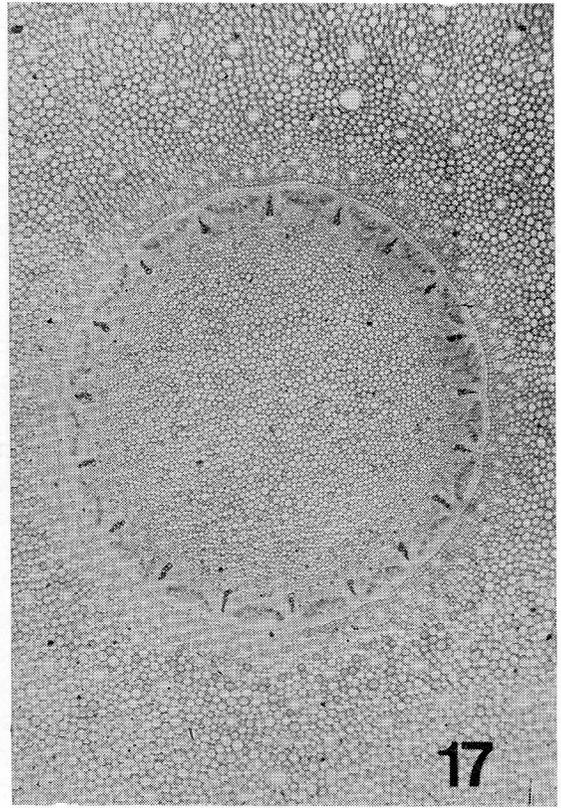
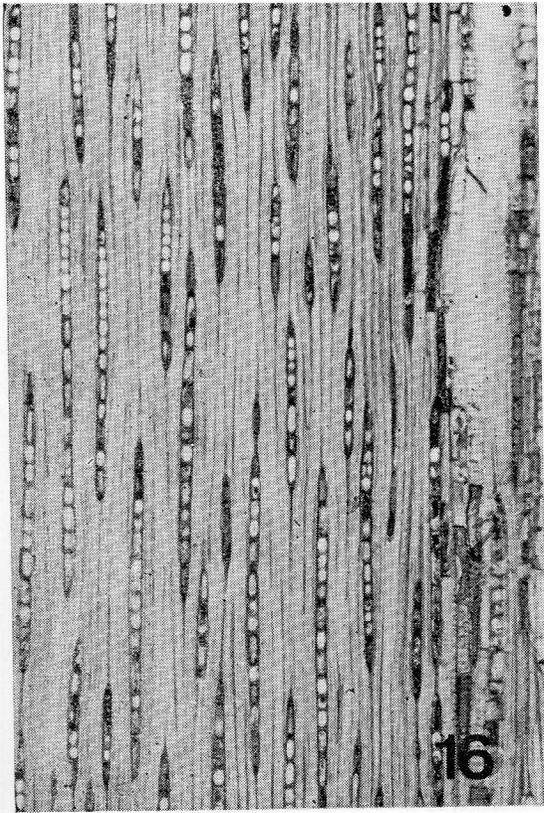
bastante característica, suas células, em geral, possuem grãos de amilo. Quanto ao sistema vascular primário, a raiz é *poliarca*, com 6 a 19 polos de protoxilema e igual número de polos de protofloema (foto 17), dependendo da espessura da raiz. Nas raízes mais espessas há diferenciação de medula, fato que não ocorre nas raízes mais finas. Os canais gomífero-resiníferos se formam na medula e no parênquima cortical, pelo processo *esquizógeno*, caracterizado pelo aumento progressivo do espaço intercelular; não observamos, portanto, *lise* de células, pelo menos nos canais que examinamos em suas fases de formação. Na região pericíclica há uma bainha amilífera.

Estrutura secundária (foto 18) — Quanto à estrutura secundária, queremos salientar que, o felogênio é subepidérmico, fato que não é comum nas raízes; o felogênio aparece primeiro do que o câmbio vascular; somente mais tarde, quando já existem 2-3 camadas de células suberosas é que o câmbio entra em atividade plena. Na estrutura secundária não se

formam canais e os que se observam foram formados na estrutura primária, inativos, isto é, suas células "epiteliais" já morreram.

CAULE

Estrutura primária — Epiderme glabra; células epidérmicas, vistas em secção transversal apresentam forma, ora com maior diâmetro anticlinal, ora periclinal, algumas delas são ricas em tanóides. O *colênquima* consta de 3-5 camadas de células contendo drusas de oxalato de cálcio, e canais gomífero-resiníferos. No *parênquima cortical*, os referidos canais são muito abundantes na porção mais externa; esses canais são de origem *esquizolisígenos*, havendo alguns que são *esquizógenos*, conforme pudemos observar, analisando sua formação, desde dos primeiros esboços, que começam a partir do meristema primário. Quanto ao sistema vascular primário, o caule apresenta estrutura *sifonostelo-ectoflóica*; a região vascular, vista em secção transversal, tem forma elíptica; observamos que dois feixes vas-



Caraipa valioi — Foto 16 — Corte tangencial da madeira (100x). *Clusia* aff *macropoda* — Foto 17 — Corte transversal da raiz aérea (60x); Foto 18 — Estrutura secundária da raiz (93x); Foto 19 — Corte transversal da lamina foliar mostrando parte do mesófilo, hipoderme esclerosada e drusas no começo de sua redissolução (736).

culares opostos têm forma de arco; mais tarde, nos espaços ocupados apenas por floema é que começam a surgir os vasos lenhosos; por outro lado, a região vascular, ao nível do nó foliar, vista em secção transversal tem forma circular e a diferenciação dos vasos lenhosos primários se processa por igual em toda a circunferência. O parênquima medular é rico em canais e células contendo tanóides.

Estrutura secundária — O caule não forma súber, pelo menos no material que examinamos, onde a estrutura secundária apresenta o lenho caracteristicamente secundário, como se vê na foto 23. A epiderme permanece íntegra, como se suas células dividissem por paredes anticlinais para acompanhar o crescimento em espessura do cilindro central. As camadas externas do parênquima cortical constam de esclerócitos, ocorrendo entre eles idioblastos cristalíferos. As células parenquimatosas corticais e medulares são ricas em grãos de amilo e dotadas de paredes finas, pectoceulósicas, entre elas, são freqüentes idioblastos cristalíferos. Não observamos canais em formação. Ao contrário das duas espécies anteriores, na região perivascular não se diferenciam fibras. No floema são freqüentes idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio. No lenho secundário, ocorrem poros cheios de goma-resina. Os elementos vasculares possuem pontuações tipicamente escalari-formes. Os raios são 2-3 seriados. O parênquima axial é paratraqueal, escasso. As fibras são espessas, abundantes.

Rastro foliar — O nó foliar é bilacunar e o rastro foliar de cada folha oposta é constituído de um cordão vascular, como se pode observar nos desenhos b, c, da figura 6 e foto 22.

PECIOLO

Epiderme glabra; cutícula *sensu lato* ondulada, com espessura entre 16 e 20 μm ; sob as células epidérmicas ocorrem esclerócitos contendo fragmentos de cristais de oxalato de cálcio, ao lado de outros em fase de esclerotização com cristais em redissolução; no parênquima fundamental, ocorrem canais e drusas de oxalato de cálcio. Na face adaxial da extremidade proximal do pecíolo são freqüen-

tes espaços aeríferos. no parênquima fundamental. O sistema vascular, em todo o comprimento do pecíolo, visto em corte transversal tem forma de um arco, com as extremidades infletidas (foto 21).

LÂMINA FOLIAR

Epiderme adaxial glabra; as células epidérmicas, vistas em secção transversal, têm forma sub-retangular a retangular, com maior diâmetro anticlinal, em geral com núcleo grande.

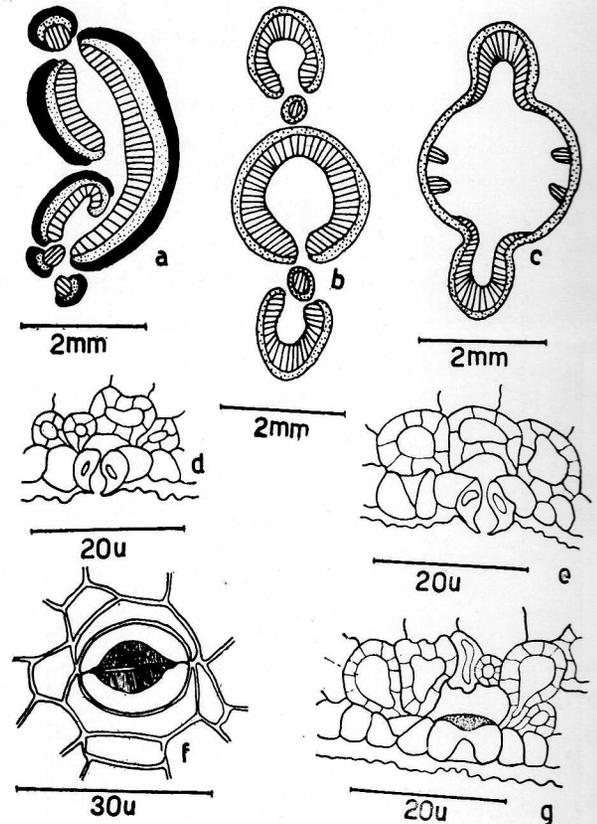
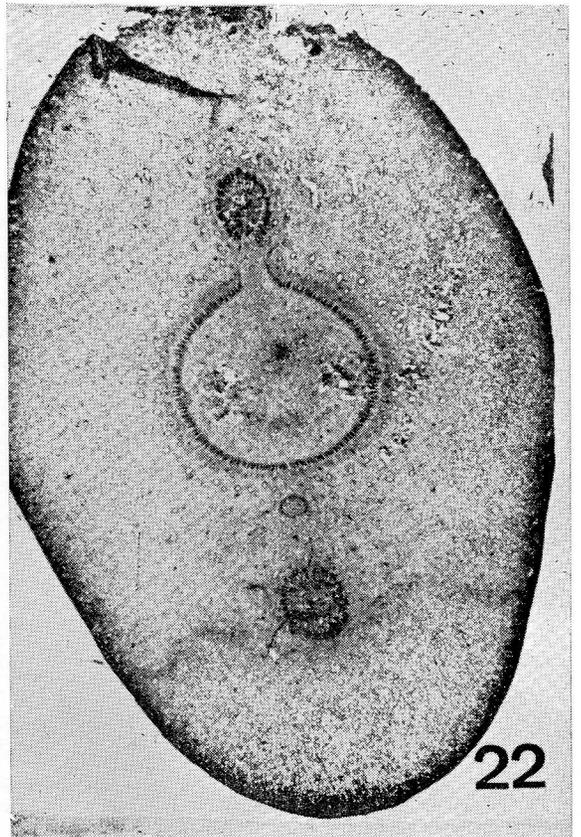
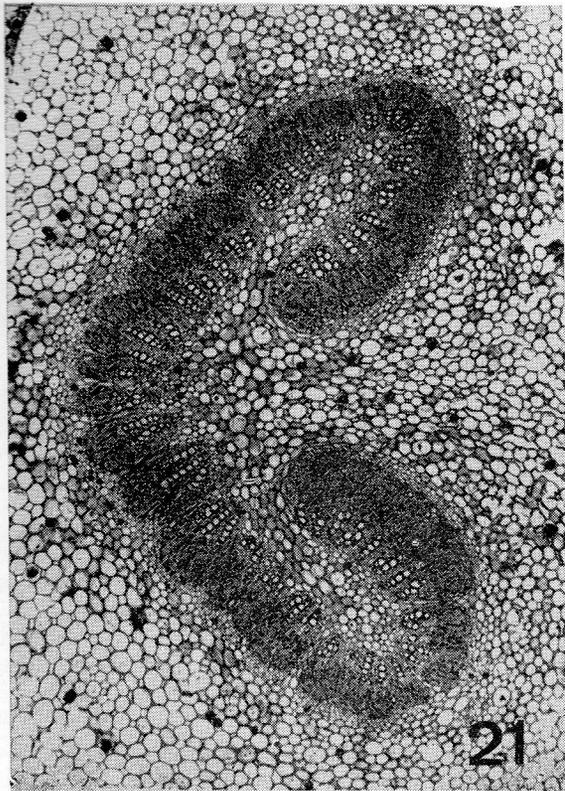
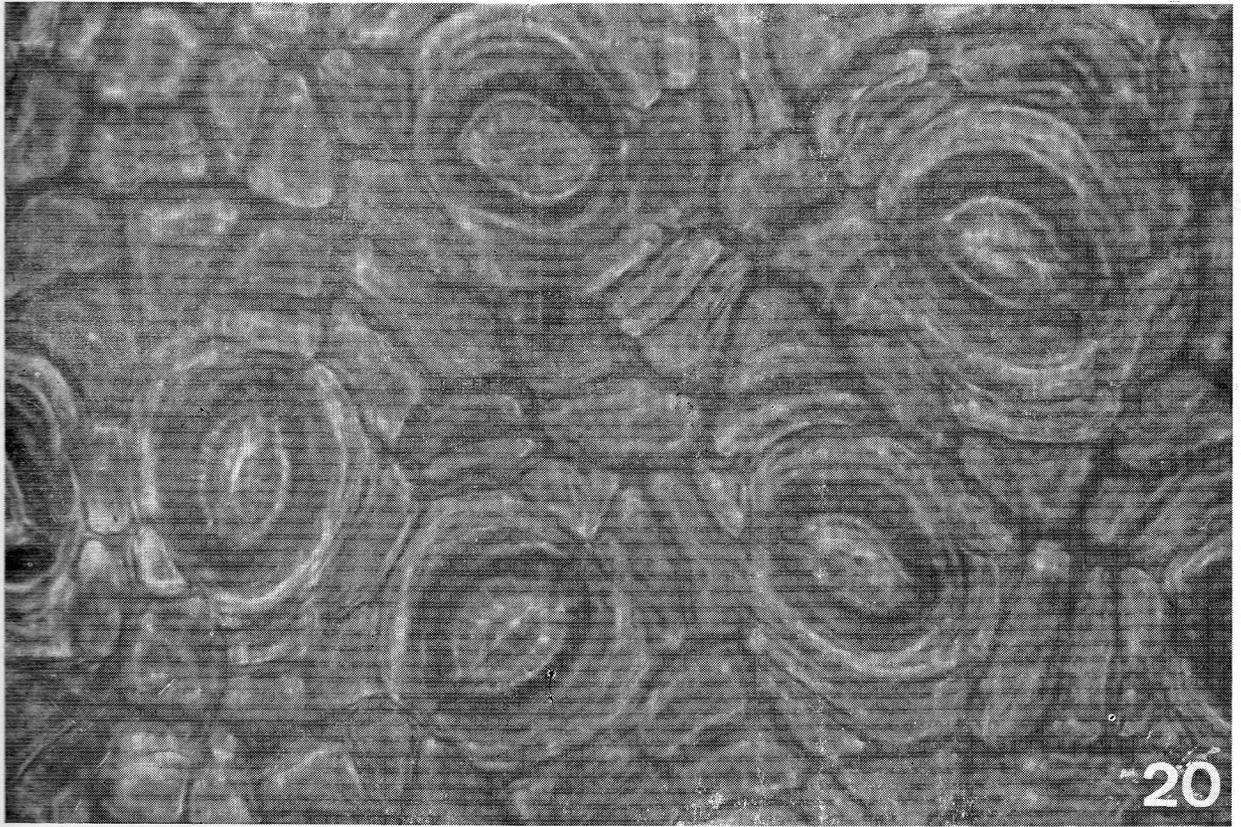


Fig. 6 — *Clusia* aff. *macropoda* — a) sistema fibrovascular da nervura central; b) sistema vascular da porção superior do nó foliar mostrando dois feixes vasculares do rastro foliar, e dois feixes menores das gemas axilares; c) sistema vascular da parte inferior do nó foliar mostrando o começo do deslocamento e dois cordões vasculares, do cilindro central; d) estômato em corte transversal passando pela porção mediana, onde se vêem esclerócitos subepidérmicos; e) estômato em corte transversal passando pela porção polar, vê-se hipoderme esclerosada; f) epiderme adaxial em vista frontal; g) estômato em secção longitudinal.

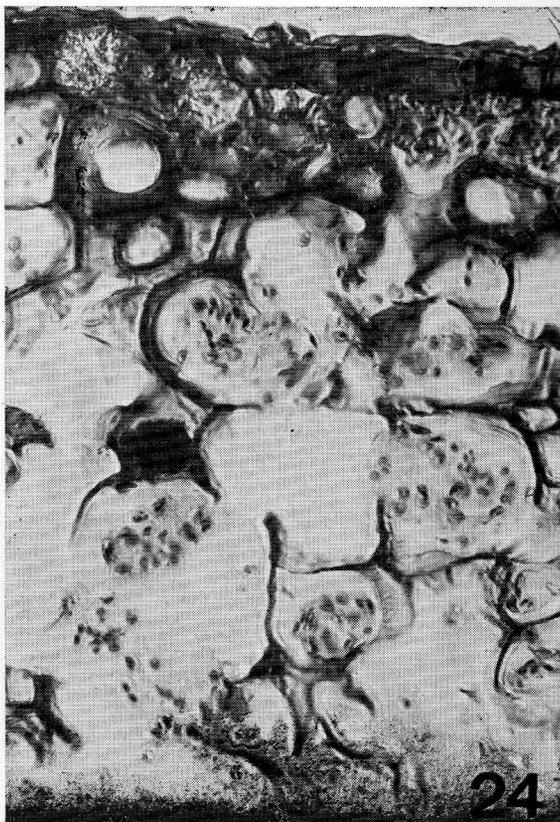
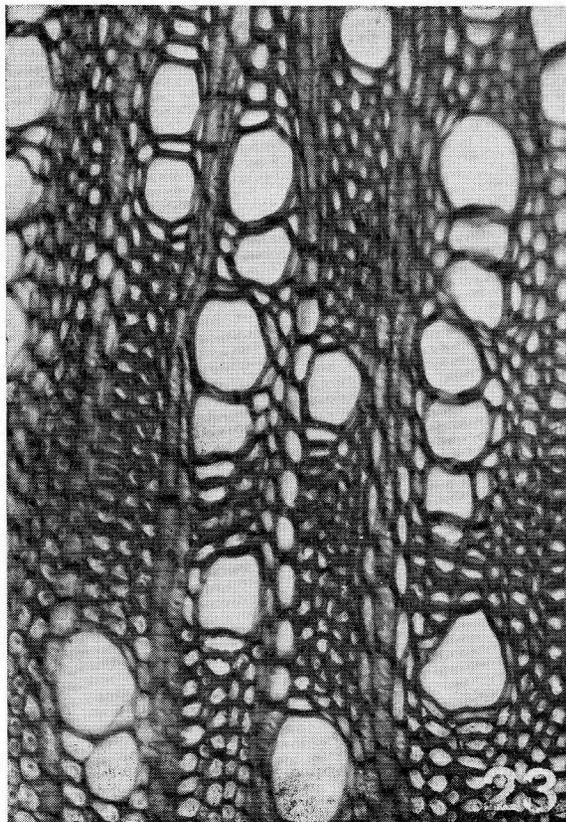


Clusia aff. *macropoda* — Foto 20 — Epiderme abaxial (305x); Foto 21 — Corte transversal da porção média do pecíolo (60x); Foto 22 — Corte transversal do caule ao nível do nó foliar (20x).

A cutícula *sensu lato* é uniforme, com cerca de 8 μm de espessura. A epiderme, vista de face apresenta células tipicamente poligonais, de tamanho muito variado, com paredes finas, pectocelulósicas, sempre retas. A *hipoderme* consta de 3 camadas de células, sendo que, as duas primeiras, imediatamente abaixo da epiderme constam de esclerócitos poligonais, do tipo braquiesclerócitos (foto 19). Nos esclerócitos plenamente diferenciados, observamos vestígios de cristais e naqueles que estão em fase de esclerotização, por espessamento e lignificação de suas paredes, observamos cristais em redissolução. A camada interna da hipoderme consta de células amplas, de paredes finas, pectocelulósicas. A epiderme abaxial (fig. 6-f) também é glabra; suas células, vistas em secção transversal, têm forma habitualmente retangular, com maior diâmetro tangencial, em geral taníferas; em vista frontal, as células epidérmicas apresentam forma muito variada, predominando a forma retangular, com paredes finas, pectocelulósicas, sempre

retas. A cutícula é uniforme, com 3 a 4 μm de espessura. Logo abaixo da epiderme abaxial há também uma *hipoderme* com 1-2 camadas de esclerócitos (fig. 6-d, e, g, foto 24), geralmente com cristais em redissolução de outros com vestígios de cristais; entre esses esclerócitos ocorrem idioblastos de paredes finas, pectocelulósicas, contendo drusas de oxalato de cálcio. Quanto ao mesófilo, a folha dessa espécie é bifacial; o parênquima paliçádico é tão espesso quanto o lacunoso; aquele consta de duas camadas de células tipicamente paliçádicas. O parênquima lacunoso é representado por várias camadas de células de forma e tamanho variados; nesse parênquima raramente ocorrem canais secretores.

Nervura central — Com ambas epidermes glabras e cutícula crenulada de espessura entre 16 e 20 μm ; abaixo da epiderme, também ocorrem 1-2 camadas de esclerócitos com cristais em redissolução. O sistema vascular, visto em secção transversal, consta de três cor-



Clusia aff. macropoda — Foto 23 — Xilema da estrutura secundária (100x); Foto 24 — Corte transversal da lamina foliar mostrando parte do mesófilo abaxial e células hipodérmicas com cristais em redissolução (295x)

dões vasculares, sendo um abaxial maior, em forma de arco e dois adaxiais menores; das extremidades dos cordões vasculares deslocam-se três cordões menores, sendo dois de um lado (fig. 6-a).

Estômatos — Ocorrem unicamente na epiderme abaxial, numa média de 139 por mm², variando entre 136 e 142; são do tipo paracíticos (rubiáceos); vistos de face, observamos que as células guardiãs possuem, nas paredes, espessamento estriados (fig. 6-f, foto 20); em corte transversal (fig. 6-d, e), as células em questão apresentam estrutura semelhante às dos estômatos de *Lorostemon coelhoi*, porém, a câmara subestomática é pequena; em corte longitudinal, o lúmen das células guardiãs tem forma de "telefone" (fig. 6-g). O aparelho estomático é bastante grande.

DISCUSSÃO

Canais secretores — O processo formador dos canais ou bolsas pode ser de natureza esquizógena, esquizolisígena e lisígena (Siek, 1895; Solereder, 1908; Harad, 1937; Engler, 1931; Milanez, 1946; Esau, 1959; Paula, 1972). Metcalfe & Chalk (1957) afirmam que, uma das características das *Guttiferae* é a presença de canais secretores esquizógenos. Em *Lorostemon coelhoi*, *Caraipa valioi*, os canais são esquizolisígenos, enquanto que em *Clusia* aff. *macropoda*, os canais são esquizolisígenos e esquizógenos, especialmente na raiz aérea. Quanto à localização dos canais, van Tieghen (1879) descreve os canais das *Guttiferae* situados no parênquima medular; Metcalfe & Chalk (1957) salientam que, nas raízes das *Guttiferae*, os canais podem ocorrer somente no córtex ou no córtex e no floema, e no caule eles estão presentes no córtex, na medula e, às vezes, no floema da estrutura primária, ocorrendo também no floema secundário de *Mammæ*. No caule de *Lorostemon coelhoi*, *Caraipa valioi* e *Clusia* aff. *macropoda*, os canais estão localizados no parênquima cortical e na medula, e igualmente na raiz aérea da referida espécie de *Clusia*.

Lâmina foliar — Nas *Guttiferae*, é muito comum a ocorrência de hipoderme, porém, ela é ausente em *Lorostemon coelhoi*. Em *Caraipa valioi* e *Clusia* aff. *macropoda*, a hipoderme

é esclerosada, constituída de esclerócitos típicos. Em *C. aff. macropoda*, a hipoderme ocorre nas duas faces da lâmina foliar, e em cujos esclerócitos, plenamente diferenciados, há fragmentos de cristais de oxalato de cálcio, e nos esclerócitos em processo de esclerotização, ocorrem cristais em redissolução concomitantemente à lignificação das paredes desse esclerócitos. Esse fenômeno foi observado e descrito pela primeira vez por Milanez (1938a, 1938b e 1946) que atribuiu uma certa relação entre a redissolução dos cristais e a lignificação; ultimamente Paula (1973) observou esse mesmo fenômeno em *Catostemma* e *Scleronema*. Fato digno de nota é que entre os esclerócitos da referida hipoderme ocorrem células com paredes finas pectocelulósicas contendo drusas de oxalato de cálcio, íntegras. Na obra fundamental de Warming (1909) não está consignado hipoderme esclerosada para as plantas heliófilas e nem ciófilas. Entretanto Milanez (1940), observou hipoderme esclerosada em *Coccoloba cereifera*, espécime do *Campo Rupestre* da Serra do Cipó. Acreditamos que não é esse o caso de *Caraipa valioi* e *Clusia* aff. *macropoda*, tendo em vista que, a primeira é espécie higrófila da mata da terra firme da Amazônia e a segunda igualmente higrófila, porém coletada na margem do rio Negro, em solo rico em "laterita", também, da Amazônia. Este fato que acabamos de apresentar é uma questão em aberto.

Metcalfe & Chalk (1957) salientam mesófilo com tendência à esclerotização em vários gêneros de *Guttiferae*, e células paliçádicas com paredes reticuladamente espassadas em *Clusia rosea*. Em *Lorostemon coelhoi*, habitualmente, as células do parênquima paliçádico também apresentam esse caráter, porém com paredes parcialmente lignificadas. Quanto ao parênquima paliçádico, *C. valioi* e *L. coelhoi* têm uma camada de células, enquanto que *C. aff. macropoda* tem duas camadas. A diferença do número de estômatos por mm² entre *Clusia* aff. *macropoda* e *Clusia grandiflora* (104 estômatos) é apenas de 35 estômatos (Paula, 1966). Quanto às madeiras, há uma característica acentuada: no gênero *Caraipa*, o parênquima axial é paratraqueal vasicêntrico, enquanto que em *Lorostemon* esse parênquima é paratraqueal confluyente.

CONCLUSÕES

a) O sistema vascular primário de *Caraipa valioi*, *Lorostemon coelhoi* e *Clusia* aff. *macropoda* é do tipo sifonstelo-ectoflóico.

b) Em *C.* aff. *macropoda*, o caule não forma súber, pelo menos, até às fases que examinamos e a epiderme permanece íntegra.

c) Os canais secretores são *esquizolisígenos* nas três espécies estudadas e *esquizógenos* na raiz aérea de *C.* aff. *macropoda*; ocorrem no caule, na folha, na raiz e no ovário; no caule e na raiz eles estão localizados no parênquima cortical e na medula; formam-se na estrutura primária indiferenciada (meristema primário) e na estrutura primária diferenciada.

d) *Lorostemon coelhoi* não tem hipoderme foliar; em *C.* aff. *macropoda* e *C. valioi*, a hipoderme esclerosada nas duas faces da lâmina foliar, onde ocorrem cristais em redissolução concomitantemente à lignificação e ao espessamento das paredes celulares dos esclerócitos.

e) As folhas de *C. valioi* e *C.* aff. *macropoda* são esclerófilas.

f) *Lorostemon coelhoi* e *Caraipa valioi* possuem na folha, apenas uma camada de células paliçádicas, enquanto que *Clusia* possui duas camadas.

g) o número de estômatos por mm² de *C. valioi* é muito alto em comparação com o de *C.* aff. *macropoda* e *L. coelhoi*; o lúmen da célula guardiã de *C.* aff. *macropoda* tem forma de "telefone".

h) Na raiz aérea de *Clusia*, o felogênio é subepidérmico, fato que não é comum, nas raízes.

i) As fibras das madeiras são espessas; os elementos fibrosos são de curtos a médios; em *Caraipa*, o parênquima axilar é paratraqueal vasicêntrico, enquanto que em *Lorostemon* e paratraqueal confluyente.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. F. R. Milanez, Professor Jorge Fontella, Professora Maria Artemísia, Dr. Paulo B. Cavalcante, Luiz Coêlho e Professor Byron W. Albuquerque, pela colaboração que nos foi prestada para a execução deste trabalho.

SUMMARY

This paper is the continuation of a series of studies on *Guttiferae* of the Amazon Region. In this contribution is studied the petiole, the leaf-blade, and the stem of *Lorostemon coelhoi*, *Caraipa valioi*, and *Clusia* aff. *macropoda*; the wood of *C. valioi* and *Lorostemon coelhoi*, and aerial root of *Clusia* aff. *macropoda*.

Among the principal results the following are the most important: secretory canals are *schizolisigenous* in three species, and *schizogenous* in the root of *Clusia* aff. *macropoda*. *Caraipa valioi* and *Clusia* aff. *macropoda* have sclerosed hypoderm; crystals of calcium-oxalate in redissolution appear simultaneously in process of lignification, in hypodermal cells of *Clusia* aff. *macropoda*; sub-epidermis-phellogeny in the aerial root of *Clusia* aff. *macropoda*; *Clusia* aff. *macropoda* and *Caraipa valioi* are sclerophyllous.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- DUCKE, A.
1935 — Plantes nouvelles peu connues de la Région Amazonienne. *Arq. Inst. Biol. Veg.*, Rio de Janeiro, 1(3) : 21-73, 9 est.
- ENGLER, A.
1931 — Die naturlichen pflanzenfamilien. "Anacardiaceae". Leipzig, Wilhelm Engelmann. 21v. illust.; 3(5) : 139-140.
- ESAU, K.
1959 — *Anatomia vegetal*. Trad. por J.P. Rossell. Barcelona, Ed. Omega. 729 p., 85 est. 20 fig.
- FRÓES, R. E.
1959 — Três espécies novas da flora amazônica. *Bol. Téc. Inst. Agr. Norte*, Belém, 36 : 151-153, 1 est.
- HARAD, M.
1937 — On distribution and construction of the resin canals in *Rhus seccedones*. *Bot. Magazine*, 51(811) : 423-435.
- KRIBS, D. A.
1935 — Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons. *Bot. Gaz.*, 96(3) : 547-557, 7 fig., 1 tab.
- MAGUIRE, B.
1958 — *Guttiferae*. *Bot. Mus. Leaf.*, Cambridge, 18(4) : 158-160, 1 est.
- METCALFE, C. R. & CHALL, K.
1957 — *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford, Clarendon, 2v., v. 1, 724 p., 167 fig.

- MILANEZ, F. R.
- 1938a — Anatomia do lenho de *Aspidosperma aquaticum*. *Arq. Inst. Biol. Veg.*, Rio de Janeiro, 47(1) : 65-70.
- 1938b — Observações sobre células do lenho. In: *Primeira Reunião Sul-Americana de Botânica*, Rio de Janeiro, v. 3, p. 297-339, 19 est.
- 1940 — Nota sobre a anatomia de *Coccoloba cereífea* Schwake. *Rodriguesia*, Rio de Janeiro, 14 : 23-39.
- 1946 — Canais secretores do "Marupá". *Rodriguesia*, Rio de Janeiro, 20 : 13-40, 12 est.
- MILANEZ, F. R. & A. M. BASTOS
- 1960 — Glossário dos termos usados em anatomia de madeira. Rio de Janeiro, Irmãos & Cia., Ed. 27 p.
- O'BRIEN, T.P., FEDER, N. & MCCULLY, M.E.
- 1964 — Polychromic staining of plant cell walls by Toluidine blue. *Protoplasma*, Cambridge, Mass, 59 : 367-373, 1 foto col.
- PAULA, J. E. DE
- 1966 — Notas sobre a anatomia de *Clusia grandiflora* Split (Guttiferae). *Publ. Inst. Nac. Pesq. Amaz., Sér.: Botânica*, 22 : 3-22, 11 fig., 3 fot.
- 1969 — Anatomia de *Caraipa valioi* Paula (Guttiferae da Amazonia) *Ciência e Cultura*, São Paulo, 21(2) : 433.
- 1970a — Anatomia de *Lorostemon coelhoi* Paula (Guttiferae da Amazonia) *Ciência e Cultura*, São Paulo, Resumos: 266-267.
- 1970b — Guttiferae novas da Amazônia. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 22(4) : 369-378, 22 fig.
- REUNIÃO DE ANATOMISTAS DE MADEIRA, I.
- 1937 — *Rodriguesia*, Rio de Janeiro, 11:305-384.
- SOLEREDER, H.
- 1908 — *Systematic anatomy of dicotyledons*, transl. L. A. Boodle & F. E. Fritch, from the German ed. of 1889. 2v.
- SIEK, W.
- 1895 — Die schyzolysigen sekre-tbehalter. *Jahrb Wiss. Bot.*, 27 : 1-197.
- TIEGHEM, M. PH. VAN
- 1872 — Memoire sur les canaux sécreteurs des plantes. *An. Sc. Nat. Paris*, 5.^a série; 16 : 96-201.
- WARMING, E.
- 1909 — *Ecology plants, an introduction to the study of plant-communities*, Oxford, Clarendon Press, 422 p.