

PRESENÇA DE TRAQUEÍDES DE TRANSFUSÃO E BAINHA MESTOMÁTICA EM BARBACENIOIDEAE (VELLOZIACEAE)⁽¹⁾

TRANSFUSION TRACHEIDS AND MESTOMA SHEATH IN BARBACENIOIDEAE (VELLOZIACEAE)

Nanuzia Luiza de Menezes ⁽²⁾

RESUMO

Um estudo do feixe fibrovascular da folha, em Barbacenioideae, mostrou a presença de *traqueídes de transfusão* como acontece em Vellozioideae (Menezes, 1970 e 1971a). Verificou-se que estas traqueídes originam-se do procâmbio, com exceção das que estão em contato com a bainha do feixe, que são de origem pericíclica. Verificou-se, ainda, que o feixe fibrovascular é envolvido por uma bainha dupla: a interna, endodérmica e a externa, parenquimática. As células endodérmicas tornam-se esclerificadas, com exceção das que estão em contato com as traqueídes de transfusão. Estas células não espessadas constituem as células de passagem. Pela semelhança com o que ocorre em Gramineae e outras Monocotiledôneas, optou-se pela denominação "bainha mestomática" para a bainha endodérmica. Verificou-se que apenas os traços foliares, no caule, apresentam-se formados, também, por protoxilema e protofloema e que durante o deslocamento do traço foliar formam-se pontes de metaxilema que divergem do traço foliar e que se unem aos feixes caulinares. Mostrou-se, ainda, alguns aspectos anatómicos que distinguem o gênero *Aylthonia* N. Menezes: mesófilo dorsiventral, tricomas característicos e drusas em quase todas as células do mesófilo, inclusive, nas células do tricoma.

SUMMARY

A study on the fibrovascular bundle of the leaf, in Barbacenioideae N. Menezes revealed the presence of *transfusion tracheids*, just as occurs in Vellozioideae.

(1) Parte do trabalho apresentado ao Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

(2) Departamento de Botânica — Universidade de São Paulo.

deae (Menezes, 1970 and 1971a). It was observed that these tracheids originate from the procambium, with the exception of those that are in contact with the bundle sheath, which are of peryclic origin. It was further observed, that the fibrovascular bundle is incased in a double-sheath: the internal one, endodermal and the external one, parenchymatous. The endodermal cells become sclerified, with the exception of those in contact with the transfusion tracheids. These non-sclerified cells are the passage cells. By resemblance to what happens in Gramineae and other monocotyledons, the denomination "mestoma sheath" was chosen for the endodermal sheath. It was observed that only the leaf traces in the stem are formed, in part, by protoxylem and protophloem and that, during the shifting of the leaf trace, metaxylem bridges are formed that diverge from the leaf trace and that unite with the bundles of the stem. Furthermore, some anatomical aspects that distinguish the genus *Aylthonia* N. Menezes, were shown: dorsiventral mesophyll, characteristic trichomes, and druses in almost all the mesophyll cells, inclusively in the trichome cells.

INTRODUÇÃO

Após estudos morfológicos e anatômicos da flor e de partes vegetativas de representantes da família Velloziaceae (Menezes, 1970 e 1971a) propôs-se a criação do gênero *Aylthonia* N. Menezes (com o desdobramento do gênero *Barbacenia* Vandelli), a revalidação do gênero *Xerophyta* Jussieu e a supressão do gênero *Barbaceniopsis* L. B. Smith. Este último, com duas espécies apenas, passou a constituir, juntamente com as espécies de *Vellozia* brasileiras possuidoras de 6 estames, o gênero *Xerophyta* Jussieu.

A maioria dos autores que se dedicaram ao estudo dessa família (Vandelli, 1788; Martius, 1823; Don, 1830; Endlicher, 1857; Seubert, 1847; Bentham & Hooker, 1883; Baker, 1898; Pax, 1930; Hutchinson, 1959 e Smith, 1962), embora divergindo em outros aspectos, foram unânimes em considerar os apêndices petalóides presentes no gênero *Barbacenia* (sensu Vandelli), como sendo "filetes achatados". Mais recentemente, Noher de Halac & Cocucci (1971) afirmaram que tais estruturas representam uma soldadura de estaminódios enquanto que Menezes (1970 e 1973) estabeleceu tratarem-se de lobos de uma *corona*, portanto, apêndices de tépalas, como em *Narcissus*, gênero da família Amaryllidaceae. Tal resultado acrescido da verificação de aspectos anatômicos peculiares, conduziu à criação de duas subfamílias: Velloziioideae, cujos gêneros não apresentam *corona*, e Barbaceniioideae N. Menezes, cujos gêneros apresentam *corona* (Menezes, 1970, 1971b e 1973). A subfamília Velloziioideae, ficou constituída por dois gêneros: *Xerophyta*, cujas flores apresentam 6 estames e *Vellozia*, com 9 ou mais estames. Por outro lado, a subfamília Barbaceniioideae também ficou constituída por dois gêneros: *Aylthonia*, cujas espécies apresentam o tubo da corola (hipanto) mais de duas vezes o comprimento do ovário e estigma capitado; *Barbacenia*, com o tubo da corola até duas vezes o comprimento do ovário e o estigma clavado. (Se o tubo da corola for mais longo que o ovário, o estigma nunca é capitado).

A presença, em folhas de Velloziaceae, de um sistema responsável pela translocação de água e solutos do feixe vascular para o mesófilo, e vice-versa, já foi anteriormente notificada (Warming, 1893; Holm, 1895; Diogo, 1926; Menezes, 1970 e 1971a). Menezes (1970 e 1971a) denominou os elementos xilemáticos formadores de tal sistema, de *traqueídes de transfusão*. Para Ayensu (1968 e 1969) tais elementos constituem parte do protoxilema. Menezes (1970 e 1971a) demonstrou no entanto, serem tais elementos vasculares integrantes do metaxilema do feixe fibro-vascular da folha.

Constatou-se que esses elementos vasculares em *Vellozia* estendem-se lateralmente e estão em contacto com a bainha do feixe (Warming, 1893; Diogo, 1926 e Menezes, 1970 e 1971a *). Warming (1893) referiu-se à esta bainha como sendo de natureza endodérmica, fato este posteriormente confirmado por Menezes (1970 e 1971a).

Pretende-se, agora, demonstrar que traqueídes de transfusão não só também estão presentes em *Barbacenioideae*, mas, que se trata de estruturas com origem e posição perfeitamente definidas no traço foliar.

Warming (1893) referindo-se ao arranjo especial do lenho nos feixes fibrovasculares em folha de Velloziaceae, afirmou: "... entre les *Barbacenia* e les *Vellozia* il existe une différence en ce que, chez les premiers, les deux ailes du V sont séparé de l'endoderme par une rangée simple et courte de cellules à parois minces, à lumen large... tandis que, chez les *Vellozia*, les ailes touchent directement à la gaine endodermique" (Warming, l.c. pg. 78). Portanto para o referido autor, a bainha do feixe em *Barbacenia*, correspondente à subfamília *Barbacenioideae* N. Menezes, seria endodérmica, separada de expansões laterais do xilema por células cuja natureza não esclareceu.

O presente trabalho se propõe, também, a estabelecer a verdadeira identidade da bainha do feixe fibrovascular em *Barbacenioideae*.

Pretende-se, ainda, chamar a atenção para o mesófilo das folhas nos dois gêneros desta subfamília. Tem sido uma constante entre os autores apresentar as espécies do gênero *Barbacenia* (*sensu* Vandelli) como possuidoras de folhas isolaterais (Warming, 1893; Holm, 1895 e Ayensu, 1968, 1969, 1973a e 1973b).

Recentemente, Ayensu (1974) apresentou uma descrição da anatomia da folha de 32 espécies de *Barbacenia* (*sensu* Vandelli) das quais as incluídas em sua subchave III apresentam, quase todas, mesófilo dorsiventral. Nesse mesmo trabalho, o autor admite a existência de cristal apenas em uma espécie, também pertencente à mesma subchave.

* O trabalho já estava no prelo, quando as novas combinações (Menezes, 1971b) foram feitas. Desta maneira, o que foi apresentado para o gênero *Vellozia* é válido para a subfamília *Vellozioidae*.

MATERIAL E MÉTODOS

a) Material estudado: *Barbacenia brasiliensis* Willd. (S. F. Glassmann e J. C. Gomes Jr. s/n SP 107866); *B. conicostigma* Goeth. & Henr. (N. Menezes, 15); *B. flava* * Mart. ex Schult.; *B. foliosa* Goeth. & Henr. (Cultivada no Centro de Conservação da Natureza — Tijuca — Rio de Janeiro); *B. gaveensis* * Goeth. & Henr.; *B. gounelleana* Beauv. (Lydia Behar, s/n. Prateleiras do Itatiaia, setembro, 1972); *B. involucrata* * L. B. Smith; *B. irwiniana* * L. B. Smith; *B. longiscapa* * Goeth. & Henr.; *B. purpurea* Hook (Margarete Emmerich, s/n. Pão de Açúcar, Rio de Janeiro, setembro de 1970); *B. rubrovirens* Mart. (N. Menezes 47); *B. selovii* * Goeth. & Henr.; *B. spectabilis* L. B. Smith, inédito *** (N. Menezes, 57); *B. squamata* Herb., F. C. Hoehne, s/n SP 24911); *B. stenophylla* Goeth. & Henr. (Coutinho & N. Menezes, 377); *Aylthonia blackii* * (L. B. Smith) N. Menezes; *A. excapa* ** (Mart.) N. Menezes (Mello Barretto 9986); *A. gentianoides* * (L. B. Smith) N. Menezes; *A. luzulaefolia* (Mart.) N. Menezes (J. Bruno de Godoy s/n SP 8405); *A. macrantha* * (Lem.) N. Menezes; *A. magalhaesii* * (L. B. Smith) N. Menezes; *A. plantaginea* (L. B. Smith) N. Menezes 129); *A. tomentosa* ** (Mart.) N. Menezes (Löefgren & Edwall 2198); *A. tricolor* (Mart.) N. Menezes (N. Menezes 115).

Os ápices vegetativos foram fixados em FAA-50 (Johansen, 1940) e incluídos em parafina, segundo técnicas usuais. As folhas foram cortadas à mão livre (material fresco e material fixado em álcool 70%).

Nota: Todas as espécies não marcadas estão depositadas no Herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP.

RESULTADOS

As folhas das espécies examinadas pertencentes ao gênero *Barbacenia* (*B. brasiliensis*, *B. conicostigma*, *B. flava*, *B. foliosa*, *B. gounelleana*, *B. involucrata*, *B. irwiniana*, *B. longiscapa*, *B. purpurea*, *B. rubrovirens*, *B. selovii*, *B. squamata* e *B. stenophylla*) mostraram uma estrutura correspondente a *B. spectabilis*, representada nas figuras 1-3 e a *B. gaveensis*, nas figuras 67 e 68. Destacam-se os seguintes aspectos: folha isolateral, com o parênquima aquífero (PA) constituindo grande parte do mesófilo, e presença de numerosos feixes fibro-vasculares. Nestes feixes, o xilema apresenta uma disposição muito característica, com o metaxilema formando duas expansões laterais (figs. 2, 3, 67 e 68, Tt) em direção às células com cloroplastos da bainha (B) do feixe, sem, no entanto, tocá-la. Tais elementos estão diretamente relacionados com células de paredes finas (figs. 3 e 68, Cp). Há estômatos nas duas superfícies.

* Plantas cultivadas no Departamento de Botânica. Universidade de São Paulo.

** Plantas depositadas no Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

*** Informação Pessoal.

As espécies pertencentes ao gênero *Aylthonia* (*A. blackii*, *A. excarpa*, *A. luzulaefolia*, *A. macrantha*, *A. magalhaesii*, *A. plantaginea*, *A. tomentosa* e *A. tricolor*) mostram uma estrutura foliar correspondente a *A. gentianoides*, representada nas figuras 4 e 5. A folha é nitidamente dorsiventral, apresentando numerosos feixes fibro-vasculares. (A disposição dos tecidos vasculares é a mesma observada em *Barbacenia*). Nota-se que quase todas as células do mesófilo apresentam, no seu interior, uma pequena drusa. O parênquima aquífero é constituído por células isoladas (fig. 5, PA). Embora não esteja representado, há estômatos nas duas superfícies. Na figura 4 estão indicadas saliências na superfície adaxial, cujo detalhe é mostrado pela figura 9. Tratam-se de estruturas glandulares, tricomas plurisseriados, embora curtos, cujas células também apresentam drusas. Tal tipo de tricoma só foi observado em *A. gentianoides* e *A. magalhaesii*. Nas demais *Aylthonia* (mesmo outras que não foram relacionadas neste trabalho), com exceção de *A. plantaginea*, encontram-se tricomas como os de *A. blackii* (figs. 6, 7 e 8). São formados por células de paredes finas e conteúdo que indica natureza glandular. Há, também, drusas nas células terminais. (Em *A. gentianoides* e *A. magalhaesii* ocorrem também tricomas como o tipo representado na figura 8, embora muito esparsos).

As figuras 10 e 66, correspondentes ao caule de *B. spectabilis* e figura 65, ao caule de *B. purpurea*, mostram uma estrutura comum a todas Barbacenioidae: há uma confluência entre as fibras de feixes vizinhos de um mesmo nível ou de níveis diferentes (confluência oblíqua). Verifica-se que apenas os feixes correspondentes aos traços foliares apresentam protoxilema e protofloema (figs. 10-13, Tf e 66). Os feixes caulinares são formados unicamente por metaxilema e metafloema (figs. 10, 11, 13, Fc e 65).

O deslocamento de um traço foliar, equivalente ao indicado pelo número 3 na figura 10, está representado na seqüência de figuras 14-24. Durante esse processamento, ocorre um afastamento entre as fibras que estão na direção do seu trajeto (figs. 14-17). À medida que o traço se aproxima da endoderme do caule (EN), parte do metaxilema sofre divergência (figs. 16-22, MxD) ligando-se ao metaxilema dos feixes caulinares situados, nas figuras, à direita e à esquerda do traço. No nível em que o traço já está bem próximo da endoderme (fig. 21), aparecem novos elementos vasculares, indicados pelas letras Tt. A figura 24 apresenta o traço foliar já na região cortical, envolvido pela sua endoderme (fig. 21, ENF). Com as figuras 25 a 43 verifica-se, em detalhe, o deslocamento de um traço foliar desde o momento em que aparecem novos elementos vasculares (figs. 25-1, 26-2 e 27-3). Nota-se que o periciclo (PR) até o nível indicado pela figura 43, não sofre alteração e também, que há um progressivo aumento dos novos elementos vasculares. Percebe-se, pelas figuras 25 e 43, que tais elementos correspondem ao metaxilema e se formam em posição relativamente distante do protoxilema.

Com a seqüência 44-49, verifica-se que no local em que, ao nível da figura 40 há periciclo (PR), nos níveis indicados pelas figuras 45-49

aparecem ainda, outros elementos vasculares. Tais elementos (figs. 46-49, Tt) colocam o restante do xilema em contato com a endoderme do traço foliar (fig. 49, ENF). A observação da figura 49 permite, também, perceber a acomodação das células do parênquima cortical em torno da endoderme foliar (fig. 49, B).

A seqüência 51-64 permite acompanhar, durante o deslocamento do traço, a aquisição de sua própria endoderme (fig. 54, ENF), após ultrapassar a endoderme do caule (EN) e atingir o córtex. Nos níveis indicados pelas figuras 60 e 64, percebe-se que começa a haver uma acomodação de células do córtex em torno da endoderme. Tal tendência está bem nítida ao nível da figura 64 na qual estas células já constituem uma bainha parenquimática (B). Ainda com a observação das figuras 60, 62 e 64 pode-se perceber o aparecimento de células espessadas na região correspondente à endoderme, e internamente a ela. (Por ter sido intenção da autora desenhar o mesmo traço foliar, no nível indicado pela figura 64, as células endodérmicas não se mostram tão espessadas como no nível indicado pela figura 62, porque o traço já está em posição mais próxima do ápice vegetativo, região esta de tecidos menos diferenciados).

DISCUSSÃO

Verificou-se em Barbacenioidae, nos feixes fibrovasculares de suas folhas, a presença de *traqueídes de transfusão* (figs. 2, 3, 5, 67 e 68 Tt) na mesma posição (nos flancos do feixe) e com as mesmas características que em Vellozioidae (Menezes, 1970 e 1971a), cujas relações com as traqueídes de transfusão que ocorrem em Gymnospermae já foram discutidas (Menezes, l.c.). Da mesma maneira que em Vellozioidae, em Barbacenioidae os feixes, caulinares são formados unicamente de metaxilema e metafloema. Apenas os feixes que representam traços de folha apresentam, também, protoxilema e protofloema. Além do mais, assim como em Vellozioidae (Menezes, 1970 e 1971a) formam-se também, durante o deslocamento do traço foliar em direção à córtex (figs. 10-20) as pontes de metaxilema, isto é, porções de metaxilema que se deslocam dos traços foliares (figs. 12-14 e 18, Mxd) e se unem aos feixes caulinares. Este mesmo aspecto já foi verificado por Zimmermann & Tomlinson (1965, 1968) e Tomlinson & Zimmermann (1966) em caules de Juncaceae e Palmae.

Da mesma maneira que em Vellozioidae (Menezes, 1970 e 1971a) as traqueídes de transfusão em Barbacenioidae somente aparecem no traço foliar quando este está próximo da endoderme (fig. 21). Enquanto o traço foliar não atinge o córtex (figs. 21-39) as traqueídes originam-se unicamente do procâmbio. O periciclo é o tecido que permanece em contato com os novos elementos vasculares e somente após o traço ultrapassar o cilindro de esclerênquima (figs. 40-46) é que aparecem novas traqueídes, de origem pericíclica. Estas traqueídes é que irão estabelecer o contato entre o xilema e a endoderme. Em Gimnospermas que apresentam endoderme, no feixe vascular de suas

folhas, as traqueídes de transfusão são de origem pericíclica (Takeda, 1913). Em Velloziaceae, somente as últimas que aparecem se originam deste tecido.

Enquanto que em Vellozioidae o traço foliar dirige-se para a folha com o feixe fibrovascular envolvido por uma única bainha, a endoderme (Menezes, 1970 e 1971a), em Barbacenioidae verifica-se que antes do traço abandonar o córtex (figs. 47-60) vai ocorrendo um espessamento das células endodérmicas. Concomitantemente com este espessamento ocorre uma acomodação de células do parênquima cortical em torno da endoderme. Quando o traço passa para o interior da folha, o faz envolvido por duas bainhas: uma interna, endodérmica e outra externa, de origem e natureza parenquimática. Nas figuras 2, 3 e 5 verifica-se a existência de cloroplastos na bainha (B) parenquimática.

O espessamento das células endodérmicas progride durante o deslocamento do traço no córtex, de tal modo que, ao passar para o interior da folha, o traço foliar apresenta quase todas as células endodérmicas espessadas, com exceção das que estão em contato com as traqueídes de transfusão. Por analogia com o que ocorre em Vellozioidae (Menezes, 1970 e 1971a), grupo no qual se optou pela terminologia proposta por Van Abbema (1934) em *Cycas*, decidiu-se chamar estas células endodérmicas não espessadas de “células de passagem”.

Em Gramineae, Schwendener (1890) usou a denominação “bainha mestomática” para a bainha endodérmica, uma vez que neste grupo de plantas ocorre, também, uma bainha dupla.

Num estudo comparado entre a bainha do feixe fibrovascular em folha de Velloziaceae e em folha de Gramineae conclui-se que, não apenas Barbacenioidae, mas também Vellozioidae apresentam “bainha mestomática”, embora apenas Barbacenioidae possua bainha dupla. Tal estudo consta do trabalho “Bainha mestomática em Velloziaceae e suas implicações com a filogenia da família” ora em fase de conclusão.

Warming (1893), referindo-se à *Barbacenia* (*sensu* Vandelli), ao salientar que . . . “em *Barbacenia* os braços do V não tocam a endoderme, mas estão em contato com células de paredes finas . . .” naturalmente não percebeu que neste grupo de plantas ocorre uma bainha dupla e que na realidade os “braços do V”, aqui denominados traqueídes de transfusão, tocam as células de passagem da endoderme. Apenas não estão relacionadas diretamente com a bainha parenquimática (que se origina do meristema fundamental).

Chama-se a atenção, ainda, para a diferença entre o mesófilo das espécies pertencentes ao gênero *Barbacenia* (fig. 2) e das espécies pertencentes ao gênero *Aylthonia* (fig. 5). Embora os autores sempre tenham se referido a *Barbacenia* (*sensu* Vandelli) como tendo o mesófilo isolateral (Warming, 1893; Holm, 1895 e Ayensu, 1968, 1969, 1973a e 1973b). Verificou-se que as espécies de *Aylthonia* apresentam-no tipicamente dorsiventral. Todas as espécies do gênero *Ayltho-*

nia, na chave proposta por Ayensu (1974) estão incluídas na subchave III do gênero *Barbacenia* (*sensu* Vandelli). Das 15 espécies dessa subchave, duas pertencem ao gênero *Barbacenia* do sistema de classificação proposto por Menezes (1970 e 1971b): *Barbacenia conicostigma* e *B. rubrovirens*; quatro espécies (*B. nana*, *B. riedeliana*, *B. fragans* e *B. gardneri*) não são conhecidas pela autora mas, a julgar pelas fotos apresentadas, acredita-se que pelo menos *B. fragans* e *B. nana* devam pertencer ao gênero *Aylthonia*. As 9 outras espécies dessa subchave, num total de 15, pertencem ao gênero *Aylthonia*. Destas apenas uma (*Aylthonia viscosissima* (L. B. Smith) N. Menezes) é referida como tendo mesófilo isolateral.

Outro aspecto característico de todas as espécies de *Aylthonia* examinadas (relacionadas ou não neste trabalho) é a presença de drusas em quase todas as células do mesófilo (fig. 5 Dr). Estes cristais estão também presentes em tipos especiais de tricomas que apenas este grupo de espécies apresenta. Ayensu (1974) refere-se à presença de cristal em apenas *Barbacenia blackii* L. B. Smith [segundo Menezes (1970 e 1971b). *Aylthonia blackii* (L. B. Smith) N. Menezes]. No entanto, 8 das espécies de *Aylthonia* aqui relacionadas como possuidoras de cristal constam do trabalho de Ayensu (1974).

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri, por ter aceito a responsabilidade de orientador da Tese de doutoramento da qual foi extraído o presente trabalho.

Aos amigos Dr. Leopoldo Magno Coutinho, Dra. Margarete Emmerich e da Mestre Lydia Behar, pela colaboração na aquisição de algumas das espécies estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYENSU, E. S. — 1968 — The anatomy of *Barbaceniopsis*, a new genus recently described in the Velloziaceae. *Am. J. Bot.* 55:399-405.
- AYENSU, E. S. — 1969 — Leaf-anatomy and systematics of old world Velloziaceae. *Kew Bull.* 23(2):315-335.
- AYENSU, E. S. — 1973a — Phytogeography and evolution of the Velloziaceae. In Meggers, B. J. et al., *Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A Comparative Review*. Washington, D.C., Smithsonian Institution Press, pgs. 105-119.
- AYENSU, E. S. — 1973b — Biological and morphological aspects of the Velloziaceae. *Biotropica* 5(3):135-149.
- AYENSU, E. S. — 1974 — Leaf anatomy and systematics of new world Velloziaceae. *Smithsonian Contributions to Botany* 15:1-125.
- BAKER, J. G. — 1898 — *Vellozia*. In Thiselton-Dyer. *Fl. Trop. Africa* 7:408-13.
- BENTHAM, G. & HOOKER, J. D. — 1883 — Velloziaceae. *Gen. Pl.* 3(2):739-740.

- DIOGO, J. C. — 1926 — As folhas das vellozias e seu aparelho regulador da transpiração. Arch. Mus. Nac. Rio de Janeiro 28:19-41.
- DON, D. — 1830 — Observations on the affinities of *Vellozia Barbacenia*. Edinburg New Phil. J. 8:164-6.
- ENDLICHER, S. L. — 1857 — Velloziaceae. Gen. Pl. 1(3):172-3.
- HOLM, T. — 1895 — Noteworthy anatomical and physiological researches. Anatomy of Velloziae. Bot. Gaz. 20:111-112.
- HUTCHINSON, J. — 1959 — The families of flowering plants. II. Monocotyledons. 2nd edition, Clarendon Press, Oxford.
- JOHANSEN, D. A. — 1940 — Plant microtechnique. New York. McGraw-Hill.
- MARTIUS, C. F. P. — 1823 — *Barbacenia* Van. Nov. Gen. & Sp. 1:17.
- MENEZES, N. L. — 1970 — Aspectos anatômicos e a taxonomia da família Velloziaceae. (Tese, Instituto de Biociências, Univ. São Paulo).
- MENEZES, N. L. — 1971a — Traqueídes de transfusão no gênero *Vellozia*. Ciênc. Cult. 23:389-409.
- MENEZES, N. L. — 1971b — New taxa and new combinations in Velloziaceae. Ciênc. Cult. 23:421-2.
- MENEZES, N. L. — 1973 — Natureza dos apêndices petalóides em Barbacenioideae (Velloziaceae). Bol. Zool. e Biol. Mar., N.S. 30:713-755.
- NOHER DE HALAC, R. I. & COCUCCI, A. E. — 1971 — Sobre la naturaleza de los "Apêndices Petaloídes" em *Barbacenia purpurea* (Velloziaceae). Kurtziana 6:265-269.
- PAX, F. — 1930 — Velloziaceae. In: Engler, A. & Prantl, K. eds. Naturl. Pfl. Fam. 2a. aufl. Leipzig, Verlag van Vilheilm Engelmann, 15a:431-4.
- SEUBERT, M. — 1847 — Velloziaceae. In: Martius, C. F. P. & Eichler, A., eds. Fl. Brasiliensis 3(1):65-84.
- SCHWENDENER, S. — 1890 — Die mestomscheiden der Gramineenblätter. Sitzber. Akad. Berlin 22:405-446.
- SMITH, L. B. — 1962 — A synopsis of the American Velloziaceae. Contr. U. S. Nat. Herb. 35:215-292.
- TAKEDA, H. — 1913 — Some points in the anatomy of the leaf of *Welwitschia*. Ann. Bot., N. S. VI:245-282.
- TOMLINSON, P. B. & ZIMMERMANN, M. H. — 1966 — Anatomy of the palm *Rhapis excelsa*. II. Rhizome. J. Arnold Arbor. 47:248-261.
- VAN ABBEMA, T. — 1934 — Das transfusions-gewebe in den Blateern der Cycadines. Ginkgoinae und Coniferae. Travaux Botaniques Neerlandais 31:310-390.
- VANDELLI, D. — 1788 — *Barbacenia*. Fl. Lusit. Bras. Specim. p. 21, t. 1.
- WARMING, E. — 1893 — Note sur la biologie et l'anatomie de la feuille des Velloziacées. Overs. K. danske Vidensk. Selsk. Forth. pgs. 57-100.
- ZIMMERMANN, M. H. & TOMLINSON, P. B. — 1955 — Anatomy of the palm *Rhapis excelsa*. I: Mature vegetative axis. J. Arnold Arbor. 46:160-180.

ZIMMERMANN, M. H. & TOMLINSON, P. B. — 1968 — Vascular construction and development in apex of vegetative serial stem of *Prionium* (Juncaceae). *Am. J. Bot.* 55:1100-1109.

Barbacenia spectabilis

Fig. 1 — Diagrama de um corte transversal da folha. Notam-se numerosos feixes fibrovasculares (FB), com o esclerênquima (ES) em duas posições. (PA = parênquima aquífero).

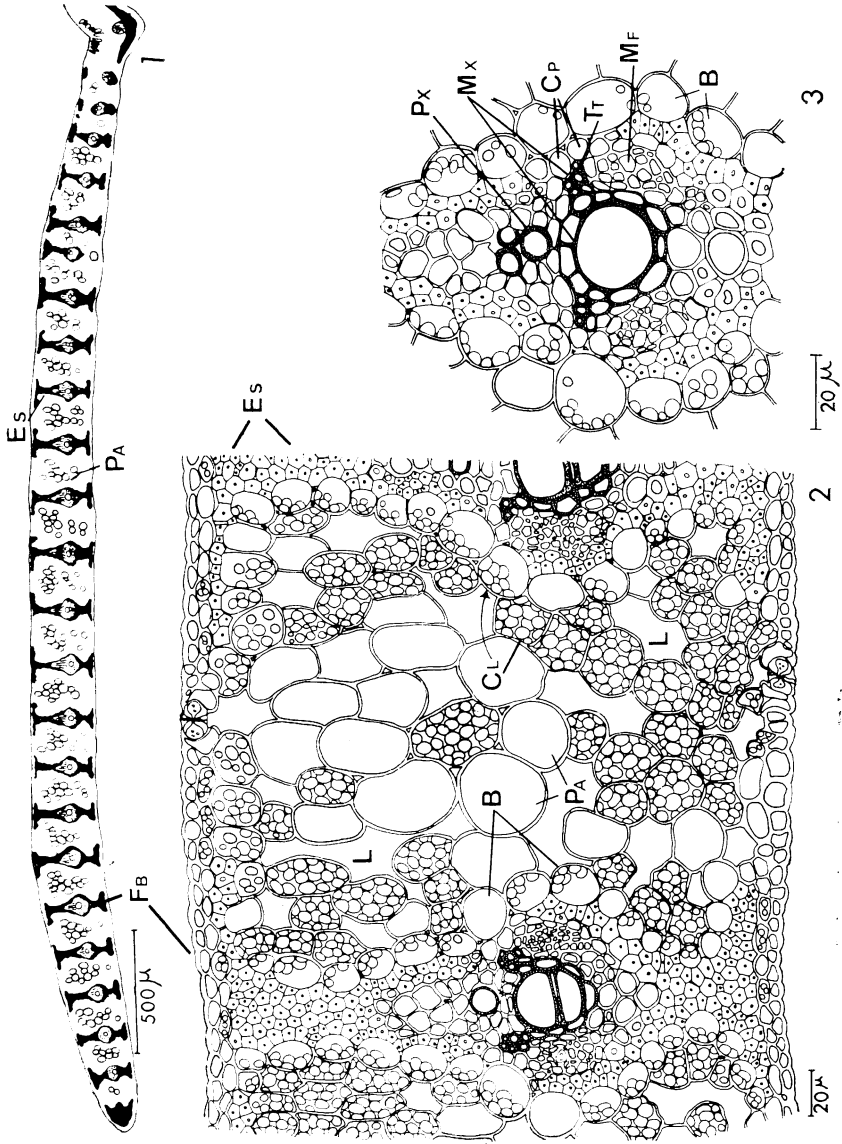
Fig. 2 — Detalhe de uma região da folha em corte transversal. Nota-se que as células com cloroplasto (CL) que não pertencem à bainha do feixe (B), não se organizam em parênquimas palissádico e lacunoso. O parênquima aquífero (PA) representa grande parte do mesófilo. Notam-se estômatos nas duas superfícies. (Es = esclerênquima; L = lacuna).

Fig. 3 — Feixe fibrovascular: protoxilema (Px), o metaxilema (Mx) com as traqueídes de transfusão (Tt) constituindo duas expansões laterais, a bainha do feixe com cloroplastos (B) e células de paredes finas situadas entre as traqueídes de transfusão e as células com cloroplasto da bainha do feixe (Cp = célula de passagem; Mf = metafloema).

Fig. 1 — Diagram of a cross section of the leaf. Several fibrovascular bundles (FB) are noted, with the sclerenchyma (ES) in two positions. (PA = water-storage parenchyma).

Fig. 2 — Details of a region of the leaf in cross section. One observes that the cells with chloroplasts (CL) that do not belong to the bundle sheath (B) are not organized as a palisade and a spongy parenchyma. The water-storage parenchyma (PA) forms most of the mesophyll. Stomata are seen on both leaf surfaces. (Es = sclerenchyma; L = intercellular space).

Fig. 3 — Details of a region of the fibrovascular bundle in which the following aspects are observed: the position of the protoxylem (Px), the metaxilem (Mx) with transfusion tracheids (Tt) forming two lateral expansions, the bundle sheath with chloroplasts (B) and thin-walled cells situated between the transfusion tracheids and the cells of the bundle sheath with chloroplasts (Cp = passage cell; Mf = metaphloem).



Aylthonia gentianoides

Fig. 4 — Diagrama de um corte transversal da folha com numerosos feixes fibrovasculares. As setas indicam tricomas correspondentes à figura 9. (Es = esclerênquima).

Fig. 5 — Detalhe de uma região da folha em corte transversal. As células com cloroplastos (CL) que não pertencem à bainha do feixe (B) organizam-se com parênquimas palissádico e lacunoso; as células do parênquima aquífero (PA) apresentam-se espalhadas no mesófilo. Nota-se uma pequena drusa (DR) no interior de quase todas as células do mesófilo. Nota-se ainda, uma hipoderme (HI) aquífera e estômato apenas na superfície abaxial. (CP = célula de passagem; Es = esclerênquima; L = lacuna; Mf = metafloema; Mx = metaxilema; Px = protoxilema; Tt = traqueide de transfusão).

Fig. 6 — *Aylthonia blackii* — Tricoma plurisseriado, pertencente à epiderme de folha. (CL = células com cloroplastos).

Fig. 7 — *Aylthonia blackii* — Extremidade do tricoma representado na figura 6. Notam-se drusas (DR) nas células apicais de natureza glandular.

Fig. 8 — *Aylthonia blackii* — Tricoma bisseriado, da epiderme foliar. (DR = drusas).

Fig. 9 — *Aylthonia gentianoides* — Tricoma curto, com células de natureza glandular, constituído por células epidérmicas e hipodérmicas. (DR = drusa).

Fig. 4 — Diagram of a cross section of the leaf. Numerous fibrovascular bundles with sclerenchyma (Es) in two positions are observed. The arrows indicate trichomes corresponding to figure 9.

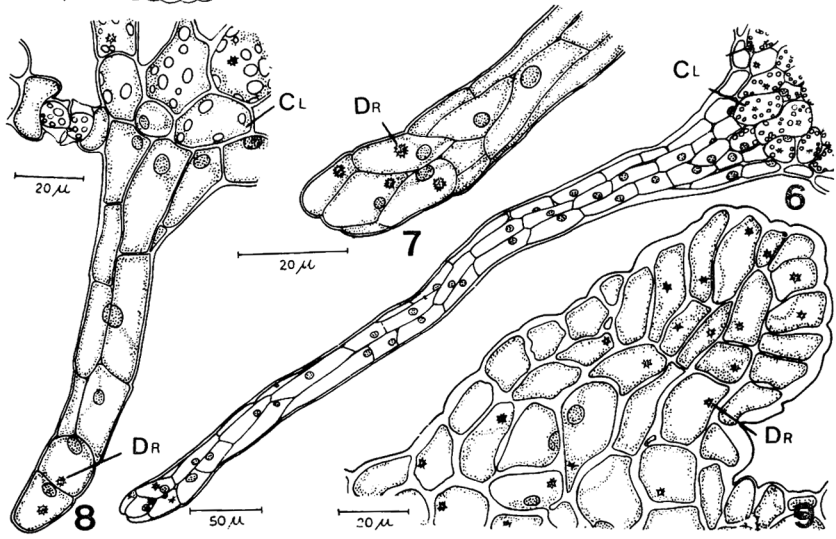
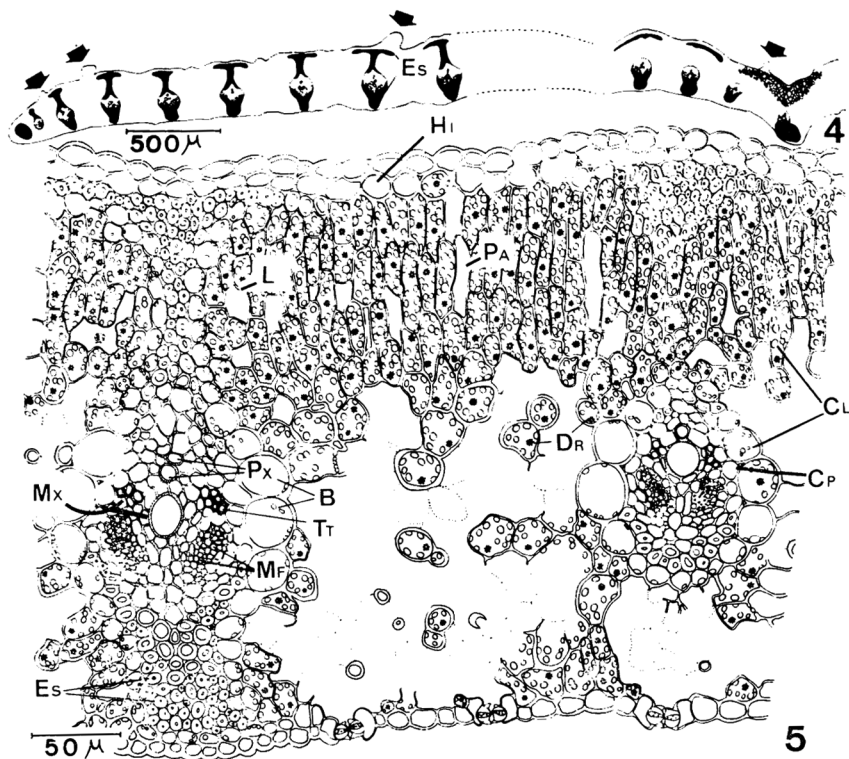
Fig. 5 — Details of a region of the leaf in cross section. One observes that the cells with chloroplasts (CL) that do not belong to the bundle sheath (B) are organized as a palisade and a spongy parenchyma; the cells of the water-storage parenchyma (PA) are seen scattered in the mesophyll. A small druse (DR) is observed in the interior of almost all the mesophyll cells. Furthermore, one observes a hypodermis (HI) and stomata exclusively on the abaxial surface. (CP = passage cell; Es = sclerenchyma; L = intercellular space; Mf = metaphloem; Mx = metaxylem; Px = protoxylem; Tr = transfusion tracheid).

Fig. 6 — *Aylthonia blackii* — Pluriseriated trichome, belonging to the leaf epidermis. (CL = cells with chloroplasts).

Fig. 7 — *Aylthonia blackii* — Tip of the trichome represented in figure 6. Druses may be seen (DR) in the apical cells of glandular nature.

Fig. 8 — *Aylthonia blackii* — Bisseriated trichome. (DR = druse).

Fig. 9 — *Aylthonia gentianoides* — Short trichome, with cells of glandular nature, consisting of epidermal and hypodermal cells. (DR = druse).



Barbacenia spectabilis

Fig. 10 — Seção transversal do caule, na qual se destacam os seguintes aspectos: confluência entre as fibras de esclerênquima (Es) correspondentes a diferentes feixes líbero-lenhosos; existência de feixes que, dos tecidos lenhosos, apresentam apenas metaxilema (Mx) e de feixes que também são formados por protoxilema (Px); presença de um cilindro de esclerênquima (Es) no córtex. (Os feixes indicados pelos números 1, 2 e 3 correspondem, em posição, aos representados pelas figuras 11, 12 e 13, respectivamente. Fc = feixe caulinar; Tf = traço foliar).

Fig. 11 — Detalhe de dois feixes equivalentes aos indicadores pelo número 1 na figura 10. Nota-se o feixe caulinar (Fc) constituído de metaxilema (Mx) e metafloema (Mf), e o traço foliar (Tf) que apresenta, também protoxilema (Px) e protofloema obliterado (Pro).

Fig. 12 — Detalhe de um traço foliar (Tf) equivalente ao indicado pelo número 3 na figura 10. Nota-se um aumento de metaxilema em relação ao traço foliar de posição mais interna representado na figura 11.

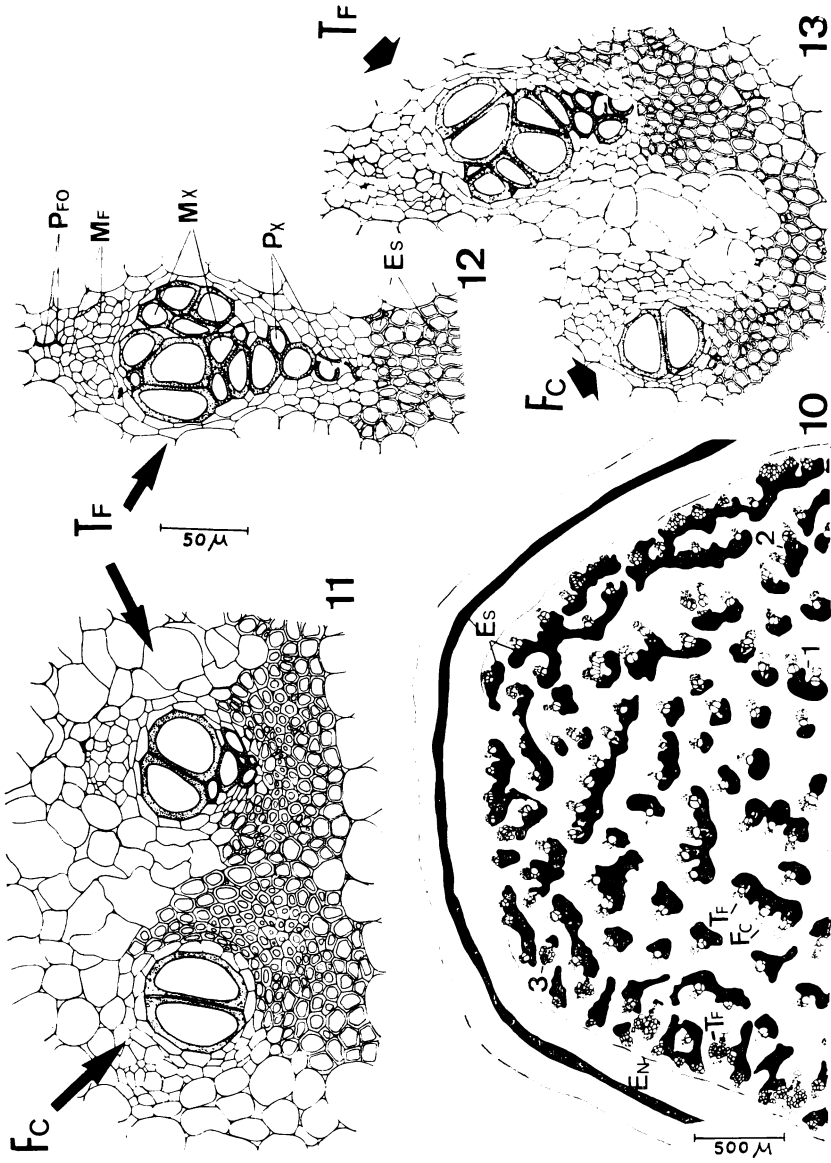
Fig. 13 — Detalhe de dois feixes equivalentes aos indicados pelo número 2 na figura 10. Nota-se um rearranjo dos tecidos vasculares, em relação aos feixes representados na figura 11.

Fig. 10 — Cross section of the stem, in which the following aspects are outstanding: the confluence between the sclerenchyma fibers (Es) corresponding to different vascular bundles; the existence of bundles that, of xylem tissues, only have metaxylem (Mx) and of bundles that are also formed by protoxylem (Px); the presence of a cylinder of sclerenchyma (Es) in the cortex. (The bundles indicated by numbers 1, 2 and 3 correspond, in position, to those represented by figures 11, 12 and 13, respectively. Fc = stem bundle; Tf = leaf trace).

Fig. 11 — Details of two bundles corresponding to those indicated by number 1 in figure 10. The bundle of the stem (Fc) consisting of metaxylem (Mx) and metaphloem (Mf), and the leaf trace (Tf), that also consists of protoxylem (Px) and obliterate protophloem (Pro), may be seen.

Fig. 12 — Details of a leaf trace (Tf) corresponding to the one indicated by number 3 in figure 10. An increase of metaxylem is noted in relation to the inner leaf trace represented in figure 11.

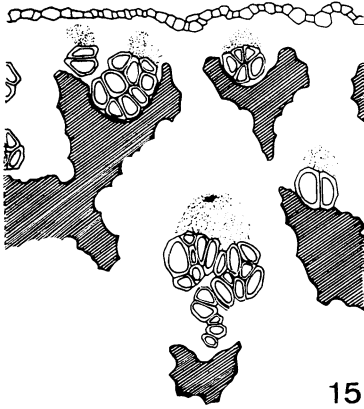
Fig. 13 — Details of two bundles corresponding to those indicated by number 2 in figure 10. A rearrangement of the vascular tissues is noted, in relation to the bundles represented in figure 11.



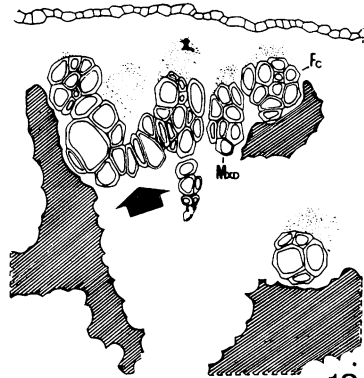
Barbacenia spectabilis

Figs. 14-18 — Sequência de diagramas que mostram o trajeto de um traço foliar (Tr) deslocando-se em direção à endoderme do caule (EN). A posição relativa do traço, no caule, é equivalente à indicada pelo número 3 na figura 10. Nota-se que há um aumento de elementos de metaxilema (Mx) à medida que o traço se aproxima da endoderme. Nota-se, ainda, que no nível indicado pela figura 16, começa a haver divergência de uma porção do metaxilema (Mx_D) que no nível indicado pela figura 18 já se une ao feixe caulinar, à direita do traço. Neste mesmo nível, a seta indica nova divergência se processando. (Es = esclerênquima; Fc = feixe caulinar; MF = metafloema; Pro = protofloema obliterado; Pq = parênquima; Px = protoxilema).

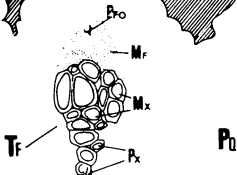
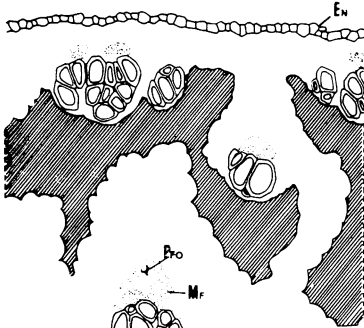
Figs. 14 to 18 — Sequence of diagrams that show the course of a leaf trace (Tr) shifting in the direction of the endodermis of the stem (EN). The relative position of the leaf trace, in the stem, is equivalent to that indicated by number 3 in figure 10. One observes that there is an increase in the metaxylem (Mx) elements as the leaf trace approaches the endodermis. Furthermore, it may be noted that, at the level indicated by figure 16, a portion of the metaxylem (Mx) begins to diverge, which at the level indicated by figure 18 is already united to the bundle of the stem, to the right of the leaf trace. At this same level, the arrow indicates a new divergence taking place. (Es = sclerenchyma; Fc = bundle of the stem; MF = metaphloem; Pro = obliterated protophloem; Pq = parenchyma; Px = protoxylem).



15



18

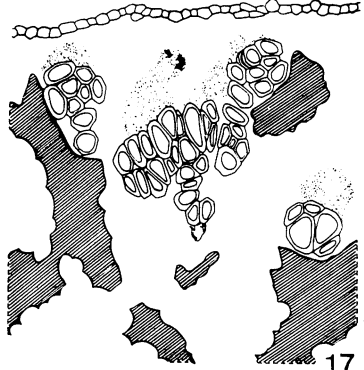


P₁

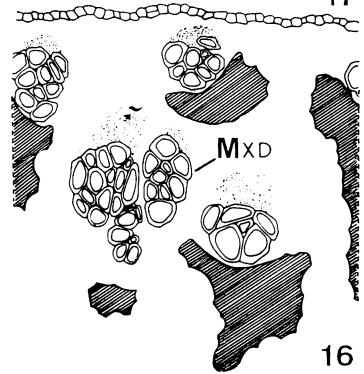


14

200 μ



17

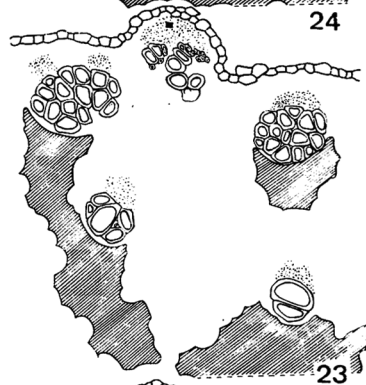
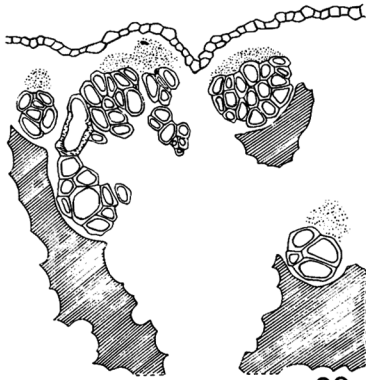
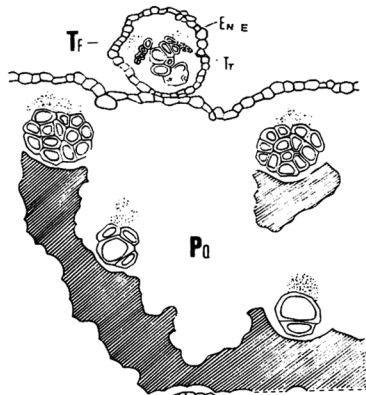
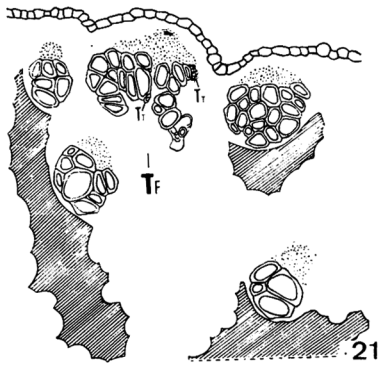


16

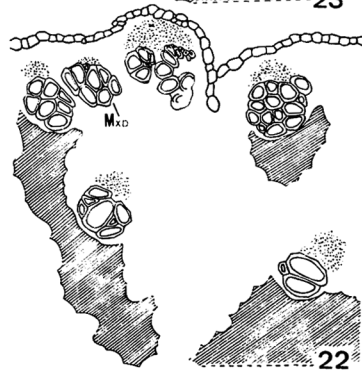
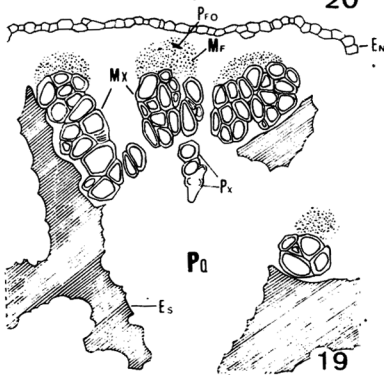
Barbacenia spectabilis

Figs. 19-24 — Seqüência de diagramas mostrando o traço foliar representado nas figuras 14-18, aproximando-se e ultrapassando a endoderme. Nota-se no nível indicado pela figura 21, o aparecimento das traqueídes de transfusão (Tt). Ao nível indicado pela figura 22, verifica-se nova divergência do metaxilema (Mx α), à esquerda do traço. As figuras 22-24 mostram o traço foliar ultrapassando a endoderme do caule (EN) e adquirindo a sua própria. (ENf = endoderme do traço foliar).

Figs. 19-24 — Sequence of diagrams showing the leaf trace, represented in figures 14 to 18, approaching and surpassing the endodermis. At the level indicated by figure 21, may be noted the appearance of the transfusion tracheids (Tt). At the level indicated by figure 22 a new divergence of the metaxylem (Mx α) is seen to take place, to the left of the leaf trace. Figures 22-24 show the leaf trace above the endodermis of the stem (EN) and acquiring its own endodermis. (ENf = endodermis of the leaf trace).



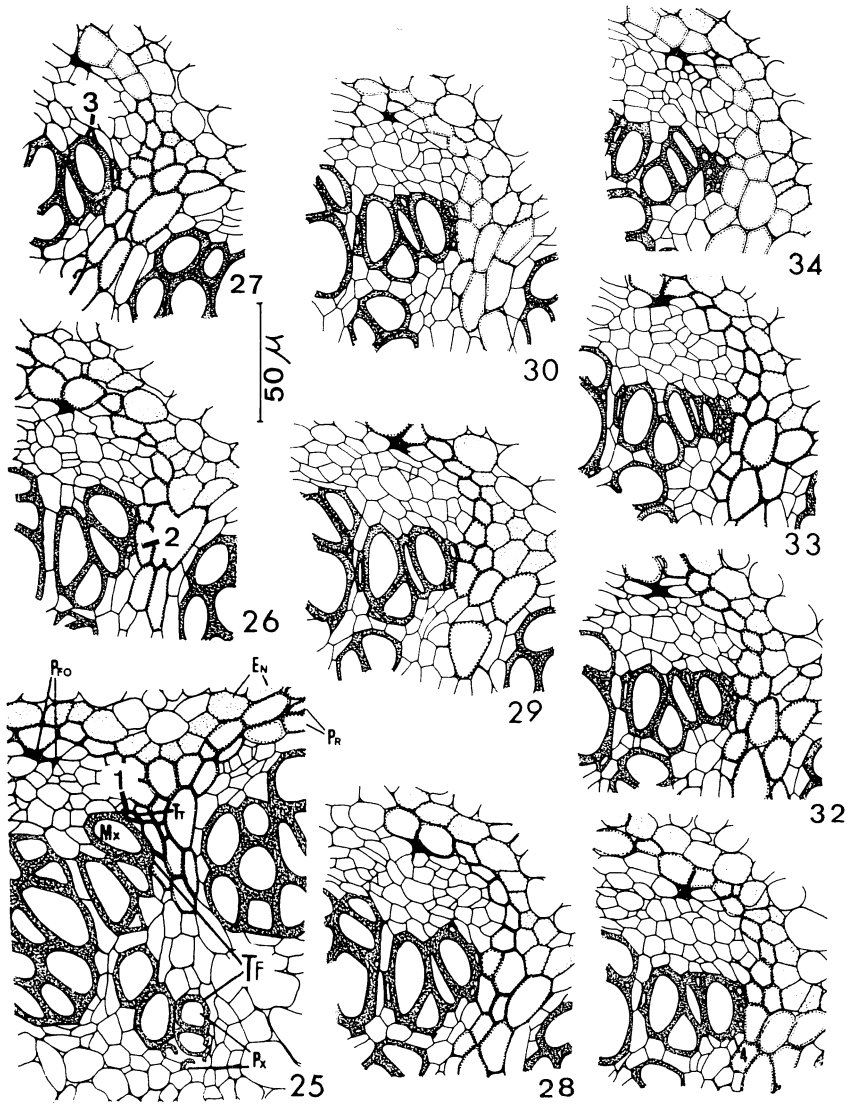
200 μ



Barbacenia spectabilis

Figs. 25-34 — Sequência de detalhes mostrando o aparecimento das traqueídes de transfusão (T_T) no traço foliar. A figura 25 corresponde ao nível em que aparece a primeira traqueíde (1) no trajeto do traço foliar (T_F). Nota-se que o traço está bem próximo à endoderme do caule (E_N). Nos níveis indicados pelas figuras 26 e 27 aparecem, respectivamente, a segunda (2) e a terceira (3) traqueídes. (M_x = metaxilema; P_{fo} = protofloema obliterado; P_r = periciclo; P_x = protoxilema).

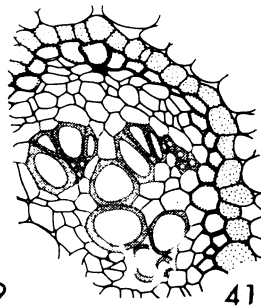
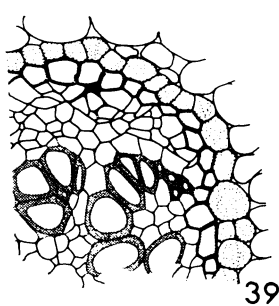
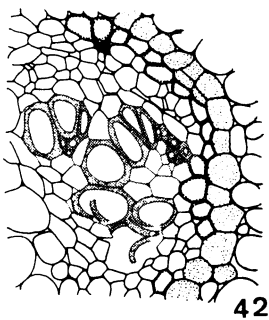
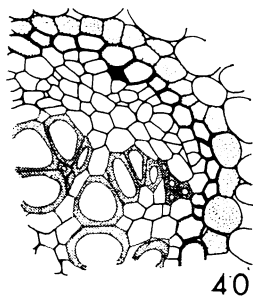
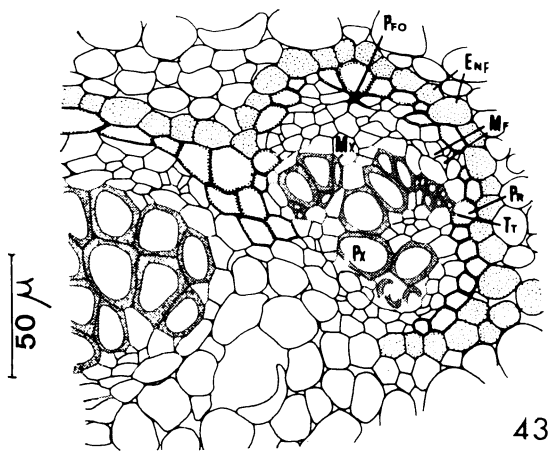
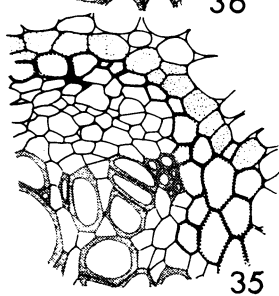
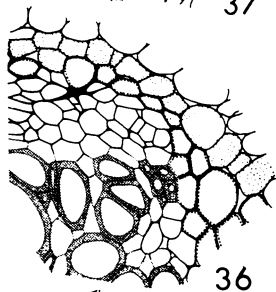
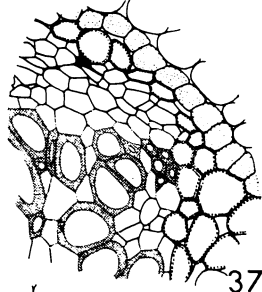
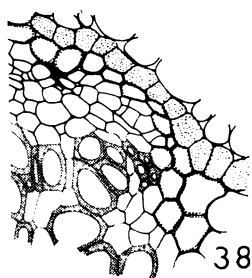
Figs. 25-34 — Sequence of details showing the appearance of the transfusion tracheids (T_T) in the leaf trace. Figure 25 corresponds to the level in which the first tracheid appears in the course of the leaf trace (T_F). One observes that the leaf trace is very near the endodermis of the stem (E_N). As the levels indicated by figures 26 and 27 appear, respectively, the second (2) and the third (3) tracheids. (M_x = metaxylem; P_{fo} = obliterated protophloem; P_r = pericycle; P_x = protoxylem).



Barbacenia spectabilis

Figs. 35-43 — Seqüência de detalhes correspondentes ao mesmo traço foliar representado nas figuras 25-34. Toda a seqüência mostra o aparecimento das traqueídes de transfusão (TT) internamente ao periciclo (PR). (ENF = endoderme do traço foliar; MF = metafloema; MX = metaxilema; PFO = protofloema obliterado; PX = protoxilema).

Figs. 35-43 — Sequence of details corresponding to the same leaf trace represented in figures 25-34. The sequence shows the appearance of the transfusion tracheids (TT) on the inner side of the pericycle (PR). (ENF = endodermis of the leaf trace; MF = metaphloem; MX = metaxylem; PFO = obliterated protofloem; PX = protoxylem).



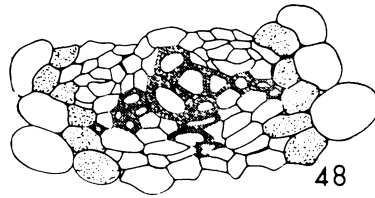
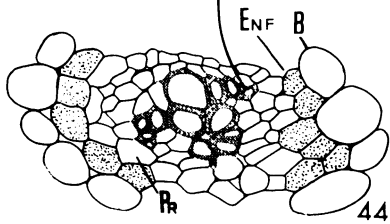
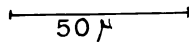
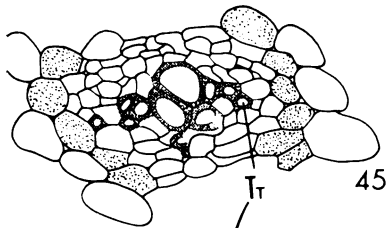
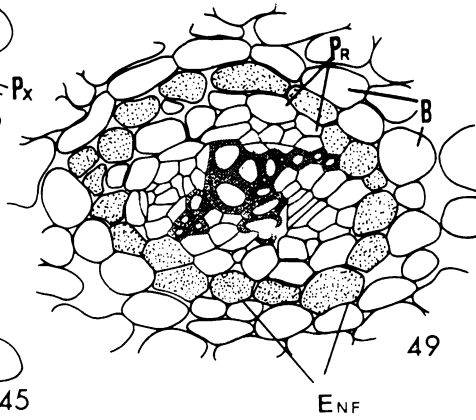
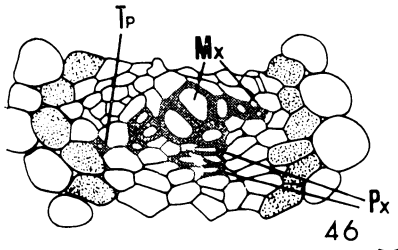
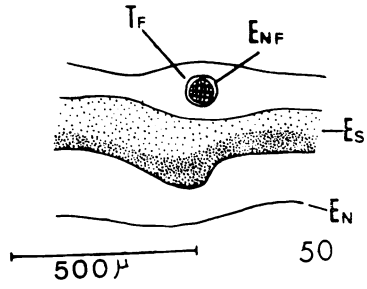
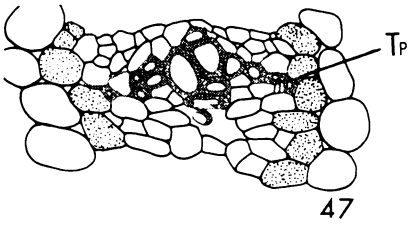
Barbacenia spectabilis

Figs. 44-49 — Sequência de detalhes (com destaque do xilema) de um traço foliar, cuja posição relativa, no caule, está indicada na figura 50. A figura 44 mostra as traqueídes de transfusão (Tt) separadas da endoderme do traço foliar (ENF) por células do periciclo (PR) de paredes finas. Nas figuras 45-47 nota-se o aparecimento de novas traqueídes em posição ocupada, no nível correspondente à figura 44, pelo periciclo. Na figura 49 nota-se uma acomodação de células do parênquima cortical em torno do traço foliar, constituindo uma bainha parenquimática (B). (EN = endoderme do caule; ENF = endoderme do traço foliar; Es = esclerênquima; Mx = metaxilema; Tf = traço foliar).

Fig. 50 — Posição relativa do traço foliar representado nas figuras 44-49 (EN = endoderme do caule; ENF = endoderme do traço foliar; Es = esclerênquima; Tf = traço foliar).

Figs. 44-49 — Sequence of details (with emphasis on the xylem) of a leaf trace, its relative position in the stem being indicated by figure 50. Figure 44 shows the transfusion tracheids (Tt) separated from the endodermis of the leaf trace (ENF) by thin-walled pericycle cells (Pr). In figures 45-47, one observes that new tracheids appear in a position occupied by pericycle in fig. 44; the cortical parenchyma cells cluster around the leaf trace, forming a parenchymatous sheath (B). (EN = endodermis of the stem; ENF = endodermis of the leaf; Es = sclerenchyma; Mx = metaxylem; Tt = leaf trace).

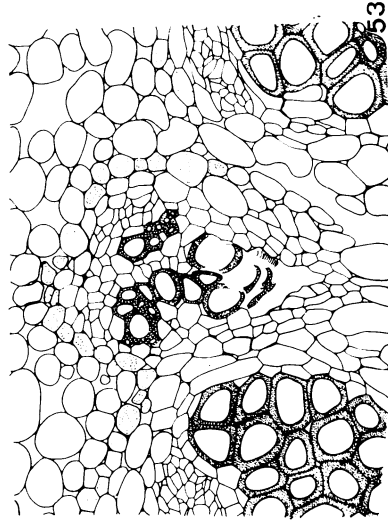
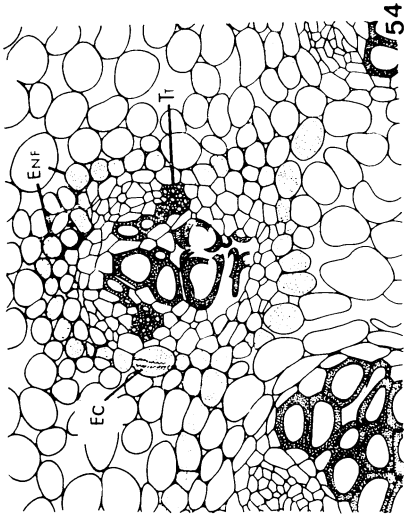
Fig. 50 — Relative position of the leaf trace represented in figures 44-49. (EN = endodermis of the stem; ENF = endodermis of the leaf trace; Es = sclerenchyma; Tf = leaf trace).



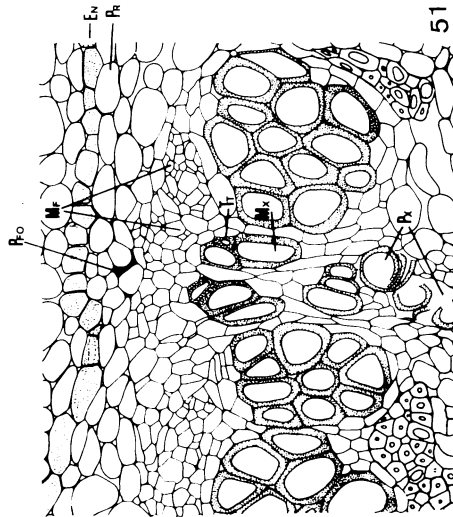
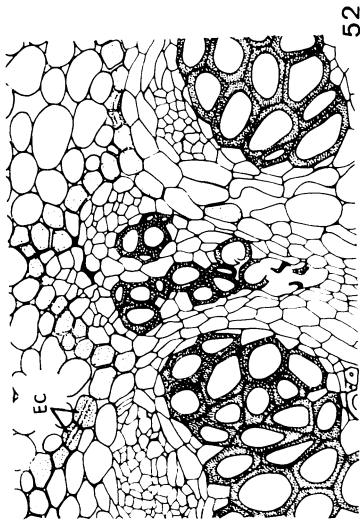
Barbacenia spectabilis

Figs. 51-54 — Sequência de detalhes de um traço foliar deslocando-se em direção ao córtex. Nota-se o aparecimento das traqueídes de transfusão (Tr) e a acomodação de tecidos à medida que o traço alcança e ultrapassa a endoderme do caule (EN). Notam-se estrias de Caspary (Ec) nas células da endoderme. Nota-se, também, que as traqueídes de transfusão estão intimamente relacionadas com o metaxilema (Mx) independentes do protoxilema (Px). (ENF = endoderme do traço foliar; MF = metafloema; PFO = protofloema obliterado; PR = periciclo).

Figs. 51-54 — Sequence of details of a leaf trace shifting towards the cortex. One observes the appearance of the transfusion tracheids (Tr) and the arrangement of tissues as the leaf trace reaches and goes out of the endodermis of the stem (EN). Casparian strips (Ec) are observed in the endodermis cells. Furthermore, one observes that the transfusion tracheids are closely related to the metaxylem (Mx) and independent of the protoxylem (Px). (ENF = endodermis of the leaf trace; MF = metaphloem; PFO = obliterated protophloem; PR = pericycle).



50 μ



Barbacenia spectabilis

Figs. 55-64 — Seqüência de detalhes e diagramas do traço foliar representado nas figuras 51-54 (os diagramas indicam a posição relativa do traço, correspondente a cada detalhe). Nos níveis indicados pelas figuras 56 e 58 percebe-se que o traço foliar está limitado apenas pela endoderme (ENF). Nos níveis indicados pelas figuras 60 e 62 nota-se que há uma acomodação de células do parênquima cortical em torno da endoderme constituindo uma bainha parenquimática (B). Percebe-se, também a presença de células endodérmicas espessadas (CEE) nos níveis correspondentes às figuras 60, 62 e 64. No nível indicado pela figura 64, a bainha parenquimática (B) já está perfeitamente individualizada (EN = endoderme do caule; Es = esclerênquima; MF = metafloema; Mx = metaxilema; Pfo = protofloema obliterado; PR = periciclo; Px = protoxilema; Tf = traço foliar; Tt = traqueíde de transfusão).

Figs. 55-64 — Sequence of details and diagrams of the leaf trace represented in figures 51-54 (the diagrams indicate the relative position of the leaf trace, corresponding to each detail). At the levels indicated by figures 56 and 58 it is noted that the leaf trace is limited only by the endodermis (ENF). At the levels indicated by figures 60 and 62, it may be seen that the cortical parenchyma cells cluster around the endodermis forming a parenchymatous sheath (B). Furthermore, it may be noted the presence of thickened endodermal cells (CEE) at the levels corresponding to figures 60, 62 and 64. At the level indicated by figure 64, the parenchymatous sheath (B) is already perfectly individualized. (EN = endodermis of the stem; Es = sclerenchyma; MF = metaphloem; Mx = metaxylem; Pfo = obliterated protophloem; PR = pericycle; Px = protoxylem; Tf = leaf trace; Tt = transfusion tracheid).

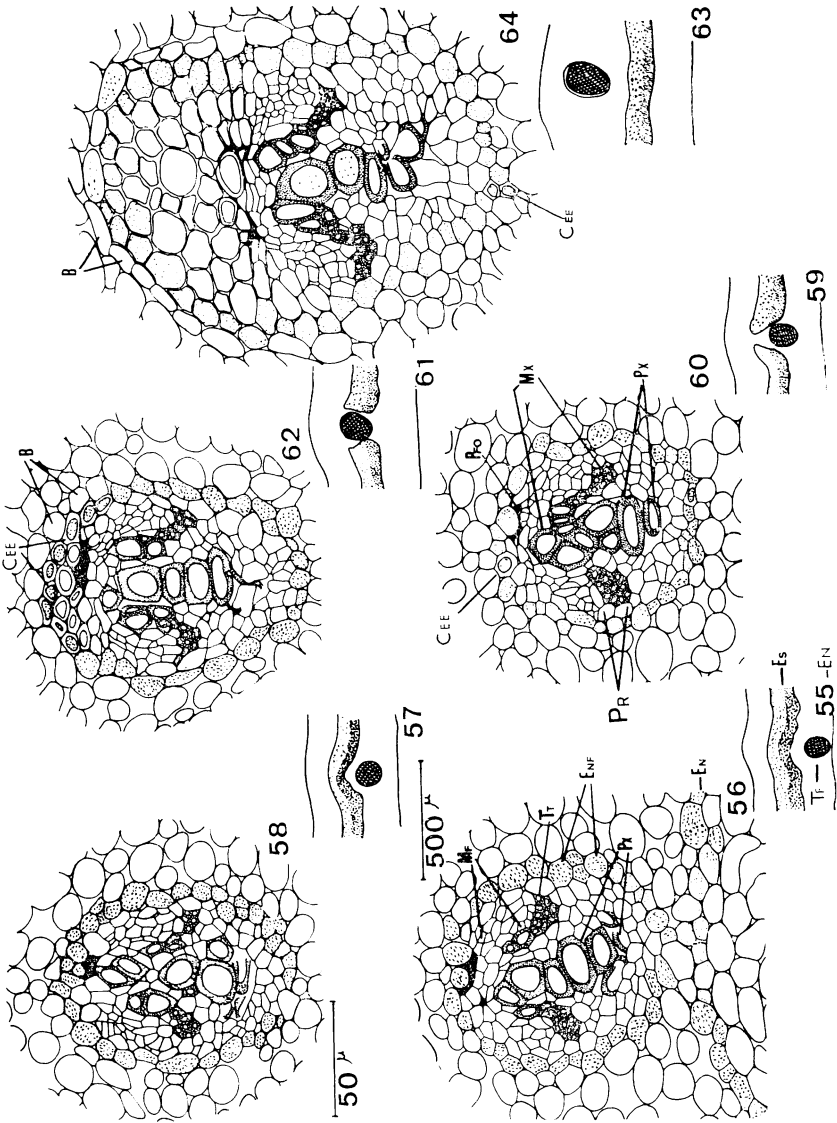


Fig. 65 — *Barbacenia purpurea*. Detalhe de uma região do caule no qual se verifica a confluência de fibras entre os feixes. Os feixes que aparecem são formados apenas por metaxilema (Mx) e metafloema (Mf). (Es = esclerênquima).

Fig. 66 — *B. spectabilis*. Região do caule, em corte transversal, no qual se nota um traço foliar. Pode-se perceber o xilema constituído por protoxilema (Px) além do metaxilema (Mx).

Fig. 67 — *B. gaveensis*. Detalhe de uma região da folha em corte transversal, no qual se observa o feixe fibro-vascular envolvido pela bainha parenquimática (B). (Tr = traqueíde de transfusão).

Fig. 68 — *B. gaveensis*. Detalhe do feixe fibro-vascular correspondente à figura 67 no qual se notam os seguintes aspectos: o metaxilema (Mx) formando uma expansão lateral constituída por traqueídes de transfusão (Tr); a bainha parenquimática (B) e as células de passagem (Cp) situadas entre a bainha parenquimática e as traqueídes de transfusão.

Fig. 65 — *Barbacenia purpurea*. Details of a region of the stem in which a confluence of fibers between the bundles is observed. The bundles that are shown are formed only by metaxylem (Mx) and metaphloem (Mf).

Fig. 66 — *B. spectabilis*. Region of the stem, in cross section, in which the leaf trace is noted. The xylem can be seen formed by protoxylem (Px), as well as by metaxylem (Mx).

Fig. 67 — *B. gaveensis*. Details of a region of the leaf, in cross section, in which the fibrovascular bundle is observed involved by the parenchymatous sheath (B). (Tr = transfusion tracheid).

Fig. 68 — *B. gaveensis*. Details of the fibrovascular bundle, corresponding to figure 67, in which the following aspects are observed: the metaxylem (Mx) forming a lateral expansion consisting of transfusion tracheids (Tr); the parenchymatous sheath (B) and the passage cells (Cp), which are placed between the parenchymatous sheath and the transfusion tracheids.

