

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO
DA ANATOMIA DE "HYMENAEA
STILBOCARPA" HAYNE

Paulo Nogueira de Camargo

Departamento de Botânica da Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras da Universidade
de São Paulo.

O autor agradece a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e, em especial, às pessoas e Institutos seguintes:

Prof. Dr. Mario Guimarães Ferri, Diretor do Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo que, com admirável dedicação, orientou este trabalho e proporcionou ao autor os meios possíveis para a sua realização; Eng. Agrônomo Ismar Ramos, D. D. Diretor do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, e Eng. Agrônomo Helmut Paulo Krug, pelo fornecimento das plantas de *Hymenaea stilbocarpa* Hayne; Faculdade de Ciência da Imperial Universidade de Tóquio e Dra. Margaret M. Chattaway, da Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Austrália, pelas publicações que enviaram: Drs. Aylthon Brandão Joly e Berta Lange de Morretes, Assistentes do Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, pelas sugestões que apresentaram, no decorrer da pesquisa; Exma. Sra. Da. Beulah Coe Teixeira, pela gentileza de copiar a tinta Nanquin as ilustrações e pela versão do resumo em Inglês; Da. Maria Inês Rocha e Silva, pela versão do mesmo em Francês; Sr. Aléssio Padula e Sra. Melany T. Isauk, técnicos de laboratório e Srs. Manoel Lopes, João Rocha, Alcides Antunes, Rui Barbosa e Joaquim Inácio Neto, funcionários do Departamento de Botânica, pela sua cooperação; Exma. Sra. Da. Else G. Kalmus, do Departamento de Botânica e Srta.

Neide Ferreira Oliveira, do Departamento de Química, pela sua colaboração, nos trabalhos de datilografia.

O autor não pode deixar de manifestar aqui o seu sentimento de gratidão à sua espôsa, que sempre o incentivou e também o auxiliou na confecção das pranchas de ilustrações.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi executado durante um estágio realizado pelo autor no Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

Trata-se de um estudo anatômico dos órgãos vegetativos de **Hymenaea stilbocarpa** Hayne, visando, primeiro, a fornecer dados para um subsequente trabalho sobre a economia d'água desta essência florestal e, em segundo lugar, apresentar uma contribuição ao conhecimento da anatomia do sistema fibrovascular do pecíolo, como elemento subsidiário às pesquisas taxonômicas das leguminosas.

Por essas razões, a anatomia da folha foi desenvolvida mais detalhadamente que a da raiz e do caule, tendo sido omitidos os estudos relativos aos órgãos reprodutivos.

Na pesquisa bibliográfica referente à espécie estudada (**Hymenaea stilbocarpa** Hayne), verificou o autor que quase nada há a respeito de sua botânica, embora se trate de essência empregada em reflorestamento, cujas mudas são distribuídas pelo Serviço Florestal do Estado.

Além dos trabalhos de Ducke (9, 10) e de Bentham (1), sobre a sistemática da planta, pouco se pode encontrar a respeito desta espécie de Jatobá. Navarro de Andrade (23) e Huascar Pereira (24) dão indicações sobre as utilidades desta essência, com dados sobre a madeira. J. A. Pereira (25) dá algumas constantes da madeira e uma descrição sucinta da anatomia, com uma fotomicrografia. Os anatomistas Solereder (30) e Metcalfe & Chalk (20) apenas citam o gênero **Hymenaea** ao se referirem a caracteres anatômicos de **Caesalpinioi-**

deae; e, mesmo, essas citações referem-se a trabalhos realizados no século passado, inacessíveis.

Classificação botânica — De acôrdo com o sistema de Engler e Prantl (32) a posição sistemática desta essência é a seguinte:

CLASSE — **Dicotyledoneae**
SUB-CLASSE — **Archichlamydeae**
ORDEM — **Rosales**
FAMÍLIA — **Leguminosae**
SUB-FAMÍLIA — **Caesalpinioideae**
TRIBO — **Hamherstieae**
GÊNERO — **Hymenaea**

Espécies — O gênero **Hymenaea** apresenta de 15 a 20 espécies descritas, tôdas da América Tropical, ocorrendo 13 delas no Brasil. As duas únicas espécies indígenas cultivadas são **H. courbaril** L. nos Estados do Norte e **H. stilbocarpa**, em São Paulo e Minas (9, 27).

Nomes vulgares — O nome “Jatobá” aplica-se indiscriminadamente a tôdas as espécies de **Hymenaea**, em todo o país. No Rio de Janeiro e Estados vizinhos é usado o nome “Jataí” e na Amazônia e Estados do Norte “Jutai”, “Jutai-açu” e outros de caráter regional. Em Minas Gerais **H. stilbocarpa** é “Jatobá-amarelo” (9).

Segundo Teodoro Sampaio, citado por Renato Braga (2, p. 292), **Jataí** é corruptela do tupi **vá-atã-yha**, contraído em **vá-atã-y**, que quer dizer **a árvore de fruto duro**; e **Jatobá** é corruptela de **vatay-ubá**, contraído em **vat-ybá**, o fruto de **vatay**.

Habitat e aplicações — **Hymenaea stilbocarpa** é árvore de mata relativamente sêca dos planaltos de São Paulo e Minas Gerais e das regiões limítrofes de São Paulo e Rio de Janeiro (9), mas pode ocorrer até na Argentina e Paraguai, conforme afirma Burkart: “**Hymenaea stilbocarpa** Hayne es la única especie que ha sido citada para el território argentino (Misiones: Molfino 1931, p. 372; Hauman 1931, p. 29) pero parece poco frecuente y no he visto material bien determinable. En Paraguay

existe esa misma especie y además **H. stigonocarpa** Mart. y **H. Martiana** Hayne" (3).

E' espécie cultivada em São Paulo e suas mudas são distribuídas pelo Serviço Florestal do Estado, para fins de reflorestamento.

A madeira é empregada em construções hidráulicas, navais e civis, dormentes para estradas de ferro, carpintaria, carroçaria (para eixos e rodas), tanoaria. Os dormentes de estrada de ferro chegam a durar onze anos. E' boa madeira para lugares úmidos. A casca é adstringente e a resina, conhecida pelo nome de **copal**, tem aplicações industriais e em medicina (23, 24).

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi realizado com material proveniente de plantas novas, cuja idade variou de 1 a 2 anos, mais ou menos.

As mudas, obtidas de sementes provindas de Pitangueiras, Estado de São Paulo, semeadas em 1-9-55, em caixas de madeira, foram trazidas do Hôrto Florestal da Cantareira, em 16-4-56, e transplantadas em canteiros, nas dependências do Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

O estudo anatômico foi feito em material fresco e, em certos casos, em material fixado em ácool a 70%.

Foram feitos cortes à mão livre em todos os órgãos vegetativos e, quando necessário, foram usados reativos para a identificação de certos elementos anatômicos.

A identificação da celulose e dos elementos lignificados foi feita com o uso de Cloreto Zn iodado.

Para evidenciar depósitos de resina, foi o material fixado em acetato de cobre a 7% (sol. saturada), durante uma semana aproximadamente (7).

O cloral hidratado, na proporção de 8 partes de cloral para 5 partes de água destilada, foi usado com freqüência nas preparações, para dissolver o conteúdo celular e dar melhor nitidez às estruturas.

Em certos casos, também para destacar elementos anatômicos, foi usado o vermelho neutro a 0,025%. Este corante vital é adsorvido com maior intensidade por elementos lignificados que pelos celulósicos. Penetra bem nas células dos tecidos novos, destacando os vacúolos e, com maior ou menor intensidade, outros elementos celulares.

A estrutura primária da raiz foi estudada em raízes novas, que se formaram após o transplante das mudas. As plantas foram desenterradas com cuidado, mantendo-se, ainda, o bloco de terra que envolvia as raízes. Essa terra foi removida com água, de modo que as delicadas raízes, que estavam se formando, nada sofreram e puderam ser colhidas para estudo.

Para a observação do fungo micorrizal foi usado o azul láctico (8).

A estrutura primária do caule foi estudada em material retirado das extremidades de brotos novos.

Os desenhos foram feitos a lápis, pelo autor, com o auxílio de uma câmara clara Zeiss, e organizados em pranchas. Dessas pranchas foram tiradas cópias a tinta Nankin, sobre papel vegetal, para a confecção dos clichês.

RAIZ

Estrutura primária — Para se distinguir e identificar bem os elementos anatômicos da raiz, especialmente do cilindro central, considerou-se a estrutura primária em duas fases: I — **Estrutura primária nova**, com seus elementos ainda em formação, e II — **Estrutura primária terminada**, do cilindro central.

I — Estrutura primária em formação:

Notam-se, do exterior para o interior (Pr. I, Fig. 1), os seguintes elementos:

A — No cortex:

1) **Epiderme** (ep), com células arredondadas ou pouco alongadas, com restos de cutícula. Rompimentos na epiderme, atingindo células do tecido subjacente, naturalmente devidos a

traumatismos sofridos pela raiz no solo ou na ocasião de ser manuseada, foram observados.

2) **Parênquima cortical externo** (pe), de células elípticas ou ovaladas, com paredes espessas, entre as quais há, em certos pontos, espaços de arejamento. Nas partes mais profundas êsses espaços são progressivamente menores, até atingir o parênquima cortical interno.

3) **Parênquima cortical interno** (pi) — apresenta células poliédricas, irregulares e de tamanho variável, de paredes finas.

4) **Endoderma** (e) — bem distinto, com células regulares, de paredes finas. Não foi possível observar as estrias de Caspary.

B — No cilindro central:

1) **Periciclo** (per) — bem distinto, de células alongadas, alternando-se com as células do endoderma. Na região dos feixes de xilema primário, as células do periciclo tornam-se poliédricas.

2) **Xilema primário** — em relação ao xilema primário a raiz é diarca, isto é, apresenta dois feixes opostos de vasos lenhosos, sendo fácil de se distinguir, em cortes seriados a partir da ponta, o protoxilema (px) do metaxilema (mx). Aquê-le aparece logo, como um pequeno grupo característico, de vasos anelados e espiralados. O metaxilema aparece mais tarde e se desenvolve em direção ao centro, de modo que os elementos de um feixe se unem com os do outro, tomando todo o centro do cilindro central. O metaxilema apresenta vasos de maior diâmetro, espiralados, reticulados e pontuados. Em cortes como o da Fig. 1, pode-se observar, ainda bem nitidamente, o protoxilema e o metaxilema.

3) **Floema primário** — situa-se em dois arcos opostos que vão das imediações de um feixe lenhoso às de outro. Notam-se, no floema primário (f), fibras (fi) ainda em formação, além dos elementos celulósicos.

II — Estrutura primária terminada, do cilindro central.

Na fig. 2 nota-se, de fora para dentro:

1) **Periciclo** (per) — logo abaixo do endoderma (e), com suas células alongadas, alternadas com as do endoderma.

Imersos no parênquima do cilindro central (p), encontram-se os sistemas condutores, em disposição diarca, como já foi visto na Fig. 1.

2) **Xilema primário** (x_1) — apresenta os seus elementos dispostos em feixes opostos e ocupando também o centro do cilindro central. Já não se distingue com precisão o protoxilema do metaxilema.

3) **Floema primário** — formando dois arcos alternos com os feixes do xilema primário (x_1), o floema primário (f_1) é interrompido por fileiras ou grupos de células do parênquima medular (p).

O floema primário apresenta-se envolvido por um arco externo de fibras esclerenquimatosas (fi) e escleritos (es), os quais, na estrutura primária, ainda estão em formação.

Estrutura secundária — Para melhor compreensão da estrutura secundária, considerou-se, também, o seu estudo em duas fases: I — **estrutura secundária em formação** e II — **estrutura secundária terminada, do cilindro central.**

I — **Estrutura secundária em formação** (Fig. 3) — Com o desenvolvimento dos elementos primários e formação dos secundários, a raiz cresce em diâmetro e as células tornam-se mais comprimidas, adquirindo, então, a sua forma definitiva. A fig. 3, mostra a seguinte estrutura:

1) **Parênquima cortical externo** (pe) (ainda em estrutura primária do cortex) — com suas células mais alongadas por compressão e distensão; notam-se as lacunas comprimidas no sentido radial e distendidas tangencialmente.

2) **Parênquima cortical interno** (pi) (também em estrutura primária do cortex) — mostra várias camadas de células bem regulares, de secção caracteristicamente retangular.

PRANCHA I

Raiz

Fig. 1 — **Estrutura primária em formação:** cut, restos de cutícula; ep, epiderme; pe, parênquima cortical externo; pi, parênquima cortical interno; e, endoderma; per, periciclo; px, protoxilema; mx, metaxilema; fi, fibras em formação; f, floema em formação; pm, parênquima medular; mi, região do fungo, nas micorrizas.

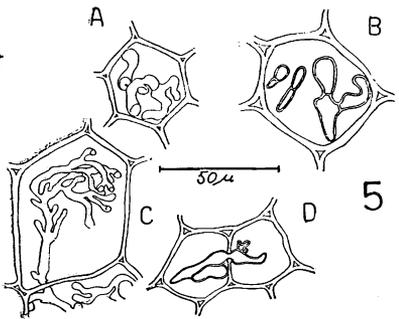
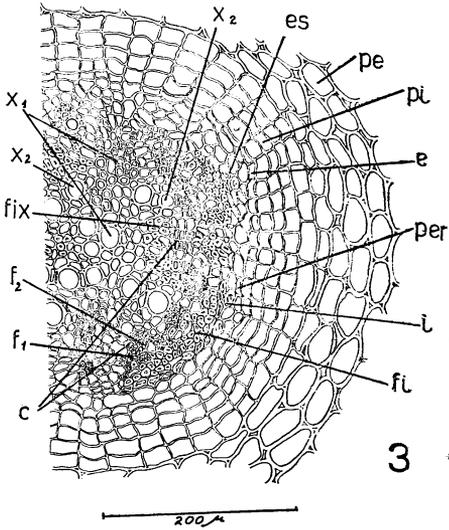
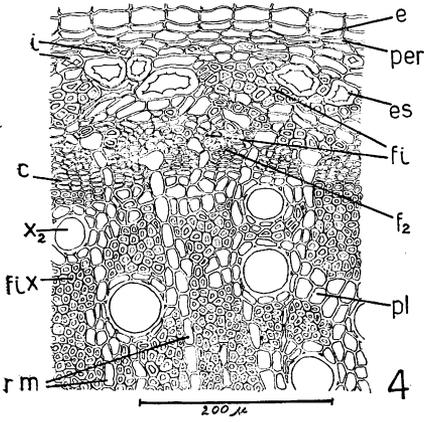
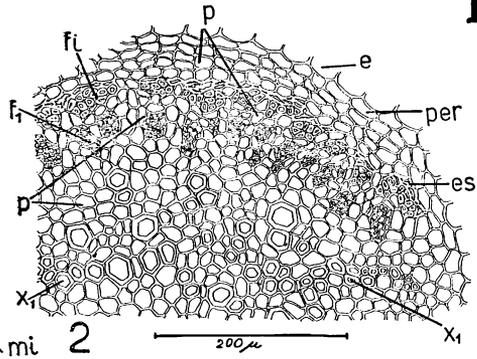
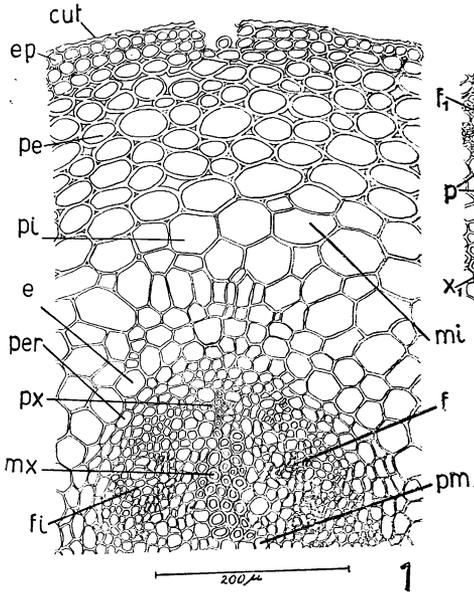
Fig. 2 — **Estrutura primária terminada, do cilindro central:** e, endoderma; per, periciclo; es, escleritos em formação; fi, fibras esclerenquimatosas do floema; f₁, floema primário; x₁, xilema primário (não se distingue o protoxilema do metaxilema); p, parênquima.

Fig. 3 — **Estrutura secundária em formação:** pe, parênquima cortical externo; pi, parênquima cortical interno; e, endoderma; per, periciclo; i, células com cristais (idioblastos); es, escleritos em formação; fi, fibras do floema primário; f₁, floema primário; f₂, floema secundário; c, câmbio; x₁, xilema primário; x₂, xilema secundário; fix, fibras do xilema.

Fig. 4 — **Estrutura secundária terminada do cilindro central:** e, endoderma; per, periciclo; i, células com cristais (idioblastos); es, escleritos do floema primário; fi, fibras do floema primário; f₂, floema; c, câmbio; x₂, xilema secundário; fix, fibras do xilema; rm, raios medulares; pl, parênquima lenhoso.

Fig. 5 — **Fungo micorrizógeno:** A, C, aspecto do fungo, sem coloração; B, aspecto do fungo, colorido com azul láctico; D, hifa atravessando a membrana celular, ao passar de uma célula para outra.

I



3) **Endoderma** (e) — com células comprimidas, sem estrias de Caspary e com paredes, às vezes, pregueadas.

4) **Periciclo** (per) — apresenta células de tamanho variado, alternas com as do endoderma.

5) **Idioblastos** (i) — células contendo cristais romboédricos, de oxalato de Ca. Êstes idioblastos formam uma camada exterior ao arco esclerenquimatoso do floema.

6) **Escleritos em formação** (es) — ainda nesta fase os escleritos não se encontram perfeitamente lignificados.

7) **Fibras do floema** (fi) — formam um arco característico de cada lado da linha mediana do xilema primário, interrompido por fileiras radiais de parênquima.

8) **Floema primário** (f_1) — tem seus elementos comprimidos entre os do floema secundário recém-formado e as fibras.

9) **Floema secundário** (f_2) — em início de formação.

10) **Câmbio** (c) — acompanha os arcos do floema primário. Apresenta-se geralmente com 4 camadas de células em grande atividade, mostrando-se, em vários pontos, já divididas.

11) **Xilema primário** (x_1) — ocupa tôda a zona central do cilindro central.

12) **Xilema secundário** — apresenta os vasos (x_2) e as fibras do xilema (fix), alternadamente, no sentido radial.

II — Estrutura secundária terminada, do cilindro central.

Nesta estrutura podem ser notados os elementos da estrutura definitiva da raiz, no cilindro central, conforme se vê pelo exame da Fig. 4:

1) **Periciclo** (per), com suas células bastante comprimidas, situado logo abaixo do endoderma (e). As células do periciclo alternam-se com as do endoderma.

2) **Idioblastos** (i), formando uma bainha que envolve todo o sistema fibrovascular da raiz. Êstes idioblastos são células divididas que contêm, em cada compartimento, um cristal romboédrico, de oxalato de Ca.

3) **Escleritos** (es), de grandes dimensões e forma variada, originados no floema primário.

4) **Fibras esclerenquimatosas** (fi), também do floema primário.

5) **Floema** (f_2), com seus elementos comprimidos entre a zona de fibras e o câmbio (c). Não se distingue o floema primário do secundário, nesta estrutura.

6) **Câmbio** (c) — nitidamente constituído por 4 camadas de células meristemáticas, interrompidas pelos raios medulares (rm).

7) **Xilema secundário**, bastante conspícuo, caracterizando-se por apresentar vasos de grande calibre (x_2) e por ser riquíssimo em fibras (fix).

8) **O parênquima lenhoso** (pl) dispõe-se ao redor dos vasos, expandindo-se lateralmente, em asas que atingem os raios medulares, ultrapassando-os e, freqüentemente, confluindo com o dos vasos mais próximos. Pode ser classificado como paratraqueal, aliforme-confluente.

9) **Fibras do xilema** (fix) — O xilema é riquíssimo em fibras muito unidas entre si, que formam um conjunto compacto, somente apresentando solução de continuidade na região dos vasos, dos raios medulares e do parênquima lenhoso. As fibras constituem a maior parte dos elementos do xilema.

10) **Micorrizas** — *Hymenaea stilbocarpa* apresenta micorrizas endótrofas, cujo fungo micorrizógeno se localiza nas camadas superficiais do parênquima cortical interno (Fig. 1, mi), quando examinadas na fase de estrutura primária.

O fungo micorrizógeno (Fig. 5) apresenta-se mais freqüentemente com hifas relativamente grossas e curtas, pouco ramificadas, com a extremidade recurvada (A), mas pode também apresentar formas muito ramificadas, em arbúsculos, como se vê em C. Ambos êstes aspectos são vistos sem coloração. Corando-se com azul lático, pode-se notar bem a parede do micélio (B).

O fungo dissolve as paredes celulares, em certos pontos, passando de uma célula para outra. Nessa passagem a hifa sofre um estrangulamento bastante pronunciado (D).

CAULE

Estrutura primária — O caule apresenta uma estrutura primária constituída, no cilindro central, por grupos de feixes líbero-lenhosos, formando arcos separados por parênquima. No cortex há grande número de bolsas esquizógenas, secretoras de resina. A Fig. 6 mostra um esquema da estrutura primária, vendo-se os seguintes elementos: epiderme (ep), parênquima cortical (pc) com bolsas esquizógenas (bc), zona de parênquima com fibras novas e escleritos (pf). Os feixes líbero-lenhosos formam um círculo interrompido em vários pontos por parênquima, de modo que os feixes se grupam em arcos de 5 ou 6 feixes. Na mesma figura pode-se notar a organização esquemática dos feixes, com 4 camadas cambiais (c) entre o xilema (x_1) e o floema (f_1). No parênquima medular (pm) há bolsas esquizógenas (bm) em grande número.

Em um corte transversal, a estrutura primária apresenta os seguintes elementos (Fig. 7), de fora para dentro:

1) **Epiderme (ep)**, com células poliédricas e cutícula relativamente fina. A epiderme apresenta estômatos do tipo que mostra a Fig. 13. Êstes estômatos, quando vistos por cima diferenciam-se dos da fôlha porque, ao invés de apresentarem as duas células anexas típicas, mostram, ao seu redor, várias células de forma não característica.

2) **Parênquima cortical (pc)**, com células poliédricas, irregulares, geralmente alongadas no sentido radial. Êste parênquima é rico em células contendo drusas (d).

As células do parênquima cortical apresentam-se ricas em cloroplastos, até a região mediana do cortex.

3) **Bolsas secretoras de resina (bc)**, esquizógenas, em grande número; ficam localizadas sempre na zona periférica, logo abaixo da epiderme.

4) **Idioblastos**: o sistema fibrovascular é revestido por uma bainha de células com cristais romboédricos de oxalato de Ca (i). Êstes idioblastos são células geralmente divididas em dois compartimentos por um septo transversal celulósico.

A Fig. 8, i, detalhe aumentado da Fig. 7, mostra que, em cada compartimento, pode haver um cristal grande e vários pequenos, da mesma natureza.

5) **Zona de parênquima e fibras do floema** (Figs. 6, 7, 8, pf) — Nesta zona, que se localiza entre o floema primário (f_1) e a bainha de idioblastos (i), encontram-se fibras novas e escleritos. O parênquima desta região é rico em idioblastos com cristais romboédricos e drusas.

Nas regiões entre os feixes líbero-lenhosos, o parênquima se estende em fileiras de células (p) com muitos idioblastos contendo cristais e cristólitos; este parênquima se comunica com o parênquima medular (pm), formando os raios medulares.

6) **No parênquima medular** (Figs. 7, 3) notam-se drusas (d) e cristólitos (ci), além das bolsas esquizógenas medulares (bm). A Fig. 12 mostra o aspecto de um cristólito do parênquima medular. A Fig. 10 mostra um detalhe da zona dos feixes, com um cristólito (ci), no interior de um dos compartimentos do idioblasto. Outro compartimento pode ser notado, comprimido entre as células do câmbio (c). Logo abaixo deste cristólito aparece uma célula do mesmo tipo em que se nota, perfeitamente, a divisão. A Fig. 11 mostra alguns destes idioblastos vazios, com 2, 3, 4 e até 5 compartimentos.

7) **Feixes líbero-lenhosos** — Mergulhados no parênquima, os feixes líbero-lenhosos dispõem-se como mostram as Figs. 6 e 7.

O xilema (x_1) apresenta, em cada feixe, de 1 a 3 fileiras de vasos (Figs. 7, 8 e 9). O câmbio (c) tem 4 camadas de células meristemáticas e o floema (f_1) é bem desenvolvido, entremeado de células parenquimatosas.

Estrutura secundária (Pr. III, Fig. 14) — Em corte transversal de um caule novo, mas com a estrutura secundária bem avançada, nota-se, de fora para dentro:

A — No cortex:

1) **Epiderme** (ep) — já morta, fragmentada, ainda recobrimdo o suber (s), que pode apresentar rachaduras (r), provenientes de traumatismos.

FRANCHA II

Caule

Fig. 6 — **Esquema da estrutura primária:** ep, epiderme; pc, parênquima cortical; bc, bolsas secretoras corticais; pf, zona de parênquima e fibras; f₁, floema primário; c, câmbio; x₁, xilema primário; bm, bolsas secretoras medulares; pm, parênquima medular.

Fig. 7 — **Estrutura primária:** ep, epiderme; bc, bolsas secretoras corticais; d, drusas; i, células com cristais (idioblastos); pf, zona de parênquima e fibras; f₁, floema primário; c, câmbio; x₁, xilema primário; p, parênquima com células divididas, contendo cristais e cristólitos; ci, cristólito do parênquima medular; bm, bolsa secretora do parênquima medular.

Fig. 8 — **Detalhe do cilindro central:** i, células divididas, com cristais (idioblastos); pf, zona de parênquima e fibras; f₁, floema primário; c, câmbio; x₁, xilema primário; p, parênquima com células divididas, contendo cristais e cristólitos; d, drusas; ci, cristólito do parênquima medular.

Fig. 9 — **Detalhe da região de um feixe líbero-lenhoso:** p, zona de parênquima, com células contendo drusas; f₁, floema primário; c, câmbio; x₁, xilema primário.

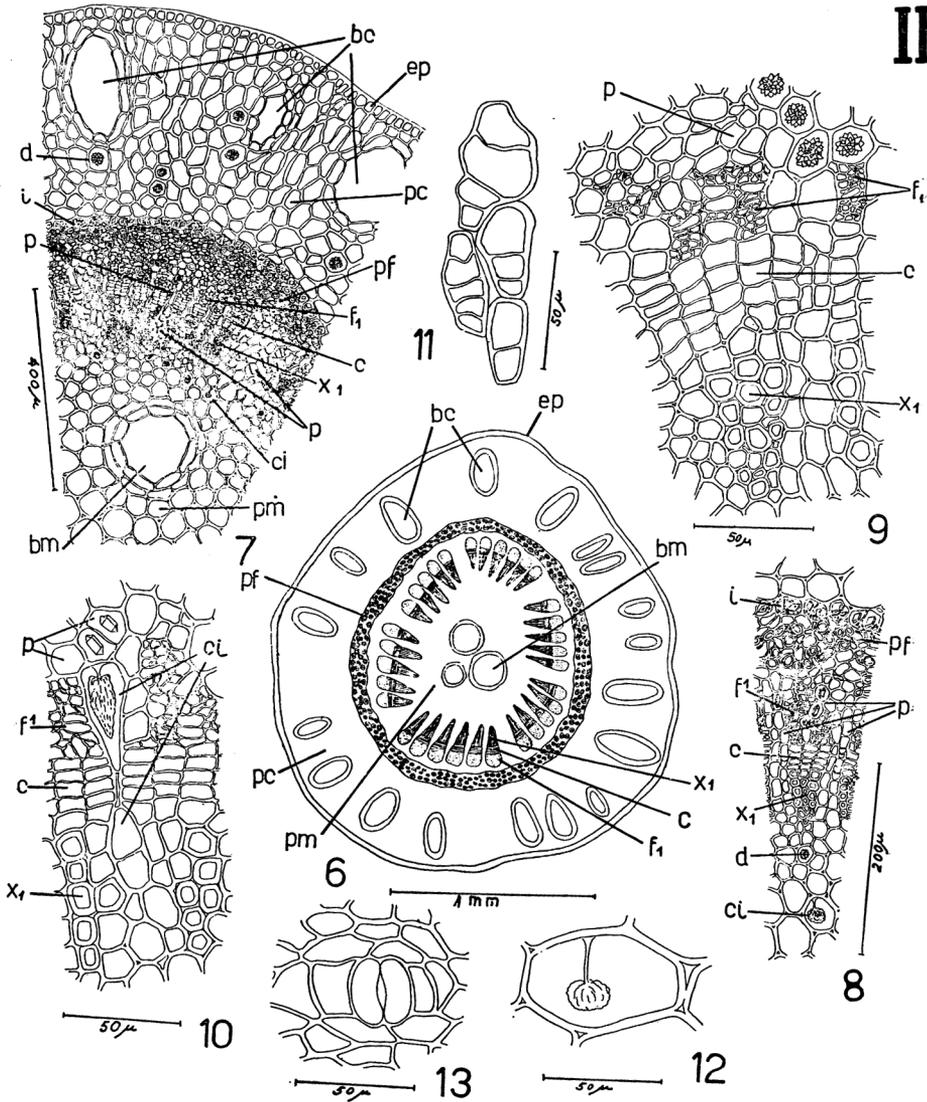
Fig. 10 — **Detalhe da região dos feixes líbero-lenhosos:** p, zona de parênquima com células divididas contendo cristais (idioblastos); f₁, floema primário; c, câmbio; x₁, xilema primário; ci, células divididas do parênquima com um cristólito.

Fig. 11 — **Células do parênquima, divididas.**

Fig. 12 — **Célula do parênquima medular, com cristólito.**

Fig. 13 — **Estômato do caule.**

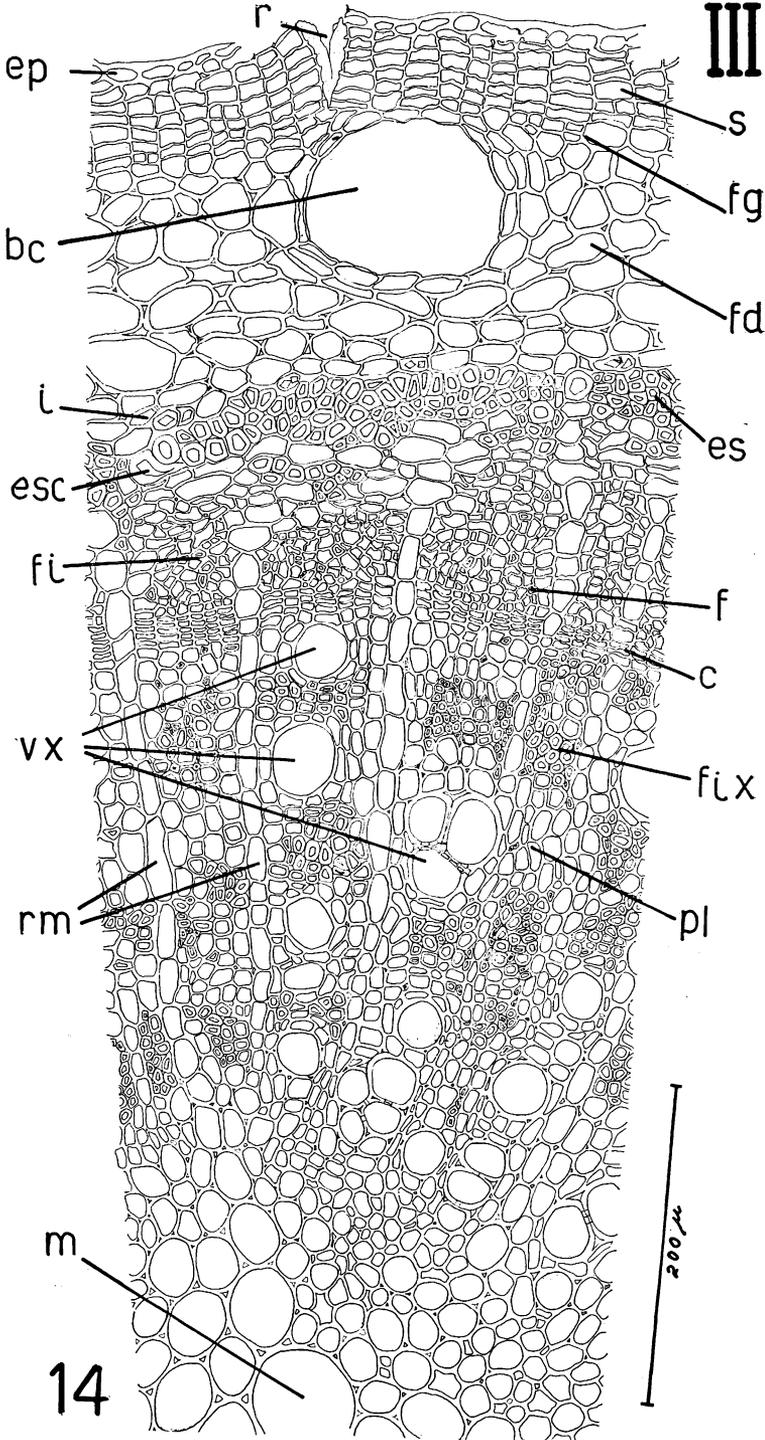
II



PRANCHA III

Caule

Fig. 14 — **Estrutura secundária do caule:** ep, restos da epiderme; s, suber; r, rachadura; fg, felogênio ativo; fd, feloderma; bc, bolsas secretoras corticais; es, esclerênquima; esc, escleritos; fi, fibras do floema; f, floema; c, câmbio; vx, vasos do xilema; fix, fibras do xilema; pl, parênquima lenhoso; rm, raios medulares; m, medula.



2) **Suber** (s) — apresenta células retangulares, sobrepostas, em camadas bem regulares.

3) **Felogênio** (fg) — distinto e ativo, mostrando células divididas.

4) **Feloderma** (fd) — com células irregulares, apresentando meatos intercelulares, nas camadas mais profundas.

5) **Bolsas esquizógenas corticais** (bc) — são também encontradas no cortex. Estas bolsas secretoras de resina são em número menor do que no caule mais novo.

B — No cilindro central:

1) **Idioblastos** — envolvendo todo o sistema fibrovascular, há uma bainha de idioblastos (i), do mesmo tipo dos já encontrados na raiz, contendo cristais romboédricos de oxalato de Ca.

2) **Esclerênquima** (es) — todo o sistema vascular é protegido por uma bainha de esclerênquima entremeada de escleritos (esc) grandes e de forma variada.

3) **Floema** (f) — distribui-se abaixo da bainha esclerênquimatosa. É rico em células parenquimatosas e fibras esparças (fi).

4) **Câmbio** (c) — bastante nítido, mostra 4 camadas de células meristemáticas, notando-se elementos divididos na região do floema. O câmbio é atravessado pelos raios medulares (rm).

5) **Xilema** — O xilema apresenta vasos (vx) geralmente isolados, sendo os grupados relativamente raros. Quando reunidos, estes vasos poucas vezes atingem a mais de 3 elementos; neste caso notam-se bem as pontuações da parede.

6) **Parênquima lenhoso** (pl) — É abundante e rodeia os vasos, estendendo-se lateralmente, muitas vezes até confluir com o parênquima dos vasos vizinhos.

7) **Fibras** — o xilema é rico em fibras (fix), que se alternam com os vasos no sentido radial, como acontece também na raiz.

8) **Raios medulares** — os raios medulares (rm) são uniseriados e vão desde a medula (m) até o floema (f), atravessando-o. São ricos em amido.

9) **Medula** — o parênquima medular (m) apresenta células grandes e arredondadas na região do centro e menores em direção à periferia da medula, com lacunas pequenas e meatos intercelulares; essas células são ricas em amido.

10) **Canais medulares** (Pr. VIII, IX, cm) — Notam-se na medula do caule, especialmente na região nodal, pequenos canais aparentemente traumáticos. Nos caules novos eles ainda apresentam restos de um epitélio.

O exame de caules bem novos, ainda na estrutura primária, mostra que êstes canais são produzidos pela distensão das bolsas esquizógenas medulares.

FÓLHA

A fôlha de **Hymenaea stilbocarpa** é composta, bifoliolada, com pecíolo de secção transversal aproximadamente circular e folíolos curto-pecíolulados, de forma falcata. O ápice dos folíolos (Pr. IV, Fig. 15) é acuminado, apresentando, no acúmen, uma leve reentrância (r).

As nervuras secundárias (ns) inserem-se na principal (np), geralmente, em ângulo reto. Estas nervuras se ramificam e anastomosam, formando um retículo em cujas malhas se notam pequenas regiões arredondadas, translúcidas, que correspondem às bolsas secretoras de resina (b) situadas no mesófilo. Os bordos da fôlha são reforçados por um esclerênquima marginal (m).

Estrutura do limbo

1) **Epiderme superior** (adaxial) — em vista frontal (Pr. VI, Fig. 21), apresenta células de contôrno irregular, sinuoso, de paredes bastante espessas, onde se notam fâcilmente as pontuações da membrana (pt).

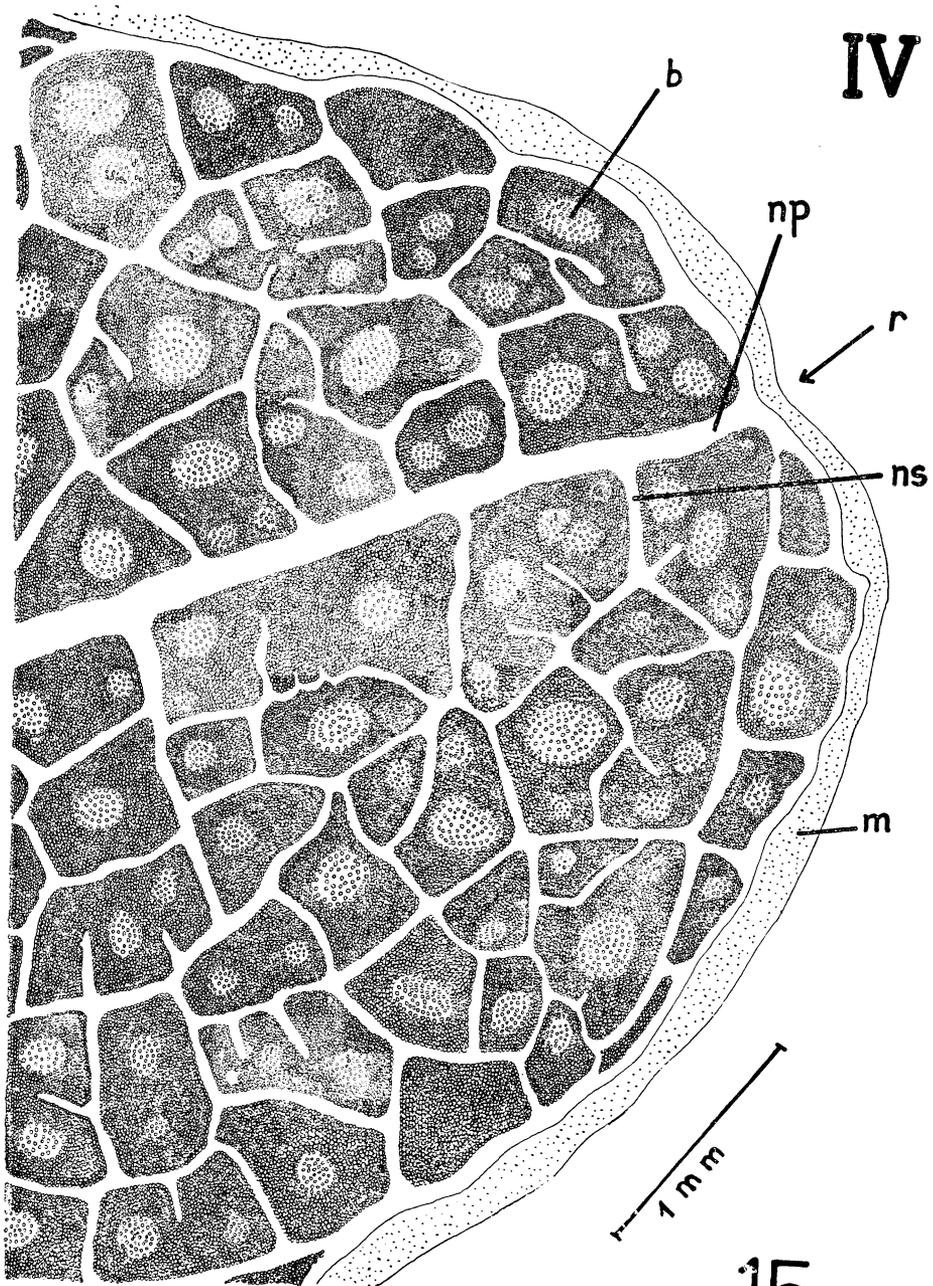
Na região das bolsas secretoras nota-se o poro destas (p) que aparece com a forma estrelada, circundado por células de parede muito espessada, nas fôlhas perfeitamente adultas e com a forma aproximadamente poligonal (Fig. 22) nas fôlhas mais novas.

PRANCHA IV

Fôlha

Fig. 15 — Aspecto exterior da fôlha, na região extrema do acúmen apical, mostrando a nervação, as bolsas secretoras de resina, que formam regiões translúcidas na fôlha e os bordos reforçados por esclerênquima.

IV



15

Na região das nervuras (Fig. 20) as células da epiderme superior são alongadas e não apresentam contornos sinuosos como as demais. Na epiderme superior não há estômatos.

2) **Epiderme inferior** (abaxial) — em vista frontal (Fig. 19), apresenta-se constituída de células semelhantes às da epiderme superior, porém, com paredes mais finas.

Notam-se, também, nesta epiderme, as pontuações da membrana.

3) **Estômatos** — a epiderme inferior mostra estômatos providos de duas células anexas paralelas à fenda estomatar.

Os estômatos ativos (a) têm uma forma parecida com a da semente do café tipo **moka**, enquanto que os velhos mostram-se encarquilhados (b), deformados, com rachaduras e arestas. Tem-se a impressão de estarem esclerosados. Êstes estômatos apresentam uma cor parda, naturalmente devida à impregnação por alguma substância não identificada.

4) **Estômatos anômalos** — Podem notar-se, na epiderme inferior, se bem que muito raramente, certas anomalias nos estômatos. A Fig. 29 mostra um tipo interessante de anomalia, encontrado 3 vêzes pelo autor dêste trabalho, em **Hymenaea stilbocarpa**, Hayne.

Trata-se de dois estômatos geminados, unidos pelas suas células estomáticas vizinhas. Êles formam um conjunto perfeitamente simétrico e cada um é como que a imagem especular do outro.

Examinando-se a Fig. 29 nota-se: o estômato A tem duas células (a) desiguais, sendo a do lado esquerdo maior que a do lado direito. Assim, a sua fenda (o) fica recurvada. O estômato B tem disposição simétrica: suas células (a₁) são desiguais, sendo que a menor está justaposta à menor do estômato A. Sua fenda (o₁) é recurvada e simétrica à do estômato A.

Cada um dêstes estômatos só tem uma célula anexa: a célula anexa (b) do estômato A é simétrica à célula anexa (b₁) do estômato B.

Outro tipo de anomalia em estômatos, encontrada em **Hymenaea stilbocarpa** é a da Fig. 30. Trata-se do conjunto de células de um estômato que provàvelmente paralisou o seu

desenvolvimento, deixando de completar a formação do estômato. A figura mostra as prováveis células anexas (ca), as prováveis células estomáticas (cg) e a região do ostíolo (o) que não se formou.

Em corte transversal do limbo (Pr. V) notam-se, a partir da epiderme superior (Fig. 16):

1) **Epiderme superior** (ep) — apresenta células alongadas, ou arredondadas na região das nervuras, com membranas grossas.

A cutícula é bastante espessa, chegando a sua espessura a ultrapassar o diâmetro menor das células. Não é compacta, apresentando pequenas cavidades.

2) **Parênquima paliçádico** (pal) — constituído de uma só camada de células cheias de cloroplastos. As células são longas e se ligam em grupos de duas ou de três às células coletoras (co) do parênquima lacunoso. O comprimento das células do parênquima paliçádico é aproximadamente de 1/3 da espessura do mesófilo.

3) **Parênquima lacunoso** (lac) — formado por células de forma irregular, abundantemente providas de cloroplastos, apresenta células de três tipos: a) **células coletoras** (co), diretamente ligadas, cada uma delas, a grupos de duas ou três do parênquima paliçádico. Estas células são altas, atingindo quase a altura das do parênquima paliçádico, porém, mais largas. Apresentam um aspecto que permite diferenciá-las em ápice e base, sendo a base mais estreita que o ápice. Este liga-se ao parênquima paliçádico e aquela às demais células do parênquima lacunoso. Elas têm as paredes verticais sinuosas e entram em contacto, umas com as outras, pelas cristas das sinuosidades, deixando meatos entre si. Células deste tipo podem ser encontradas sobrepostas, quando em contacto com as nervuras; b) **as células subjacentes à epiderme inferior**, que têm uma forma tronco-cônica, com base larga, assentada na epiderme inferior e ápice estreito, em contacto com as demais células do parênquima lacunoso, a que Haberlandt (15) denomina “funnel-cells”; c) as células situadas entre os tipos a e b, que ocupam justamente a parte média desse clorênquima. Apresentam for-

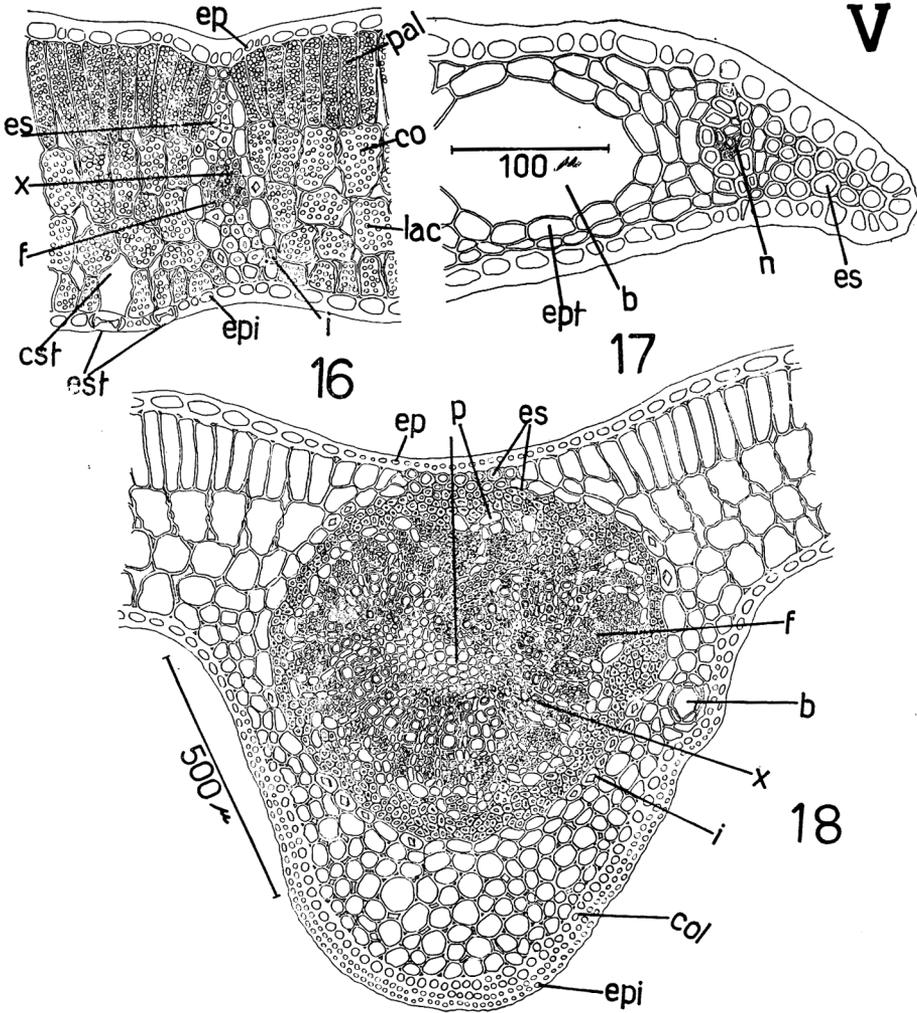
PRANCHA V

Fôlha

Fig. 16 — **Estrutura do limbo:** ep, epiderme superior, com cutícula muito espêssa; pal, parênquima paliçádico, muito rico em cloroplastos; lac, parênquima lacunoso, também muito rico em cloroplastos; co, células coletoras, do parênquima lacunoso; epi, epiderme inferior; est, estômatos, em corte longitudinal das células estomáticas; cst, câmara subestomática; i, bainha de células com cristais (idioblastos); es, esclerênquima; x, xilema; f, floema.

Fig. 17 — **Estrutura do bordo da fôlha:** es, esclerênquima marginal; b, bolsa secretora de resina; ept, epitélio da bolsa secretora; n, nervura.

Fig. 18 — **Estrutura da fôlha na região da nervura principal:** ep, epiderme superior; es, esclerênquima — as fibras próximas da epiderme têm paredes mais finas; p, parênquima; f, floema; x, xilema; i, bainha de células com cristais (idioblastos); b, bolsa secretora de resina; col, colênquima; epi, epiderme inferior.



ma irregular, indefinida, porém predominantemente isodiamétrica.

As lacunas do parênquima lacunoso são relativamente grandes, e tornam-se maiores na região dos estômatos. Nesta região as células se dispõem mais afastadas umas das outras, formando uma pequena câmara sub-estomática (Figs. 16 e 27, cst).

Na região da nervura principal (Fig. 18), o parênquima muda de aspecto. As células tornam-se arredondadas, as lacunas menores e, ao se aproximarem da epiderme inferior, as paredes celulares se espessam, formando um colênquima (col).

4) **Idioblastos** — ao redor das nervuras há uma bainha de idioblastos (Figs. 16 e 18, i) — contendo cristais romboédricos de oxalato de Ca. Esta bainha recobre todo o anel de esclerênquima que envolve os feixes condutores.

5) **Epiderme inferior** (epi) — apresenta células semelhantes às da superior, com cutícula muito espessa, embora um pouco mais fina que a daquela.

Nesta epiderme notam-se os estômatos que, na Fig. 16, aparecem apenas em cortes longitudinais das células estomáticas.

6) **Bolsas secretoras** (Fig. 17, b) — imersas no mesófilo encontram-se, em grande número, bolsas secretoras de resina, do mesmo tipo esquizógeno das encontradas no caule. Essas bolsas são revestidas por um epitélio distinto (ept), em toda a sua superfície interna.

A expulsão da resina se dá por um poro da epiderme (Pr. VI, Fig. 23, p). Este poro, nas folhas perfeitamente adultas, tem o aspecto de uma estrêla alongada (Fig. 21, p) e é circundado por células epidérmicas de parede muito espessada. Nas folhas mais novas êle é mais aberto, de forma poligonal (Fig. 22, p) e as células circundantes têm paredes menos espessadas.

O poro está permanentemente aberto, mas o conteúdo glandular não extravasa porque o epitélio da bolsa não apresenta solução de continuidade. Assim, embora preformado e permanentemente aberto o poro, só será eliminado o conteúdo da bolsa quando se dissolver a célula epitelial subjacente a êle.

PRANCHA VI

Fôlha

Fig. 19 — **Epiderme inferior** da fôlha, mostrando estômatos ativos (a) e estômatos velhos (b).

Fig. 20 — **Epiderme superior**, na região das nervuras.

Fig. 21 — **Epiderme superior**, mostrando o poro de uma bolsa secretora de resina (p).

Fig. 22 — **Poro** de uma bolsa secretora de resina, em fôlha nova (p).

Fig. 23 — **Bolsa secretora de resina**, em corte transversal: ep, epiderme superior; p, poro da bolsa; ept, epitélio que reveste internamente a bolsa.

Fig. 24 — **Detalhe do poro** da bolsa secretora, vendo-se uma célula (ob) do epitélio obturando o poro.

Fig. 25 — **Epiderme superior** de uma fôlha ainda protegida pelas estípulas, na região de uma bolsa muito nova, mostrando a célula porígena (p).

Fig. 26 — **Epiderme superior** da mesma fôlha da Fig. 25, na região de uma bolsa mais desenvolvida, mostrando o poro já formado, pela dissolução da célula porígena (p).

Fig. 27 — **Corte transversal de uma fôlha** na região da epiderme inferior: est, estômato, em corte transversal mediano. Note-se o lumen reduzidíssimo e o enorme refôrço das células estomáticas; cg, célula estomática, em corte longitudinal. Note-se o lumen reduzido na região mediana e dilatado nas extremidades; ca, células anexas; cst, câmaras subestomáticas.

Fig. 28 — **Estômato** visto em corte transversal passando pela extremidade das células estomáticas.

Fig. 29 — **Estômatos geminados**. Anomalia pela falta de uma célula anexa de cada estômato: a, células estomáticas do estômato A; b, célula anexa do estômato A; o, ostíolo do es-

tômato A; a', células estomáticas do estômato B; b', célula anexa do estômato B; o', ostíolo do estômato B.

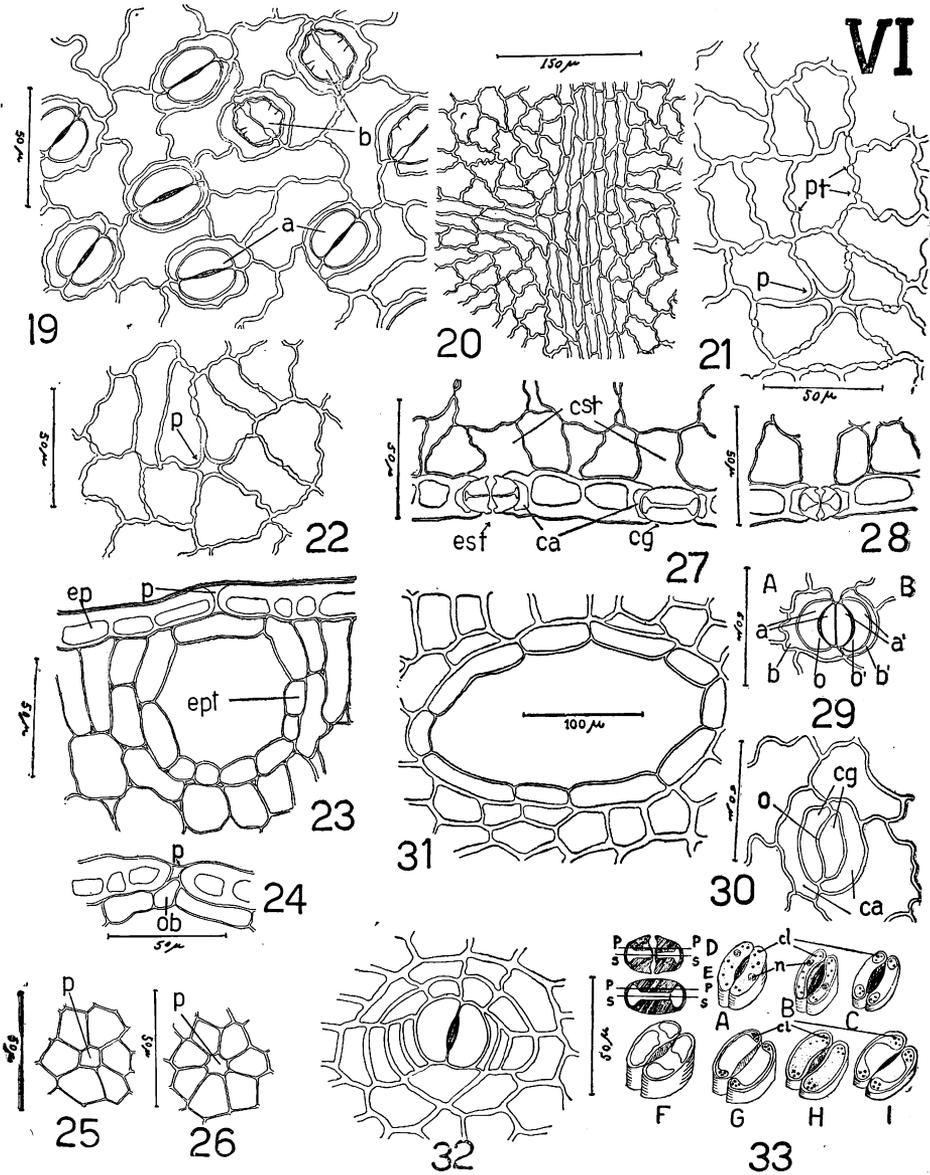
Fig. 30 — **Anomalia pela paralisação do desenvolvimento do estômato:** cg, células que se deviam transformar em células estomáticas; ca, células anexas; o, região do ostíolo que não se formou.

Fig. 31 — **Bolsa secretora** do pecíolo, em corte longitudinal.

Fig. 32 — **Estômato da epiderme do pecíolo.** Notem-se as quatro células de cada lado, paralelas às células estomáticas.

Fig. 33 — **Esquema comparativo dos estômatos de *Eucalyptus tereticornis* e *Hymenaea stilbocarpa*:** A, vista frontal do estômato de *E. tereticornis*; B, corte tangencial do estômato de *E. tereticornis*, abaixo da região mediana; nota-se o conteúdo celular uniformemente distribuído; C, corte tangencial do estômato de *E. tereticornis*, passando pela região mediana: o conteúdo celular limita-se às extremidades das células; D, corte transversal mediano de estômato de *H. stilbocarpa*; E, corte longitudinal da célula estomática de *H. stilbocarpa*; PP, plano correspondente ao corte tangencial G; SS, plano correspondente ao corte tangencial H; F, vista frontal do estômato de *H. stilbocarpa*; G, corte tangencial do estômato de *H. stilbocarpa*, abaixo da região mediana; H, corte tangencial mediano do estômato de *H. stilbocarpa*: o conteúdo celular está uniformemente distribuído nas células; I, corte tangencial do estômato de *H. stilbocarpa*, passando acima da região mediana, porém mais próximo desta; cl, cloroplastos; n, núcleo;

VI



A Fig. 24 mostra um detalhe do corte transversal da epiderme superior de uma fôlha, na região do poro (p), onde se vê uma célula do epitélio glandular obturando-o (ob).

O poro forma-se quando a fôlha é ainda muito nova. A Fig. 25 mostra a epiderme superior de uma fôlha recém-formada, ainda protegida pelas estípulas, na região de uma bolsa. Nota-se uma célula poligonal pequena (p), rodeada por seis outras células epidérmicas. Esta pequena célula, que pode ser denominada **célula porígena**, se dissolve, por gelificação da membrana, e em seu lugar fica o poro.

A Fig. 26 mostra um poro (p) recém-formado. A célula porígena já desapareceu e as circunvizinhas têm suas paredes bombeadas para o interior do poro. Durante o desenvolvimento da fôlha, as paredes destas células se espessam, especialmente na região do espaço deixado pela célula porígena. Dêste modo, o poro assume o aspecto da Fig. 22, p, e afinal, o da Fig. 21, p. Os poros podem se formar, tanto na epiderme superior, como na inferior, dependendo isso da localização das bolsas no mesófilo.

Sistema fibrovascular — A fôlha de *Hymenaea stilbocarpa* apresenta um sistema fibrovascular constituído por nervuras verticalmente transcorrentes, nas quais os feixes condutores são acompanhados por um esclerênquima que ocupa todo o espaço entre os feixes e as epidermes superior e inferior (Figs. 16 e 17, n).

A **nervura principal** (Pr. V, Fig. 18) é bem desenvolvida e protegida por uma forte bainha de esclerênquima (es), cujas fibras subjacentes à epiderme superior são de secção transversal arredondada e de diâmetro maior. Essa bainha pericíclica, na parte superior, penetra pela nervura a dentro, até as proximidades do parênquima central.

1) **Floema** (f) — bastante desenvolvido e situado logo abaixo do anel esclerenquimatoso, o floema forma um arco quase circular sob o anel de esclerênquima e envolve o xilema (x). É rico em células parenquimatosas (p) que o atravessam e se dirigem, em fileiras, para o centro da nervura, for-

mando os raios do xilema. No centro, o parênquima se expande, à maneira de um parênquima medular. Todo o parênquima da nervura é rico em amido.

2) **Xilema (x)** — acompanhando internamente o floema, é constituído por feixes predominantemente unisseriados de vasos lenhosos, separados por cordões de parênquima.

Nas **nervuras laterais** (Figs. 16 e 17, n) nota-se uma disposição um pouco diferente dos elementos condutores. Há tendência para a localização do xilema na parte superior e do floema na inferior.

Essas nervuras são verticalmente transcorrentes, revestidas por uma bainha de esclerênquima, que se espessa nas regiões abaxial e adaxial, atingindo ambas as epidermes. Envolvendo esta bainha esclerenquimatosa há uma camada de células de parênquima incolor que apresentam cristais romboédricos de oxalato de Ca.

3) **Bordos dos folíolos** (Fig. 17) — os bordos dos folíolos são grandemente reforçados por um esclerênquima marginal (es), cujas fibras têm secção transversal arredondada, do mesmo tipo das encontradas nas nervuras, na região subjacente às epidermes (v. Fig. 16 e Fig. 18, es). Este refôrço fibroso produz o recurvamento das margens do folíolo para baixo.

Estômatos — Os estômatos de *Hymenaea stilbocarpa*, quando vistos em corte transversal passando pela região mediana das células estomáticas (Fig. 27 es), apresentam o seguinte aspecto: as células estomáticas têm a membrana enormemente reforçada para cima e para baixo, enquanto que nas regiões do ostíolo e das células anexas (ca) não há, praticamente, refôrço. Dêste modo, o lumen é estreitíssimo, reduzido apenas a uma fenda que se dilata na região de contacto com as células anexas. Um corte transversal passando pela extremidade do estômato (Fig. 28) mostra que nessa região o lumen se dilata, embora as células estomáticas ainda apresentem um apreciável refôrço para cima e para baixo.

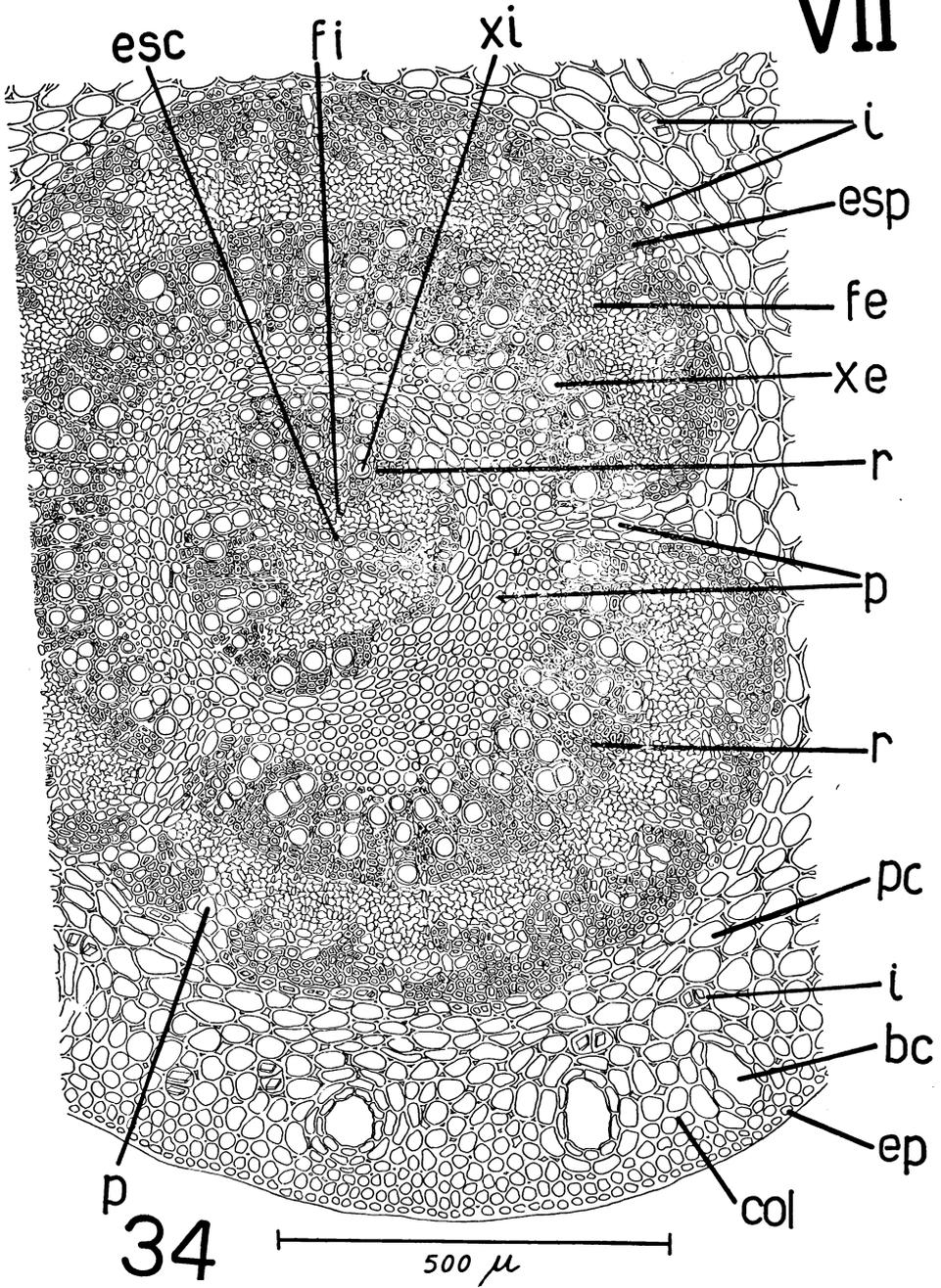
Em corte longitudinal (Fig. 27, cg) as células estomáticas mostram que o seu enorme refôrço se estende por todo o com-

PRANCHA VII

Fôlha

Fig. 34 — **Corte transversal do pecíolo**, na região mediana: ep, epiderme; col, colênquima; pc, parênquima da casca; bc, bolsa secretora cortical; i, células com cristais (idioblastos); esp, esclerênquima periférico; fe, floema externo; xe, xilema externo; xi, xilema interno; fi, floema interno; esc, esclerênquima central; p, parênquima intermédio; r, raios.

VII



primento delas, exceto na região em contacto com as células anexas (ca).

Exteriormente, as células estomáticas apresentam, cada uma, duas cristas, uma interna e outra externa, de modo que o ostíolo fica entre dois pequenos vestíbulos, um interno e outro externo.

Em virtude da enorme espessura da parede das células é impossível distinguir-se os cloroplastos pelo exame microscópico de um fragmento da epiderme. Eles podem ser vistos em cortes transversais passando pelo ápice do estômato onde o lumen é dilatado. São muito pequenos e em reduzido número.

Número de estômatos — Em contagens feitas em fôlhas adultas de *Hymenaea stilbocarpa*, foram encontrados números que variam de 260 a 400 por mm², nos bordos do folíolo, e de 400 a 600 por mm² nas outras regiões do limbo. Os números menores foram registrados na base dos folíolos.

Estrutura do pecíolo

O pecíolo das fôlhas de *Hymenaea stilbocarpa* apresenta secção transversal circular, pulvino bem desenvolvido e a articulação dos peciólulos dilatada. O comprimento do pecíolo aproxima-se de 1,5 cm, da inserção à articulação dos peciólulos.

Em corte transversal na região mediana do pecíolo notam-se, de fora para dentro, os seguintes elementos (Pr. VII, Fig. 34):

1) **Epiderme** (ep), com células pequenas, arredondadas e cutícula muito espessa.

2) **Colênquima** (col), muito pouco desenvolvido, nesta região mediana do pecíolo. As células têm as membranas apenas espessadas, mostrando uma tendência para o colênquima angular.

3) **Parênquima cortical** (pc), com células grandes, irregulares, deixando pequenas lacunas entre si. As partes mais externas deste parênquima são clorofilianas e as mais profundas, ricas em grãos de amido.

4) **Bolsas secretoras** (bc) — mergulhadas no parênquima cortical e situadas na região periférica, aparecem as bolsas esquizógenas, secretoras de resina. Elas apresentam a mesma organização das já estudadas. Em corte transversal, têm forma aproximadamente elíptica, com o eixo maior em sentido radial, como as do caule. Em corte longitudinal (Pr. VI, Fig. 31) também são elípticas, porém mais alongadas, com o eixo maior paralelo ao eixo do pecíolo.

5) **Idioblastos** — esparsos pelo parênquima cortical e envolvendo o sistema fibrovascular, notam-se idioblastos (Pr. VI, Fig. 34, i) do mesmo tipo dos já estudados.

6) **Esclerênquima periférico** — um anel de esclerênquima periférico (esp) envolve todo o conjunto do sistema vascular. Esse esclerênquima é atravessado e entremeado de células parenquimatosas em fileiras ou em grupos que penetram também no floema (fe), situado logo abaixo do esclerênquima.

7) **Floema externo** — seguindo-se ao esclerênquima periférico, aparece o floema externo, formando uma faixa circular recortada abundantemente por parênquima amilífero (p).

8) **Xilema externo** — abaixo do floema externo situa-se o xilema externo (xe), constituído por séries de elementos vasculares e fibrosos, separados por raios parenquimatosos.

9) **Parênquima intermédio** — o parênquima amilífero que abundantemente se distribui pelo esclerênquima periférico, pelo floema externo e pelo xilema externo, em grupos, fileiras ou raios, forma, logo abaixo do xilema externo, uma larga faixa circular (p, indicado pela seta) que separa completamente o xilema em duas partes: **xilema externo** (xe) e **xilema interno** (xi). Esta faixa de parênquima é riquíssima em grãos de amido.

10) **Xilema interno** — aparece como uma faixa concêntrica (xi) de xilema, logo abaixo do parênquima intermédio. Apresenta os mesmos característicos do xilema externo.

11) **Floema interno** — no interior do xilema interno aparece uma faixa liberiana de contôrno aproximadamente triangular ou em forma de **Y**, o **floema interno**. Apresenta o mesmo aspecto anatômico do floema externo, caracterizando-se apenas pela sua posição aberrante na ordem da distribuição do sis-

tema condutor do pecíolo. E', também, abundantemente provido de parênquima amilífero.

12) **Esclerênquima central** — situado no centro do sistema fibrovascular e envolvido pelo floema interno, aparece um grupo esclerenquimatoso (esc) em forma aproximada de um **Y** — o **esclerênquima central** — que se caracteriza, como o floema interno, exclusivamente pela sua posição inusitada, na região central do pecíolo.

Esta interessante estrutura pode ser explicada acompanhando-se o desenvolvimento do sistema fibrovascular ao longo do pecíolo, a partir da sua formação, pela união dos traços foliares, na região do nó.

Estômatos — a epiderme do pecíolo apresenta estômatos (Pr. VI, Fig. 32) esparsos, em pequeno número. Em vista frontal, êstes estômatos mostram um aspecto interessante: as células estomáticas são mais largas que as dos estômatos da epiderme do folíolo, de modo que o diâmetro longitudinal do estômato chega a ser menor que o transversal.

O número e a disposição das células que rodeiam êstes estômatos também constituem fato digno de nota. Êles apresentam 4 células de cada lado, paralelas à fenda estomatar. As demais células epidérmicas da região se distribuem em arcos ao redor do estômato.

Sistema fibrovascular do nó

Em cortes transversais sucessivos do nó, a partir da sua região inferior, pode ser observada a evolução do seu sistema fibrovascular, bem como as disposições sucessivas dos traços foliares, até a formação do sistema condutor do pecíolo.

Observando-se a Prancha VIII, verifica-se que, em um corte transversal na base do nó (Fig. 35), já o sistema fibrovascular apresenta uma secção aproximadamente oval, com ligeiras reentrâncias. É possível distinguir-se os três traços foliares A, B e C, que começam a se destacar do cilindro central. A mais próxima dos traços foliares A, B, C, já estão bem individualizados, um pouco afastados, com tendência a se afastar

tarem do conjunto. Os arcos 2 e 3 (Fig. 37) aproximam-se do centro, enquanto os traços foliares laterais, B e C, se afastam, mostrando já uma pequena curvatura. A Fig. 38 mostra que a curvatura dos traços B e C aumenta, o esclerênquima se torna mais espesso, já mostrando tendência a se dirigirem para o traço A. Os arcos 2 e 3 tendem a se aproximar do centro e o arco 1 começa a segmentar-se. Na Fig. 39 observa-se que o arco 1 já está completamente segmentado. Os traços B e C dirigem-se sensivelmente para o traço A e apresentam-se com a curvatura notavelmente acentuada. Os arcos 2 e 3 encaminham-se para o interior, em direção ao arco 1. A Fig. 40 já permite prever a disposição final do arranjo do sistema vascular: o arco 1, completamente segmentado, curva-se, como que para se unir pelas extremidades com os arcos 2 e 3.

Na Fig. 41 (Pr. IX), a união dos arcos 2 e 3 com o arco 1 já é clara. Os traços foliares B e C, completamente recurvados, continuam a caminhar em direção ao traço A, para se unirem com êle, pelo esclerênquima.

A reconstrução do cilindro central já é quase completa, na Fig. 42 e a união dos traços B e C com o traço A, está prestes a se realizar. Nota-se que o esclerênquima daqueles traços se apresenta segmentado. Completada a união dos três traços foliares (Fig. 43) e a reconstrução do cilindro central, já se esboça o sistema fibrovascular foliar. O traço B segmenta-se, dando um grupo de pequenos arcos que constituirá o sistema fibrovascular de uma estípula (est). Nota-se que o traço C também começa a se fragmentar, para constituição do sistema fibrovascular da outra estípula. A Fig. 44 mostra já a formação do ramo fibrovascular (g) que, destacando-se do cilindro central, se dirigirá para a gema axilar. Os dois traços foliares B e C já se segmentaram, originando os arcos dos sistemas fibrovasculares estipulares (est). Nota-se que o traço C começa a se dividir em dois arcos, na sua região abaxial, tendendo a se comunicar internamente com o traço A. Observa-se, na Fig. 45, que o traço C já se dividiu pela sua região abaxial, em dois arcos opostos, um proximal e outro distal, em relação ao traço A; e que os elementos do arco proximal (esclerênquima, floema

PRANCHA VIII

Traços foliares

Seqüência de esquemas do sistema fibrovascular do caule, em cortes transversais na região do nó, mostrando o deslocamento dos traços foliares que irão formar o sistema fibrovascular do pecíolo.

Legenda (em tôdas as figuras desta prancha): es, esclerênquima; f, floema; x, xilema; cm, canais medulares.

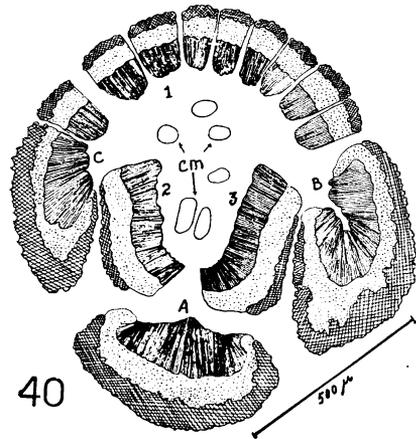
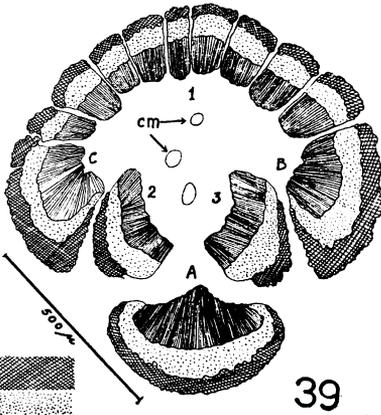
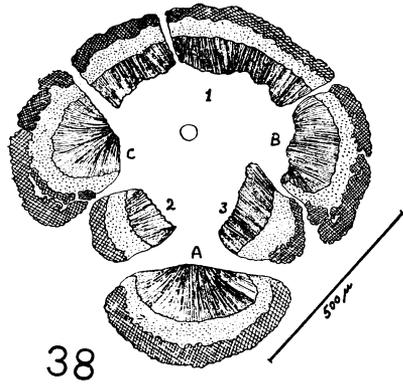
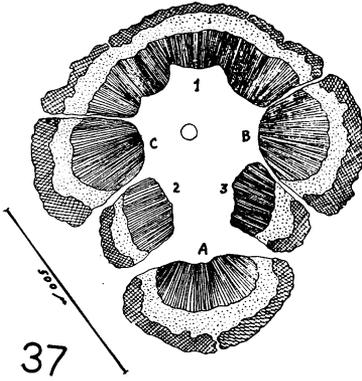
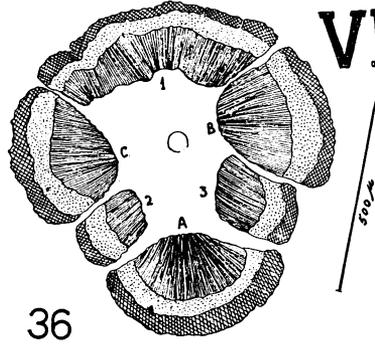
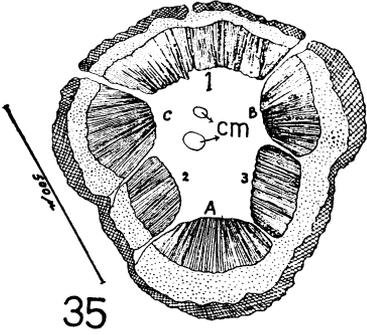
Fig. 35 — Sistema fibrovascular do caule, pouco abaixo do nó. Os traços foliares ainda não estão separados.

Fig. 36 — Sistema fibrovascular, na região do nó, mostrando os traços foliares A, B e C, já distintos.

Figs. 37-38 — Os traços foliares laterais B e C se movimentam em direção ao traço A.

Figs. 39-40 — O arco oposto ao traço A segmenta-se e os arcos 2 e 3 aproximam-se do centro; os traços foliares B e C encurvam-se ao se dirigirem para o traço A, de modo que o esclerênquima de cada um dêles fica colocado na direção do traço A.

VIII



es
f
X

e xilema) tendem a se fundir respectivamente com os do traço A, estabelecendo, em conjunto, um arco externo contínuo. Êste arco exterior contínuo já pode ser nitidamente observado na Fig. 46. Nota-se, também, uma tendência a se unirem as duas extremidades do lado adaxial de cada traço lateral, de onde se destacaram os feixes estipulares, para fechar a abertura externa e completar o arco fibrovascular característico do pecíolo.

Sistema fibrovascular do pecíolo

A Fig. 47 (Pr. X) mostra um aspecto do sistema fibrovascular do pecíolo, justamente na região da sua inserção no caule. Êste sistema constitui-se de um arco contínuo, com as duas extremidades recurvadas para o interior. As três partes A, B e C, dêste arco, correspondem, como já foi visto, aos três traços foliares. A Fig. 48 mostra que, à medida que o sistema fibrovascular se afasta da base do pecíolo, em direção à sua extremidade distal, os arcos vão se arranjan-do de maneira característica. Assim, as partes internas dos ramos B e C aproximam-se, os esclerênquimas se unem e o floema do ramo B tende a unir-se com o do ramo A. Na Fig. 49 observa-se que as duas extremidades já se uniram pelo esclerênquima. Essas duas extremidades unidas, formam um bloco circular, que tende a separar-se da parte externa, para constituir um sistema central concêntrico. Uma fase mais adiantada desta evolução é mostrada na Fig. 50. Nota-se que já está formado o sistema interno, ligando-se ao externo apenas por um pequeno istmo de esclerênquima. Na Fig. 51 está completa a evolução. Notam-se aqui os dois sistemas concêntricos, com os elementos descritos, da Pr. VII, Fig. 34: esclerênquima periférico (esp), floema externo (fe), xilema externo (xe), parênquima intermédio (p), xilema interno (xi), floema interno (f) e esclerênquima central (esc).

Como foi visto, o sistema interior é constituído pelos dois ramos internos dos arcos laterais, unidos pelo esclerênquima, isto é, pela parte que poderíamos chamar de parte externa des-

ses ramos. Com essa organização o sistema interno apresenta uma disposição dos elementos fibrovasculares inversa, em relação à do sistema externo. Esta estrutura se define na extremidade distal do púlvino. Na região de transição entre o púlvino e a parte delgada do pecíolo, há um afastamento e uma segmentação dos arcos fibrovasculares (Fig. 52), os quais, logo adiante, se juntam novamente, formando, porém, um círculo mais comprimido no sentido vertical (Pr. XI, Fig. 53). Tal disposição estrutural permanece invariável ao longo do pecíolo, até a articulação dos peciólulos.

Sistema fibrovascular dos peciólulos

Na articulação dos peciólulos (Pr. XI, Fig. 54), o arco inferior externo rompe-se (R) e o superior inicia uma reentrância (r). Na região da reentrância (r), o floema externo dirige um braço para o centro, enquanto que o interno se estende ao seu encôntro (Fig. 55). Assim, os dois xilemas ficam separados pelos respectivos floemas. Esta figura indica uma tendência a se reunir o sistema interno ao externo. De fato, a Fig. 56 mostra que essa reunião se efetua. A reentrância do arco superior se acentua, atingindo o esclerênquima externo, que, penetrando para o interior do sistema, tende a se reunir com o central. Êste separa-se longitudinalmente em duas partes (Fig. 57), as quais se unem respectivamente com os ramos B e C do esclerênquima externo. Já se nota que se definem os sistemas fibrovasculares dos peciólulos. O esclerênquima externo, rompido na região inferior, curva suas extremidades para dentro (A). Na Fig. 58 podem ser observados já os dois sistemas peciólulares separados. O esclerênquima de cada sistema tende a penetrar para o interior da abertura de cada um deles, fechando-a (a, a'). Finalmente, a Fig. 59 mostra os dois sistemas peciólulares completos e isolados. Esta estrutura mantém-se na nervura principal dos folíolos.

PRANCHA IX

Traços foliares

Seqüência de esquemas do sistema fibrovascular do caule, em cortes transversais na região do nó, mostrando o deslocamento dos traços foliares que irão formar o sistema fibrovascular do pecíolo (continuação da Prancha VIII).

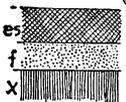
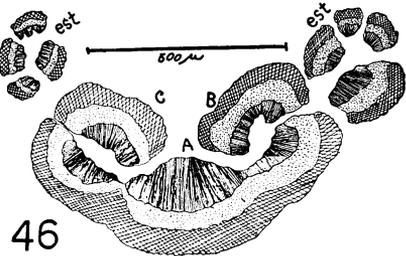
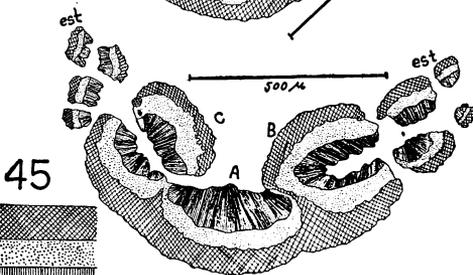
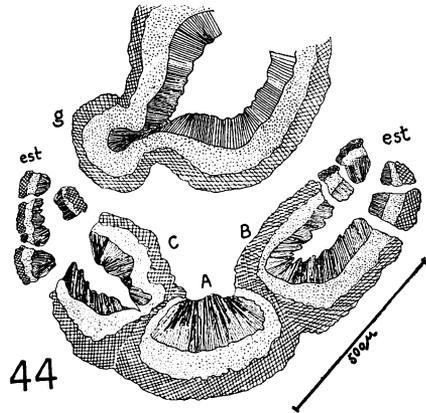
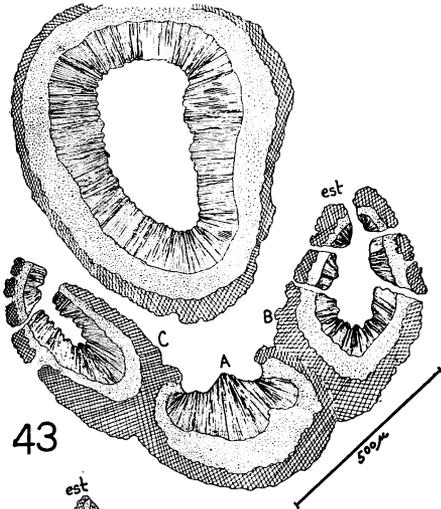
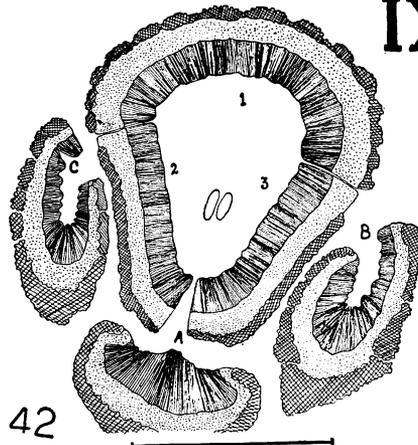
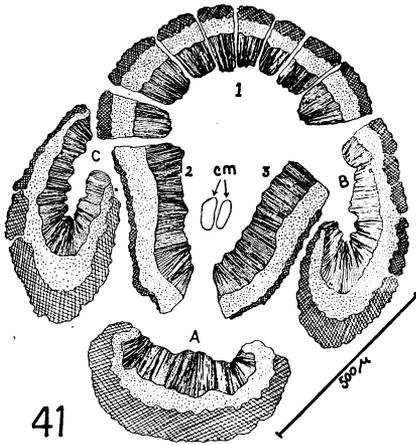
Legenda (para tôdas as figuras desta prancha): es, esclerênquima; f, floema; x, xilema; cm, canais medulares.

Figs. 41-42 — Os traços foliares B e C aproximam-se do traço A; os arcos 2 e 3 ligam-se respectivamente às duas extremidades do arco 1, oposto ao traço A, reconstituindo o cilindro central.

Figs. 43-44 — Os três traços foliares já se uniram pela região do esclerênquima; o cilindro central já se reconstituiu; os traços laterais B e C dividem-se em duas partes cada um, separando os arcos que irão para as estípulas; do cilindro central começa a brotar o sistema fibrovascular g, que irá para a gema axilar.

Figs. 45-46 — Os traços B e C comunicam-se internamente com o traço A e tendem a fechar a sua abertura externa (a da região de onde se destacaram os arcos estipulares); os arcos estipulares já se arranjam em círculo.

IX



ALGUMAS SUBSTANCIAS VISÍVEIS ENCONTRADAS NOS TECIDOS

Não é intenção do autor, estudar pormenorizadamente os conteúdos celulares, neste trabalho. Entretanto, a título de informação complementar, anotou êle a presença de certas substâncias visíveis nos tecidos, algumas das quais já foram referidas.

1) **Amido** — grande quantidade de amido é encontrada em todos os órgãos vegetativos de *Hymenaea stilbocarpa*.

Na raiz, especialmente na estrutura secundária, os grãos de amido enchem as células do parênquima lenhoso e dos raios medulares, bem como as células parenquimatosas do floema.

No caule, a abundância de amido é notável: aparece nas camadas mais profundas do cortex, e em todos os parênquimas do cilindro central. Na medula é abundantíssimo, constituindo, mesmo, um rico parênquima de reserva.

Na fôlha, o amido é encontrado nos parênquimas do limbo, e, especialmente, no pecíolo e nas nervuras, constituindo apreciável reserva em todo o tecido parenquimatoso que preenche os espaços entre os elementos fibrovasculares.

2) **Oxalato de Ca** — aparece cristalizado, em forma de drusas e de cristais romboédricos isolados ou acompanhados de pequeninos cristais do mesmo tipo. E' encontrado no interior de idioblastos, na raiz, no caule e nas fôlhas, na forma de cristais romboédricos, ao redor do sistema fibrovascular. Também em cristais romboédricos, muitas vêzes acompanhados de pequeninos cristais do mesmo tipo, é encontrado em idioblastos esparsos ou em fileiras, no parênquima cortical e nos parênquimas do cilindro central do caule, especialmente quando bem novo. Nas mesmas regiões do caule, o oxalato de Ca é encontrado em forma de drusas.

3) **Carbonato de Ca** — formando cistólitos, é encontrado abundantemente nos parênquimas do caule novo.

4) **Resina** — no interior de bolsas secretoras esquizógenas, no caule e nas fôlhas (limbo e pecíolo), encontra-se uma

resina amarelada, solúvel em álcool, que, ao sair, solidifica-se. Esta resina cora-se de verde esmeralda, pela solução aquosa de acetato de cobre a 7% (saturada).

O material fixado em álcool a 70% adquire, após alguns dias, nas partes celulósicas, especialmente no floema, uma coloração pardo-dourada, possivelmente devida à impregnação de resina.

5) **Substâncias não identificadas** — os estômatos velhos impregnam-se de uma substância parda, tornando-se encarquilhados e apresentando rachaduras. Essa substância não foi identificada.

As células epidérmicas, inclusive as estomáticas, apresentam, ao exame, uma substância não identificada, opaca, em corpúsculos grandes, de forma irregular. E' solúvel em álcool, mas não se cora com o acetato de Cu. E' encontrada no interior das células, mas parece que também se deposita na cutícula.

DISCUSSÃO

Raiz

A estrutura de **Hymenaea stilbocarpa** ainda não foi estudada em detalhe pelos anatomistas, conforme se depreende da bibliografia consultada.

Em relação à estrutura da raiz, nenhum dos autores que se preocuparam com o gênero **Hymenaea** faz qualquer referência a ela.

Pelo estudo ora realizado, verifica-se que a raiz de **Hymenaea stilbocarpa** é diarca, em sua estrutura primária. Nos primeiros estágios do seu desenvolvimento, distingue-se muito bem o protoxilema. Com o aparecimento do metaxilema, o lenho primário toma tôda a parte central do cilindro central, formando um só conjunto, que vai de um a outro polo do xilema primário (Figs. 1 e 2).

O floema se forma, como já foi visto, em dois arcos laterais, acompanhando o xilema primário.

PRANCHA X

Sistema fibrovascular do pecíolo

Seqüência de esquemas de cortes transversais no pecíolo, mostrando a disposição do sistema fibrovascular, desde a inserção do pecíolo até a extremidade distal do púlvino.

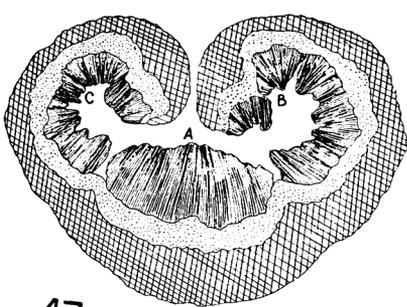
Legenda (para tôdas as figuras desta prancha): es, esclerênquima; f, floema; x, xilema; p, parênquima.

Fig. 47 — Corte transversal na inserção do pecíolo. Sistema constituído por 3 arcos formando um todo contínuo; as extremidades dos arcos laterais estão dirigidas para dentro.

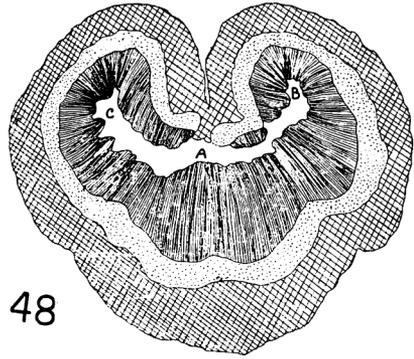
Fig. 48 — Os ramos internos dos arcos laterais unem-se paralelamente, pela região do esclerênquima; nas extremidades, os tecidos homólogos tendem a se unir.

Figs. 49-50-51 — O conjunto formado pelos ramos internos dos arcos laterais separa-se, formando um sistema concêntrico, porém de disposição inversa, em relação aos elementos fibrovasculares.

Fig. 52 — Esquema do sistema fibrovascular do pecíolo, em corte transversal na região da extremidade distal do púlvino. O esclerênquima externo segmenta-se e os arcos fibrovasculares se afastam.



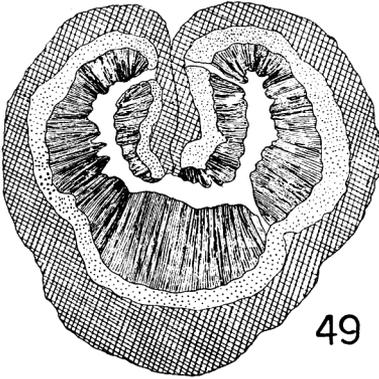
47



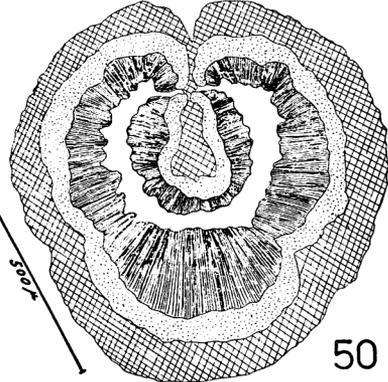
48

X

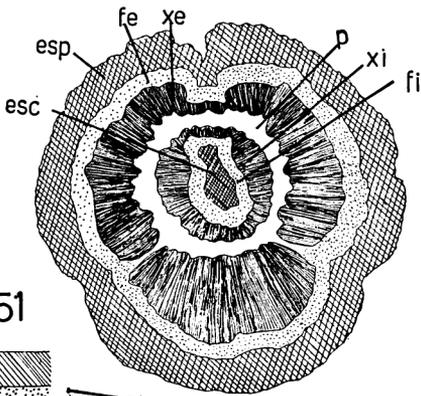
500 μ



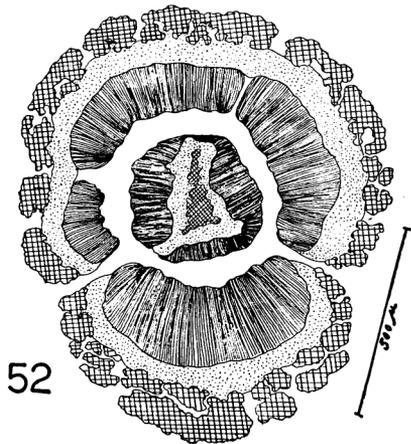
49



50



51



52

Dêste modo, os elementos secundários vão se formar, também em dois arcos, iniciando-se pelo câmbio, que fica localizado na zona limítrofe entre o floema e o xilema primários. O crescimento da raiz em diâmetro, pois, se dará simetricamente em relação ao eixo dos polos do xilema, uma vez que o câmbio não é contínuo nessas regiões polares.

Formam-se pelo câmbio, alternadamente, vasos, fibras e raios medulares. Estes elementos secundários vão se desenvolvendo e espessando a raiz de um e de outro lado da linha dos polos do xilema primário.

A raiz adulta é, pois, comprimida no sentido dos feixes de protoxilema e desenvolvida em sentido perpendicular àquêle, apresentando uma secção transversal elíptica. Os raios, em virtude dessa disposição, curvam-se, e os tecidos secundários só vão atingir as regiões que ficam atrás dos feixes de xilema primário, quando comprimidos pelos novos tecidos formados.

Esau (12) afirma que, freqüentemente, o número de feixes de xilema é mais alto na extremidade proximal (basal) de uma dada raiz do que na extremidade distal (apical) e que o contrário também pode ocorrer.

Embora o autor tenha encontrado uma raiz triarca em **H. stilbocarpa**, parece que nesta planta não se verifica, com freqüência, essa variação do número de feixes em alturas diferentes da mesma raiz. A disposição dos elementos secundários na raiz adulta indica que a formação diarca é constante, a ponto de provocar um espessamento bilateral da mesma.

A raiz adulta apresenta um xilema riquíssimo em fibras, cujos grupos se alternam com as traquéias (Fig. 4). Estas são envolvidas pelo parênquima lenhoso que é abundante e se expande lateralmente, às vêzes confluindo com o dos vasos mais próximos. De acôrdo com o sistema adotado pela "Association of Wood Anatomists", modificado por Kribs, Bailey & Howard and Chalk, usado por Metcalfe & Chalk (20, Vol. I, XIII), o parênquima lenhoso da raiz de **Hymenaea stilbocarpa** pode ser classificado como tipicamente **paratraqueal, aliforme-confluente**.

Micorrizas — O autor verificou que **Hymenaea stilbocarpa** forma micorrizas endótrofas. A respeito da influência das micorrizas no metabolismo da planta, a questão ainda está na fase de pesquisas. Muitas autoridades acreditam que as micorrizas estão presentes na maioria das espécies vasculares. Aparentemente, as relações entre o fungo e o hospedeiro podem percorrer tódia a escala, desde o verdadeiro parasitismo até a simbiose genuína.

Têm-se aventado muitas hipóteses e sugestões para explicar os efeitos benéficos das micorrizas para a planta associada, como sejam o aumento do suprimento de água, de sais minerais, carboidratos e nitrogênio, síntese de reguladores de crescimento e de enzimas, estimulação dos processos metabólicos das raízes, especialmente da respiração, etc. Entretanto, há ainda muito pequena base experimental para a maioria dêsses pontos de vista (21).

Atualmente, vêm-se acumulando dados tendentes a demonstrar que as micorrizas podem desempenhar um papel significativo na absorção dos sais minerais e que o fungo micorrizal pode absorver ions de fosfato e transferi-los para as raízes (21).

Os autores são quase unânimes em concordar que a associação fungo-raiz é benéfica à planta, devendo haver troca mútua de produtos, em que o fungo recebe especialmente carboidratos da planta e em troca lhe dá compostos de nitrogênio e fósforo (31).

Morfológicamente, as micorrizas endótrofas não alteram muito a estrutura das raízes, como sói acontecer com as ectótrofas (11). De fato, o autor constatou que as raízes de **Hymenaea stilbocarpa**, infestadas pelo fungo, embora apresentando-se mais ramificadas que as não infestadas, não apresentavam desvio da estrutura normal.

O fungo micorrizógeno pode apresentar diversas formas que dependem, em muitos casos, da idade da micorriza. Assim, pode formar arbúsculos, hifas laterais de aspecto coralino ou arbóreo; vesículas, esférulas, grânulos, sendo tódias estas, formas de degradação dos arbúsculos (14).

PRANCHA XI

Sistema fibrovascular: pecíolo e pecíólulos

Seqüência de esquemas de cortes transversais do pecíolo, a partir da região da extremidade distal do púlvino, até a base da lâmina dos folíolos.

Legenda (para tôdas as figuras desta prancha): es, esclerênquima; f, floema; x, xilema; p, parênquima.

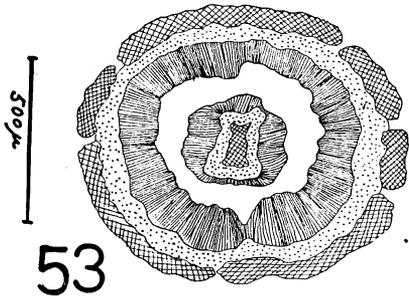
Fig. 53 — Estrutura do sistema fibrovascular em tôda a extensão da parte média do pecíolo (da extremidade distal do púlvino ao início da articulação dos folíolos).

Figs. 54-55 — Estrutura do sistema fibrovascular na articulação dos folíolos: o arco inferior se divide em duas partes; o floema dos sistemas externo e interno tendem a se unir, assim como os demais elementos.

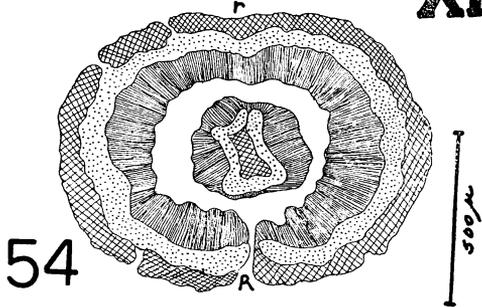
Fig. 56 — Há união completa do sistema interno com o externo (compare-se com as figuras 48 e 49, da Prancha X).

Figs. 57-58-59 — Separam-se os sistemas fibrovasculares para os dois folíolos.

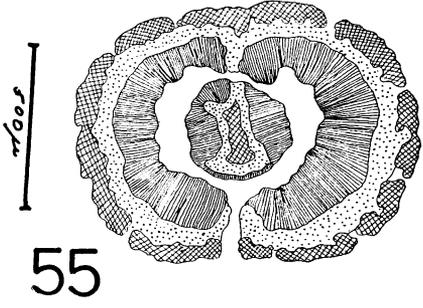
XI



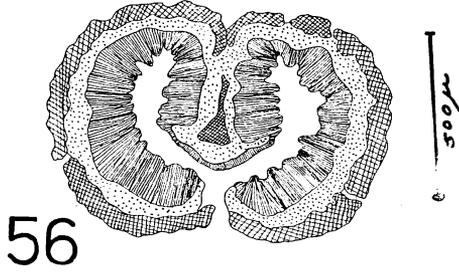
53



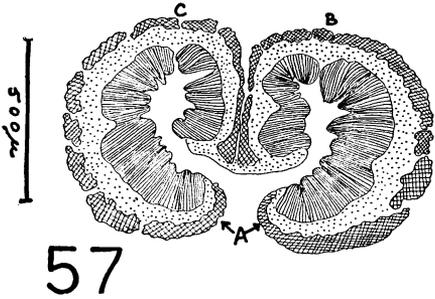
54



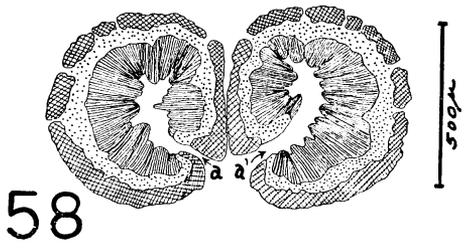
55



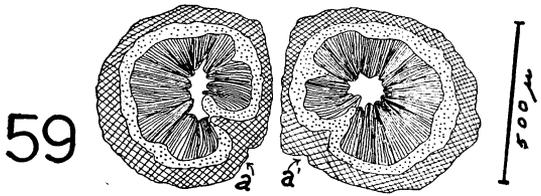
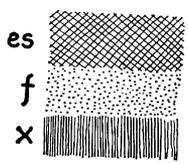
56



57



58



59

O fungo micorrizógeno de **Hymenaea stilbocarpa** apresenta-se em forma de arbúsculos e suas formas de degradação, isto é, hifas curtas, de aspecto coralino (Fig. 5).

Caule

O caule novo de **Hymenaea stilbocarpa** (Fig. 7) mostra uma estrutura cortical com células alongadas no sentido radial, enquanto que nas idades um pouco mais avançadas estas células corticais são alongadas no sentido tangencial, o que mostra que essa mudança de forma se deu por distensão, durante o espessamento do caule.

Bolsas secretoras — As bolsas secretoras encontradas abundantemente no parênquima cortical e na medula do caule novo, no parênquima cortical do pecíolo e no mesófilo, são de origem esquizógena e secretam resina.

No parênquima cortical do caule, elas apresentam poros que eliminam o conteúdo para o exterior, do mesmo modo que as do pecíolo e do mesófilo.

As da medula, em grande número em tôda a extensão medular, formam-se quando o caule é ainda muito novo. Nesta idade, elas são arredondadas, como as do mesófilo. Com o crescimento do caule, elas se distendem, tornando-se alongadas, acompanhando a distensão do caule até um certo ponto, em que se transformam em verdadeiros canalículos, no interior da medula. Mais tarde êsses canalículos se degeneram e em seu lugar fica um espaço longo e vazio, como que produzido por um traumatismo interno da planta.

Metcalf & Chalk (20) referem-se a canais verticais observados por Record na madeira de **Hymenaea** e êste autor (26), no trabalho citado por aquêles, anota a presença de canais verticais tipo "gomose", no lenho de **Hymenaea**. Williams (36) constata a presença dêste mesmo tipo de canais no lenho de **Hymenaea palustris** Ducke.

Entretanto, em relação aos canais medulares observados pelo autor em **Hymenaea stilbocarpa**, não há referência na bibliografia consultada. E' possível que êstes canais medulares

desapareçam com o desenvolvimento completo da estrutura secundária e conseqüente obliteração da medula.

Idioblastos — A presença de células contendo cristais e cristólitos é um característico notável da estrutura de **Hymenaea stilbocarpa**.

No caule, êstes idioblastos aparecem ao redor do cilindro fibrovascular, como acontece na raiz, contendo cristais isolados. Também são distribuídos abundantemente pelos parênquimas e, neste caso, com drusas ou cristólitos.

Metcalf & Chalk (20) afirmam que a presença de um tecido vascular fortemente protegido por fibras pericíclicas, acompanhadas externamente por células contendo cristais solitários, é um característico encontrado em tôdas as espécies de **Caesalpiniaceae** examinadas.

Todavia, em relação aos cristais, o autor verificou que podem ser solitários ou acompanhados de pequeninos cristais do mesmo tipo, tanto na bainha que envolve as fibras pericíclicas, como em relação aos dos idioblastos esparsos pelo parênquima.

Os idioblastos que acompanham as fibras pericíclicas são geralmente células divididas, com cristais romboédricos. Êstes cristais, segundo Chattaway (5) são os mais comuns dos encontrados nos tecidos das plantas lenhosas. Localizam-se em células divididas em 2 ou mais compartimentos por septos celulósicos. Geralmente, na região periférica do sistema fibrovascular, êstes idioblastos apresentam dois compartimentos (Fig. 8, i).

Distribuídos pelos parênquimas, há idioblastos com vários compartimentos (Figs. 10 e 11), geralmente em fileiras, semelhantes aos referidos por Haberlandt (15, p. 531, Fig. 214). Êste autor (**op. cit.**, p. 533) afirma que “no floema secundário de muitas plantas lenhosas a seriação dos “raios de cristais” é devida ao fato de que as células cambiais tornam-se divididas por paredes transversais em um número de segmentos sobrepostos, cada qual contendo um cristal isolado ou um agregado cristalino. Tais fibras de cristais, como Hartig os denominou, podem compreender um pequeno número de células, ou apresentar até 20 ou 30 segmentos”.

Drusas — As drusas também são abundantes no caule bem novo. As do cortex são maiores que as do cilindro central. Encontram-se em células grandes, distribuídas nas partes mais profundas do tecido cortical.

No cilindro central, elas se distribuem pelos parênquimas, desde a zona do floema primário até a medula, isoladamente ou em fileiras (Figs. 7, 8, 9).

Aliás, Williams (36), descrevendo o lenho de **Hymenaea palustris**, refere-se à presença de “cordões de oxalato de Ca, comuns”.

Cistólitos — Aparecem predominantemente nas células divididas do parênquima que fica próximo aos feixes líbero-lenhosos, atravessando a zona cambial e também na medula.

Na região cambial e na do floema, o autor confirma a observação de Haberlandt, acima citada, pois, além dos cistólitos, situados em células providas de compartimentos, também observou a presença de fileiras de idioblastos do mesmo tipo, contendo cristais romboédricos e drusas (Fig. 8).

Xilema — O xilema do caule novo mostra uma estrutura paratraqueal, com abundante parênquima rodeando os vasos (Fig. 14). Este parênquima, rico em amido, se estende para os lados, freqüentemente confluindo com o dos vasos vizinhos. Pode ser classificado como sendo do tipo paratraqueal aliforme-confluente. As fibras formam grupos alternadamente com as traquéias.

Parece ao autor que esta estrutura paratraqueal aliforme-confluente do lenho de **Hymenaea stilbocarpa** é característica, se não do gênero, pelo menos de várias espécies do mesmo, pois Williams (36) descreve o parênquima de **H. palustris** Ducke como “paratraqueal aliforme e em bandas curtas, tangenciais ou contínuas, desigualmente espaçadas”. Os raios medulares, em **Hymenaea stilbocarpa** são em geral unisseriados, como em **H. palustris**, descrita por Williams (*op. cit.*), como “raios homogêneos, uni ou bisseriados”; Metcalfe & Chalk (20, p. 492) referem-se a “raios exclusivamente unisseriados ou apenas com poucos raios bisseriados, em algumas espécies de **Hymenaea**”.

Solereeder (30, p. 288) refere-se a “raios medulares estreitos” e “parênquima lenhoso desenvolvido em abundância”, em **Hymenaea**.

Amido — A presença de amido em **Hymenaea stilbocarpa** é notável. Tôdas as partes vegetativas desta planta são ricas em parênquima amilífero. O amido aparece especialmente em abundância, enchendo as células do parênquima medular. Êste fato é digno de nota, se se atentar para a observação de Solereeder (30, p. 1133, II vol.) quando diz: “Gris foi o primeiro a mostrar que a presença ou ausência de amido na medula, como no caso do endosperma da semente, é um caráter sistemático importante”. Segundo Solereeder (**op. cit.**), Gris distingue: “1) células medulares ativas, isto é, células que armazenam amido e geralmente apresentam paredes espessas; 2) células medulares vazias, isto é, células mortas, cheias de ar e na maior parte, com paredes relativamente finas; 3) células contendo elementos cristalinos ou alguma sorte de excreção.

De acôrdo com a classificação de Gris, afirma Solereeder (**op. cit.**) que a ocorrência de **medula vazia** (sòmente células vazias), ou de **medula ativa** (sòmente células ativas), ou de medula heterogênea (células vazias e ativas), como também a presença ou ausência de células secretoras ou contendo cristais, constitui característico de grupos taxonômicos de variada magnitude.

Assim, segundo a classificação de Gris, acima citada, **Hymenaea stilbocarpa** apresenta uma **medula ativa**, constituída por células arredondadas, de paredes relativamente espessas, que armazenam amido em grande quantidade, bem como células contendo cristais e cristólitos, especialmente no caule novo.

Fôlha

As epidermes superior e inferior do folíolo de **Hymenaea stilbocarpa** apresentam células com membranas muito espessas, quando observadas frontalmente (Pr. VI). Estas células, vistas em corte transversal do folíolo (Pr. VI, 23, 27, 28), mostram que as suas paredes tangenciais são mais espessas na região pró-

xima da cutícula, porém mais finas na região oposta. Êste aspecto pode ser devido à maior cutinização das paredes verticais das células, na parte próxima da cutícula. A cutinização relativamente forte, com penetração da cutícula para o interior, nas paredes verticais, dá a impressão de que as células epidérmicas têm membranas muito espessas (29).

Estômatos — De acôrdo com a classificação adotada por Metcalfe & Chalk (20), os estômatos de *Hymenaea stilbocarpa* são do tipo “rubiáceo”, isto é, apresentam duas células anexas às células estomáticas e paralelas à fenda estomatar.

Esta classificação dos estômatos, baseada na presença, número e disposição das células anexas, até hoje aceita, é bastante falha. O autor está de pleno acôrdo com Villaça & Ferri (34), quando ponderam: “Os autores chamam a atenção para o fato de que a classificação de estômatos até hoje aceita não é satisfatória, pois que não se baseia em característicos da parte essencial dos estômatos, que são as células-guarda, mas sim em atributos das células subsidiárias, que até podem faltar. Parece-lhes que um sistema mais satisfatório criaria grupos baseados na morfologia das células-guarda e estabeleceria subgrupos em função de outros característicos, inclusive os referentes às células subsidiárias”. (*)

Nestas condições, quando analisamos a estrutura do estômato de *Hymenaea stilbocarpa*, considerando a morfologia das células anexas, chegamos à conclusão de que a simples classificação dêesses estômatos como de tipo “rubiáceo” não dá idéia alguma da sua estrutura.

A Fig. 19 mostra os estômatos em vista frontal. Esta vista nada indica de sua estrutura interna, isto é, da estrutura interna das células estomáticas, que constituem o seu elemento essencial.

(*) — Confirmando êste ponto de vista, acaba de ser publicado in *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Band XVII, Teil 1, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1959, um trabalho de Hermann von Guttenberg — DIE PHYSIOLOGISCHE ANATOMIE DER SPALTÖFFNUNGEN — em que o autor estuda a anatomia e a posição das células estomáticas em relação com o funcionamento dos estômatos. Com base nesses elementos, apresenta uma nova classificação dos estômatos em quatro tipos: 1 — Tipo *Amaryllis*; 2 — Tipo *Gramínea*; 3 — Tipo *Gymnosperma*; 4 — Tipo *Pteridophyta*.

Examinando-se um fragmento da epiderme inferior, observa-se que as células estomáticas contêm uma substância densa, opaca, em depósito, de forma irregular e bordos arredondados, com aspecto de cêra, também encontrada nas demais células epidérmicas. Esta substância, não identificada pelo autor, distribui-se principalmente nas extremidades das células estomáticas. Nada mais se nota de conteúdo celular, nem mesmo os cloroplastos.

A Fig. 27, que mostra um corte transversal do estômato na região mediana e um corte longitudinal de uma célula estomática; e a Fig. 28, de uma secção transversal passando pelo ápice de um estômato, já permitem perceber a sua estrutura.

Visto frontalmente, o estômato nada apresenta de incomum, porém, o estudo anatômico detalhado mostra que as células estomáticas têm um lumen dilatado nas extremidades, em forma de vesícula. Nestas partes dilatadas se encontra a maior parte do conteúdo celular, que se comunica entre si apenas por uma delgada camada através da célula estomática, pois o lumen, na parte mediana, entre as duas cavidades extremas, é reduzido a uma longa fenda horizontal. Esta fenda, que une as duas extremidades, é mais dilatada na região posterior, de contacto com as células anexas.

A parede das células estomáticas é grandemente espessada. Quando examinado frontalmente, o estômato, apenas a substância ceriforme já citada pode ser vista, devido ao seu alto índice de refração.

Os cloroplastos, pequenos e arredondados, só são vistos em pequeno número, nas extremidades, em corte transversal do ápice do estômato.

A estrutura das células estomáticas de *Hymenaea stilboarpa* Hayne pode ser comparada à das de *Eucalyptus tereticornis* Smith, estudada por Villaça & Ferri (*op. cit.*). Este autores descrevem o estômato de *E. tereticornis* da seguinte maneira: "The analysis of cross-sections of the leaf blade gives the opportunity of seeing transverse as well as longitudinal sections of the stomata. This last view is presented in Fig. 2 where it can be seen that the guard-cell has an organization

comparable to that of Gramineae: **the cell-wall is thin in both tips and very thick in the middle. Most of the cell-contents is found in the cell-tips, which are linked together by a thin layer of protoplasm lying just below the external thin wall. The thickness of the internal wall in this region is very considerable**".

Após esta descrição, os autores imaginam um esquema tridimensional que pode ser visto na Fig. 33 (A, B, C), acrescentando: "It is believed that the organization of the guard-cells in this case though remembering that of the Gramineae is not identical with it. This fact is already brought about by comparing the surface views of both stomata. In the Gramineae, in this view, the cell contents appear in the tip of the guard-cells, being linked together **by a thin thread** of living substance. In **Eucalyptus tereticornis** the living cell contents appear, **in the surface view, distributed evenly throughout the guard-cell**, as it is the case in the commonest type of stomata of the Dicotyledones. In longitudinal sections of the guard cells it is clearly seen that the Eucalyptus stomata differ from those of the Gramineae: in this case **the canal** that links together the tips of the guard cell **is almost median** and shows the wall, both above and below it, equally thick; in the **Eucalyptus** guard cell the tips are linked by a **thin layer of protoplasm close to the surface**, so that the wall below it is much thicker than above". (Os grifos são do autor deste trabalho).

Os autores descrevem o esquema tridimensional imaginado para o estômato de **Eucalyptus tereticornis**, como segue: "in A, we see the surface of the stoma which does not differ from surface views of the stomata of most Dycotiledones. We can see **through the upper membrane** that the living contents of the guard-cells fill up all the space outlined by the lateral walls. If we remove, in an imaginary tangential section, a thin layer of this stoma, we get the view presented in B. which just shows the living contents of the guard-cells, not by transparency any more, but directly.

In C we have the view when such an ideal tangential section passes by the lower half of the guard-cells. It is to be

noted that this living contents are now limited to the tips of the guard-cells with a very thick membrane in between. In this plane there is no connection between the contents that lie in the tips. This connection is brought about only in an upper plane by the thin layer of protoplasm which lies just below the upper wall and to which reference has been already made”.

Portanto, Villaça & Ferri, no texto transcrito, concluem que o estômato de **Eucalyptus tereticornis** é comparável ao de Gramínea, porém não idêntico. Ambos têm as extremidades do lumen das células estomáticas dilatadas, onde se localiza a maior parte do conteúdo celular, mas em Gramíneae essas partes do conteúdo celular são ligadas entre si por um filete mediano do mesmo. Há, pois, um canal mediano entre as extremidades dilatadas. Esse canal percorre o eixo da célula estomática, uma vez que, vista em corte longitudinal, ela apresenta as paredes igualmente espessadas em ambos os lados do canal.

Em *Eucalyptus*, o conteúdo das extremidades dilatadas liga-se entre si **por uma fina camada** que percorre a parte superior da célula. Em corte longitudinal vê-se que a parte inferior da membrana é muito espessa, ao contrário da superior, que é fina.

Em um exemplo objetivo, poder-se-ia dizer que o lumen da célula estomática de **Gramineae**, em corte longitudinal tem a forma de halteres e a de **Eucalyptus** a de um telefone manual de mesa, em que o fone e o bocal ficam dirigidos para baixo e representam as dilatações extremas do lumen.

O estômato de **Hymenaea stilbocarpa** pode ser também comparado aos dois tipos descritos, pois suas células estomáticas apresentam as extremidades do lumen dilatadas (Pr. VI, Fig. 27, cg e Fig. 33, E) em relação à parte mediana.

O conteúdo celular dessas vesículas apicais se comunica, através da célula estomática por uma fina camada, que percorre a parte mediana da mesma. Isto é evidenciado pelo exame do corte longitudinal desta célula, que mostra a parede grandemente espessada acima e abaixo do ducto mediano. Tan-

to o espessamento superior como o inferior ao referido ducto são iguais. Este aspecto aproxima o estômato de **H. stilbocarpa** do de Gramínea, dando em corte longitudinal, a forma de halteres para o lumen da célula estomática.

Mas, se se observar o estômato de **H. stilbocarpa** em corte transversal mediano (Fig. 2, est) verifica-se que, ao invés de um canal ligando as duas extremidades do lumen, há um ducto estreito, apenas uma fenda, que contém a fina camada que liga o conteúdo celular das extremidades dilatadas. Neste aspecto, o estômato de **H. stilbocarpa** assemelha-se ao de **Eucalyptus tereticornis**.

Entretanto, o de *Eucalyptus*, quando visto frontalmente, apresenta o conteúdo celular uniformemente distribuído no interior das células estomáticas e o de **H. stilbocarpa** não. É que, no de **Eucalyptus tereticornis**, o ducto que se une as dilatações extremas fica à superfície e em **H. stilbocarpa** situa-se na região mediana das células estomáticas. A espessura da parede acima do ducto impede a visibilidade do conteúdo celular.

Em **Eucalyptus tereticornis**, o ducto que liga o conteúdo celular das duas extremidades é apenas uma fenda uniforme, contendo uma fina camada de conteúdo celular, e em **H. stilbocarpa** esse ducto se dilata na região posterior da célula estomática (Fig. 27, est), formando como que um canal recurvado que acompanha toda a extensão da mesma.

Para objetivar melhor, considere-se um modelo ideal do estômato de **H. stilbocarpa**, como o representado na Fig. 33 (F, G, H, I). Em F, o estômato, visto por cima, mostra apenas a substância ceriforme não identificada, já referida. Pela sua localização, pode-se inferir que as extremidades do lumen das células estomáticas são dilatadas. Além disso, nada mais é visível de conteúdo celular. Em G, o modelo está cortado tangencialmente em um plano que passa logo acima do ducto que liga as cavidades extremas. Esse plano corta apenas a parte superior do canal que percorre os bordos externos da célula. Em D, vê-se o esquema de um corte transversal do estômato, mostrando (PP) por onde passaria o plano referido. Em E, o esquema de uma célula estomática em corte longitudinal tam-

bém mostra (PP) onde seria ela atravessada por êsse mesmo plano. Nesse corte tangencial ideal (G) vê-se que o conteúdo celular distribui-se em sua maior parte nas extremidades vesiculares do lumen e em um estreito canal que percorre os bordos posteriores, ligando as extremidades entre si. Em H, o modelo ideal mostra um estômato cortado tangencialmente em um plano que passa pelo lumen das células estomáticas. Êste plano passa justamente pela fina camada de conteúdo celular do ducto mediano. Em D, vê-se (SS) por onde passaria êsse plano, em corte transversal do estômato, e em E, uma célula estomática cortada longitudinalmente pelo mesmo plano (SS). Em um tal corte tangencial (H) ver-se-ia o conteúdo celular uniformemente distribuído pelo lumen da célula, que então apresentaria o aspecto comum dos estômatos da maioria das dicotiledôneas. Em I, figura-se um corte tangencial passando logo abaixo do ducto que liga as extremidades do lumen, porém, mais próximo dêste que o plano PP. O aspecto seria semelhante ao representado em G, porém, as dilatações extremas seriam maiores. Uma figura semelhante às representadas em G e I pode ser vista em exame microscópico quando se diafaniza a epiderme com cloral hidratado, o qual dissolve também o conteúdo celular. Montando-se a epiderme assim diafanizada em cloreto de Zn iodado, pode-se notar, nos estômatos cujo conteúdo celular não foi de todo dissolvido, êste conteúdo distribuído como mostram G e I.

Em relação às extremidades dilatadas do lumen e à forma do ducto mediano, o estômato de **H. stilbocarpa** assemelha-se ao de **Eucalyptus**, sendo, porém, mais complexa, em virtude do canal posterior formado pela dilatação do ducto intermediário entre as extremidades vesiculares.

Porém, mais se assemelha êste estômato ao de Gramínea, se se considerar que nestas, a forma do ducto intermediário pode ser também comprimida e não somente de secção transversal arredondada ou elíptica.

O estômato de **Zea mays** L. apresenta um canal mediano de secção transversal arredondada ou elíptica, com o eixo maior no sentido vertical (11, 34), mas o de cana de açúcar pode apre-

sentar este ducto com os dois aspectos: em forma de um canal, como o de **Zea mays**, porém de secção aproximadamente triangular (19, 33) ou linear (12), como o de **Eucalyptus tereticornis**. Este tipo de secção transversal do ducto mediano das células estomáticas de **Gramineae** também se nota em **Poa pratensis** (14).

Nestas condições, se se considerar a forma laminar do ducto intermediário das células estomáticas, o estômato de **Hymenaea stilbocarpa** está comparativamente mais próximo do de Gramíneas que do de **Eucalyptus**, pois apresenta esse ducto laminar e, na região mediana da célula estomática, com fortes e iguais espessamentos acima e abaixo do ducto mediano.

O que diferencia o estômato de **Hymenaea stilbocarpa** do de **Gramineae** é, justamente o canal posterior, formado pela dilatação do lumen, em toda a extensão das paredes das células estomáticas em contacto com as células anexas.

Este estômato, pois, embora possa ser comparável ao de **Eucalyptus** e ao de **Gramineae**, não é idêntico a nenhum deles e apresenta uma estrutura peculiar. Não pode ser, portanto, simplesmente classificado como do tipo "rubiáceo", apenas por apresentar duas células anexas paralelas à fenda estomatar.

A necessidade de uma nova classificação dos estômatos com base nos caracteres morfológicos das células estomáticas é, mais uma vez, aqui encarecida, reforçando a opinião de Villaça & Ferri (34), uma vez que já está patentemente demonstrada a falência da classificação atualmente aceita. (*)

Estômatos velhos — Os estômatos velhos (Fig. 19), como já foi indicado, apresentam-se deformados, encarquilhados, com rachaduras e arestas. Seus cortes transversais mostram que eles perderam água e se esclerosaram. A parede celular, nas regiões não espessadas, volta-se para o interior do lumen. Estes estômatos são impregnados de uma substância pardo-dourada, não identificada.

Notam-se na epiderme, estômatos em vários estágios de impregnação, sendo que a quantidade destes estômatos cresce com

(*) — V. rodapé, à pág. 66.

a idade da fôlha. Nas fôlhas adultas, coriáceas e mais idosas, o número dêles é surpreendentemente elevado.

A questão de se saber se o estômato perde a função devido à impregnação por essa substância, ou se em virtude de seu envelhecimento êle adquire a propriedade de ser impregnado, é assunto ainda para ser estudado. A êsse fato o autor não pode, pelo menos no momento, dar resposta, mesmo porque não identificou tal substância.

Anomalias em estômatos — O autor encontrou uma anomalia interessante, não referida na literatura consultada. Trata-se de estômatos geminados (Fig. 29). Êstes estômatos aparentemente são funcionais. Estavam com os ostíolos abertos, na ocasião em que foram constatados. A ocorrência dessa anomalia, em fôlha de *Hymenaea stilbocarpa* é rara, mas o autor a encontrou, por três vêzes, casualmente. E' de se esperar que a freqüência de seu encontro aumente numa pesquisa orientada à sua procura, como também é de se supor que essa anomalia se verifique em outras plantas cujos estômatos apresentem duas células anexas paralelas a fenda estomatar, porque o autor a constatou também em *Arachis repens* Handro (16).

Estômatos com uma só célula anexa, ou com três, também foram constatados pelo autor, bem como um caso em que, por razão desconhecida, o desenvolvimento das células estomáticas foi paralisado. Dêste modo, o estômato não se formou, porém, as células que deveriam originar o aparelho estomático mantiveram o aspecto estomatar. Não se conhece a causa dêstes fenômenos (v. Figs. 29 e 30).

Número de estômatos — Fazendo contagens na fôlha de *H. stilbocarpa*, o autor encontrou, em fôlhas adultas, um número variável de estômatos. Nos bordos do folíolo o número de estômatos encontrado foi de 260 a 400 por mm² e nas outras regiões, de 400 a 600 por mm².

Êstes dados têm apenas o objetivo de dar uma idéia da ordem de grandeza do número de estômatos de *H. stilbocarpa*. As medidas feitas não foram em número suficiente para permitirem enunciações mais precisas.

O autor observou uma variação do número de estômatos por mm² nas diversas regiões da fôlha. Entretanto, como “é sabido que a frequência estomatal varia, não só de ponto para ponto de uma mesma fôlha, mas depende também do nível de inserção da fôlha no caule, sendo êste também fortemente influenciados pelas condições do **habitat**” (20, vol. I, p. XIV), deixa o autor de fazer maiores considerações sôbre o assunto. Em outro trabalho pretende tratar especialmente dos estômatos de **Hymenaea**, sob êste aspecto.

Bolsas secretoras — As bolsas secretoras dos folíolos, de origem esquizógena, são distribuídas em grande número pelo mesófilo. Formam zonas translúcidas, arredondadas ou elípticas, que podem ser vistas por entre as malhas do retículo das nervuras.

Essas bolsas abrem-se na epiderme superior ou na inferior, por um poro característico (Fig. 21, p). Observando-se o poro destas bolsas em folíolos perfeitamente adultos, tem-se a impressão de que êle é do tipo descrito por Haberlandt (14, p. 518), encontrado em certas **Rutaceae**. Neste tipo, as células epidérmicas fazem parte da bolsa, e Haberlandt descreve esta como formada de duas partes: “uma, passiva — a cobertura (“cover”) e outra ativa — o corpo (“body”). A cobertura consiste geralmente de quatro células de cobertura (“cover-cells”) que se formam pela divisão de uma célula-mãe protodermal. A forma, estrutura e composição química da membrana das células de cobertura são tais que surge um orifício glandular em uma região predeterminada das paredes laterais destas células” (14, Fig. 211).

Êste tipo de poro descrito por Haberlandt abre-se, pois, entre as quatro células, pela formação de uma fenda, na região da lamela média. Tem-se a impressão de que as células se afastam, duas a duas, para dar lugar ao poro.

Em **Hymenaea stilbocarpa**, ao se examinar o poro das bolsas de resina, em fôlhas adultas, a primeira impressão que se tem é de que o poro é do tipo “Rutaceae”, de Haberlandt, mas o exame de fôlhas mais novas leva à conclusão oposta, pois ao invés de se encontrar poros mais fechados, ou ainda não aber-

tos, o que se vê são poros com o lumen bem mais regular, de forma poligonal (Fig. 22, p).

Este fato levou o autor a pesquisar a origem do poro, em folhas recém-saídas da gema, ainda protegidas pelas estípulas.

Verificou, então, que, ainda quando a glândula é muito nova, a epiderme que lhe fica superior tem um aspecto característico, preformado. Apresenta, na região do futuro poro, uma pequenina célula (Fig. 25, p), geralmente de contorno poligonal, circundada por outras, também de forma característica, trapezoidal.

Esta pequenina célula, que se pode chamar de **célula porígena**, dissolve-se por gelificação, deixando em seu lugar o poro. A dissolução da célula porígena se dá ainda quando a folha é muito nova. Na mesma folha recém-saída da gema podem-se notar as várias fases da formação do poro: a epiderme, ainda com a célula porígena; esta célula em estado de gelificação; e o poro já formado, com o característico bombeamento das células circunvizinhas para o seu interior (Fig. 26, p).

Ora, formando-se o poro tão cedo, e permanecendo aberto durante todo o desenvolvimento da folha, seria de se estranhar que o conteúdo glandular não extravasasse para o exterior.

Verificou o autor, então, que o epitélio interior da bolsa é completamente fechado, não apresentando solução de continuidade nem na região do poro. Nesta região, como o poro está aberto, uma célula do epitélio glandular protrude, obturando a abertura (Fig. 24, ob).

Sòmente pela dissolução ou rompimento da célula epitelial que obtura o poro, será expulso o conteúdo resinífero da bolsa. Aliás, isto se dá mesmo, porque o autor verificou que, quando o conteúdo é eliminado, a região da bolsa fica traumatizada pela morte das células localizadas sob o poro, traumatismo este que progride a ponto de destruir o próprio poro, deixando uma lesão nos tecidos, por onde extravasa a resina. Esta resina extravasada, em contacto com o ar, solidifica-se, formando camadas irregulares sôbre a cutícula da folha.

Aliás, Chodat (7, p. 184) refere-se, da seguinte maneira, a êste fato, ao tratar das bolsas secretoras de resina: "Lorsque cette excrétion a lieu au milieu des tissus, on voit généralement se faire une lacune bordée par les cellules excrétrices. C'est dans cette lacune qu'est déversée l'essence ou la résine"... "Souvent les cellules de bordure, au contact de la sécrétion, se desorganisent..."

Clorênquimas — O parênquima paliçádico (Fig. 16, pal) apresenta-se com uma só camada de células cilíndricas e longas, com a base relativamente mais estreita. Na base das células, êste parênquima apresenta pequenas lacunas provocadas pela união mais íntima das células em grupos de duas ou três. Cada grupo dêstes é associado a uma célula inferior, do parênquima lacunoso. Estas (Fig. 16, co) correspondem às chamadas **células coletoras**, descritas por Haberlandt (15, p. 287). São altas, mais largas no ápice que na base, correspondendo perfeitamente ao tipo referido por êsse autor: "Not infrequently a small group of from two to ten palisade-cells converge at their lower ends so as to form a little fan-shaped group resting upon a single underlying cell, the upper end of which is correspondingly dilated in a funnel-shaped manner (Fig. 116 and 117); the obvious inference is that these supporting elements are **collecting-cells**, which receive the synthetic products from all the members of a group of palisade cells, and transmit them more or less directly to the main channels of translocation".

Logo abaixo da camada de **células coletoras**, vêm as células intermediárias do parênquima lacunoso (lac), que não apresentam nada de notável, a não ser uma quantidade de cloroplastos relativamente grande, para êste tipo de clorênquima.

A última camada de clorênquima, assentada diretamente sôbre a epiderme inferior, apresenta células de forma peculiar, que correspondem à descrição de Haberlandt para o mesófilo de **Ficus elastica**: "d) a layer of cells situated immediately within the lower epidermis, which though shorter than the palisade-cells, approach the latter in general form. The presence of the last mentioned layer illustrates a tendency on the part of the plant to extend the photosynthetic system beyond

its ordinary limits wherever illumination provides an opportunity. Such an abaxial palisade-layer recurs in various other plants; it is generally composed of funnel-or hour-glass shaped cells, and constitutes, as it were, a miniature copy of the principal adaxial system" (op. cit.).

Haberlandt denomina estas células de "funnei-cells". Em **Hymenaea stilbocarpa** elas têm, em geral, a base larga, afinando-se para o ápice, assumindo um aspecto tronco-cônico, ou em ampulheta (meia ampulheta), como refere Haberlandt. Algumas são estreitas, lembrando as do parênquima paliçádico. Em geral, são bem mais curtas que estas.

O autor examinou a estrutura da fôlha de **Ficus elastica** a fim de comparar estas células.

Em **Ficus elastica** a camada mencionada apresenta células mais semelhantes às do parênquima paliçádico que em **Hymenaea stilbocarpa**. As desta espécie correspondem ao tipo que Haberlandt (op. cit.) considera como "well illustrated by the fertile region of the leaf of **Asplenium Belangeri**, where nothing but a single stratum of funnel-cells and one layer of spongy parenchyma intervenes between the upper and the lower epidermis (Fig. 116 E)".

Sistema fibrovascular

Nervura principal — A nervura principal (Pr. V, Fig. 18) é protegida por um forte periciclo de fibras, formando uma bainha que penetra no cilindro pela parte superior.

Tal posição dessa parte da bainha esclerenquimatosa é facilmente explicada, se se relacionar a Fig. 18 com a Fig. 59 (Pr. XI). Nesta, os sistemas fibrovasculares dos peciólulos já estão formados. A eles seguem-se as lâminas foliolares, que, recém-formadas, são justapostas pela face adaxial. As reentrâncias estão na parte inferior, interna. Mas com a abertura da fôlha, os folíolos se afastam para assumir a posição horizontal, promovendo uma torsão de 90° no peciólulo. Mesmo sem este raciocínio é fácil de se concluir que a posição do sistema fibrovascular da nervura principal é a mesma que a do peciólulo,

se se considerar a posição dos folíolos ainda fechados, justapostos.

Nervuras secundárias — São verticalmente transcorrentes, apresentando os feixes condutores envolvidos por um esclerênquima que atinge ambas as epidermes.

Êste é um caráter de **Caesalpinioidea** referido por Solereder (30, p. 284): "The vascular bundles of the **veins** of the leaf are mostly provided with sclerenchyma, and in veins of medium size, are embedded or **vertically transcurrent**". E o mesmo autor afirma, em continuação, que Delliën descreve nervuras verticalmente transcorrentes em 21 gêneros, que cita, de **Caesalpinioideae**, entre os quais se encontra **Hymenaea**.

Essa abundância de esclerênquima, inclusive um forte reforço percorrendo tôda a margem dos folíolos, aliada à cutícula espessa, dá à fôlha de **Hymenaea stilbocarpa** uma consistência coriácea e resistente. As margens tornam-se rijas ao tato e ligeiramente recurvadas para baixo (Pr. IV, Fig. 15, m; Pr. V, Fig. 17, es).

Pecíolo

A estrutura do pecíolo das angiospermas tem sido estudada por vários pesquisadores. Solereder (30), ao descrever os caracteres anatômicos do pecíolo de **Caesalpinioideae** observa que nesta sub-família, "o curso e a disposição do sistema fibrovascular são variáveis. Em alguns casos são encontrados os mesmos tipos de secção transversal das Papilionáceas arborescentes, na "região característica". Mas em outros casos, ocorrem condições mais complicadas. Em **Bauhinia**, o sistema fibrovascular na base do pecíolo exhibe 3 anéis de lenho e liber. Em seu curso através do pecíolo êste sistema vascular mostra uma disposição em dois anéis concêntricos, sendo o interno inversamente orientado em relação ao lenho e ao liber". (Grifos do autor dêste trabalho).

A "região característica, a que se refere Solereder, corresponde à extremidade distal do pecíolo. Êsse termo foi introduzido por Petit (1887), conforme cita Watari (35).

Sinnot (28), outro pesquisador da anatomia das Angiospermas, com fins filogenéticos, também assevera que a estrutura do pecíolo destas plantas tem sido objeto de numerosos e cuidadosos estudos por parte de diferentes anatomistas, os quais têm concluído que, em umas tantas famílias e, mesmo, em alguns gêneros, a estrutura peciolar é suficientemente peculiar e conservativa para ser usada como um caráter diagnóstico do grupo. Em geral, entretanto, a disposição dos feixes é demasiado dependente do tamanho e da textura das folhas para ser de muito grande importância taxonômica.

Metcalfe & Chalk (20), no entanto, consideram o pecíolo como “de considerável importância taxonômica, uma vez que sua estrutura parece ser apenas pouco afetada pelas variações ambientais. E esses autores afirmam ainda que o sistema fibrovascular, ao passar para o pecíolo, apresenta, frequentemente, uma sucessão de mudanças complexa e altamente característica, de tal modo que uma série de seções transversais em diversos níveis do pecíolo mostra estruturas bem diferentes umas das outras. Portanto, continuam os referidos autores, para se ter uma noção exata da estrutura do pecíolo, é necessário que se obtenha uma tal série de seções transversais. Mas isso nem sempre é conveniente, por requerer um dispêndio de tempo que nem sempre é compensado pelos resultados obtidos. Costuma-se, por isso, comparar estruturas de pecíolos em cortes na extremidade distal, ou “região característica” imediatamente abaixo da lâmina. Eles classificam as estruturas do sistema vascular encontradas nos pecíolos de Dicotiledôneas em 9 tipos, considerando seções transversais na extremidade distal do pecíolo. Acrescentam, no entanto, que a estrutura do pecíolo é muito imperfeitamente conhecida e que os fatos relatados em relação à anatomia do pecíolo sugerem fortemente que este campo compensaria investigações ulteriores.

Dos investigadores da anatomia do pecíolo, sem dúvida o que mais estudou o assunto foi Watari (35), em seu trabalho sobre os pecíolos e raquis das Leguminosas. Ele estudou a anatomia do pecíolo de 133 espécies desta família, fazendo cortes

seriados a partir do nó. Assim, verificou também a anatomia do nó, que esclarece sobremaneira a organização do sistema fibrovascular do pecíolo.

Em seu trabalho, Watari fêz uma cuidadosa revisão de toda a literatura sôbre o assunto e examinou a estrutura peciolar de 25 espécies de **Caesalpinoideae**, distribuídas entre as tribos **Dimorphandreae** (1 esp.), **Amherstiae** (**Saraca indica** L., **Amherstia nobilis** Wall, **Tamarindus indica** L.), **Bauhinieae** (8 esp.), **Cassieae** (7 esp.) e **Eucaesalpinieae** (6 esp.).

Quanto à importância da extremidade distal do pecíolo, como sendo a região mais propícia para comparação de estruturas de pecíolos, tão salientada pelos autores já referidos, a opinião de Watari é completamente outra, pelo menos em relação a **Leguminosae**. Diz êle (**op. cit.**, pp. 315-316): "Sinnot and Bailey (1915) are convinced that the most primitive type of the vascular system in the petiole is that in which there are three foliar traces coming out from their own gaps and running separately through the whole course of the petiole. But there are no such examples in the leguminous leaves, so far as my present observations are concerned. In all cases, except that of the unilacunar type, three or more foliar traces are fused or connected with each other at the basal part of the petiole. Consequently, the petiolar base is one of the most important regions in the vascular course of the foliar organ of this family".

Naturalmente, Watari está mais autorizado a opinar sôbre êste assunto que os demais autores citados, pelo menos no que diz respeito à anatomia do pecíolo de **Leguminosae**. Nestas condições, a estrutura do pecíolo de **Hymenaea stilbocarpa** será analisada com base nos estudos dêste autor.

Traços foliares

O nó de **Hymenaea stilbocarpa** apresenta uma estrutura trilacunar, isto é, do cilindro central destacam-se três traços foliares para formar o sistema fibrovascular da fôlha (Pr. VIII).

Watari (**op. cit.**) observou que tôdas as espécies de **Mimosoideae** e quase tôdas as de **Caesalpinoideae** e **Papilionoideae**

por êle estudadas apresentam esta estrutura. Assim, o nó trilacunar constitui regra geral, com poucas exceções, nas Leguminosas.

Portanto, as diferenças estruturais do sistema fibrovascular do pecíolo dependerão especialmente da disposição que os traços foliares tomarem, ao se dirigirem para o pecíolo. Esta disposição em **H. stilbocarpa** é, na verdade, bastante singular. Comparando a sua estrutura com as estudadas por Watari, o autor não encontrou nenhuma idêntica a ela.

Examinando-se um corte transversal na região distal do púlvino (Pr. X, Fig. 51) nota-se uma estrutura formada por dois sistemas fibrovasculares concêntricos, separados por parênquima. O sistema interno apresenta os elementos fibrovasculares em ordem inversa da do externo. Nota-se, neste sistema, de dentro para fora, um esclerênquima central, depois floema e finalmente xilema.

Das Leguminosas pertencentes à tribo **Bauhinieae**, Watari estudou a estrutura de duas espécies de **Cercis** e seis de **Bauhinia**.

A estrutura peciolar de **Bauhinia japonica** Maxim. é muito interessante como termo de comparação com a de **H. stilbocarpa**. Watari descreve a evolução do sistema fibrovascular dessa espécie como segue: "**Bauhinia japonica** Maxim. (Text. Fig. 14, A-H and Pl. V, Fig. 10). Bilobed leaves with 7-11 nerves. The vascular course in the petiole shows a condition somewhat more complicated than and different from the other **Bauhinia** species mentioned above. **At the base of the pulvinus** of the petiole, three foliar traces are fused into an ellipse (Text-Fig. 14, A), the ventral portion of which is composed of each marginal part of these foliar traces. **The ventral portion of this ellipse is gradually invaginated within the pulvinus** (Text Fig. 14, B and C) **and then the invaginated portion becomes an independent amphivasal ringlet** and then remains in an outer ring (Text. Fig. 14, D; and Pl. V, Fig. 10: the transverse section through the middle of the petiole). **The same condition is retained through nearly the whole length of the petiole, until**

just below the top of the petiole..." (grifos do autor dêste trabalho).

Daqui em diante a estrutura se diferencia para dar as ramificações que penetram na lâmina.

Esta estrutura é bem semelhante à de **Hymenaea stilbocarpa** e Solereder (**op. cit.**); já se havia referido a ela. Porém, conforme cita Watari, foi Petit (1887) quem anotou pela primeira vez esta condição anatômica em **Bauhinia racemosa** e em **Bandeiraea**, outro gênero de **Bauhinieae**.

Ao se observar um corte na região delgada do pecíolo de **H. stilbocarpa** (Pr. VII, Fig. 34, Pr. XI, Fig. 53) ou mesmo na extremidade do púlvino, antes da região de transição (Pr. X, Fig. 51), a primeira idéia que surge é a de que essa estrutura se formou por invaginamento do arco adaxial, para dentro do sistema fibrovascular. O que o autor dêste trabalho imaginou para explicar tal estrutura, antes de ter conhecimento do trabalho de Watari, foi justamente o mecanismo descrito por aquê-le autor em relação a **Bauhinia japonica**.

Entretanto, acompanhando a evolução do sistema fibrovascular do pecíolo, em cortes transversais a partir do nó, o autor verificou que, na verdade, não há, em **H. stilbocarpa**, um invaginamento do sistema fibrovascular, como descreve Watari para **Bauhinia japonica**. Em **H. stilbocarpa**, a evolução dessa estrutura parece ser ainda mais complexa que em **B. japonica**. E' pena que Watari justamente neste caso tão interessante e "some-what more complicated than and different from the other **Bauhinia** species...", tenha deixado de mencionar a estrutura do nó. Esta estrutura viria trazer melhores luzes à situação. Entretanto, mesmo assim, podem ser comparadas as estruturas peciolares de ambas essas espécies:

Bauhinia japonica Maxim.
(Watari, **op. cit.**, p. 253).

1 — Na base do púlvino do pecíolo, três traços foliares estão fundidos em uma

Hymenaea stilbocarpa
Hayne

1 — Pr. X, Fig. 47: Na base do púlvino, três traços foliares estão fundidos em um

elipse (Text. Fig. 14, A). A porção ventral (adaxial) desta elipse é constituída de cada uma das partes marginais dos traços foliares laterais. Nota-se, nesta elipse, uma ligeira curvatura das extremidades dos arcos laterais, para o interior.

- 2 — A porção ventral desta elipse é gradualmente invaginada... (Text. Fig. 14, B).
- 3 — A porção invaginada se torna em um pequeno anel anfigival e então permanece dentro de um anel externo... (Text. Fig. 14, D; Pl. V, Fig. 10: corresponde à secção através da parte delgada do pecíolo).
- 4 — A mesma condição permanece através de quase todo o comprimento do pecíolo, até justamente abaixo do seu tópo.

arco contínuo, com as suas extremidades voltadas para o interior. Se estas extremidades estivessem em contacto, ter-se-ia a figura da elipse descrita para **Bauhinia japonica**.

- 2 — Pr. X, Fig. 48: As extremidades dos arcos laterais penetram mais e se aproximam reciprocamente, dando a impressão de um invaginamento.
- 3 — Pr. X, Figs. 49, 50 e 51; Pr. XI, Fig. 53. O conjunto formado pelas duas extremidades dos arcos laterais, já bem penetradas para o interior e unidas pelo esclerênquima, separa-se dando origem a um pequeno anel anfigival, que permanece dentro do anel externo do qual se desligou.
- 4 — A mesma condição permanece através de todo o comprimento do pecíolo, até a articulação dos pecíolulos.

A estrutura do nó de **Bauhinia japonica** seria de grande interesse neste estudo comparativo, para se conhecer a origem

da estrutura do sistemaa fibrovascular da base do púlvino. Em **H. stilbocarpa** essa estrutura, aparentemente simples, é muito semelhante à da mesma região do pecíolo de **Bauhinia japonica**. E', no entanto, formada de maneira bem complexa, como se pode verificar, acompanhando as figuras das Pranchas VIII e IX. As Figs. 36 a 40 da Pr. VIII mostram que os traços foliares laterais, ao se dirigirem para o traço mediano, curvam-se fortemente. As Figs. 41-42, da Pr. IX, mostram ainda melhor êste fato.

A união dos traços laterais com o mediano se dá, não pelas extremidades dos arcos, como se podia esperar, mas pela curvatura da região abaxial de cada traço lateral. As extremidades dêstes traços, na região adaxial, ficam livres e delas se destacam os arcos estipulares (Figs. 43-44).

Depois que se destacam os feixes estipulares, acontece algo interessante: há uma inversão na posição dos arcos dos traços laterais (Figs. 45-46), pois as extremidades da região adaxial dos traços laterais se unem, enquanto que na sua região abaxial êles se rompem, estabelecendo comunicação com o interior do conjunto.

Ao se romperem os traços laterais (Figs. 45-46) em sua região abaxial, antes de se completar a fusão dos ramos da extremidade adaxial de cada um dêles, o sistema pode ser descrito da seguinte maneira: 1.º) um arco abaxial formado por três arcos menores: o mediano corresponde ao traço foliar mediano; os laterais correspondem cada um, às metades dos traços laterais, ligadas respectivamente pela região abaxial. às extremidades do traço mediano; 2.º) dois arcos separados do conjunto com as extremidades da região abaxial dirigidas respectivamente para o centro e as da região adaxial respectivamente para fora.

Unindo-se êsses arcos, pelas extremidades da região adaxial, ao conjunto, está formado o sistema fibrovascular da base do pecíolo. Assim, nesta estrutura, as extremidades do arco contínuo, que se acham dirigidas para o interior, correspondem à região abaxial de cada traço lateral. Ao se unirem êsses dois ramos, pelo esclerênquima, para dar formação ao anel anfigival,

essa união se dá, nas extremidades, pela região abaxial de cada ramo. A separação desse anel anfigasal se dará pela região adaxial dos mesmos dois arcos já unidos. Nestas condições, a estrutura final do sistema, na região delgada do pecíolo, apresenta os dois anéis concêntricos, com as regiões abaxial e adaxial respectivamente nas mesmas posições iniciais. O anel interno apresenta, porém, os elementos em ordem inversa em relação ao externo.

A estrutura da região delgada do pecíolo de **Bauhinia japônica**, conforme a descrição de Watari, não apresenta o esclerênquima central constatado pelo autor em **H. stilbocarpa**. Isto acontece porque, durante o invaginamento da porção ventral da elipse referida por aquele autor, o esclerênquima não acompanha a invaginação. Assim, a parte invaginada é constituída somente de arcos de floema e xilema. Neste caso, a disposição dos elementos fibrovasculares dos dois anéis concêntricos é inversa, mas ao interno falta o esclerênquima, que permanece rodeando o externo.

Watari (**op. cit.**) verificou que, na região de transição do púlvino para a parte delgada do pecíolo, "o arco ou o anel contínuo fibrovascular diverge em um certo número de feixes que em muitos casos dispõem-se na periferia do pecíolo e seguem separadamente através de toda a extensão do pecíolo, como é o caso de muitas espécies de **Phaseolae**; **em outros casos, o anel (ou arco) no púlvino, diverge temporariamente em um certo número de feixes, na região de transição, mas que logo se fundem novamente em um anel contínuo**".

Este último é o caso de **H. stilbocarpa**. De fato, se se observar a Fig. 52 (Pr. X), nota-se, comparando esta figura com a figura 51 e com a 53 (Pr. XI), que, de fato, houve uma divergência temporária dos feixes, os quais logo se fundiram novamente, para permanecerem constituindo a estrutura característica da região delgada do pecíolo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Watari (**op. cit.**) afirma ainda que "a disposição dos feixes peciulares raramente sofre qualquer mudança, exceto nas

regiões basal e terminal; em outras palavras, os feixes peciolares são dispostos quase da mesma maneira através de todo o comprimento do pecíolo, de tal modo que um corte transversal através de qualquer parte do pecíolo mostra uma condição uniforme, embora haja algumas exceções (**Bauhinia**, **Cercis**, etc.)” (Pág. 325).

Acha, portanto, êsse autor, que a região mediana do pecíolo é a mais representativa do seu sistema fibrovascular, devendo ser examinadas as estruturas da base e da extremidade, apenas em caráter suplementar (Pág. 325).

Se se considerar sòmente o **aspecto** apresentado pela estrutura, para a identificação do tipo de sistema fibrovascular, o autor concorda com a opinião de Watari. Porém, como já foi visto, no caso de **H. stilbocarpa**, embora esta espécie apresente uma estrutura peciolar com uma aparente invaginação, na verdade ela é bem diferente. Nestas condições, seria difícil colocar **H. stilbocarpa** ao lado de **Bauhinia japonica** em uma classificação que tomasse como base a organização concêntrica já vista, da região delgada do pecíolo e o invaginamento do sistema fibrovascular, na sua base.

E’ interessante notar-se que a espécie que mais se aproxima de **H. stilbocarpa** pela estrutura do pecíolo, seja **Bauhinia japonica**, que não pertence à tribo **Amherstieae** enquanto que **Amhestia nobilis** Wall, **Saraca indica** L e **Tamarindus indica** L. (Watari, **op. cit.**), tôdas pertencentes àquela tribo, apresentam, em sua estrutura, muito menor semelhança com **H. stilbocarpa**.

O autor é de opinião que o estudo da estrutura do pecíolo fornece elementos interessantes e muito úteis sob o ponto de vista taxonômico, mas êsse estudo deve ser acompanhado da estrutura nodal. Na região mediana do pecíolo a estrutura é constante e definida, mas duas espécies podem apresentar estruturas muito semelhantes, após uma evolução diferente da disposição dos traços foliares.

Acha, ainda, o autor, que o assunto está longe de ter sido investigado suficientemente para permitir, de imediato, uma classificação dos pecíolos com base na sua estrutura. O estudo

é interessante e merece ser desenvolvido, oferecendo, aos pesquisadores, um campo ainda muito pouco explorado.

RESUMO

Este trabalho é uma contribuição ao conhecimento da anatomia de *Hymenaea stilbocarpa* Hayne, conhecida vulgarmente pelos nomes de "Jatobá", "Jataí" e "Locust tree", nos países de língua inglesa.

No estudo da anatomia dos órgãos vegetativos dessa leguminosa, foi dado maior desenvolvimento à anatomia da folha, por se tratar de um trabalho preliminar ao estudo do seu comportamento em relação à economia d'água.

O desenvolvimento da anatomia do pecíolo teve em vista fornecer elementos para outros trabalhos nesse sentido, como subsídio ao estudo taxonômico das leguminosas.

O estudo foi realizado em cortes a mão livre, "in vivo" ou, em certos casos, em material fixado em álcool a 70%, tendo sido usados os reativos comuns para a identificação dos elementos anatômicos.

Raiz — A raiz de *H. stilbocarpa* é diarca. Nas primeiras fases do seu desenvolvimento, pode-se distinguir bem o protoxilema (Fig. 1, px). Após a formação do metaxilema (mx), o xilema primário ocupa toda a região central do estelo (Figs. 2 e 3, x₁). O câmbio (Fig. 3, c) aparece após a formação do xilema e do floema primários. Ele dará formação ao xilema secundário (x₂) para o interior e ao floema secundário (f₂) para o exterior, produzindo um espessamento bilateral da raiz.

Micorrizas — *H. stilbocarpa* apresenta micorrizas endótrofas (Fig. 5).

Caule — O caule jovem apresenta estômatos (Pr II, Fig. 13) diferentes dos da folha. Na região periférica da casca, há um grande número de bolsas secretoras de resina (Fig. 7, bc). Nas regiões mais profundas da casca, há drusas de oxalato de Ca. O cilindro central é envolvido por uma bainha de idioblastos (Figs. 7, 8, i), contendo cristais romboédricos de oxalato de Ca. Estes idioblastos são geralmente células divididas em dois

compartimentos, por um septo celulósico. Na região do floema, o parênquima é bastante desenvolvido e rico em fibras novas e escleritos em formação, bem como idioblastos com cristais solitários e drusas (Figs. 6, 7, 8, pf). No parênquima medular e nos raios, há cristólitos e drusas (Figs. 7, 8, 10, 12, d, ci). Na medula encontram-se, também, muitas bolsas esquizógenas (Figs. 6, 7, bm).

A estrutura secundária do caule (Fig. 14) mostra, na casca, um suber em camadas regulares de células de secção retangular e um felogênio ativo (fg), além de bolsas secretoras de resina.

Como na estrutura primária, o cilindro central é envolvido por uma bainha de idioblastos (i), contendo cristais de oxalato de Ca. O câmbio apresenta 4 camadas de células meristemáticas. O xilema apresenta vasos (vx) predominantemente solitários. O parênquima lenhoso é abundante, do tipo paratraqueal aliforme-confluyente. Os raios são, geralmente, unisseriados, indo da medula ao floema.

O caule é rico em amido. Quase tôdas as células parenquimatosas, desde as partes mais profundas da casca até a medula, incluindo os raios, são cheias de amido. Êste fato, segundo Solereder (30), constitui importante caráter taxonômico.

O caule novo apresenta canalículos microscópicos na região medular, originados pela distensão das bolsas secretoras (Prs. VIII e IX, c m).

Fôlha — A fôlha de *H. stilbocarpa* é composta, bifoliolada, com pecíolo cilíndrico e púlvino bem desenvolvido.

Limbo — Apresenta a epiderme superior com células de contorno sinuoso (Pr. VI, Fig. 21), sendo bem visíveis as pontuações da parede celular. O mesófilo contém bolsas secretoras de resina, cujos poros podem ser vistos na epiderme (p). Essas bolsas são esquizógenas, revestidas internamente por um epitélio (Pr. V, Fig. 17, ept; Pr. VI, Fig. 23, épt). A extrusão do conteúdo glandular se dá pelo poro (Pr. VI, Figs. 21, 22, 23, 24, p), o qual é formado quando a fôlha é ainda muito nova, pela dissolução da célula porígena (Fig. 25, p). Esta célula porí-

ca-se, dando origem ao poro (Fig. 26, p). O poro está permanentemente aberto, mas o conteúdo glandular não extravasa porque o epitélio da bolsa é contínuo. Somente após a dissolução da célula epitelial que fecha o poro, o conteúdo da bolsa é expelido.

As nervuras são transversalmente transcorrentes, envolvidas por um periciclo esclerenquimatoso.

Estômatos — O autor estudou detalhadamente a estrutura dos estômatos de *H. stilbocarpa*, comparando-os com os de *Eucalyptus tereticornis*, estudados por Villaça & Ferri (34) e com os de **Gramineae**.

Quanto à classificação destes estômatos, de acordo com o sistema adotado por Metcalfe & Chalk (20), eles pertencem ao chamado tipo "rubiáceo". Entretanto, o autor concorda com Villaça & Ferri (34), em que essa classificação, baseada no número e disposição das células subsidiárias não é satisfatória. Há necessidade de uma nova classificação, baseada na morfologia das células estomáticas.

Número de estômatos — O número de estômatos de *H. stilbocarpa* varia conforme a região do folíolo. Nos bordos há de 260 a 400 estômatos por milímetro quadrado e nas outras regiões, de 400 a 600 por milímetro quadrado. Os menores números foram registrados na base dos folíolos.

Pecíolo — O pecíolo apresenta, em seção transversal, bolsas periféricas, secretoras de resina, do mesmo tipo das encontradas no caule e no mesófilo foliar (Fig. 34). O sistema fibrovascular é envolvido por uma bainha de idioblastos contendo cristais romboédricos de oxalato de Ca (i). Abaixo dessa bainha, há dois anéis anfibasais concêntricos, cujos elementos estão dispostos, respectivamente, em ordem inversa: **Anel externo** — esclerênquima periférico (esp), floema externo (fe) e xilema externo (xe); **anel interno** — xilema interno (xi), floema interno (fi) e esclerênquima central (esc). Entre os dois anéis, há um parênquima intermédio (p), muito rico em amido.

No sentido de explicar esta estrutura, o autor fez cortes seriados, a partir do nó, acompanhando a evolução dos traços fo-

liares, até a inserção do pecíolo (Figs. 35 a 46). A Pr. X mostra a estrutura fibrovascular do pecíolo, na região do púlvino. A Pr. XI mostra a estrutura da região mediana do pecíolo, na Fig. 53. As Figs. 54 e 59 representam a evolução do sistema fibrovascular dos peciólulos.

O autor comparou a estrutura do pecíolo de **H. stilbocarpa** com a de **Bauhinia japonica** Maxim., estudada por Watari (35) e concluiu que, embora elas sejam semelhantes, a estrutura de **B. japonica** não apresenta a mesma evolução da disposição dos traços foliares. Em **B. japonica** há um invaginamento do arco líbero-lenhoso adaxial da base do pecíolo, dando origem a dois anéis concêntricos, com os seus elementos respectivos em posição inversa. Em **H. stilbocarpa** há, também, formação desses dois anéis, não em virtude de um tal invaginamento, mas através de um processo bem mais complicado, que somente pode ser elucidado mediante o conhecimento da estrutura nodal.

Watari (35) estudou a estrutura de pecíolos e raquis de 133 espécies de leguminosas e elaborou uma classificação de tipos de estruturas peciolares. Ele considerou o pecíolo de **B. japonica** como tipo especial, que não se enquadrava na classificação. O pecíolo de **H. stilbocarpa** também não se enquadra na classificação de Watari. Embora seja semelhante ao de **B. japonica**, não pode ser classificado como do mesmo tipo, em virtude da presença do esclerênquima central e, especialmente, da ausência da invaginação do arco adaxial.

E' interessante notar-se que a espécie que mais se aproxima de **H. stilbocarpa**, em relação à anatomia do pecíolo, estudada por Watari, seja **B. japonica**, que não pertence à tribo **Amherstieae**, enquanto que outras, que a ela pertencem, como **Amherstia nobilis** Wall., **Saraca indica** L. e **Tamarindus indica** L., apresentam muito menos semelhança com **H. stilbocarpa**.

O autor é de opinião que o estudo da estrutura peciolar pode fornecer elementos interessantes e muito úteis, do ponto de vista taxonômico, mas esse estudo deve ser acompanhado do da estrutura nodal. Na região mediana do pecíolo, a estrutura é constante e definida, mas duas espécies podem apresentar es-

truturas semelhantes, após diferente evolução da disposição dos traços foliares.

Assim, o assunto está longe de ter sido investigado suficientemente, para permitir, de imediato, uma classificação definitiva dos pecíolos, com base na sua estrutura. O problema é interessante e merece ser desenvolvido, oferecendo aos pesquisadores um campo ainda muito pouco explorado.

ABSTRACT

This paper is a contribution to the study of the anatomy of *Hymenaea stilbocarpa* Hayne, commonly known as "Jatobá", "Jataí" or Locust Tree.

During the bibliographic research pertaining to the subject the author found that very little has been studied in connection with this plant. Only a few scattered references, as far as the genus is concerned, are to be found.

In accordance with Engler and Prantl's work (32) the systematic position of the plant is the following:

CLASS — **Dicotyledoneae**
SUB-CLASS — **Archichlamydeae**
ORDER — **Rosales**
FAMILY — **Leguminosae**
TRIBE — **Hammerstieae**
GENUS — **Hymenaea**

Species — The genus presents from 15 to 20 described species, all from Tropical America, 13 of which occur in Brazil. Of the indigenous species of the north of Brazil only *H. courbaril* L. and *H. stilbocarpa* may occur, but very seldom, down to Argentina and Paraguay. It is cultivated in São Paulo for reforestation and its wood is used for naval and civil hydraulic constructions, railway dormers, carpentry, wheels, barrel industry, etc.

Young plants from 1 to 2 years old transplanted from the "Horto Florestal da Cantareira" to the garden of the "Departamento de Botânica" of the Faculdade de Filosofia, Ciências

e Letras of the "Universidade de São Paulo", were used in the present work.

The anatomical study was made on free-hand sections, from fresh material and in some cases, from material fixed in 70% alcohol; reactivities commonly used for the identification of anatomical characters were applied, when necessary.

The primary structure of the root was studied in young plants, on roots formed after the plants had been transplanted.

The primary structure of the stem was studied at the tips of new shoots.

Root — The root of *H. stilbocarpa*, in its primary structure, is diarch. In the first stages of development, the protoxylem (Fig 1, px) is quite noticeable. With the appearance of the metaxylem (mx), the primary xylem occupies all the central part of the stele (Fig. 2 and 3, x_1). After the development of the primary xylem and of the primary phloem, the cambium (Fig. 3, c) appears and will form the secondary xylem on the inside (x_2) and secondary phloem on the outside (f_2), causing a kind of bilateral thickening of the root. This thickening is symmetrical in relation to the line which unites the poles of the xylem.

The secondary xylem (Fig. 4) is very rich in fibers (fix), groups of which alternate with the tracheids (x_2).

The secondary phloem is interlaced with parenchymatous and stone cells (es).

The wood parenchyma is of the paratracheal aliform confluent types and the rays (rm) are usually uniseriated.

Mycorrhizae — *H. stilbocarpa* presents endotrophic mycorrhizae. The mycorrhizal fungus, which is located in the deeper region of the cortex (Fig. 1, mi), presents short hyphae, of arborescent or coralline aspect (Fig. 5, A, B, C, D).

Stem — The stem of *H. stilbocarpa*, when young, presents stomata on the epidermis (Pl. II, Fig. 13). These stomata, when in surface view, differ from those of the leaf because, instead of the typical subsidiary cells, they show, surrounding them, several cells of non-characteristic form.

On the peripheral zone of the cortex a great number of schizogenous pockets (Fig. 7, bc), which secrete resin, is to be found. In the deeper part of the cortex there are cells containing druses of calcium oxalate. The central cylinder is enclosed in a sheath of idioblasts containing rhomboid crystals of calcium oxalate (Fig. 7, i; Fig. 8, i). These idioblasts are usually cells divided in two compartments by a cellulose septum.

In the phloem region, the parenchyma is quite developed and rich in new fibers and growing stone cells as well as idioblasts with solitary crystals and druses (Fig. 6, 7, 8, pf). There are druses (d) and cystolites (ci) in the medullary parenchyma (Figs. 7, 8, 12). The cystolites also appear in the medullary rays (Fig. 10, ci). They are usually enclosed in cells which may be divided in compartments (Fig. 11).

The primary bundles are disposed as shown in Figs. 6 and 7, with 1 to 3 series of vessels in the xylem of each bundle (Figs. 8, 9). The phloem is well developed (Fig. 9, f₁), with abundant parenchyma (p).

In the pith there are also many schizogenous pockets (Figs. 6 and 7, bm).

The secondary structure of the stem (Pl. III, Fig. 14) presents a cork (s) in regular strands of rectangular cells. The phellogen (fg) is active, showing divided cells. The phellogen presents cells of irregular shape, with intercellular spaces in the deeper parts.

In the peripheral zone of the cortex there are schizogenous pockets which secrete resin. These secretory sacs are found in smaller number as compared with the primary structure of the stem.

In the central cylinder, enveloping all the fibrovascular system, there is a sheath of idioblasts, as in the primary structure (i). Just below this crystaliferous sheath, there is a strong sclerenchymatous one, which involves the conducting system.

The cambium presents 4 tiers of meristematic cells.

The xylem presents vessels (vx) predominantly solitary. The groups are in small number and rarely each group attain

more than 3 elements. The wood parenchyma is abundant and is of the paratracheal aliform-confluent type. The rays are usually uniseriated and go from the pith to the phloem.

The stem is very rich in starch; nearly all the parenchymatous cells, from the deepest part of the cortex, to the rays, phloem-parenchyma and the pith, are full of starch. This fact, according to Solereder (30), constitutes an important taxonomic character.

The stem presents, at the medullary region of the node, small grooves originated by the distention of the medullary pockets (Pl. VIII, IX, cm).

Leaf — The leaf of *H. stilbocarpa* is compound; it has 2 leaflets with falcate blades and a cylindrical petiole with a well developed pulvinus.

Blade — The blade has a reticulate venation which is closely anastomosed, presenting, in the mesh of the reticle, small round regions, that are resin pockets, perceptible to the naked eye as translucid dots (Pl. IV, Fig. 15).

The superior epidermis shows cells sinuous contours (Pl. VI, Fig. 21), while the punctuations on the walls are visible as well the pores of the pockets secreting resin (p).

The inferior epidermis (Fig. 19) has cells with thinner walls and presents stomata. The stomata (Fig. 19, a) are provided with two subsidiary cells parallel to the opening; the old stomata (Fig. 19, b) show a deformed aspect, crumpled, with wrinkles and edges.

The author found anomalies among stomata. The most interesting is the one showing geminate stomata (Fig. 29). This anomaly was also found by the author in *Arachis repens* Handro (16).

The internal structure of the blade shows (Pl. V, Fig. 16): superior epidermis (ep), with elongated or rounded cells; palisade parenchyma (pal) with only one strand of cells, that unite, by two's or by three's, with the collecting-cells (co) of the lacunose parenchyma (15); these collecting-cells are tall, with sinuous contour, and touch each other at the crest of the sinuo-

sities, in such a way as to leave intercellular spaces between each other; below the collecting-cells, other cells of the lacunous parenchyma are found, with irregular outline, however, predominantly isodiametric; the layer subjacent to the inferior epidermis presents cells which Haberlandt (15) calls "furnel cells", imitating a layer of the palisade parenchyma. The inferior epidermis has a less thick cuticle than the superior and presents stomata chamber (Fig. 16, cst).

The mesophyll has resin secreting pockets in great number. They are schizogenous and present an epithelium lining the inside (Pl. V, Fig. 17, ept; Pl. VI, Fig. 23, ept).

The extrusion of the glandular content is performed through a pore (Figs. 21, 22, 23, and 24, p). The pore is formed when the leaf is very young, by the dissolution of a cover cell (Fig. 25, p). This cell jellifies and gives origin to the pore (Fig. 26, p). With the development of the leaf, the cell walls that limit the pore thicken (Figs. 21 and 22, p). The pore is permanently open, since its formation, but the cellular content do not leak out because the epithelium of the pocket is continuous, thus obturating the pore. Only after the dissolution of the epithelial cell (Fig. 24, ob) which occludes the pore, is the glandular content expelled. On this occasion, there is also a decomposition of the epidermal cells and of the pore itself, thus originating, at the region, a large wound-like opening.

The veins are vertically transcurrent, and enveloped by a pericycle of sclerenchyma. In the midrib (Pl. V, Fig. 18), the fibrous pericycle (es), the phloem (f) and the xylem (x) are concentric. On the lateral veins (Pl. V, Fig. 16) there is a tendency for the localization of the xylem (x) on the superior part and the phloem (f) on the inferior part of the vein. The borders of the leaflets are strengthened by a marginal sclerenchyma (Pl. IV, m; Pl. V, Fig. 17, es).

The stomata of *H. stilbocarpa* are of the so called "rubiceous" type, according to the classification adopted by Metcalfe & Chalk (20). They present two subsidiary cells parallel to the stomatic opening. This classification of stomata based on the presence, number and disposition of the subsidiary cells is not

satisfactory. The author is in agreement with Villaça & Ferri (34), in that they call attention to the necessity of a new classification of stomata, based on the morphology of the stomatic cells.

Studying the morphology of the stomata of *H. stilbocarpa*, the author verified the following:

1 — The stomatic cells (Fig. 27, est) have the walls strengthened upwards and downwards and are not strengthened on the region of the ostiole and of the subsidiary cells (Fig. 28). A longitudinal section of the stomatic cells (Fig. 27, cg) shows that the strengthening of the walls extends all its length, excepting the region of contact with the subsidiary cells. On account of the width of the wall it is impossible to distinguish the chloroplasts, which can only be seen in transverse sections of the apex of the stomatic cells.

2 — The stomata of *H. stilbocarpa* are not structurally identical either with the stomata of *Eucaliptus tereticornis* Smith or with the stomata of Gramineae, but are comparable to them: Fig. 33 shows in A, B, and C a sketch of a stomate of *E. tereticornis*, drawn by Villaça & Ferri (34). In F, G, H, I, a sketch of the stomate of *H. stilbocarpa*. Comparing these sketches, we note:

a) The stomata of *E. tereticornis*, in frontal view (A), shows the cellular contents; the stomate of *H. stilbocarpa* (F) doesn't show the cellular contents;

b) a tangential section just below the middle region of the stomate (B) would show, in *E. tereticornis*, the cellular contents. The section would be through the lumen; the same section (G) in *H. stilbocarpa* would show the cellular contents limited to the two apical vesicles, connected by a posterior canal. The cut would be below the lumen;

c) in a tangential section through the middle of the stomatic cells, the stomate of *E. tereticornis* (C) would show only two apical vesicles, in the stomatic cells; the one through *H. stilbocarpa* (H) would show all the cellular contents, evenly

distributed. The cut would pass by the lumen throughout the cell. In **I**, the cut passing above the middle region, however nearer to it, a picture similar to that one in **G** would be seen, but the vesicles would be bigger.

Therefore, in relation to both ends of the lumen and the blade-like form of the middle duct, the stomate of **H. stilbocarpa** is similar to the one of **E. tereticornis**. Its structure, nevertheless, is more complex, due to the posterior canal formed by the widening of the intermediary duct between the vesicular extremities.

However, the stomate of **H. stilbocarpa** is more similar to the type that is found in **Gramineae**, if it is considered that the form of the intermediary duct may also be laminar, as in sugar-cane (12). In this case, the only difference that could be found between the stomata of these two plants would be the posterior canal present in the stomata of **H. stilbocarpa** and absent from those of the **Gramineae**.

Number of stomata — The number of stomata of **H. stilbocarpa** varies according to the region of the leaflet. On the border there are from 260 to 400 per square millimeter, and in other regions, from 400 to 600 per square millimeter. The smallest figures were registered at the base of the leaflets.

Petiole — The petiole presents, in transversal section, peripheral pockets secreting resin, of the same type found on the stem and on the leaflet blade (Fig. 34).

The fibrovascular system is enveloped by a sheath of idioblasts with rhomboedric crystals of calcium oxalate (i). Below this, the elements are disposed in two amphivasal rings, but with elements in inverse order: **external ring** — peripheral sclerenchyma (esp), external phloem (fe), external xylem (xe); **internal ring** — internal xylem (xi), internal phloem (fi) and central sclerenchyma (esc); between the two rings there is an intermediary parenchyma (p).

In order to explain this structure, the author made serial sections beginning at the node, accompanying the evolution of the leaf traces up to the insertion of the petiole (Figs. 35 a 46). The stipulary traces are also seen (est). Plate X shows the

fibrovascular structure of the petiole from the insertion to the pulvinus (Fig. 52). Plate XI shows the fibrovascular structure of the slender part of the petiole (Fig. 53), which is constant, and the sequence of the figures 54 to 59, which represents the evolution of the fibrovascular system from the articulation of the leaflet petioles to the base of the leaflets.

The author compared the structure of the petiole of **H. stilbocarpa** to that of **Bauhinia japonica** Maxim., studied by Watari (35) and concluded that although they are similar, the structure of **B. japonica** does not show the same evolution in the disposition of the leaf traces. In **B. japonica** there is an invagination of the liberolignous adaxial arc of the base of the petiole to the interior of the system, giving origin to two amphivasal rings with the concentric elements in inverse order. In **H. stilbocarpa** there is also a formation of the amphivasal rings, however not through invagination of the fibrovascular arcs, but through a process which is much more complex, and can only be elucidated with knowledge of the nodal structure. According to Watari, in **B. japonica** the petiolar pericycle does not accompany the invagination of the phloem-xylem arc; therefore the petiole of **B. japonica** does not have the central sclerenchyma which appears in **H. stilbocarpa**.

Watari studied the structure of the petioles and rachises on 133 species of **Leguminosae** and elaborated a classification of the types of petiolar structures. He considered **B. japonica** a special type. The petiole of **H. stilbocarpa** also, does not fit into the classification of Watari. Although it is similar to **Bauhinia japonica**, it cannot be classified as being of the same type, because of the presence of the central sclerenchyma and the absence of invagination of the adaxial arc, in **H. stilbocarpa**.

It is interesting to note that the species that comes closer to **H. stilbocarpa** through the structure of the petiole is **B. japonica**, which does not belong to the tribe **Amherstieae**, while **Amherstia nobilis** Wall., **Saraca indica** L., and **Tamarindus indica** L., all belonging to that tribe present, in accordance with Watari, much less similarity to **H. stilbocarpa**.

The author is of opinion that the study of the petiolar structure may present interesting and useful elements from the taxonomic standpoint, but this study must be accompanied by that of the nodal structure. In the middle region of the petiole the structure is constant and definite, but two species may show very similar structure, after a different evolution of the arrangement of the leaf traces.

The subject is far from being exhausted to a point where it would be permissible to, immediately, give a definite classification of the petiole, based in its structure. It deserves to be developed, offering a practically unexplored field to researchers.

R É S U M É

Ce travail est une contribution à la connaissance de l'anatomie de **Hymenaea stilbocarpa** Hayne, aussi connue comme "Jatobá", "Jataí" ou "Locust tree".

Dans la recherche bibliographique sur le sujet l'Auteur a vérifié que jusqu'à présent, à l'exception de quelques références isolées sur l'anatomie de ce genre, très peu a été fait en relation à cette plante.

Suivant le système employée par Engler & Prantl (32), la position systématique du genre est celle qui suit:

CLASSE — **Dicotyledoneae**
 SOUS-CLASSE — **Archichlamydeae**
 ORDRE — **Rosales**
 FAMILLE — **Leguminosae**
 SOUS-FAMILLE — **Caesalpinioideae**
 TRIBU — **Hamherstieae**
 GENRE — **Hymenaea**

Espèces — Le genre présente de 15 a 20 espèces décrites pour l'Amérique tropicale, dont 13 pour le Brésil. Les deux espèces indigènes cultivées sont **H. courbaril** L. au nord du Brésil e **H. stilbocarpa** Hayne aux états de São Paulo et Minas Gerais.

H. stilbocarpa peut être rencontrée, si bien que rarement, jusque en Argentine et au Paraguay. Cette espèce, cultivée à

São Paulo pour le reboisement, est aussi utilisée dans les constructions navales e civiles.

Ce travail a été fait avec des plantes jeunes (1 à 2 ans), transplantées de l'“Horto Florestal da Cantareira” au jardin du Departement de Botanique de la Faculté de Philosophie, Sciences et Lettres de l'Université de São Paulo, Brésil.

L'étude anatomique a été faite “in vivo” et dans certains cas avec des pièces fixées en alcool a 70% et coupées à main libre. Les réactifs d'usage ont été employés pour identifier les éléments anatomiques.

La structure primaire de la racine a été étudiée dans les racines jeunes, formées après la transplantation.

La structure primaire de la tige a été étudiée à l'extrémité des bourgeons.

La racine — La racine de *H. stilbocarpa* est diarque. Dans les premières phases de son développement on peut distinguer très nettement le protoxylème (Fig. 1, px). Après la formation du metaxylème (mx), le xylème primaire occupe toute la partie centrale de la stèle (Figs. 2 et 3, x_1).

Après la formation du xylème et du phloème primaire apparait le cambium (Fig. 3, c) que formera les éléments du xylème secondaire à l'intérieur (x_2) et du phloème secondaire à l'exterieur (f_2), ce qui produit un épaissement des deux côtés de la racine. Cet épaissement est simétrique en relation à la ligne qui unit les poles du xylème.

Mycorhizes — *H. stilbocarpa* présente des micorhizes endotrophes (Fig. 5).

La tige — La tige jeune de *H. stilbocarpa* présente des stomates (Pl. II, Fig. 13), différents de ceux des feuilles.

Dans la région périphérique de l'écorce il y a un grand nombre de poches sécrétrices de résine (Fig. 7, bc).

Dans les régions plus profondes de l'écorce il y a des cellules qui contiennent des druses de oxalate de Calcium.

La structure du cercle central et la structure secondaire de la tige peuvent être observées dans les figures 6 à 11 et dans la Pl. III, fig. 14.

La tige est très riche en amidon. Ce fait, suivant Solereder (30) est un caractère sistematique très important.

La feuille — **H. stilbocarpa** a une feuille composée, bi-foliolée. Les nervures réticulées sont très anastomosées et dans les interstices il y a des poches résineuses bien visibles (Pl. IV, fig. 15).

Dans les épidermes on peut observer les pores des poches résineuses. La résine est éliminée de la poche par des pores situées dans l'épiderme (Figs. 21-24, p). Ces pores sont toujours ouverts, mais le liquide n'extravase pas parce que l'épithélium glandulaire (Fig. 23, ept) ne présente pas de solution de continuité. La cellule épithéliale située sous le pore (Fig. 24, ob) ne permet pas l'expulsion du liquide. Seulement par la dissolution de celle cellule, la résine est éliminée de la poche.

L'Auteur a observé des anomalies dans les stomates de **H. stilbocarpa**. La plus intéressante est celle qui montre deux cellules stomataires jumelles (Fig. 29), ce qui a été observé aussi chez **Arachis repens** Handro (16).

La structure du limbe peut être observée dans la Pl. V, Figs. 15 et 16 et dans les Figs. 17 à 26.

L'épiderme inférieure présente des stomates. Les stomates de **H. stilbocarpa** sont du type appelé "rubiacée". Ils présentent deux cellules annexes parallèles à l'ouverture stomataire.

La classification des stomates qui prend comme base la présence, le nombre et la disposition des cellules annexes devrait être modifiée. L'Auteur est d'accord avec Villaça et Ferri (34) en ce qui concerne la nécessité d'une nouvelle classification des stomates en prenant pour base la morphologie des cellules stomataires.

L'Auteur a pu vérifier le suivant: les cellules stomataires (Fig. 27, est) ont une paroi très épaisse au dessus et en dessous. La région de l'ouverture et des cellules annexes n'est pas renforcée. Le lumen est formé par une ouverture horizontale dans la région des cellules annexes (Fig. 28).

Par leur structure les stomates de **H. stilbocarpa** sont semblables à ceux des Graminées et à ceux de **Eucalyptus tereticornis** Smith, mais ils ne sont pas identiques.

La Fig. 33 montre en A, B, C, le schéma d'un stomate de **E. tereticornis** Smith présenté par Villaça et Ferri (34). En F, G, H, I un schéma du stomate de **H. stilbocarpa**.

Le nombre des stomates — Le nombre des stomates de **H. stilbocarpa** est de 260 à 400 par mm² au bord des folioles et dans les autres régions ce nombre varie de 400 à 600 par mm². Les stomates sont moins nombreux à la base du foliole.

Pétiole — Dans la région périphérique du pétiole il y a des poches résineuses comparables à celles du limbe (Fig. 34).

Le système fibro-vasculaire est entouré par une série de idioblastes avec de cristaux rhomboédriques de oxalate de Calcium. En dessous de cette couche il y a deux anneaux concentriques avec des éléments dans l'ordre inverse suivant: **anneau extérieur** — éclérenchyma périphérique (esp), phloème extérieur (fe), xylème extérieur (xe); **anneau intérieur** — xylème intérieur (xi), phloème intérieur (fi) et sclérenchyma central (esc.). Entre les deux anneaux il y a un tissu parenchymateux intermédiaire (p).

Pour expliquer cette structure l'Auteur a fait des coupes en série à partir du noed jusqu'à la formation du système fibro-vasculaire des folioles. Les planches VIII, IX et X montrent les détails de cette structure.

L'Auteur a comparé la structure du pétiole de **Hymenaea stilbocarpa** avec celle de **Bauhinia japonica** Maxim., étudiée par Watari. Il a conclu qu'elles sont semblables mais que leur développement est très différent.

Watari a étudié la structure des pétioles et du rachis de 133 espèces de Leguminosae et il a fait une classification des différents types. Il a considéré **Bauhinia japonica** comme un type spécial. Le pétiole de **H. stilbocarpa** ne peut pas être rangé dans la classification de Watari.

Il est intéressant d'observer premièrement que l'espèce qui se rapproche plus de **H. stilbocarpa** par la structure du pétiole est **Bauhinia japonica** qui n'appartient pas à la tribu **Amherstieae**; et deuxièmement que **Amherstia nobilis** Wall., **Saraca indica** L. et **Tamarindus indica** L. qui font toutes partie de la même tribu, sont, suivant les études de Watari, beaucoup moins semblables à **H. stilbocarpa**.

L'Auteur croit que l'étude de la structure du pétiole peut offrir des éléments intéressants et utiles à la taxonomie, mais que cette étude doit être suivie de celle de la structure du noeud.

Il s'agit d'un travail qui offrirait des possibilités très vastes et encore peu explorées par les chercheurs.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — BENTHAM, G. — 1870-1876 — **Leguminosae** II e III. **Swartzieae, Caesalpinieae, Mimoseae** in C. F. P. Von Martius et A. G. Eichler **Flora Brasiliensis** enumeratio plantarum in Brasilia hactenus detectarum... Vol. XV, II: 1-527 + 138 T. Monachi. Leipzig.
- 2 — BRAGA, R. — 1953 — Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. XII + 1-523. Biblioteca de Divulgação e Cultura. Publ. n. 2 série 1a. Centro de Divulgação Universitária. Fortaleza. Ceará. Brasil.
- 3 — BURKART, A. — 1943 — Las Leguminosas Argentinas Sylvestres y Cultivadas. Acme Agency. Soc. de Res. Ltda. Buenos Ayres.
- 4 — CHAMBERLAIN, C. J. — 1932 — Methods in Plant Histology. XIV + 1-416. 5th ed. Univ. of Chicago Press. U.S.A.
- 5 — CHATTAWAY, M. M. — 1955 — Crystal in Woody Tissues, Part I — Printed from Tropical Woods n. 102. 55-74 by Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia.
- 6 — ——— 1956 — Crystal in Woody Tissues, Part II. Reprinted from Tropical Woods n. 104. 100-124 by Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia.
- 7 — CHODAT, R. — 1920 — Principes de Botanique. 3me. ed. 878 pp. J. B. Bailliére & Fils. Paris. Edition "ATAR" Genève.
- 8 — DOP, P. & A. GAUTIE' — 1909 — Manuel de Technique Botanique — Histologie et Microbie Végétales. IX + 1-534. J. Lamarre. Ed. Paris.
- 9 — DUCKE, A. — 1935 — As espécies Brasileiras de Jataí, Jataí ou Jatobá. Anais da Acad. Bras. de Ciências. Tomo VII, n. 3, Rio de Janeiro, Brasil.
- 10 — ——— 1949 — As Leguminosas da Amazônia Brasileira. Notas sobre a Flora Neotropical. II Bol. téc. do Inst. Agrônômico do Norte, n. 18. Belém. Pará. Brasil.

- 11 — EAMES, A. J. & L. H. MacDANIELS — 1925 — An Introduction to Plant Anatomy. XVI + 364. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York. U.S.A.
- 12 — ESAU, K. — 1953 — Plant Anatomy. XII + 1-735. John Wiley & Sons Inc. New York. U.S.A.
- 13 — FONSECA, E. T. — 1922 — Indicador de Madeiras e Plantas Úteis do Brasil. V + 1-343. Of. Graf. Villas Boas & Co. Rio de Janeiro. Brasil.
- 14 — FONT QUER, P. — 1953 — Diccionario de Botánica. XXXIX + 1-1244. Editorial Labor S. A. Barcelona. Espanha.
- 15 — HABERLANDT, B. — 1928 — Physiological Plant Anatomy. Trans. from 4th german ed. by M. Drummond. Mac-Millan & Co. Ltd. London XV + 1-777.
- 16 — HANDRO, O. — 1958 — Espécies novas de *Arachis* L. in Arquivos de Botânica do Estado de São Paulo, nova série, vol. III, fasc. 4. Abril, 1958.
- 17 — LÖFGREN, A. — 1917 — Manual das Famílias Naturais Fanerógamas. XVIII + 1-611. Imprensa Nacional. Rio de Janeiro. Brasil.
- 18 — McLEAN, R. C. & W. R. IVEMEY-COOK — 1952 — Textbook of Practical Botany. XXIV + 1-476. Longmans Green & Co. New York. U.S.A.
- 19 — MEGURO, M. & M. G. FERRI — 1956 — Economia d'Água de Cana de Açúcar. Anais da Acad. Brasileira de Ciências 28: 4. 523-543. Rio de Janeiro. Brasil.
- 20 — METCALFE, C. R. & L. CHALK — 1950 — Anatomy of the Dicotyledons. Vol. I: front plate + LXIV + 3 pl. + 1-724. Vol. II: front plate + 725-1500. Clarendon Press. Oxford.
- 21 — MEYER, B. S. & D. B. ANDERSON — 1954 — Plant Physiology. XIII + 1-784. 2nd ed. 2nd print. D. Van Nostrand Co. Inc. New York. U.S.A.
- 22 — MILANEZ, F. R. & A. M. BASTOS — 1936 — Glossário dos Termos Usados em Anatomia de Madeira. Rodriguesia. Ano I, n. 4, Rio de Janeiro, Brasil.
- 23 — NAVARRO DE ANDRADE, Ed. & O. VECCHI — 1916 — Les Bois Indigènes de S. Paulo. Frontispice + V + 1-376. Secrétaire de l'Agriculture Commerce et Travaux Publiques de l'Etat de S. Paulo. São Paulo. Brésil.
- 24 — PEREIRA, H. — 1929 — Pequena Contribuição para um Dicionário das Plantas Úteis do Estado de São Paulo. (Indígenas e Aclimadas) 1-779. Tip. Brasil de Rotschild & Co. S. Paulo. Brasil.

- 25 — PEREIRA, J. A. — 1933 — Contribuição para a Identificação Micrográfica das Nossas Madeiras. Anuário da Escola Politécnica, pp. 269-421. São Paulo. Brasil.
- 26 — RECORD, S. J. — 1936 — Classifications of Various Anatomical Features of Dicotyledonous Woods. Tropical Woods. 47, 12-47.
- 27 — — & R. W. HESS — 1943 — Timbers of World. XV + LVIII pl. + 1-640. Yale Univ. Press New Haven, U.S.A.
- 28 — SINNOT, E. W. — 1914 — Investigation on the Phylogeny of the Angiosperms. I — The Anatomy of the Node as an aid in the Classification of Angiosperms. American Journal of Botany. I (7) 303-322 + pl. XXX-XXXV.
- 29 — SKOSS, J. D. — 1955 — Structure and Composition of Plant Cuticle in Relation to Environmental Factors and Permeability. Bot. Gaz. 117: (1) 55-73. Univ. of Chicago Press, Chicago. U.S.A.
- 30 — SOLEREDER, H. — 1908 — Systematic Anatomy of the Dicotyledons. Transl. from the german ed. of 1889 by L. A. Boodle and F. E. Fritsch, Vol. I: XVII + 1-644 — Vol. II: VI + 645-1182 + errata. Clarendon Press, Oxford.
- 31 — STRASBURGER, E., F. NOLL, H. SCHENCK & W. SCHIMPER — 1953 — Tratado de Botânica, 4a. ed. espanhola. XIV + 1-604. Manuel Marin & Cia. ed. Barcelona. Espanha.
- 32 — TAUBERT, P. — 1894 — **Leguminosae.** In A. Engler und K. Prantl Die Naturlichen Pflanzen-familien III. 3. 70-396. Leipzig.
- 33 — VAN DILLEWIJN, C. -- 1952 — Botany of Sugarcane. XXIII + 1-371 illus. Chronica Botanica Co. Waltham Mass. U. S. A.
- 34 — VILLAÇA, H. & M. G. FERRI — 1954 — On the Morphology of the Stomata of **Eucalyptus tereticornis**, **Ouratea spectabilis** and **Cedrella fissilis**. Bol. 173. Botânica n. 11. 33-51. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Univ. de S. Paulo. Brasil.
- 35 — WATARI, S. — 1934 — Anatomical Studies on Some Leguminous Leaves with special reference to the Vascular System in Petioles and Rachises. Jour. Faculty of Sciences Univ. of Tokyo. Section III. — Vol. IV. Part 3, 225-365 + 4 pl. Tokyo.
- 26 — WILLIAMS, L. — 1936 — Woods of Northeastern Peru. Field Museum of Natural History. Vol. XV. Publ. n. 377. Chicago. U.S.A.