

ANTONIO LUCIANO VANNUCCI

ANATOMIA COMPARADA DE DUAS ESPÉCIES
NATIVAS DE *Manihot Mill* (EUPHORBIACEAE)

TESE APRESENTADA AO INSTITUTO
DE BIOLOGIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL
DE CAMPINAS, PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE MESTRE EM BIOLOGIA VEGETAL.

CAMPINAS

1982

UNICAMP

BIBLIOTECA CENTRAL

V339a

4430/BC

Imp. 26.10.92

ANTÔNIO LUCIANO VANNUCCI* *Antônio*

ANATOMIA COMPARADA DE DUAS ESPÉCIES NATIVAS DE
Manihot Mill. (EUPHORBIACEAE).

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Hermógenes de Freitas Leitão Filho *Her*

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Fernando Romano Milanez, a nossa gratidão pela orientação inicial deste trabalho.

- Ao Prof. Dr. Hermógenes de Freitas Leitão Filho, pela orientação na fase final deste, como também pelo apoio, amizade e estímulo que sempre nos proporcionou nestes anos de trabalho.

- Ao Prof. José Ângelo Rizzo, Chefe do Departamento de Botânica da U.F.G., pela compreensão e incentivo constantes à nossa pessoa.

- Ao Prof. Antônio Carlos Gabrielli, pela colaboração inestimável na parte de microscopia, como também pelas valiosas sugestões oferecidas durante o desenvolvimento deste trabalho.

- À Sra. Maria Odeti Fontana Pedrossanti, pela grande colaboração prestada na confecção das lâminas permanentes.

- Ao Prof. João Semir, pelas sugestões e cooperação oferecidas durante o curso.

- Aos Professores George Shepherd, Fernando Martins e Prof. Dra. Luiza S. Kinoshita Gouvea, componentes da Prê-banca, pelas valiosas críticas e sugestões oferecidas.

- A todos os funcionários do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da UNICAMP, pela ajuda e dedicação com que sempre nos atenderam.

- Ao Prof. Dr. George John Shepherd, pela revisão do Abstracts.

- Aos colegas de curso, pela amizade em todos os momentos.

- À Universidade Federal de Goiás, pela oportunidade que nos foi dada para a realização deste curso.

- À Distribuidora Central de Aparelhos Científicos - DICA, na pessoa de seu gerente, Tarcísio de Oliveira, pela

ajuda financeira na elaboração desta tese.

- À Professora Hêlvvia Maria Sangali Mileski, pela grande colaboração na confecção dos desenhos.

- À Srta. Esther Dias, pela inestimável cooperação com o seu trabalho datilográfico.

- Ao Sr. Harry Blau, secretário do I.C.B. da U.F. G. pela colaboração na fase de confecção desta tese.

- Ao Prof. Carlos Peppe, meu antigo mestre, a minha eterna gratidão pelos ensinamentos recebidos.

- À minha esposa Darcy e aos meus filhos Adriano, Fabiano, Rossano e Giovano, que comigo passaram momentos difíceis e alegres.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
3.1	Materiais Estudados.....	8
3.2	Métodos.....	8
3.2.1	Coleta.....	8
3.2.2	Identificação.....	9
3.2.3	Preparação das Lâminas.....	9
3.2.4	Preparação das Epidermes Foliaves.....	10
3.2.5	Diafanização de Folhas.....	10
3.2.6	Material Macerado.....	11
3.2.7	Testes Histoquímicos.....	11
3.2.8	Desenhos.....	11
4.	RESULTADOS.....	12
4.1	Folha.....	12
4.1.1	Manihot caerulescens	12
4.1.1.1	Venação.....	27
4.1.1.2	Anatomia das Nervuras.....	27
4.1.1.3	Pecíolo.....	31
4.1.2	Manihot pilosa	45
4.1.2.1	Venação.....	55
4.1.2.2	Anatomia das Nervuras.....	55
4.1.2.3	Pecíolo.....	60
4.2	Caule.....	71
4.2.1	Manihot caerulescens	71
4.2.1.1	Estrutura Primária.....	71
4.2.1.2	Estrutura Secundária.....	71
4.2.1.3	Região Nodal.....	89
4.2.2	Manihot pilosa	93
4.2.2.1	Estrutura Primária.....	93
4.2.2.2	Estrutura Secundária.....	93
4.2.2.3	Região Nodal.....	102

4.2.2.4	Tecido de Cicatrização.....	105
4.3	Raiz.....	110
4.3.1	Manihot caerulea	110
4.3.1.1	Estrutura Primária.....	110
4.3.1.2	Estrutura Secundária.....	110
4.3.1.3	Região de Transição.....	124
4.3.2	Manihot pilosa	127
4.3.2.1	Estrutura Primária.....	127
4.3.2.2	Estrutura Secundária.....	129
4.3.2.3	Região de Transição.....	134
5.	DISCUSSÃO.....	137
6.	CONCLUSÕES.....	146
7.	RESUMO.....	148
8.	ABSTRACT	149
9.	BIBLIOGRAFIA.....	150

1. INTRODUÇÃO

Segundo Willis (1973), o gênero **Manihot** Miller conta aproximadamente 170 espécies. De acordo com ROGERS E APPAN (.. 1973) 98 espécies fazem parte da Flora Neotropical. Para o Brasil são citadas cerca de 70 espécies, distribuídas em quase todos os Estados, sendo encontradas em vários tipos de vegetação, principalmente no cerrado, mata e caatinga.

O gênero **Manihot** é formado por plantas conhecidas vulgarmente por mandiocas, que incluem as nativas e as cultivadas. O gênero tem considerável importância econômica, particularmente devido ao intenso cultivo de **Manihot esculenta** Crantz, conhecida por mandioca, aipim, macaxeira, mandioca-doce (JOLY & LEITÃO FILHO, 1979), de usos diversos na alimentação de populações rurais e urbanas. Da mandioca se obtêm 32 tipos de alimentos (ALBUQUERQUE & CARDOSO, 1980). Dentre eles os mais importantes são a farinha de mesa, a tapioca, o tucupi, o tacacá, os polvilhos (fécula), a maniçoba, o beiju, a tiquira e muitos outros. O Brasil é o maior produtor mundial de mandioca, segundo dados fornecidos pela FAO (ALBUQUERQUE & CARDOSO, 1980).

A toxidez destas plantas é outro aspecto importante, que de há muito preocupa os meios científicos. ALBUQUERQUE & CARDOSO (1980) nos informa que o princípio tóxico é um glicosídeo cianogenado, conhecido sob várias denominações, tais como linamarina, manihotoxina, phaseolunatosídeo e etc., presente no látex em concentrações variadas, que, por autólise, se dobra em ácido cianídrico (HCN). Sabe-se que todas as espécies do gênero são produtoras de tal glicosídeo em quantidades variadas. Com relação à presença em maior ou menor quantidade de glicosídeo nas raízes, podemos separar **M. esculenta** em dois conhecidos grupos: mandioca brava ou amargosa e mandioca mansa ou doce.

Antigamente certas espécies de **Manihot**, segundo ROGERS

& APPAN (1973), foram cultivadas para fornecer látex, na produção de borracha (cautchouc).

Até o momento toda produção de mandioca tem sido utilizada unicamente na fabricação de produtos alimentícios. Somente agora o Brasil antevê as grandes possibilidades da mandioca, como uma das promissoras fontes produtoras de álcool combustível. Consequentemente, vários projetos estão se desenvolvendo com **Manihot esculenta**, envolvendo também espécies nativas, de grande importância devido apresentar uma alta resistência às enfermidades.

O presente trabalho consiste de um estudo anatômico comparativo dos órgãos vegetativos de duas espécies nativas de **Manihot M. caerulescens** Pohl, de cerrado, e **M. pilosa** Pohl, de mata.

Na bibliografia consultada, constatou-se que a maioria das informações anatômicas referiam-se a **M. esculenta**, sendo que para as espécies nativas, pouca coisa existe neste campo. Por esta razão, propusemo-nos a realizar este trabalho, que tem como objetivo dar contribuição ao conhecimento anatômico das partes vegetativas das duas espécies nativas de **Manihot**. Tentamos também, algumas características anatômicas, decorrentes da influência de fatores ambientais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No levantamento bibliográfico feito, não foram encontrados trabalhos específicos ligados ao estudo anatômico dos órgãos vegetativos de espécies nativas de *Manihot*. Apenas se destaca o de VIÉGAS (1940), sobre anatomia da parte vegetativa de *Manihot esculenta* Crantz.

FOLHA

Segundo VIÉGAS (1940), a epiderme superior em *M. esculenta* apresenta uma delgada cutícula, e que as células poliédricas do tecido lacunoso se dispõem em quatro camadas horizontais. No mesmo trabalho, o referido autor, afirma que as duas epidermes foliares apresentam estômatos.

Netolitzky (1932), apud ESAU, 1976), verificou que as células vizinhas à base do pêlo são às vezes, morfologicamente distintas das restantes epidérmicas.

Em algumas angiospermas, FAHN (1978) baseada em Kaufman, Florin e Boulter, relatou que, as células guardas possuem engrossamento lignificados em sua parede, que estão relacionados com o mecanismo de abertura do estômato.

CAULE

Solereeder (1908, apud METCALFE & CHALK, 1950) fez referência à placa de perfuração do tipo escalariforme, em elementos de vasos lenhosos, no gênero *Manihot*.

Na formação do súber em *M. esculenta*, VIÉGAS (1940), citou que a capacidade de formar súber não reside apenas na camada felôgena, mas também nas células do córtex, bem profundas, quando feridas. Mencionou também que, no caule primário, não existe colênquima, que aparece no córtex da estrutura secundária e é posteriormente absorvido. Mais adiante, referindo-se aos elementos

condutores do xilema, no caule primário, disse que os elementos anelados do protoxilema são raríssimos e que os elementos do metaxilema, mais numerosos, contêm espessamentos do tipo espiral, escalariforme e escalariforme-reticulado. Aquele autor também constatou que, entre os elementos do metaxilema, existem células parenquimatosas, que, às vezes, trazem as paredes bastantes espessas e são providas de núcleos bastante desenvolvidos. O floema primário é extraordinariamente desenvolvido e complexo e nos vasos crivados, as perfurações na região do septo, onde a parede é espessa e refringente, não foram constatadas.

Com relação à zona de transição, em *M. esculenta*, VIÉGAS (1940) afirmou que esta região não tem mais que meio milímetro de comprimento e que os quatro feixes vasculares vindos do caule, ao atingir o colo ou coleto, sofre uma torção rápida do xilema em torno do protoxilema como eixo, enquanto o floema primário continua normalmente, penetrando na raiz.

RAIZ

De acordo com VIÉGAS (1940), a endoderme da raiz da mandioca é bem nítida e o caule primário é desprovido dessa camada. Quanto ao armazenamento do amido na raiz, este se dá nas células parenquimatosas do linho e nas dos raios vasculares do xilema. As paredes das células abarrotadas de amido são tão delgadas que o teor de celulose na raiz da mandioca é muito pequeno. O mesmo autor, ao descrever o córtex da raiz, não mencionou a presença de esclerócitos e nem de fibras esclerenquimáticas. Tílas, no interior de vasos do xilema também não foram mencionadas.

Segundo Linsbauer (1930), apud ESAU, 1976), a lignina aparece raramente nas paredes epidérmicas, sendo relativamente comum a lignificação das células epidérmicas entre as plantas vasculares inferiores e poucas dicotiledôneas.

CONTEÚDO CELULAR

Ao tratar do conteúdo das células parenquimáticas do floema secundário do caule, VIÉGAS (1940), diz que elas podem existir drusas, taninos, etc.

ESAU (1976) fez referência ao pigmento antocianina no suco vacuolar de células epidérmicas da folha, caule e pecíolo de Ricinus e que nas células do colênquima podem ocorrer taninos.

Referindo-se aos taninos dentro da célula FAHN (1978), afirmou que podem ser encontrados dissolvidos no vacúolo ou em forma de gotículas no citoplasma.

LATICÍFEROS

O látex de **Manihot utilissima** é uma emulsão trazendo em suspensão várias substâncias e não contém grãos de amido. VIÉGAS (1940). Com relação aos laticíferos do caule primário, o autor observou que eles aparecem cedo, crescendo cenociticamente, formando tubos por entre o tecido frouxo constituído pelas células parenquimáticas do floema.

Investigando a extrusão do nucléolo, MILANEZ (1946), e SCOTT (1884; apud ESAU; 1976) afirmaram que esse fenômeno é característico da histogênese dos laticíferos da estrutura secundária de *Hevea brasiliensis*, e de *Manihot glaziovii*, esperando que outras investigações venham confirmar a universalidade da extrusão nucleolar. No mesmo trabalho, aqueles autores citaram que o câmbio, continuação do procâmbio, é capaz de produzir células laticíferas a partir de iniciais fusiformes e o faz justamente pela face externa, formadora do floema. Aqui, tais células devem ser consideradas como integrantes do tecido complexo que é o floema secundário.

MILANEZ (1946) referindo-se às paredes dos laticíferos em estrutura primária, afirmou que os mesmos têm espessura variá -

vel e irregular, de natureza pectocelulósica, podendo, posteriormente lignificar-se.

Para Moor (1959, apud FAHN, 1978), a parede dos laticíferos é exclusivamente primária e tão grossa ou mais que a das células parenquimáticas vizinhas. Estas grossas paredes contêm celulose, uma porção elevada de substâncias pecticas e hemicelulose.

Referindo-se aos laticíferos da estrutura secundária em *Cryptostegia grandiflora*, MILANEZ (1965) relembrou que vários autores antigos atribuíram sua formação à atividade do meristema cambial. O mesmo autor, examinando material mais velho, afirmou com toda segurança que se formam no líber secundário, a partir das iniciais do câmbio, células laticíferas que logo se fusionam verticalmente, dando origem a tubos contínuos.

ESAU (1976), classificou os laticíferos de *Manihot* como sendo do tipo articulado anastomosado.

Em seu livro, FAHN (1978) diz que em folhas de certas euforbiáceas os laticíferos chegam até à epiderme e podem, inclusive, tocar a cutícula.

ORIGEM E FILOGENIA

Pesquisando a origem da mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, NASSAR (1976) relatou que as espécies selvagens de *Manihot* deram origem à espécie domesticada, *M. esculenta*.

Para Metcalfe (1966, apud FAHN, 1978), apesar de os laticíferos aparecerem em um número restrito de famílias, cerca de 20, e que muitas destas não têm uma relação taxonômica evidente, se pensa que a capacidade para produzir látex é avançada.

Através da cariólogia, CRUZ (1968) estudou um grupo de 15 representantes de espécies e variedades diferentes de *Manihot* de diversas regiões brasileiras. Todas elas revelaram o mesmo número somático de cromossomos $2n=36$. Devido aos cromossomos se-

rem muito pequenos com diferenças morfológicas não identificáveis, impossibilitou um estudo filogenético do grupo através da cariologia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS ESTUDADOS

a) *Manihot caerulescens* Pohl

Espécie de cerrado, arbusto de mais ou menos 3m de altura, latescente, coletada pelo autor, na Estação Experimental de Luiz Antônio, Município de Luiz Antônio, Estado de São Paulo. Material depositado no Herbário do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas (UEC), sob o número 9.900.

b) *Manihot pilosa* Pohl

Espécie de mata, arbusto ou árvore que pode atingir até 10m, latescente, também coletada pelo autor, em mata da Serra da Mantiqueira, Município de Joanópolis, Estado de São Paulo. Material depositado no Herbário do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas (UEC), sob o número 12.309.

3,2 MÉTODOS

3.2.1 Coleta

Das plantas in natura, coletamos: raízes finas, grossas e tuberosas: caules de regiões próximas de ápices, com diâmetro mais fino e mais grosso: folhas completamente desenvolvidas, como também folhas jovens.

Ao coletar o material, observou-se um cuidado especial para evitar a perda do látex no momento do corte. Usou-se um bisturi com lâmina aquecida, para que o látex coagulasse ao cortar o material (MILANEZ, 1961).

Sem este cuidado, o látex flui rapidamente ficando os laticíferos sem o seu conteúdo característico, tornando difícil a sua constatação.

3.2.2 Identificação

A identificação dos materiais foi baseada nas chaves analíticas da Flora Neotropica de ROGERS & APPAN (1973) e Mueller, (1874), Euphorbiaceae, in: Martius, Flora Brasiliensis, vol. XXI Pars II.

3.2.3 Preparação das lâminas

Nas lâminas permanentes, utilizou-se como fixador de látex a mistura de Benda que tem a seguinte composição:

12 ml de ácido crômico a 10%;

8 ml de ácido ôsmico a 1%;

1 gota de ácido acético glacial.

Obs.: antes de preparar a mistura, jogar um cristal de permanganato de potássio na água destilada que preparou o ácido ôsmico.

Para lâminas cujos cortes foram feitos à mão livre, utilizou-se como fixador o F.P.A. a 70% (JOHANSEN, 1940).

A técnica usada na preparação do material permanente foi a seguinte: pedaços bem pequenos dos órgãos vegetativos, fixados na mistura de Benda durante 24 horas, foram submetidos ao vácuo por alguns minutos. Em seguida bem lavados com água destilada. Posteriormente fez-se a desidratação progressiva em álcool etílico, clarificação pelo xilol, para culminar com a inclusão em parafina. Os cortes histológicos foram obtidos com o auxílio do micrótomo rotativo SPENCER, mod. 820, em espessura variável de 10 a 20µm. Após a desparafinização, os cortes foram corados pela safranina e verde rápido (SASS, 1951). Depois da colora

ção e desidratação até xilol, o material foi montado em bálsamo do Canadá, entre lâmina e lamínula.

3.2.4 Preparação de epidermes foliares

Do lobo principal de cada folha adulta foram cortados pequenos pedaços de $1,0 \text{ cm}^2$, das seguintes regiões: ápice, base, região mediana e margem (Fig. 1-A). Após alguns dias na solução de Jeffrey (JOHANSEN, 1940), 4 dias para a espécie de cerrado e 2 para a de mata, as epidermes foram destacadas com auxílio de pinça e pincel. Depois, lavagem em água destilada seguida de coloração com safranina hidroalcoólica, durante uma hora. Em seguida, lavagem em álcool absoluto por duas vezes, passagem por xilol e montagem em bálsamo do Canadá (JOHANSEN, 1940).

A contagem dos estômatos, por milímetro quadrado foi efetuada em microscópio Zeiss, equipado com câmara clara. Folhas de papel em branco com dimensões conhecidas foram utilizadas para marcação dos estômatos projetados por 10 campos microscópios escolhidos ao acaso, de cada uma das regiões escolhidas, com aumento de 400X. Primeiramente calculou-se a média aritmética de cada região e, em seguida, a média geral, para todo o lobo. Outras contagens foram feitas noutros lobos de folhas diferentes, para confirmar os mesmos resultados.

3.2.5 Diafanização de folhas

Para o estudo de venação, as folhas foram diafanizadas de acordo com a técnica de FOSTER(1949) O ângulo de divergência (D), foi calculado diretamente com auxílio do transferidor, em folhas de material herborizado.

3.2.6 Material macerado

O método foi o de Jeffrey, usado para estudar isoladamente células, fibras do floema e do xilema, elementos de vaso lenhoso de raiz, de caule e de pecíolo.

3.2.7 Testes histoquímicos

A comprovação de certas substâncias foi obtida através de reações microquímicas. Cortes à mão livre, de material fixado em F.P.A., foram submetidos aos seguintes testes:

- a) Iugol para mido (SASS, 1951);
- b) cloreto fêrrico para substâncias tanóides (JOHANSEN, 1940);
- c) floroglucina clorídrica para lignina (SASS, 1951)
- d) Sudan IV, para cutina, suberina e lipídeos em geral (JOHANSEN, 1940);
- e) amônia pura para antocianina, com posterior adição de ácido acético glacial (JOHANSEN, 1940);
- f) ácido sulfúrico 30% para cristais de oxalato de cálcio (JOHANSEN, 1940).

3.2.8 Desenhos

Os desenhos foram feitos em microscópio e estereomicroscópio Zeiss equipados com câmara clara.

4. RESULTADOS

4.1 FOLHA

4.1.1 *Manihot caerulescens*

A folha desta espécie é simples, alterna, palmatilobada, geralmente com 5 lobos, podendo ocorrerem variações para mais ou para menos no número de lobos. Possui estípulas caducas, é longi-peciolada e totalmente glabra (Fig. 1-A).

EPIDERME ADAXIAL

Em vista frontal, apresenta células de contornos irregulares, às vezes apresentando paredes levemente sinuosas (Fig. 1-B). Verificou-se ausência de tricomas e glândulas. As células epidérmicas próximas das margens geralmente apresentam dimensões menores e de contorno mais circular. Nas regiões das nervuras, as células são morfologicamente diferentes das demais, tendendo geralmente para a forma retangular, com eixo maior disposto na mesma direção do feixe vascular (Fig. 2-A).

Não foram constatadas estrias epicuticulares nas células desta epiderme. Comumente, encontramos determinadas formações epidérmicas, cujas formas e tamanhos são muito variáveis. Estas formações se originam devido ao afastamento de células epidérmicas causando as formações de cavidades, fendas ou depressões, que são revestidas pela cutícula. Nestas estruturas podem ocorrer projeções da cutícula para o interior das mesmas. São frequentemente encontradas nas grandes nervuras e também próximas às margens do limbo dos lobos foliares (Fig. 2-B e C e Fig. 3-A)

Os estômatos são encontrados próximos das nervuras de maior calibre, em número muito reduzido. São do tipo paracítico, formados por duas células-guardas reniformes, que delimitam internamente o ostíolo. Cada célula guarda apresenta-se contornada externamente por uma célula subsidiária maior (Fig. 3-B).

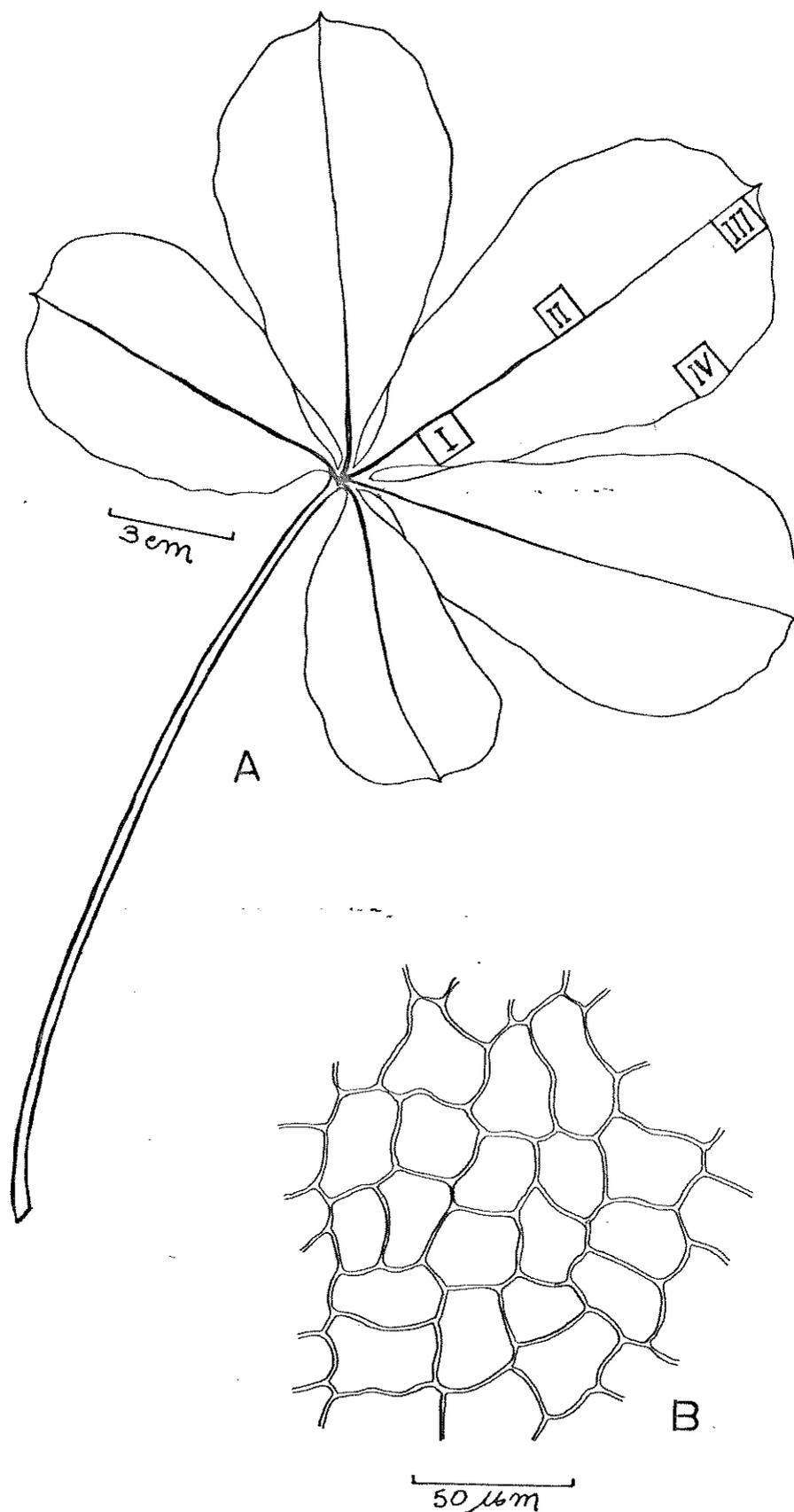
M. caerulescens

FIG. 1

A - Folha de *M. caerulescens*, com as quatro regiões onde se fizeram as contagens dos estômatos: I. base, II. região mediana, III. ápice e IV. margem.

B - Epiderme adaxial (X400).

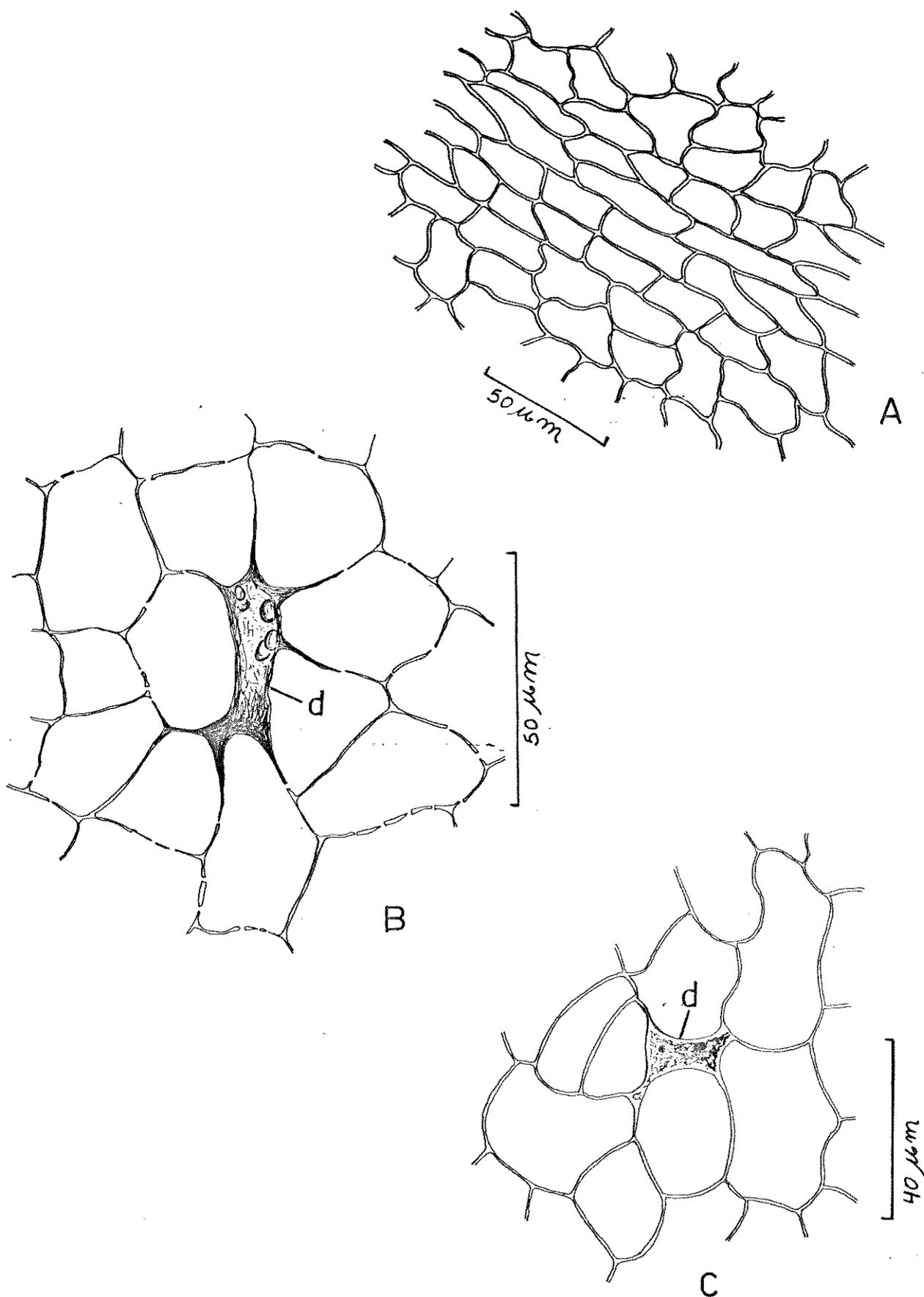
M. caerulescens

FIG.2

A - Células epidérmicas de nervura, da epiderme adaxial (X400).

B e C - Depressões (d) da epiderme adaxial fora das nervuras. B (X400) e C (X630).

Os idioblastos com drusa (cristal de oxalato de cálcio) são as menores células epidérmicas, sendo facilmente encontrados nas nervuras mais desenvolvidas, como também nas regiões próximas dos bordos. Podem ocorrer isolados, em grupos de dois, três, quatro ou em combinações diversas (Fig. 3-C).

Em corte transversal, a epiderme adaxial mostrou-se formada por um único estrato celular. As paredes periclinais externas são revestidas por uma espessa cutícula de 5 a 8 μm de espessura. Nas células epidérmicas das grandes nervuras e bordos a cutícula apresenta-se levemente arqueada, enquanto que fora dessas regiões tem o aspecto mais retilíneo. A cutícula apresentou granulações na superfície, cuja natureza não foi possível identificar, mas possivelmente de natureza graxa (Fig. 4-A). Também foram observados corpúsculos incrustantes na cutícula de células epidérmicas na região da nervura principal, cuja natureza não foi revelada (Fig. 4-B).

As dimensões das células epidérmicas da superfície adaxial são variáveis, sendo que a altura se mostra mais ou menos constante entre 15 a 18 μm .

As cavidades, fendas ou depressões apresentam-se revestidas por cutícula que pode emitir projeções para o interior de tais formações. Estas aprofundam-se podendo ultrapassar o limite inferior das células epidérmicas.

Os estômatos em secção transversal são de difícil observação. Aqueles observados revelaram constituição normal (Fig. 4-C).

As células com antocianina podem ocorrer isoladas ou em grupos.

EPIDERME ABAXIAL

Em vista frontal, apresenta-se formada por células que se diferenciam em papilas. Não ocorrem pêlos e glândulas. Numa focalização superficial, as papilas epidérmicas exibem suas ex

M. caerulescens

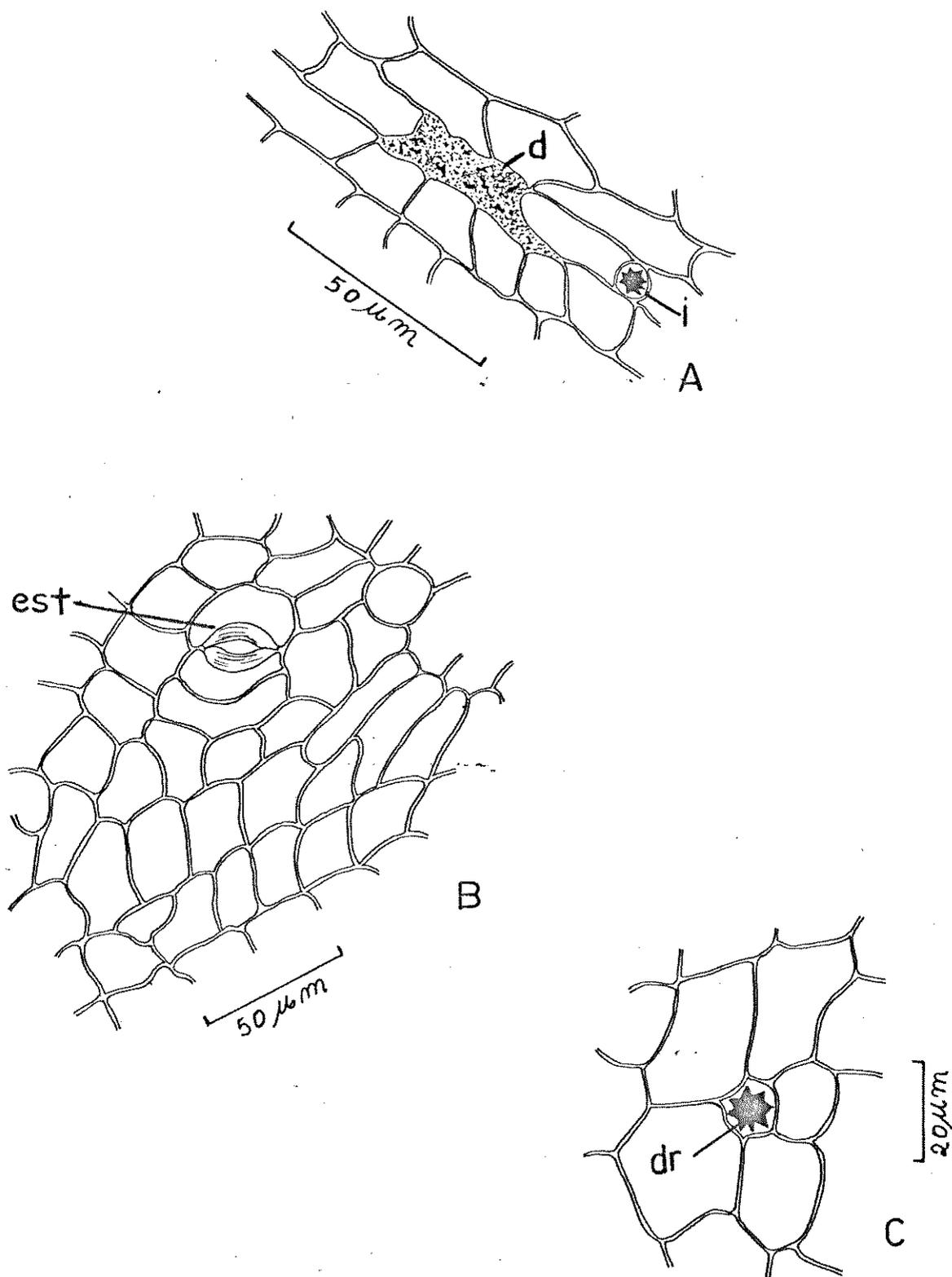


FIG. 3

- A - Depressão (d.) na nervura da epiderme adaxial (X630). i., idioblasto.
 B - Estômato (est.) próximo às células da nervura na epiderme adaxial (X400).
 C - Idioblasto com drusa (dr.) na epiderme adaxial (X630).

M. caerulescens

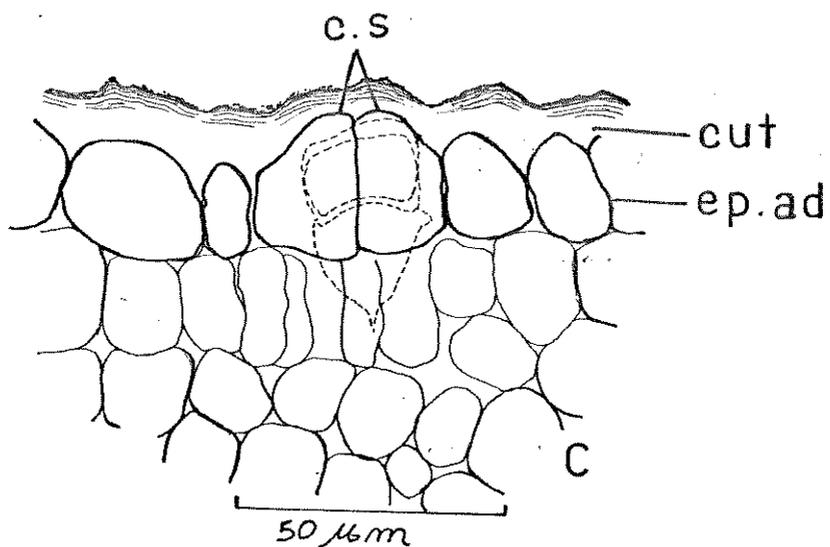
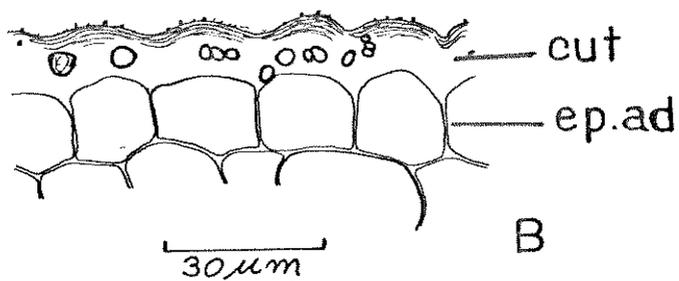
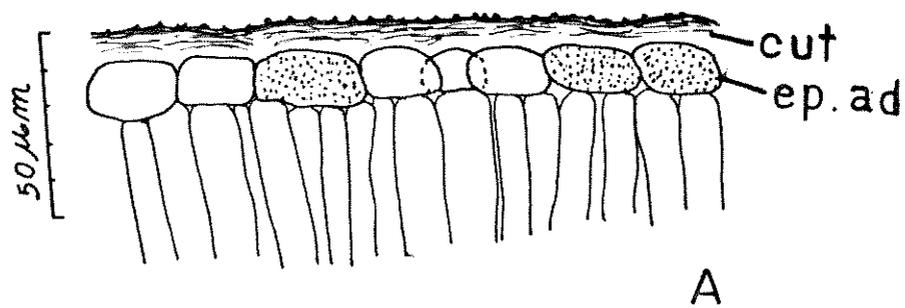


FIG.4

- A - Epiderme adaxial (ep.ad.), revestida por uma espessa cutícula (cut.) (X400).
- B - Cutícula (cut.) com corpúsculos incrustantes (X630).
- C - Duas células subsidiárias (c.s.), traço cheio, e em pontilhado uma célula guarda com a câmara subestomática abaixo (X630).
cut., cutícula; ep. ad., epiderme adaxial.

tremidades semelhantes às contas de um rosário, que delimitam, na maioria das vezes, espaços onde se localizam os estômatos, dos quais vê-se somente o ostíolo. Numa focalização mais profunda, podemos observar o contorno das bases das papilas e os estômatos quase íntegros (Fig. 5-A e B). Em média encontraram-se 480 estômatos por milímetro quadrado. As papilas desaparecem sobre as nervuras mais desenvolvidas e também nos bordos. Na epiderme das nervuras as células apresentam-se geralmente de forma retangular.

As drusas, contidas em idioblastos, são encontradas na epiderme das nervuras maiores, principalmente. Elas podem ocorrer isoladas, aos pares, em filas de três, quatro ou mais (Fig. 5-C e Fig. 6-A e B).

As depressões, cavidades ou fendas nesta epiderme são comumente encontradas nas nervuras mais desenvolvidas, podendo também ocorrer em regiões próximas da margem. O seu conteúdo tem aspecto esponjoso, aparecendo também projeções de natureza cuticular. Formas e dimensões são as mais variadas (Fig. 6-C e D e Fig. 7-A e B).

Foi observada, muito raramente, uma formação epidérmica onde uma concentração maior de papilas delimitavam um espaço, onde, em nível mais profundo, se observou um estômato. Provavelmente, tratava-se de um poro com estômato aquífero (Fig. 7-C).

Vista transversalmente, a epiderme abaxial apresenta-se constituída por uma só camada de células, diferenciadas em papilas. Apresentam-se como células alongadas, cujo comprimento alcança, aproximadamente, 50 μm e o diâmetro maior, localizado na base, 10 a 12 μm . As papilas têm configuração semelhante aos dedos de uma luva. As extremidades apresentam-se revestidas por uma espessa cutícula, que vai progressivamente diminuindo sua espessura em direção à base. No ápice das papilas a cutícula pode atingir uma espessura de 5 μm . Sobre a cutícula pode ocorrer um revestimento granuloso, de natureza não determinada. As células epidérmicas, nas grandes nervuras e bordos, não se diferen-

M. caerulescens

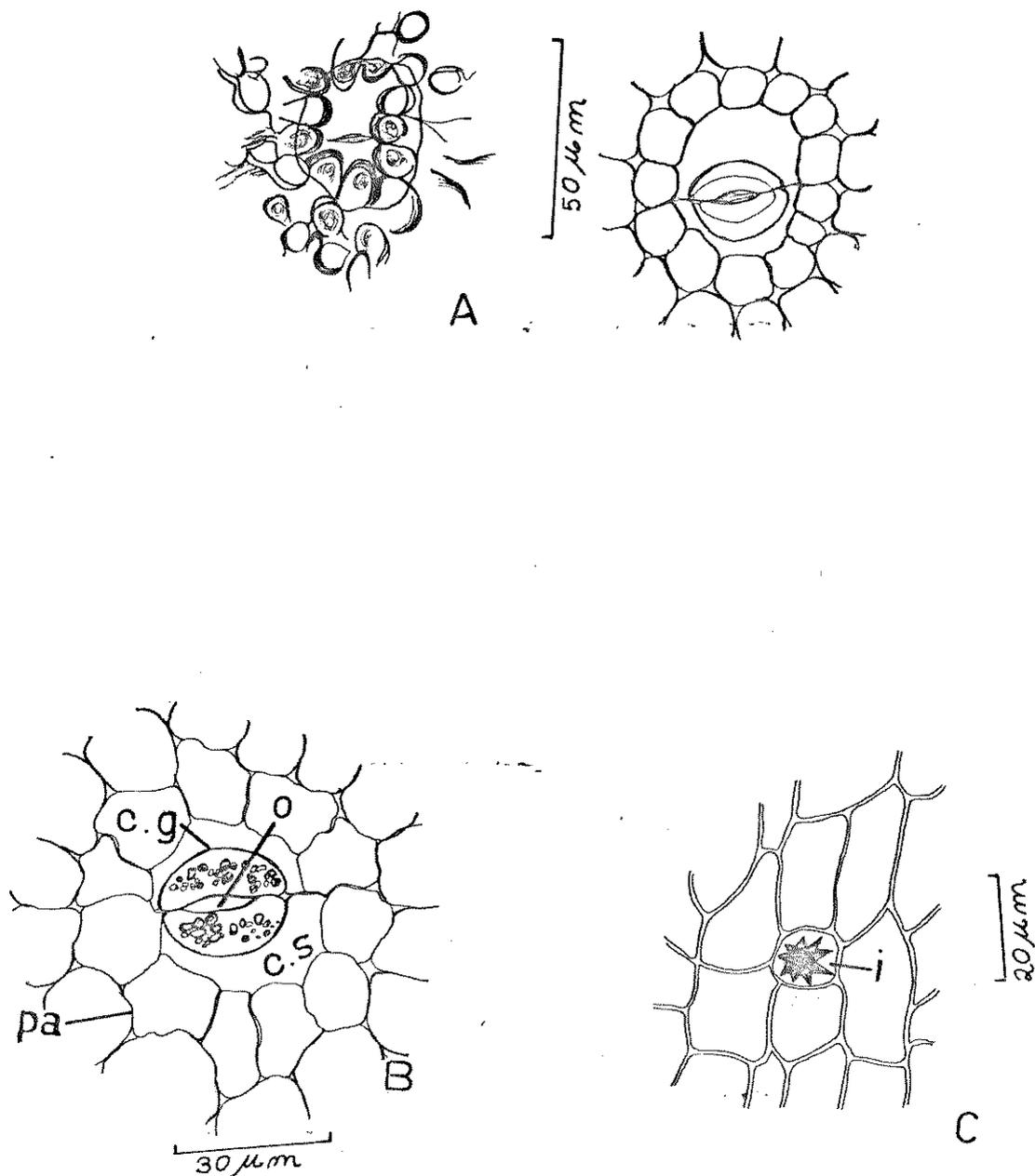


FIG.5

- A - À esquerda um estômato visto em focalização mais superficial e, a direita, o mesmo estômato, visto em maior profundidade, na epiderme adaxial (X630).
- B - Estômato em vista frontal, na epiderme abaxial, mostrando o ostíolo(o), as duas células guardas (c.g.) grão de amido, as duas células subsidiárias (c.s) e o contorno das bases das papilas epidérmicas (pa) (X630).
- C - Idioblasto (i) com drusa na epiderme de uma grande nervura (X630).

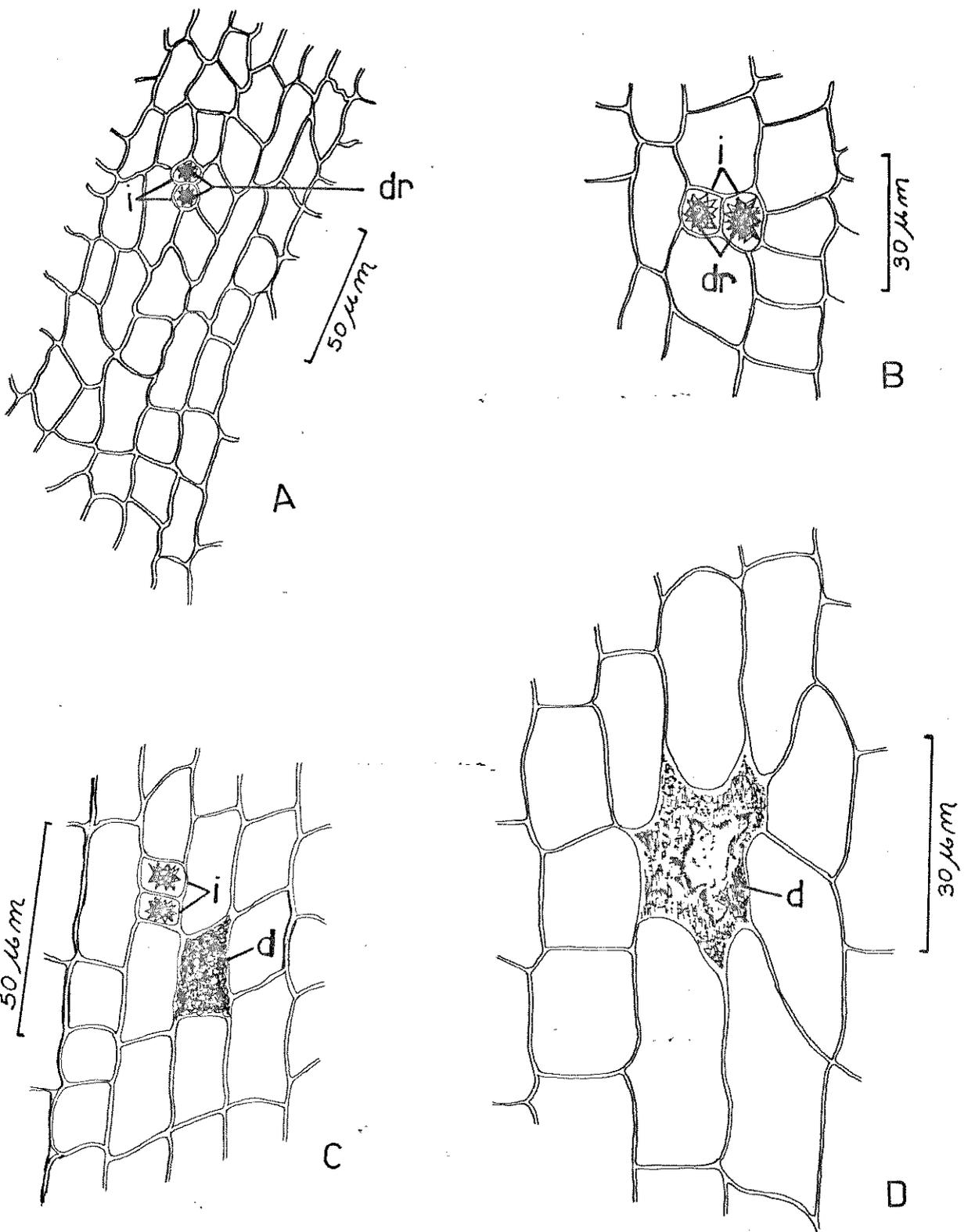
M. caerulescens

FIG. 6

- A - Um par de idioblastos (i) com drusas (dr) numa grande nervura da epiderme abaxial (X400).
- B - Par de idioblastos (i) com drusas (dr) em maior detalhe (X630).
- C - Par de idioblastos (i) com drusas junto a uma depressão (d) numa grande nervura da epiderme abaxial (X630).
- D - Depressão na epiderme abaxial de uma grande nervura (X1000). -d., depressão.

ciam em papilas. Elas se apresentam com seção mais ou menos esféricas, com cutícula levemente arqueada (Fig. 7-D).

As depressões ou fendas apresentam-se como cavidades revestidas pela cutícula, que se aprofundam por entre as células epidérmicas, podendo ultrapassar o limite inferior da epiderme. Projeções de cutícula são observadas nessas formações (Fig. 8-A).

Os estômatos, vistos em corte transversal, apresentam-se localizados no fundo de cavidades delimitadas pelas papilas. A cutícula reveste toda cavidade supra-estomática. Cada estômato apresenta-se constituído por duas pequenas células guardas que delimitam um orifício, o ostíolo. As células guardas apresentam dois reforços em forma de espículas, provavelmente de lignina, que guarnecem superior e inferiormente o ostíolo. Com exceção destes reforços, as células guardas apresentam paredes pectocelulósicas. As células subsidiárias, em número de duas, não são do tipo papilas. Apresentam-se mais volumosas, com parede periclinal externa recoberta parcialmente por uma cutícula menos espessa do que a do revestimento da cavidade supra-estomática. A câmara subestomática apresenta-se como uma cavidade subepidérmica, que põe o mesófilo em contato com o meio exterior, através do ostíolo (Fig. 8-B).

É muito comum a ocorrência de drusas em idioblastos da epiderme das grandes nervuras (Fig. 8-C).

MESÓFILO

É o tecido fundamental da folha, que se localiza entre as duas epidermes. Em *M. caerulea* o mesófilo apresenta-se diferenciado em parênquima paliçádico e parênquima lacunoso ou esponjoso.

Parênquima paliçádico

Este tecido se apresenta-se somente na face adaxial da

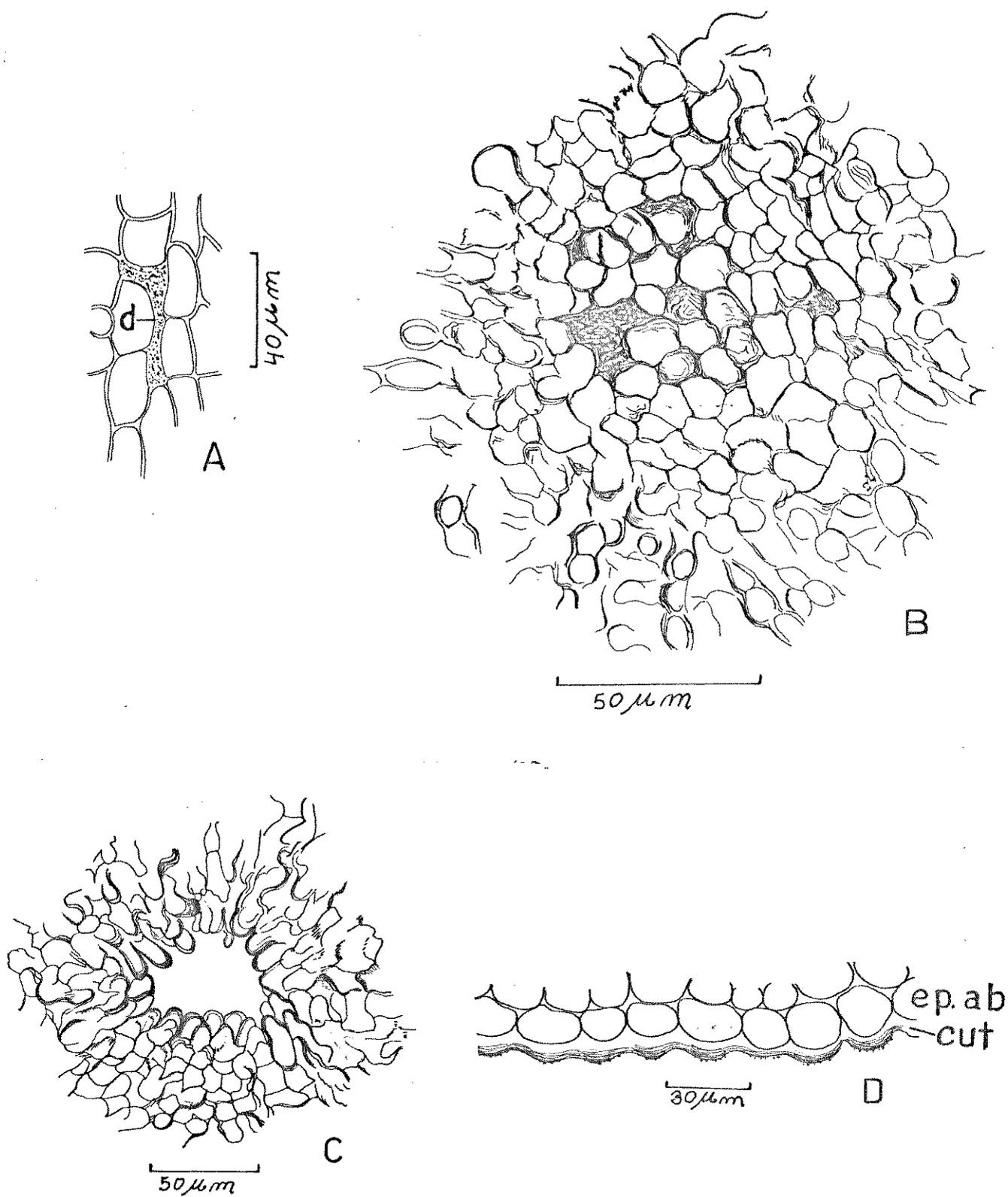
M. caerulescens

FIG. 7

- A - Depressão (d) na epiderme abaxial de uma grande nervura (X400).
 B - Depressões na epiderme abaxial, fora das nervuras (X630).
 C - Poro na epiderme abaxial, próximo à margem (X400).
 D - Epiderme abaxial (ep.ab.) com cutícula (cut.) arqueada, região da nervura principal (X400).

M. caerulescens

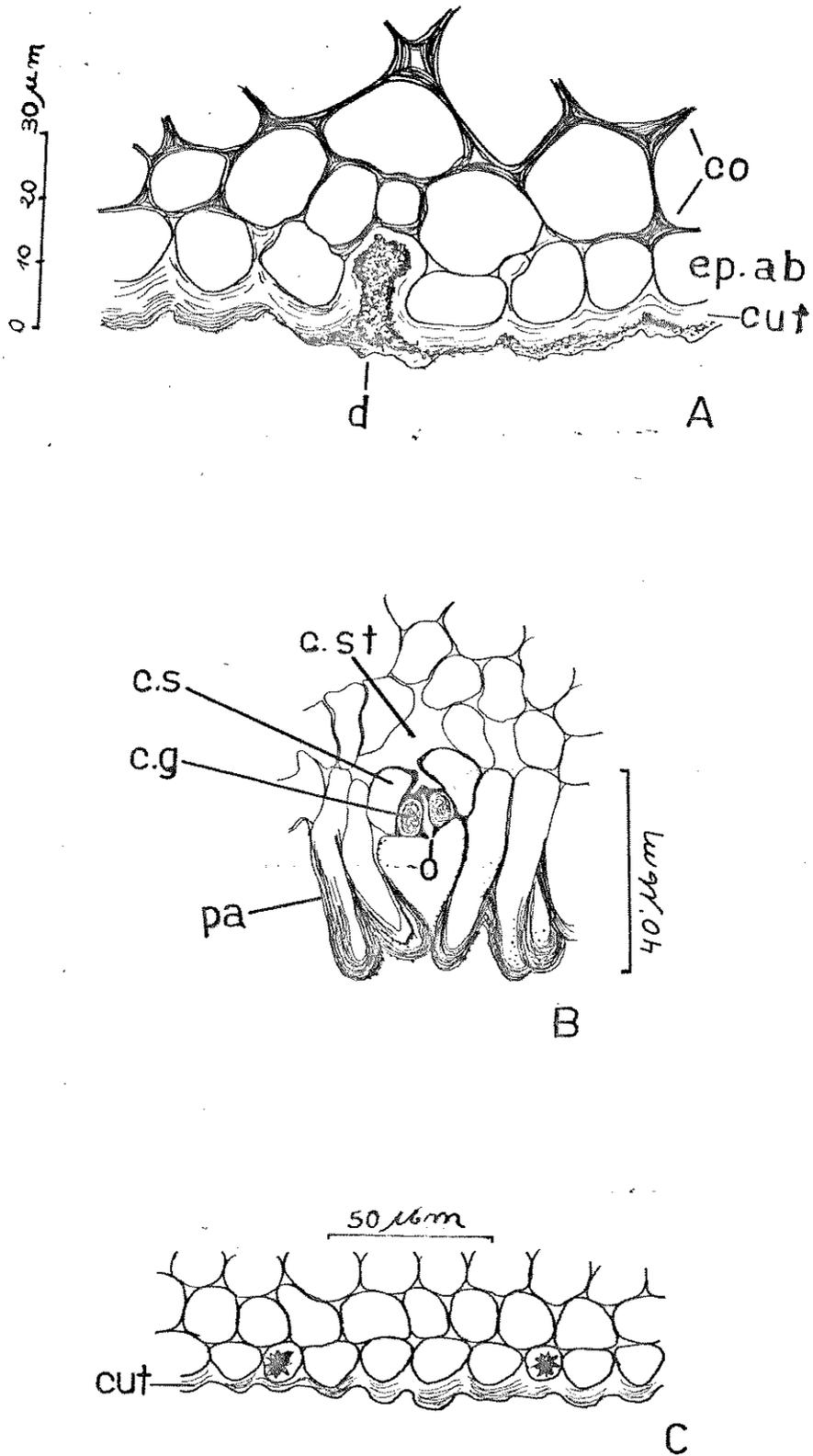


FIG.8

- A - Depressão (d) na epiderme abaxial (ep.ab.) da nervura principal (X1000).
co., colênquima.
- B - Estômato na epiderme abaxial (X630).-pa., papila; c.g., célula guarda ;
o., ostíolo; c.s., célula subsidiária; c.st., câmara subestomática.
- C - Dois idioblastos com drusas na epiderme abaxial, de uma grande nervura
(X400).-cut., cutícula.

lâmina foliar, enquanto que o parênquima esponjoso se localiza na face abaxial. Neste caso, a folha é do tipo bifacial ou dorsiventral, isto é, tem os lados dorsal e ventral distintos (Fig. 9-A). O parênquima paliçádico é formado por uma única camada de células cuja espessura alcança aproximadamente a metade da espessura da folha. As células do paliçádico têm uma forma de cilindro alongado, com um comprimento aproximado de 70µm. Em alguns materiais observados, notou-se que, no parênquima paliçádico, se distinguem dois tipos de células: umas com alto conteúdo tanóide, com largura de 10-20µm, onde os cloroplastos não eram visíveis e as outras sem taninos, cheias de cloroplastos visíveis junto às paredes, com largura de 8-10µm (Fig. 9-B)

Foram observadas ramificações de laticíferos passando por entre células do paliçádico, podendo suas terminações tocar as células da epiderme adaxial (Fig. 9-C).

Não ocorre diferenciação do paliçádico na altura da nervura principal e outras nervuras maiores, como também próximo dos bordos. Em nervuras de pequeno calibre as células paliçádicas podem ter seu comprimento reduzido.

Nas bordas foliares ocorre a substituição do paliçádico e lacunoso por um colênquima do tipo anelar.

Parênquima lacunoso

Não se observa neste parênquima a diferenciação em estratos celulares. Tem espessura aproximada de 50 µm. Suas células são de formas muito variadas, possuindo projeções em forma de braços que conectam com os das células vizinhas. Em certos materiais podemos também separar dois tipos de células no tecido lacunoso: as que contêm tanóide, onde os cloroplastos não podem ser visualizados, e as que não apresentam tal conteúdo, em que os cloroplastos em menor quantidade, se colocam junto às paredes da célula (Fig. 10-A e B).

Este tecido se caracteriza-se pela presença de um desen-

M. caerulescens

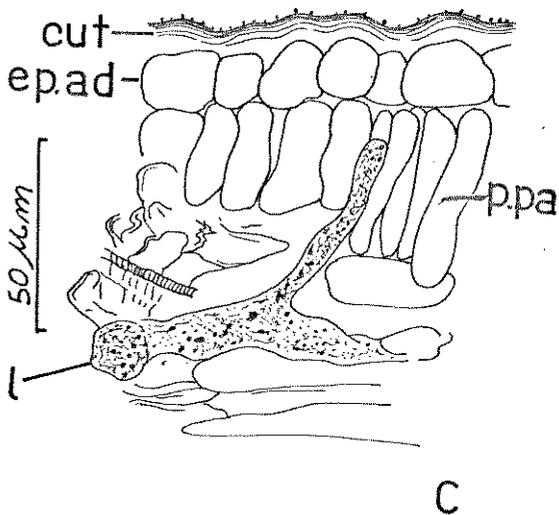
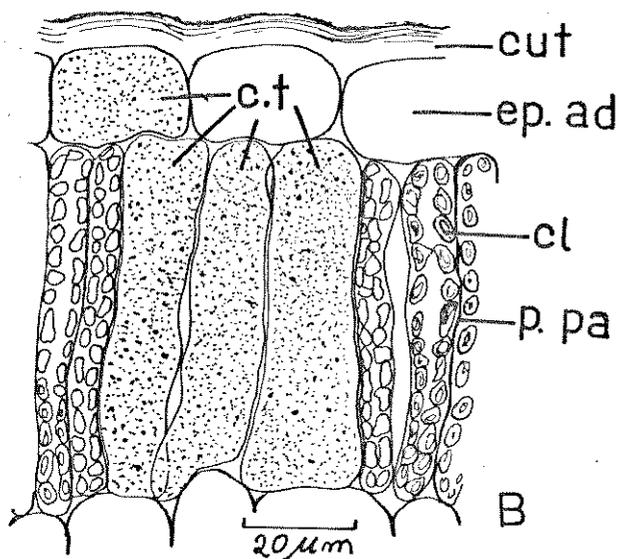
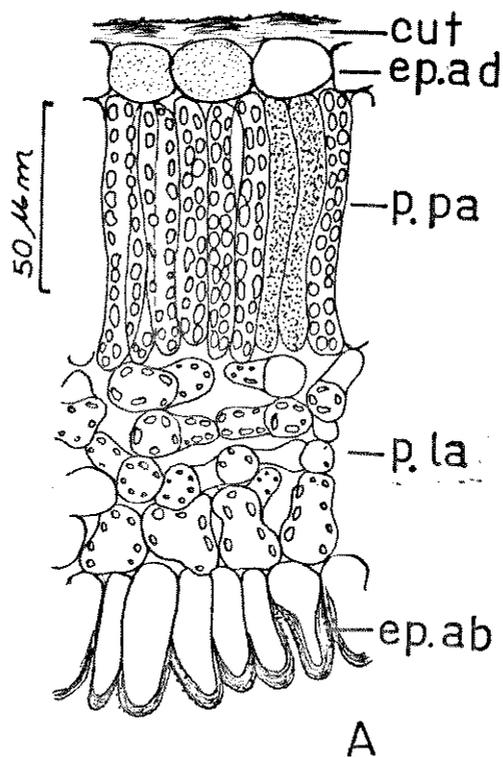


FIG. 9

- A - Folha em corte transversal (X400).-cut., cutícula; ep.ad., epiderme adaxial; p.pa., parênquima paliçádico; p.la., parênquima lacunoso; ep.ab., epiderme abaxial. Células com o interior pontilhado são células com conteúdo tanóide.
- B - Epiderme adaxial com uma célula com conteúdo tanóide e células paliçádicas com cloroplastos e conteúdo tanóide (X630).-cut., cutícula; ep.ad., epiderme adaxial; p.pa., parênquima paliçádico; c.t., célula com conteúdo tanóide e cl., cloroplastos.
- C - Ramificação de laticífero em direção à epiderme adaxial (X400).-l., laticífero; cut., cutícula; ep.ad., epiderme adaxial; p.pa., parênquima paliçádico.

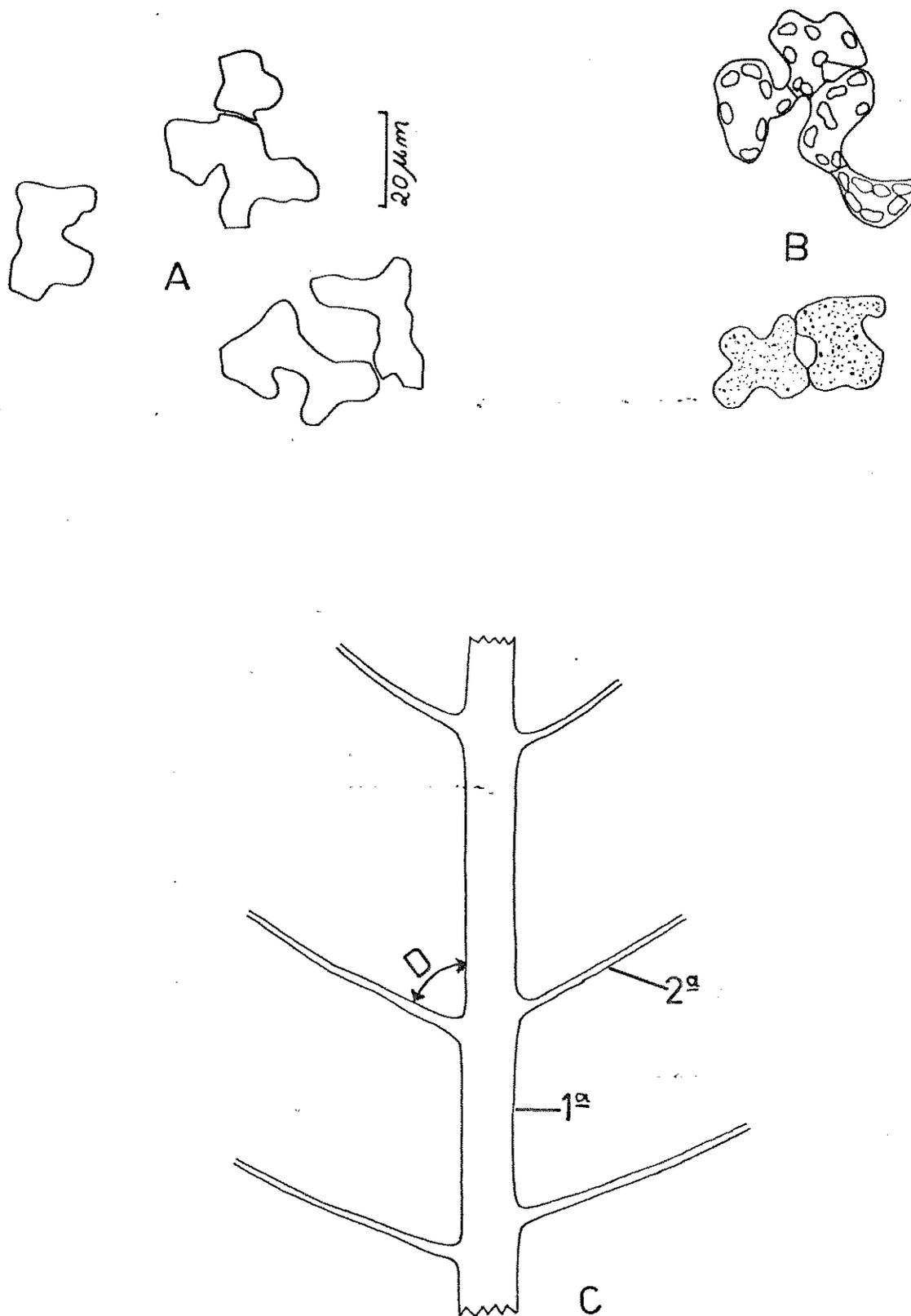
M. caerulescens

FIG.10

A - Contorno de células do parênquima lacunoso (X630).

B - Células do lacunoso com cloroplastos (acima) e com conteúdo tanóide (a baixo), (X630).

C - Nervura primária e secundária e o ângulo de divergência (D) (X10).

volvido sistema de espaços intercelulares.

Na região das grandes nervuras as células do lacunoso tornam-se mais arredondadas e as lacunas, menores.

Não foram encontradas ramificações de laticíferos penetrando por entre as células do lacunoso, até atingir a epiderme abaxial.

4.1.1.1 Venação

Os padrões de venação foram baseados no trabalho de HICKEY (1973). Para cada lobo da bolha existe uma nervura primária. O padrão de venação é do tipo pinado, camptódromo braquidódromo. O ângulo de divergência varia entre 50°-55°. A nervura primária apresenta um curso retilíneo sem ramificações. A grande maioria das nervuras secundárias é alterna, podendo ocorrer algumas opostas ou sub-opostas. As nervuras secundárias terminam nas margens para ligarem-se umas às outras por meio de arcos. Em material diafanizado verificou-se que o elemento ou vaso do xilema é representado por traqueídeos, com espessamento espiralado (Fig. 10-C e Fig. 11-A e B).

4.1.1.2 Anatomia das Nervuras

Numa nervura principal não se observaram pêlos nas duas epidermes. Ambas as epidermes são formadas por uma só camada de células que não se diferenciam em papilas, revestidas externamente por uma espessa cutícula. A epiderme adaxial sofre uma pequena curvatura, enquanto que a abaxial forma uma grande curvatura. A diferenciação das células em papilas começa gradativamente na região de transição entre a nervura e o limbo. Na epiderme adaxial é comum a ocorrência de drusas, como também de depressões ou fendas. Na epiderme abaxial as drusas e depressões ou fendas são também muito frequentes. Não se observam estômatos. O parênquima paliçádico e o lacunoso não são diferenciados. Internamente, junto às epidermes, ocorre a presença de um colênquima angular superior e outro inferior. Os laticíferos

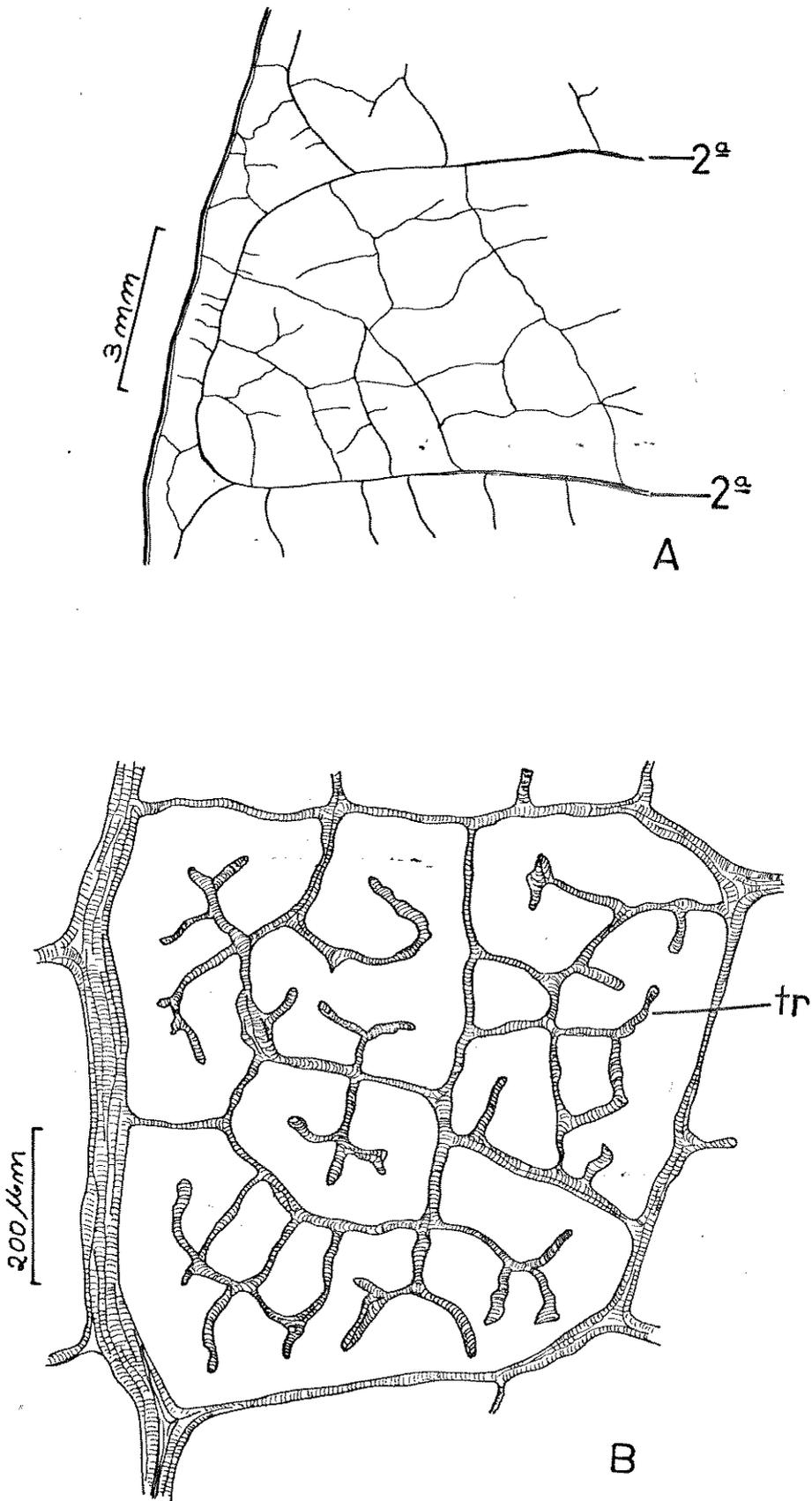
M. caerulescens

FIG.11

- A - Parte lateral do lobo principal, mostrando principalmente as terminações de nervuras secundárias (X12).
 B - Região do limbo foliar mostrando as nervuras menores e suas terminações livres, que são traqueídeos (tr) (X100).

distribuem-se na periferia interna dos dois colênquimas. Após os colênquimas têm áreas de tecidos parenquimáticos, onde ocorrem drusas em grande número, como também células com conteúdo taninoide. O sistema vascular é representado por dois conjuntos de feixes vasculares (xilema-floema), um maior, voltado para a epiderme abaxial e outro menor voltado para a epiderme adaxial, ambos separados por um parênquima. Os feixes vasculares são do tipo colateral. Fibras esclerenquimáticas ocorrem de preferência nas duas regiões floemáticas, com disposição mais ou menos regular entre proto e metafloema. Separando o floema do xilema existe um câmbio vascular. O xilema, acompanhando internamente o floema, é constituído por feixes predominantemente unisseriados de vasos lenhosos, separados por cordões de parênquima. No conjunto vascular maior, o xilema apresenta-se nitidamente dividido em proto e metaxilema. Os elementos condutores do lenho apresentam espessamentos espiralados na grande maioria (Fig. 12).

Numa nervura de médio calibre, as epidermes apresentam-se levemente onduladas. A abaxial já apresenta quase todas as suas células diferenciadas em papilas. Não há diferenciação do parênquima paliçádico e do lacunoso. O paliçádico, ao nível da nervura, se interrompe, sendo substituído por um colênquima. O mesmo acontece com o lacunoso, interrompido por um tecido colenquimatoso mais desenvolvido. O sistema vascular é representado por um único feixe do tipo colateral. Não há tecido meristemático em evidência. Os laticíferos são encontrados na região floemática, constituindo os elementos de maior destaque no feixe vascular. Fibras esclerenquimáticas na periferia do líber já exibem paredes lignificadas (Fig. 13-A).

Foi observada, em nervuras semelhantes na região da base do lobo, a presença de células parenquimáticas envolvendo os elementos condutores do xilema e mesmo parte do floema, com núcleos "gigantes", atingindo até 10µm no seu maior eixo, alguns exibindo nitidamente seus nucléolos (Fig. 13-B).

M. caerulescens

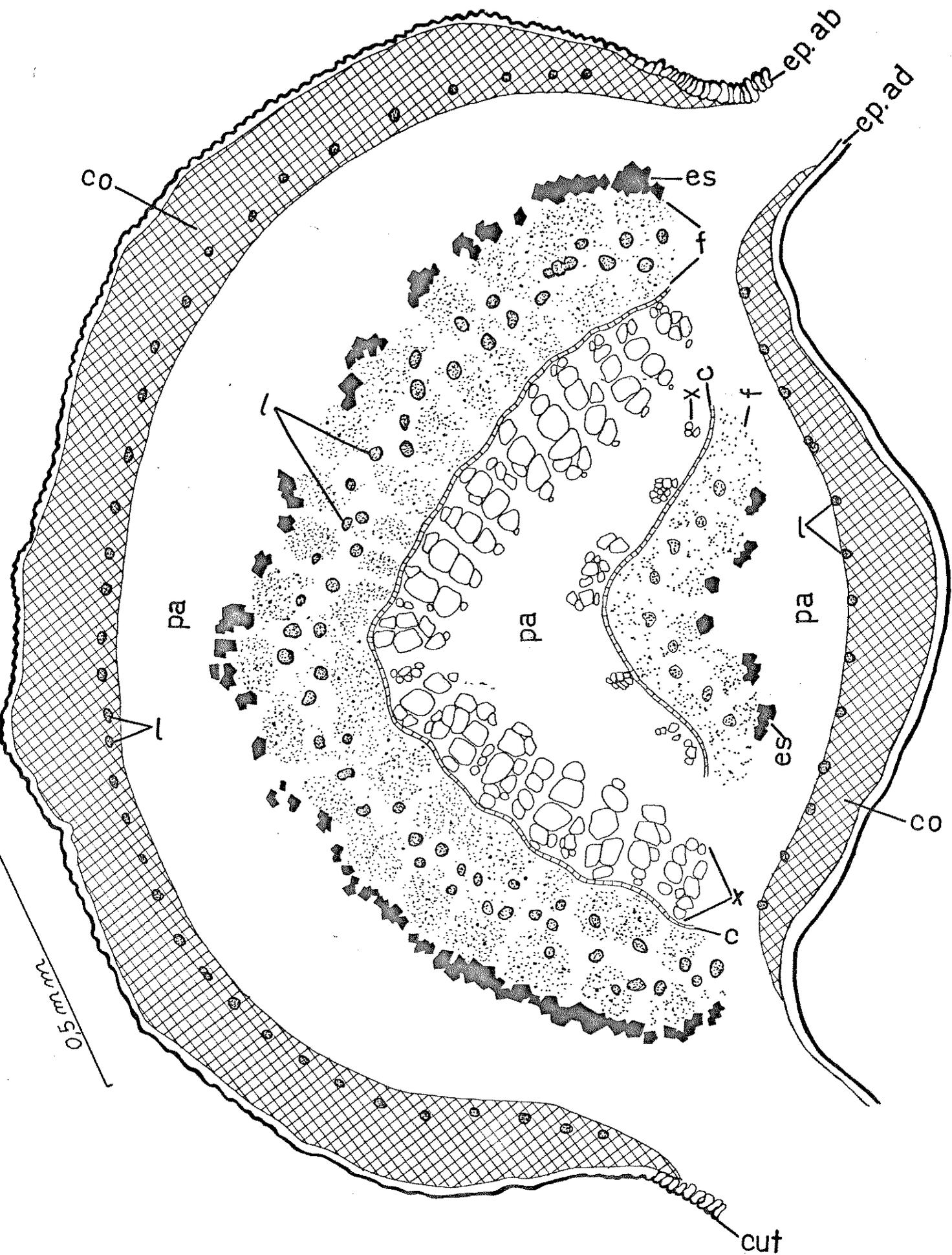


FIG.12

Diagrama de uma nervura principal, em corte transversal (X80).-cut., cutícula; ep.ad., epiderme abaxial; co., colênquima; pa., parênquima; es., esclerenquima; f., floema; x., xilema; c., câmbio; l., laticífero.

Em uma nervura de fino calibre, o elemento mais desenvolvido é o laticífero, que geralmente ocorre em número de um. Não há presença de colênquima nos polos da nervura. As epidermes não sofrem nenhuma curvatura. As papilas estão presentes na epiderme inferior e as células da superior não apresentam nenhuma redução no seu comprimento. Algumas fibras esclerenquimáticas ocorrem na periferia do floema. Constatou-se que, por menor que seja a nervura, ocorrem fibras lignificadas no floema (Fig. 13-C).

4.1.1.3 Pecíolo

As folhas são longo-pecioladas, apresentando um comprimento aproximado de 20 cm. A base, em corte transversal, tem secção plano-convexa. Desta região até o ápice, adquire contorno circular. Apresenta coloração vermelha, sendo que a metade superior tem tonalidade mais forte, enquanto que a superfície inferior é mais fraca. O vermelho do pecíolo é devido à presença do pigmento antocianina, dissolvido no suco vacuolar das células epidérmicas e, principalmente, em células do parênquima cortical externo.

Em vista transversal, a região mediana apresenta a seguinte estrutura (Fig. 14).

Epiderme

Formada por uma só camada de células, cuja parede periclinal externa é recoberta por uma espessa cutícula. Estômatos podem ser encontrados em toda extensão (Fig. 15-A). Depressões ou fendas, semelhantes às das grandes nervuras, podem ser encontradas. Idioblastos com drusas são comuns. Células com antocianina ocorrem isoladas, na maioria das vezes.

Parênquima Cortical Externo

M. caerulescens

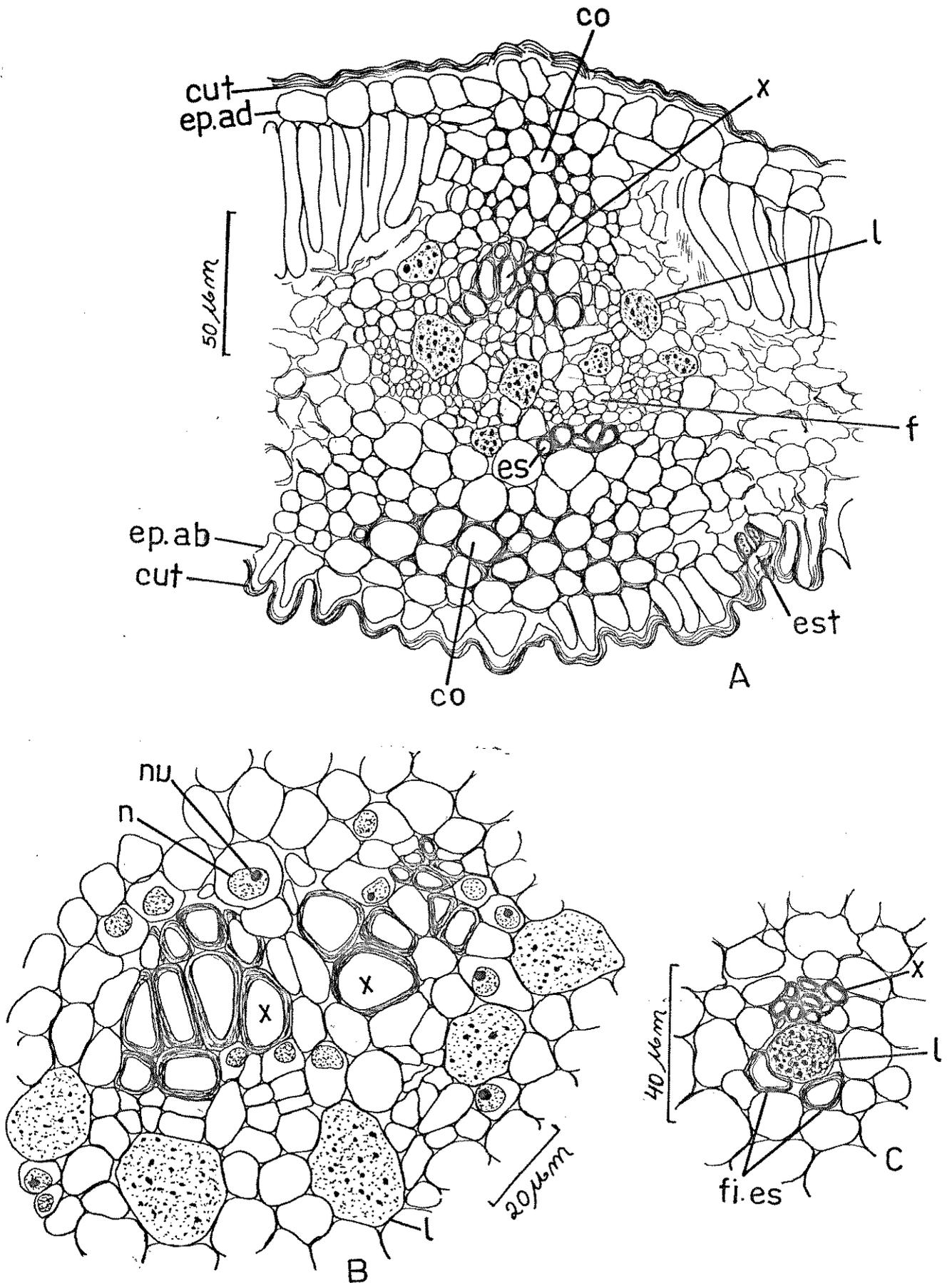


FIG.13

- A - Nervura secundária em corte transversal (X400).-cut., cutícula; ep. ad., epiderme adaxial; ep.ab., epiderme abaxial;co., colênquima; es., esclerênquima; f., floema; x., xilema; l., laticífero; est., estômato.
- B - Células parenquimáticas com volumosos núcleos, junto ao xilema (x) e laticíferos (X1000).-n., núcleo; nu., nucléolo.
- C - Pequena nervura (X630).-x., xilema; l., laticífero; fi.es., fibras esclerenquimáticas do floema.

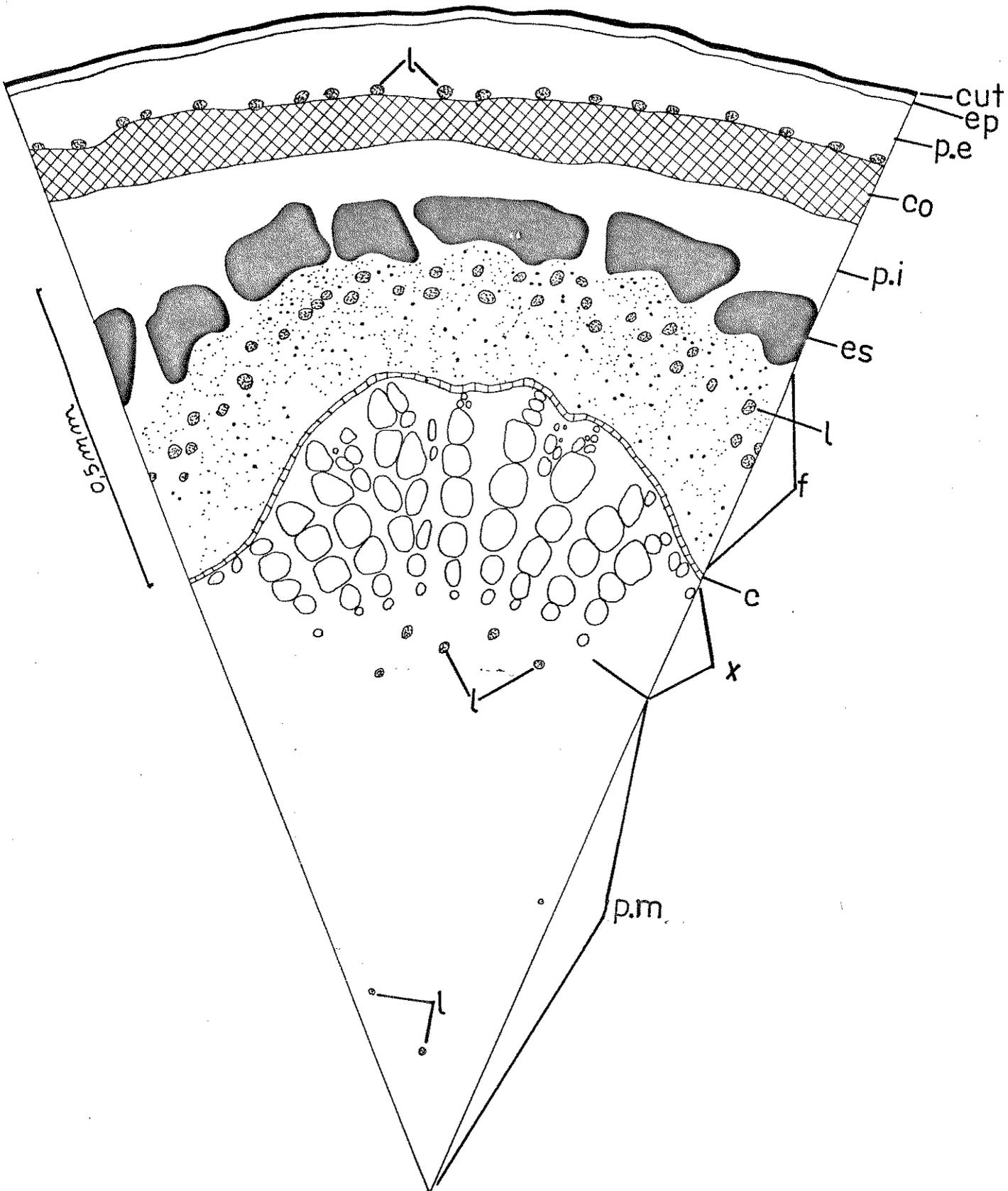
M. caerulescens

FIG. 14

Diagrama do pecíolo em corte transversal (X80).—cut., cutícula; ep., epiderme; p.e., parênquima cortical externo; co., colênquima; p.i., parênquima cortical interno; es., esclerênquima; f., floema; c., câmbio; x., xilema; p.m., parênquima medular; l., laticífero.

Geralmente formado por quatro camadas de células. Neste parênquima encontra-se a maior quantidade de células com antocianina. Substâncias tanóides também foram constatadas nestas células. No limite interno, próximo ao colênquima, encontram-se os laticíferos, distribuídos em anel. Em pecíolo mais velho, observam-se lenticelas, como também a presença de uma periderme, resultante da atividade meristemática do felogênio (Fig. 15-B e C). Idioblastos com drusas são muito comuns. Observou-se que, quando uma célula do felogênio contém antocianina e tanóides, as suas derivadas também os conterão.

Colênquima

É do tipo angular, formando um anel contínuo. Na base do pecíolo o tecido colenquimatoso é mais desenvolvido do que nas outras regiões, aparecendo logo após a epiderme. Poucas células, com baixo conteúdo de antocianina, são encontradas.

Parênquima Cortical Interno

Formado por células geralmente maiores do que as do cortical externo. As células em contato com as fibras esclerenquimáticas contêm grande quantidade de grãos de amido, como também cristais podem ocorrer, formando uma bainha amilífera. Na base do pecíolo a bainha amilífera é bem mais característica. Células com conteúdo tanóide podem ocorrer isoladas pelo parênquima (Fig. 16-A). Observou-se que o felogênio pode também ter origem neste parênquima por desdiferenciação de células parenquimáticas (Fig. 29).

Esclerênquima

Forma uma faixa na periferia do floema, sendo regularmente intercalado por células parenquimáticas com alto conteúdo tanóide (Fig. 16-A).

M. caerulescens

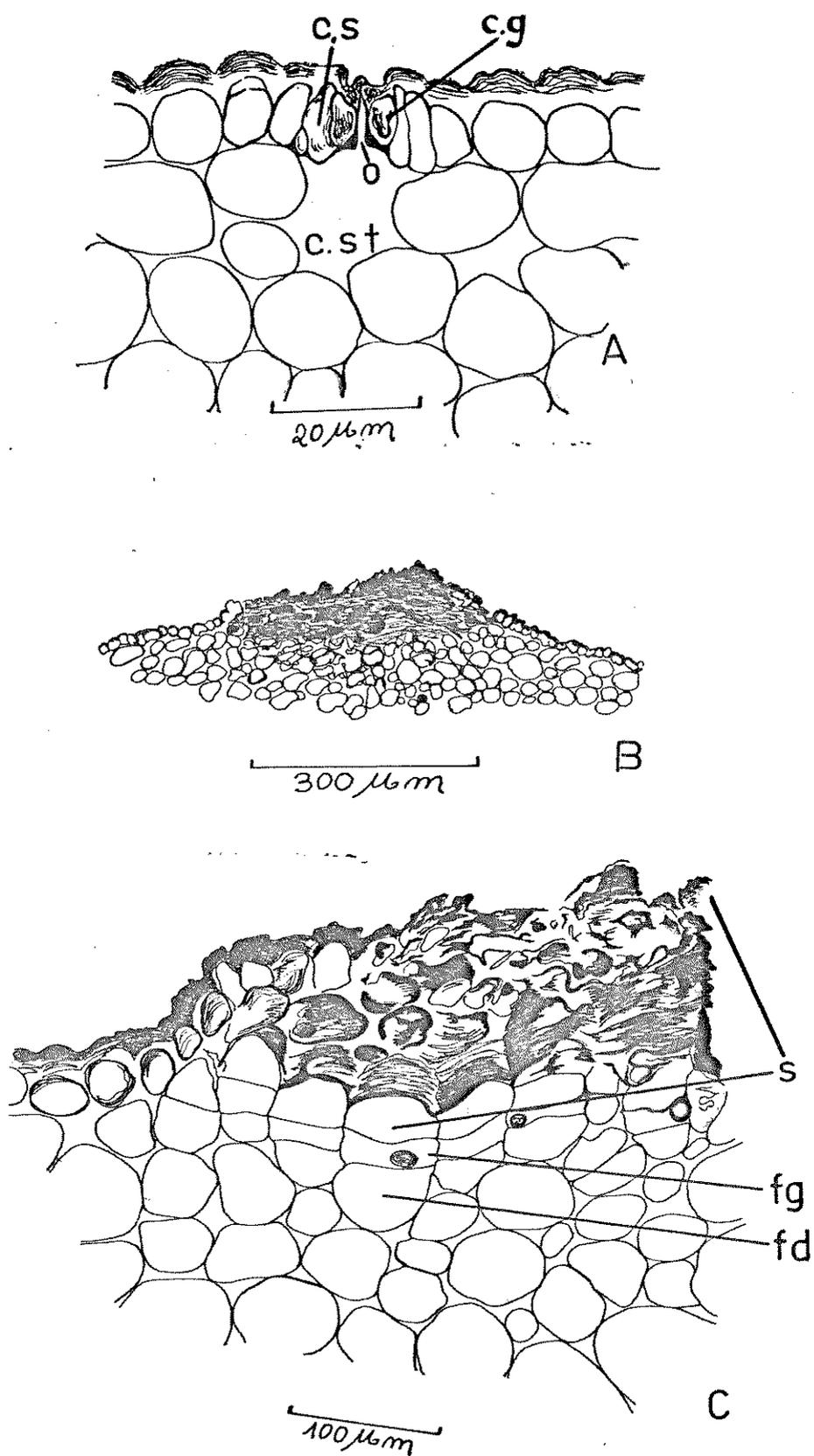


FIG.15

- A - Estômato em pecíolo (X630).-c.g., célula-guarda; o., ostíolo; c.s., célula subsidiária; c.st., câmara subestomática.
 B - Lenticela do pecíolo (X100).
 C - Parte da lenticela em maiores detalhes (X400).-fg., felogênio; fd., feloderma; s., súber.

As células apresentam paredes mais espessadas e seu conteúdo tanóide apresenta-se geralmente homogêneo, mas, algumas vezes, pode aparecer mais granuloso (Fig. 16-B). As fibras esclerenquimáticas são do tipo libriforme, com dimensões bem maiores do que as do xilema. Em fibras mais desenvolvidas, o lúmen celular é bem reduzido e as paredes, muito espessas. Não foi possível a distinção entre a lamela média e a parede primária. A parede secundária apresenta-se formada por duas partes bem distintas: uma mais externa, altamente lignificada, e outra mais interna, menos lignificada, onde se observam várias lamelas concêntricas. As linhas divisórias das lamelas revelaram-se com maior teor de lignina do que as próprias lamelas (Fig. 16-C). Em luz polarizada a camada externa da parede secundária mostrou-se altamente birrefringente, enquanto que a interna apresentou o fenômeno com menor intensidade. As pontuações simples são de fácil observação, estabelecendo comunicações entre fibras contíguas ou com células parenquimáticas vizinhas. Em corte longitudinal, observamos a ocorrência de fibras com septos transversais, com núcleos e com nucléolos bem visíveis (Fig. 17-A). Notamos que, na base do pecíolo, as fibras ocorrem em menor número do que na região mediana.

Floema

Ocorre externamente aos conjuntos de feixes vasculares em número de 5 a 7. Os feixes vasculares são do tipo colateral. O floema é limitado externamente pelo esclerênquima e internamente pelo câmbio fascicular. Podemos dividi-lo em proto e meta floema. O protofloema é mais externo e incospicuo, formado por elementos de diâmetro pequeno, podendo ocorrer alguns elementos comprimidos ou obliterados. Células companheiras, se existem, são de difícil observação. O metafloema é mais interno e conspícuo, com elementos de tubos crivados, células companheiras e células de parênquima. Os laticíferos, em grande número, locali-

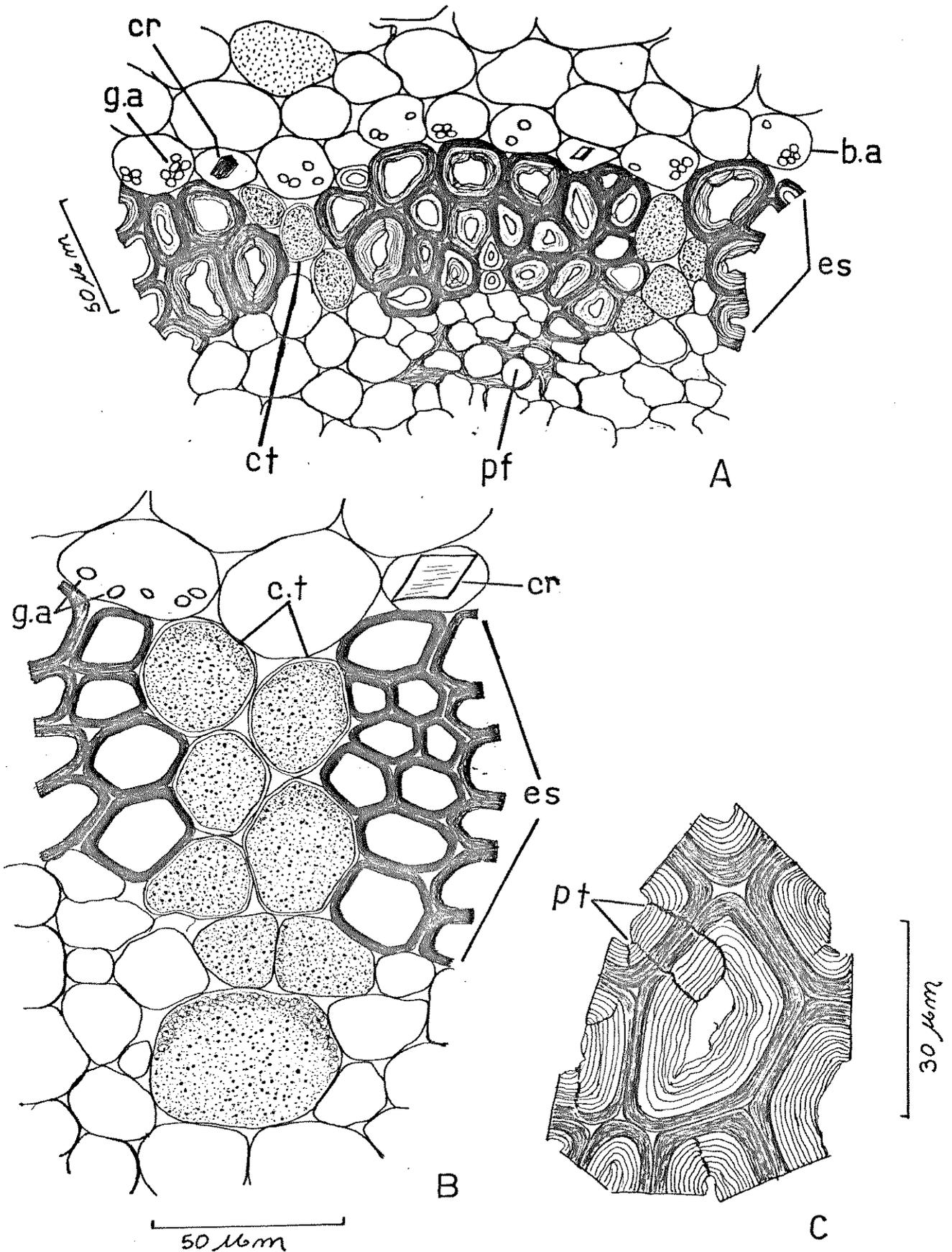
M. caerulescens

FIG.16

- A - Região do pecíolo mostrando a bainha amilífera (b.a.), o esclerênquima (es) formado por fibras floemáticas, intercalado por células com alto conteúdo tanóide (c.t.) e uma região de protofloema (pf) com alguns elementos obliterados (X400).-g.a., grão de amido; cr., cristal;
- B - Células parenquimáticas de paredes espessas e com alto conteúdo tanóide, intercalando o esclerênquima (es) (X630).-c.t., célula com alto conteúdo tanóide;g.a., grão de amido; cs., cristal. Mesmas legendas de A.
- C - Fibras esclerenquimáticas do floema, com pontuações (pt) nas paredes e as duas camadas que constituem a espessa parede secundária da fibra (X1000).

zam-se, geralmente, entre o proto e o metafloema (Fig. 14). O floema é constantemente intercalado por parênquima de raio, cujas células podem conter tanóides e, raramente, grãos de amido. O floema secundário, juntamente com os laticíferos de origem secundária, são produtos que resultam da atividade meristemática do câmbio.

O floema secundário da região vascular e o metafloema formam áreas de limites imprecisos, tornando-se, assim, difícil a separação de seus elementos.

Em corte longitudinal, o elemento de tubo crivado possui comprimento em torno de 150µm, apresentando-se, geralmente, mais estreito na região mediana, alargando-se nas extremidades. A parede é muito delgada e de pectocelulose, principalmente. Em elementos jovens aparece o protoplasma abundante com núcleo visível. A placa crivada apresenta-se, na maioria das vezes, inclinada, com os crivos extremamente finos. Geralmente, existe mais de uma célula companheira ao lado do elemento de tubo crivado, podendo ocorrer de duas a cinco. O núcleo das células companheiras é de fácil observação, notando-se até a presença de um ou dois nucleólos (Figura 17-B e C). Observamos, também, na região floemática, os laticíferos, que são verdadeiros tubos que correm paralelamente, interligando-se através de anastomoses (Fig. 18-A). Extremidades de ramificações de laticíferos, penetrando por entre células do parênquima liberiano foram também observadas (Fig. 18-B). Anastomose, em corte transversal, exibindo um grande núcleo com o seu nucleólo, vê-se na Fig. 18-C.

Câmbio Vascular

Em pecíolos mais jovens, ocorre somente o câmbio fascicular. Posteriormente, aparece um câmbio interfascicular, que se une ao fascicular, completando o anel cambial. O câmbio se identifica-se por apresentar suas células com contorno perfeitamente retangular, sem deixar espaços intercelulares visíveis, paredes

M. caerulescens

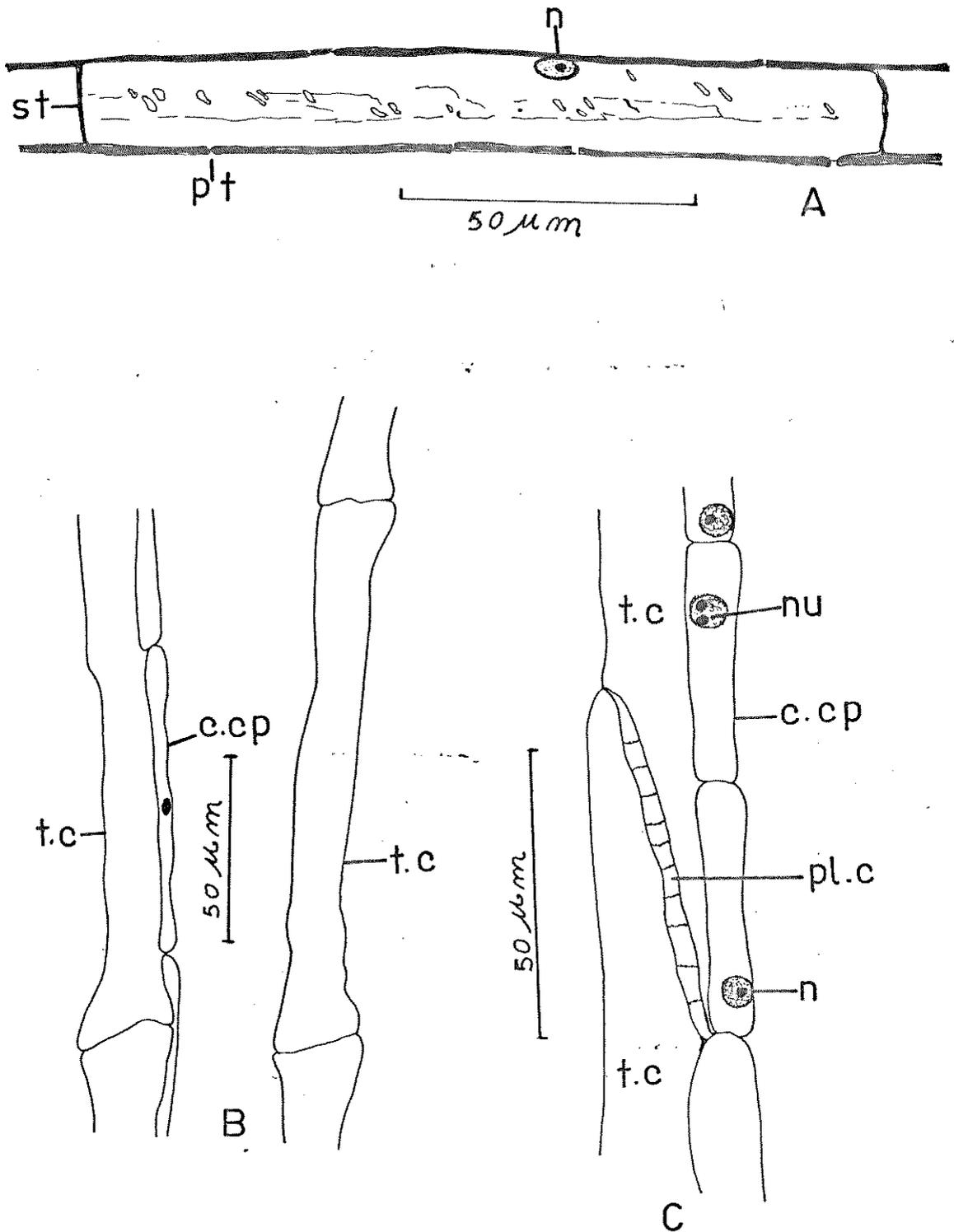


FIG. 17

- A - Trecho de uma fibra esclerenquimática do floema do tipo libriforme, mostrando o núcleo (n) e septos transversais (s.t.) (X1000). -pt., pontuações simples.
- B - Dois elementos de tubos crivados (t.c.) (X630). c.cp., célula com -panheira.
- C - Duas extremidades de dois elementos de tubos crivados, separados pela placa crivada (pl.c.). As células companheiras (c.cp.) exibem núcleo (n) com um ou dois nucléolos (nu) (X1000).

M. caerulescens

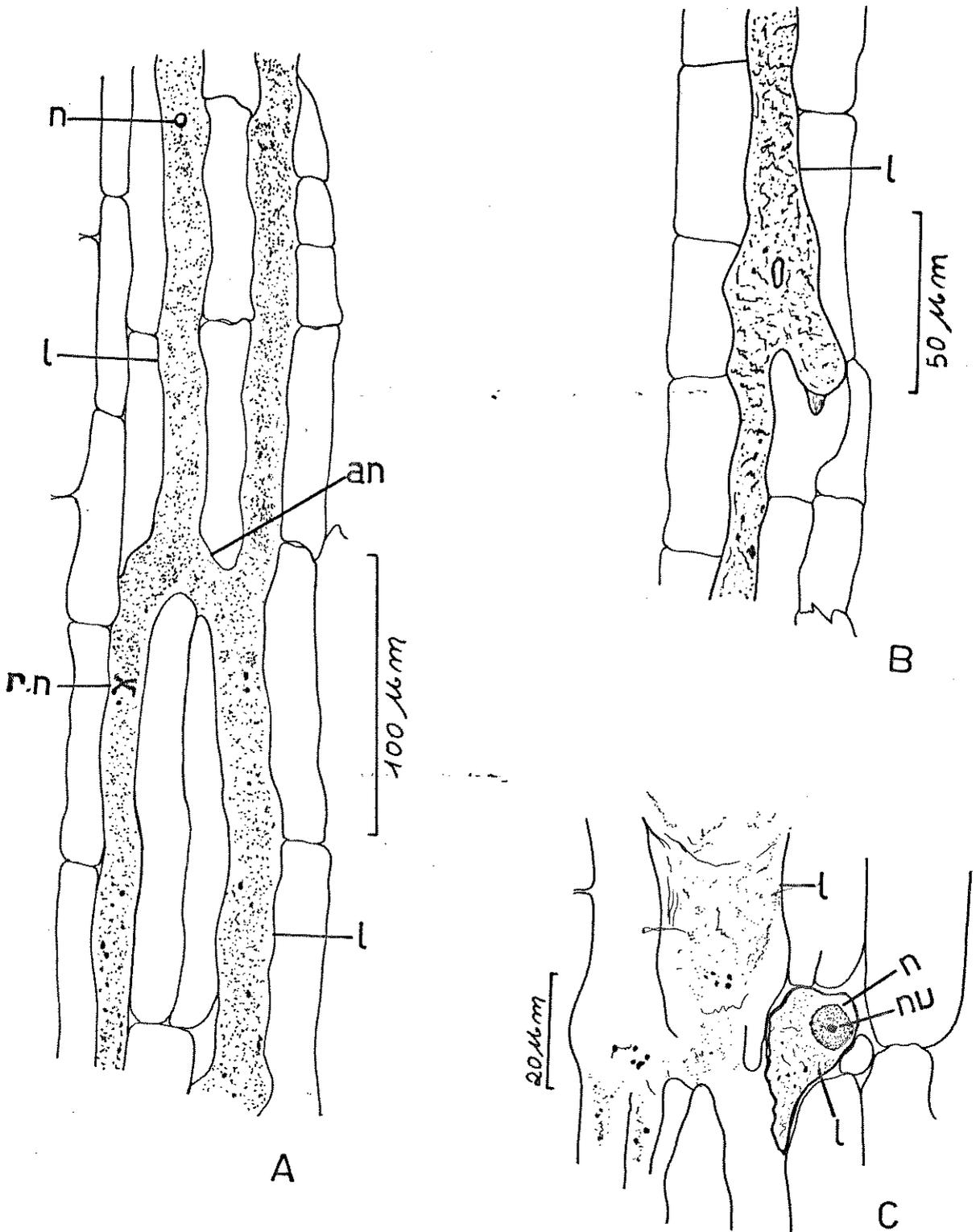


FIG. 18

- A - Dois laticíferos (l) paralelos unidos através de uma anastomose (an). Superiormente vê-se um núcleo (n), sem conteúdo, em processo degenerativo e próximo à anastomose, restos talvez de material nuclear (r.n.) (X400).
- B - Laticífero (l) mostrando terminações (X630).
- C - Corte longitudinal mostrando a seção transversal de uma anastomose, exibindo núcleo (n) com um nucléolo (nu) (X1000). - l., laticífero.

de pectocelulose, e núcleo com nucléolo facilmente observado.

Xilema

Ocupa posição mais central com relação ao floema, formando com este, geralmente, 5 a 7 conjuntos de feixes vasculares. Num feixe de Xilema distinguimos o proto e o metaxilema. Os elementos de vasos lenhosos apresentam paredes lignificadas, dispostos-se em fileiras radiais, onde o protoxilema ocupa posição mais interna e o metaxilema é mais externo. Os elementos formadores do xilema são: vasos com espessamento do tipo espiralado principalmente, escalariforme, escalariforme-reticulado e raramente anelado; traqueídeos: fibras e células de parênquima (Fig. 19-A, B, C e D e Fig. 20-A e B). O xilema secundário é formado pela atividade do câmbio fascicular e interfascicular, cujas células, por divisões tangenciais, dão para o interior os elementos formadores daquele tecido condutor.

Medula

Formada por células parenquimáticas, algumas com diâmetro com cerca de 100µm. Algumas células exibem conteúdo tanóide. Os espaços intercelulares são de fácil observação. Proporcionalmente, medula ocupa a maior área entre os outros tecidos constituintes do pecíolo (Fig. 20-C). Células da medula podem apresentar paredes lignificadas. Poucos laticíferos são encontrados na região perimedular, em frente aos polos de protoxilema (Fig. 14 e 21-A). Finas ramificações de laticíferos podem ocupar inúmeros espaços intercelulares por todo o parênquima medular (Fig. 21-B e C). Em estrutura secundária, na região interfascicular, o parênquima medular se estende radialmente por entre as fibras xilemáticas, mostrando continuidade com os raios do floema, na altura do câmbio.

M. caerulescens

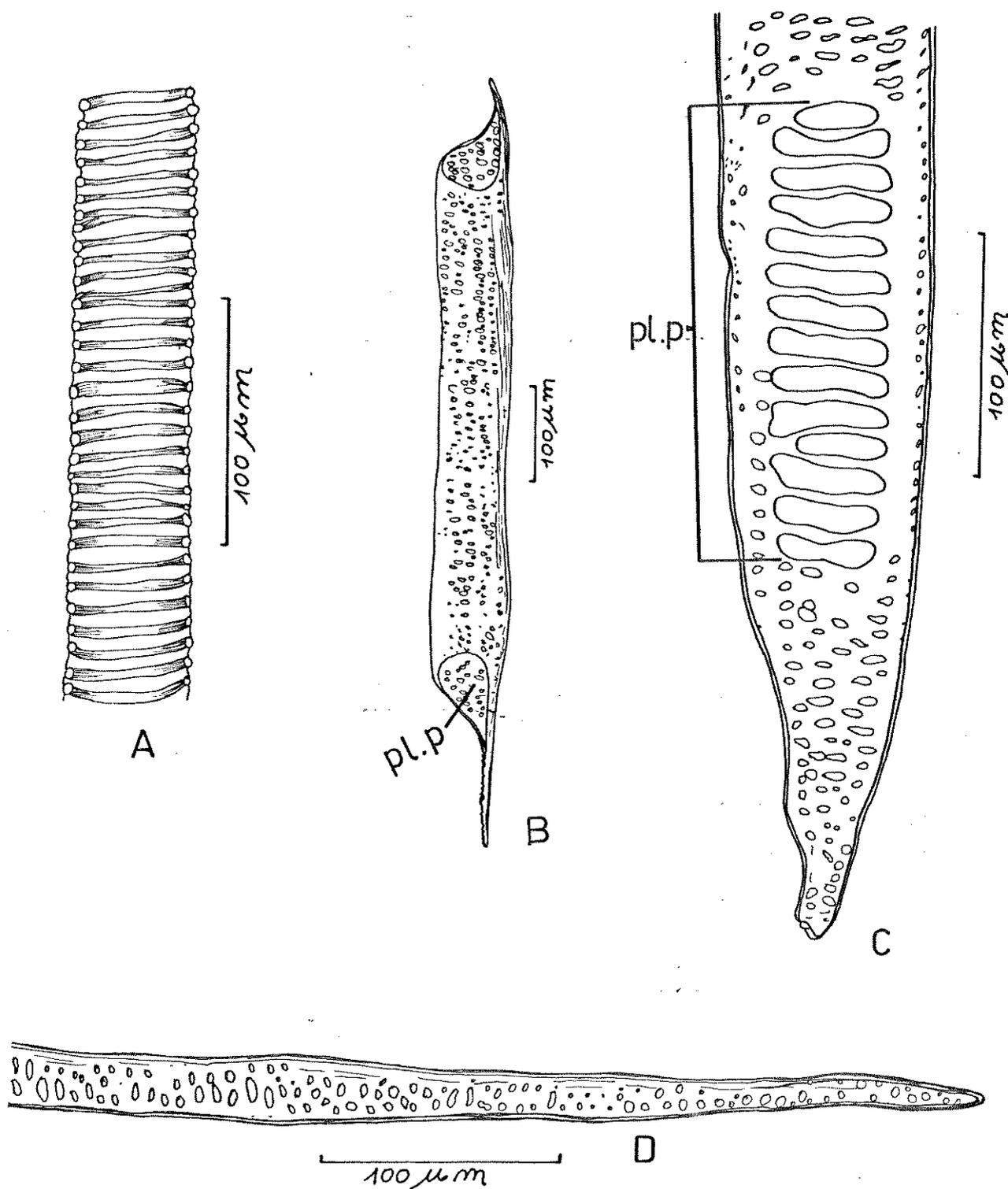


FIG.19

- A - Trecho de um elemento de vaso lenhoso do tipo espiralado (X400).
- B - Elemento de vaso lenhoso do tipo pontuado, com grandes apêndices nas extremidades. As placas de perfurações (pl.p.) são do tipo simples (X160).
- C - Extremidade de um tubo lenhoso mostrando a placa de perfuração (pl.p.) do tipo escalariforme (X400).
- D - Trecho de um traqueídeo mostrando a extremidade (X400).

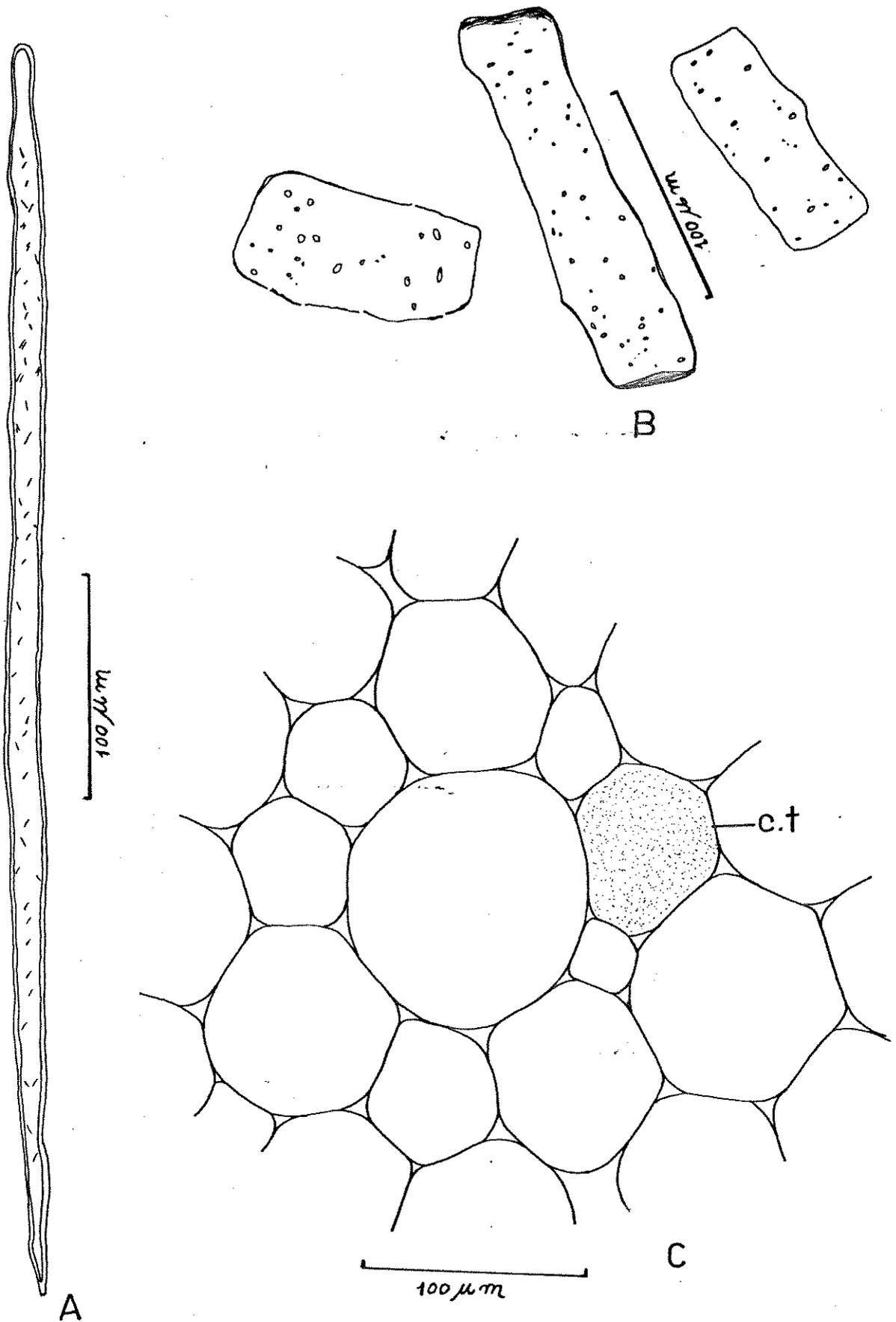
M. caerulescens

FIG.20

- A - Fibra lenhosa do tipo libriforme, do pecíolo (X400).
 B - Células parenquimáticas do xilema (X400)
 C - Região central da medula (X400).-c.t., célula com conteúdo tanóide.

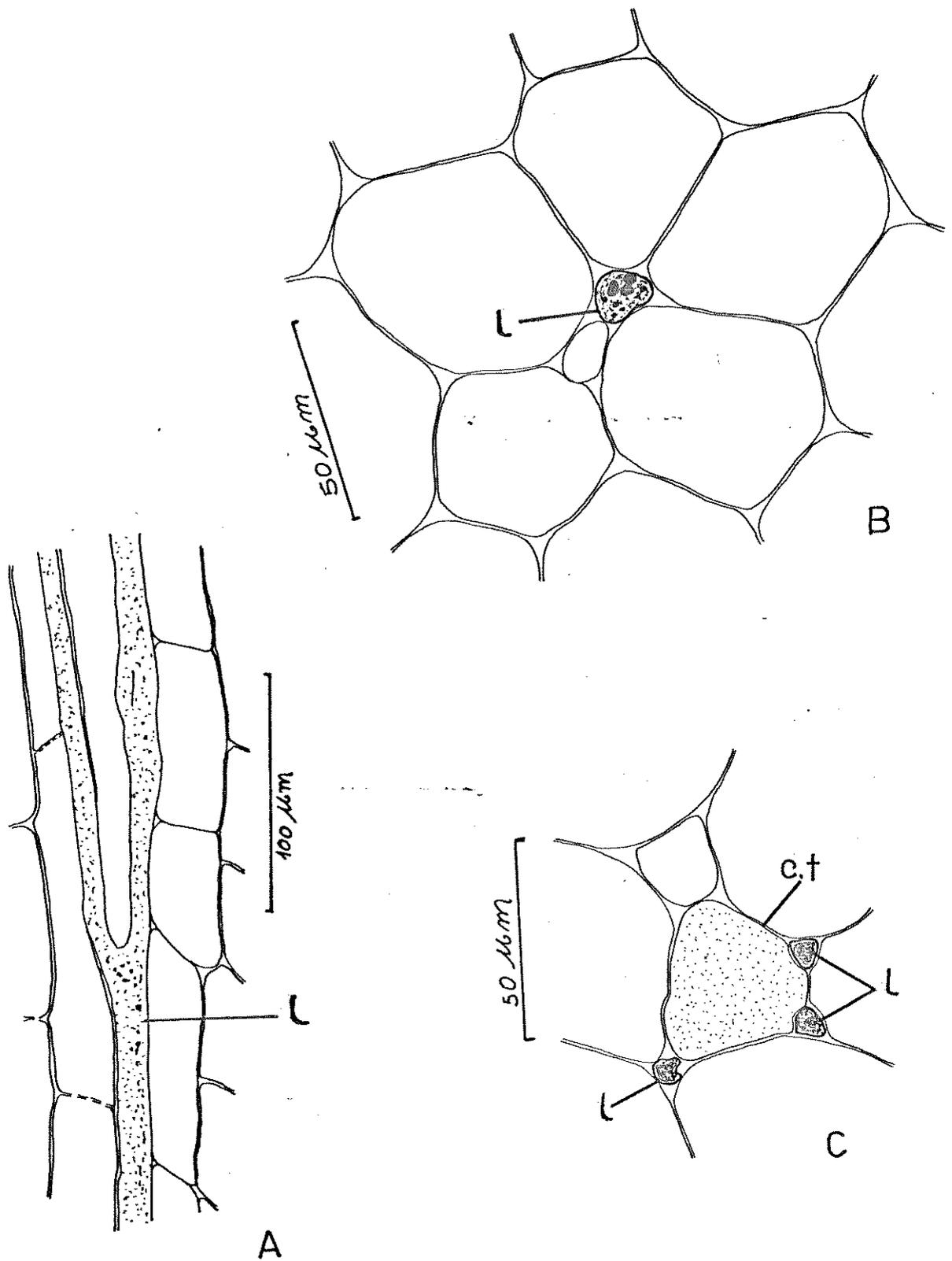
M. caerulescens

FIG.21

- A - Ramificação de um laticífero (l) situado na região perimedular, em frente ao polo de protoxilema (X400).
- B - Pequeno ramo laticífero (l) localizado entre grandes células do parênquima medular (X630).
- C - Três diminutos ramos laticíferos (l) ocupando os espaços intercelulares do parênquima medular (X630).-c.t., célula com conteúdo tanóide.

4.1.2 *Manihot pilosa*

Nesta espécie, a folha é simples, alterna, palmatilobada, geralmente com 7 lobos, podendo ocorrer variações para mais ou para menos no número de lobos, com estípulas caducas, longo-peciolada e com pêlos epidérmicos presentes. (Fig. 22-A).

EPIDERME ADAXIAL

Em vista frontal, as células epidérmicas apresentam forma irregular, podendo apresentar paredes levemente sinuosas (Fig. 22-B) Nas proximidades das margens, as células são de dimensões menores, com contorno aproximadamente circular (Fig. 23-A). As células próximas da base dos pêlos apresentam-se morfologicamente diferentes das demais, dispendo-se mais ou menos concentricamente (Fig. 23-B).

As células epidérmicas das nervuras tendem para a forma retangular, mas aquelas vizinhas da base do pelo apresentam-se levemente arqueadas (Fig. 23-C e D).

Os pêlos distribuem-se isoladamente por toda a superfície adaxial, havendo uma maior concentração sobre as nervuras. Normalmente ocorrem isolados, mais raramente encontram-se pêlos geminados (Fig. 24-A). São unicelulares, longos, afilando-se na extremidade, de paredes relativamente espessas, medindo aproximadamente 500µm de comprimento por 10-15 de diâmetro (Fig. 24-B) Os pêlos mais velhos destacam-se facilmente, restando somente sua base na epiderme.

Grandes cristais prismáticos de oxalato de cálcio são comumente encontrados nas células epidérmicas. Geralmente ocorre um grande cristal por célula, mas pode haver dois, três ou mais (Fig. 24-C e D).

Nesta epiderme não se observaram estrias epicuticulares e nem glândulas.

As depressões ou fendas são muito raras. Quando ocorreram

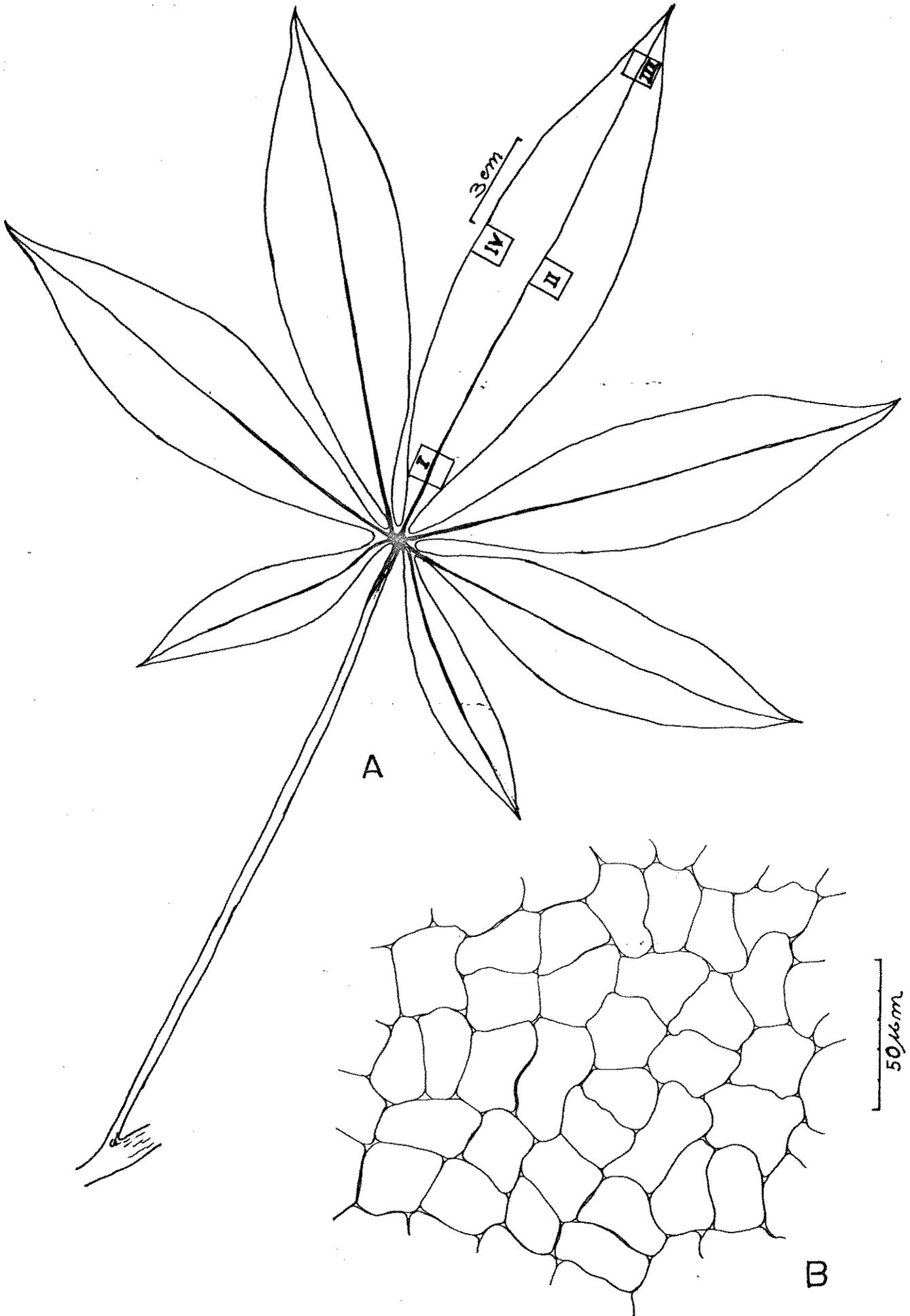
M. pilosa

FIG. 22

A - Folha de *M. pilosa*, com as quatro regiões onde se fizeram as contagens dos estômatos: I. base, II. região mediana, III. ápice e IV. margem.

B - Epiderme adaxial, numa região sem pêlos (X630).

M. pilosa

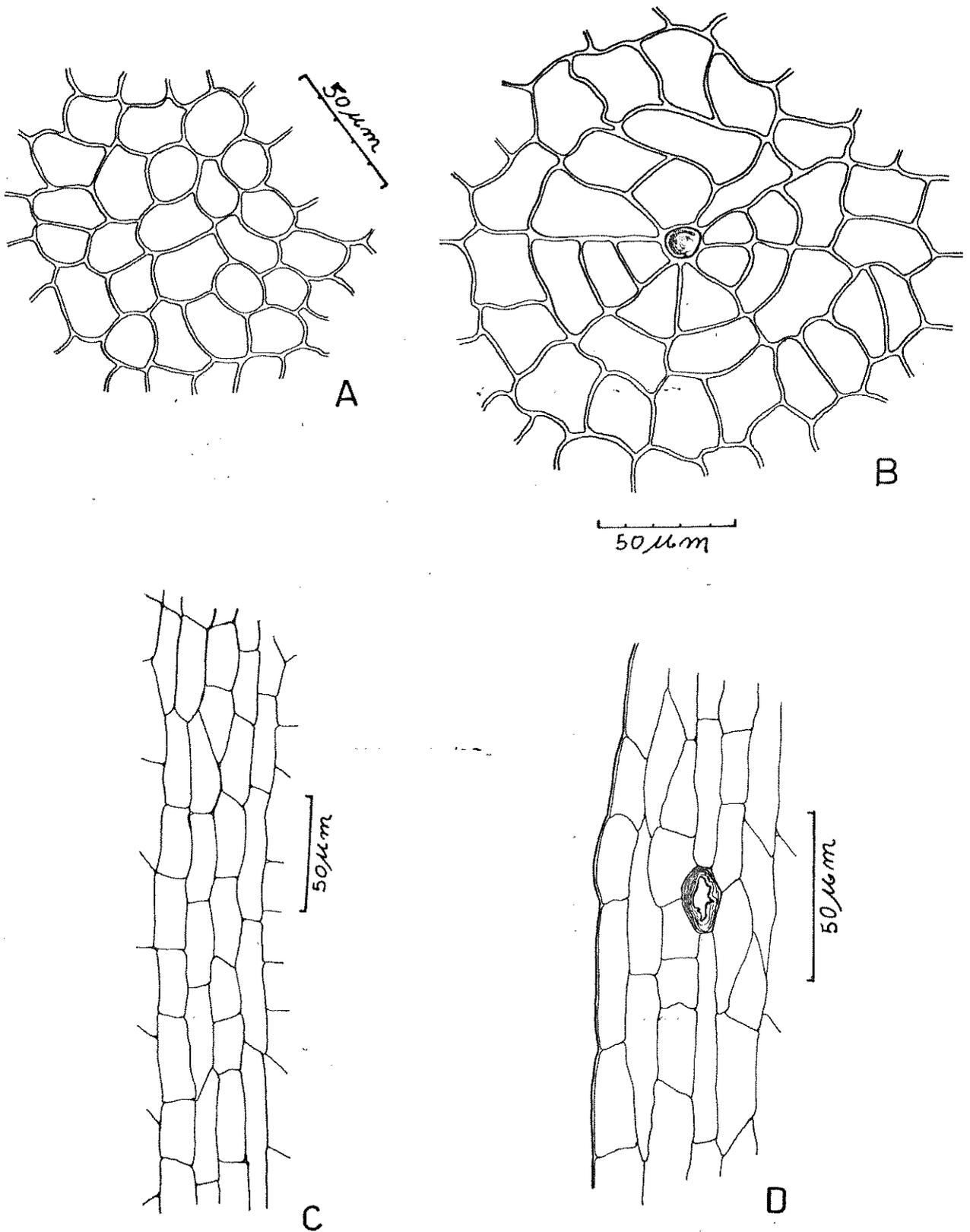


FIG.23

- A - Epiderme adaxial, região próxima à margem (X400).
 B - Epiderme adaxial, mostrando as células próximas da base de um pêlo (X400).
 C - Células epidérmicas da nervura. Epiderme adaxial. (X400).
 D - Base de pêlo na epiderme da nervura. Epiderme adaxial. (X630).

M. pilosa

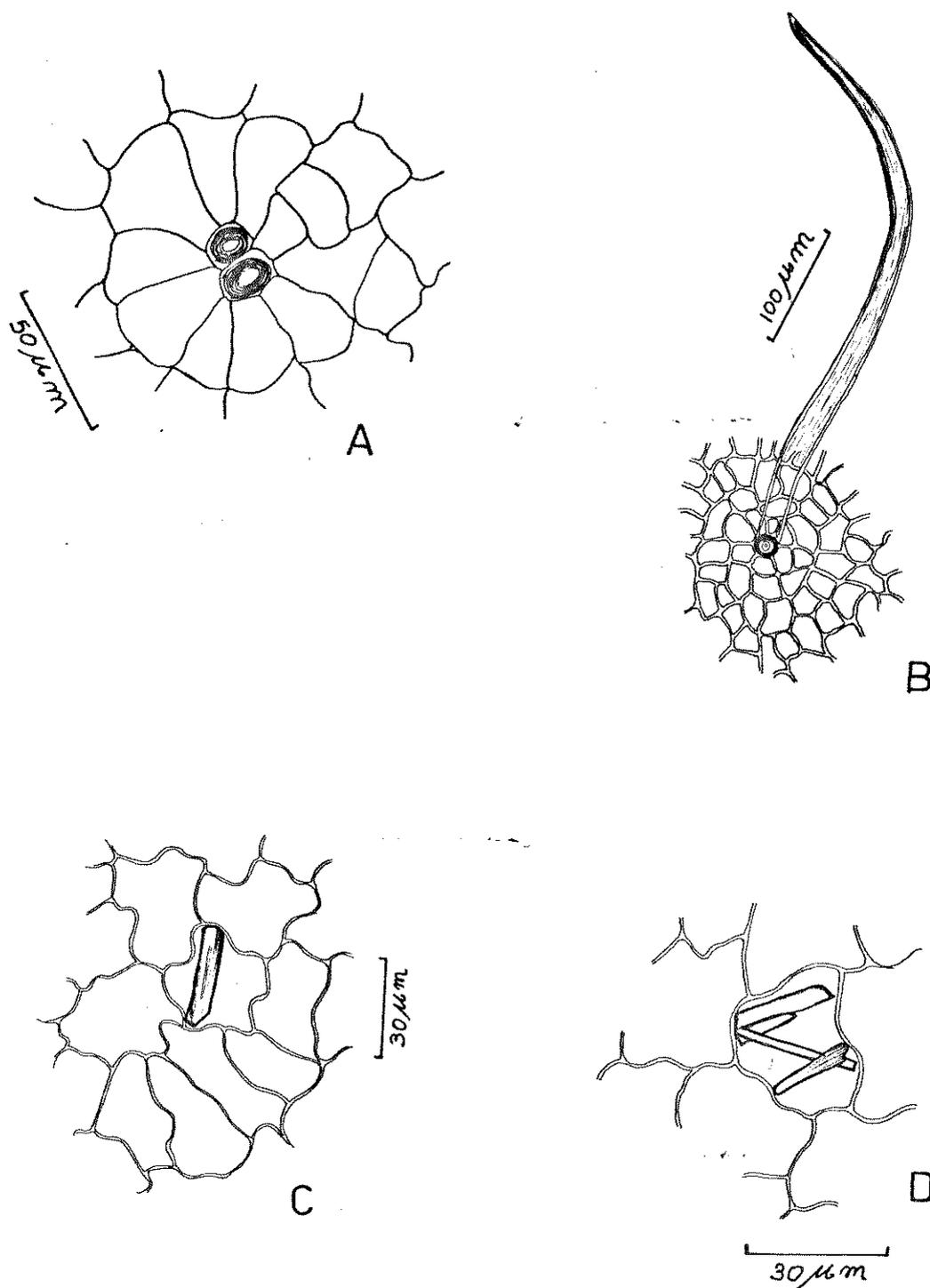


FIG.24

- A - Base de pêlos geminados da epiderme adaxial (X400).
 B - Pêlo da epiderme adaxial (X400).
 C - Grande cristal prismático, de oxalato de cálcio, numa célula da epiderme adaxial (X630).
 D - Quatro cristais numa célula da epiderme adaxial (X630).

foram localizadas somente sobre a nervura principal.

Os estômatos, geralmente do tipo paracítico, são encontrados em pequeno número, margeando as grandes nervuras (Fig. 25-A). Excepcionalmente, observamos dois estômatos geminados numa nervura maior (Fig. 25-B).

Em corte transversal, a epiderme adaxial é formada por uma sô camada de cêlulas. As paredes periclinais externas são reves tidas por uma delgada cutícula, de, aproximadamente, $1\mu\text{m}$ de es pessa, sem granulações externas (Fig. 25-C). As cêlulas epi derme superior têm espessura de 15 a $20\mu\text{m}$, sendo esta a dimen são mais regular.

A base dos pelos possui paredes mais espessadas do que a parte restante, revelando pequeno teor de lignina. Vãrias pontu ações aã ocorrem, estabelecendo comunicações com cêlulas vizi - nhas da epiderme, como também com cêlulas do tecido inferior (Fig. 25-D).

Os estômatos nessa epiderme são difíceis de encontrar. So mente um foi observado, revelando ter todos os componentes nor mais (Fig. 26-A).

EPIDERME ABAXIAL

Em vista frontal, observam-se pêlos semelhantes aos da epi derme adaxial, havendo maior concentração nas nervuras. As cê lulas epi dêmicas diferenciam-se principalmente em papilas. Es - tas, quando observadas numa focalização superficial, apresentam geralmente, apenas as extremidades com forma circular, dispo ndo se como contas de rosário, delimitando espaços ou cavidades, on de se localizam os estômatos, dos quais se observa somente o os tñolo (Fig. 26-B). Em cada cavidade pode ser encontrado um estô mato, mas é muito comum encontrar-se dois, três e até quatro. Com uma focalização mais profunda, observa-se o contorno das ba ses das papilas e os estômatos, com quase todos os seus compo - nentes (Fig. 26-C e D).

M. pilosa

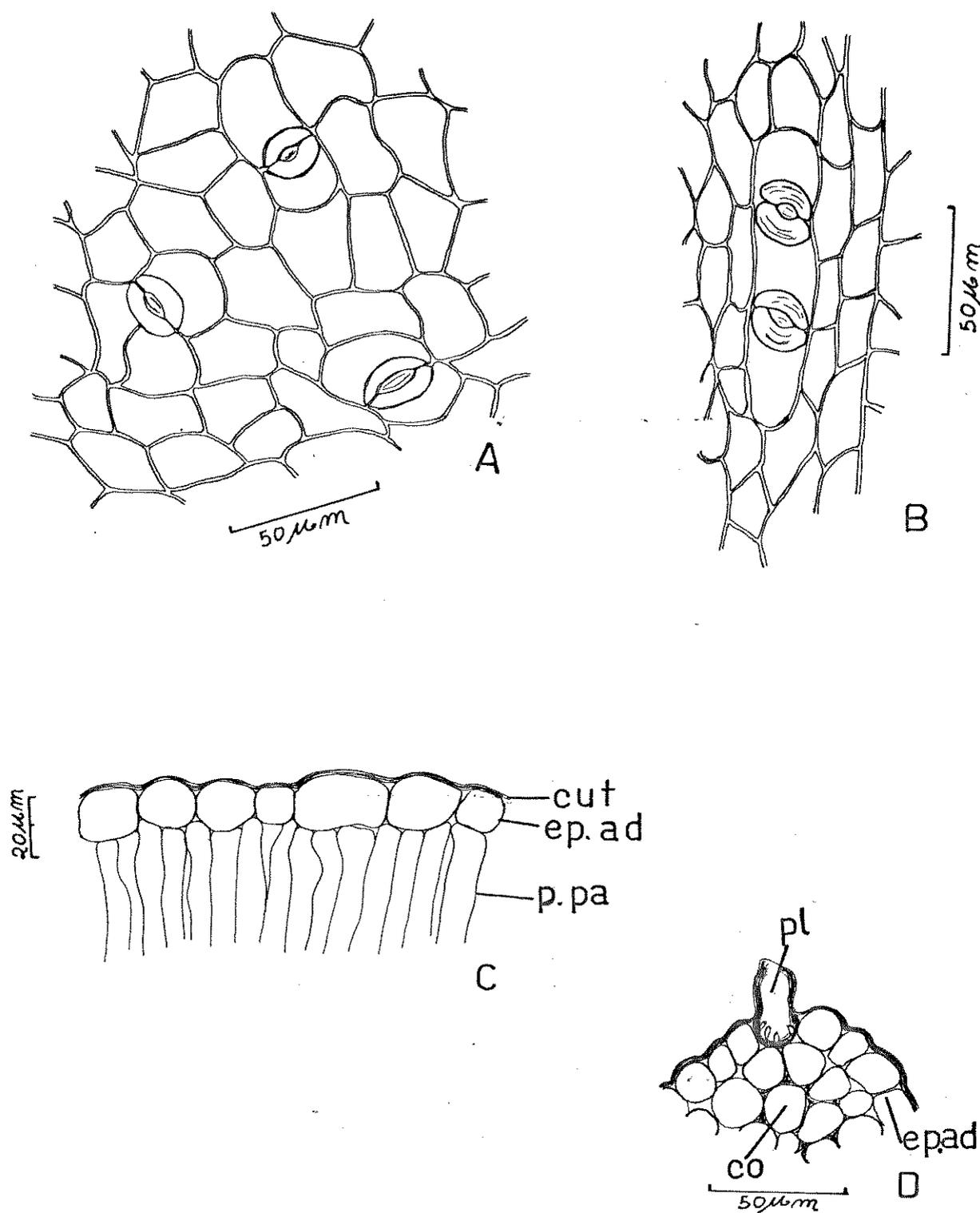


FIG.25

- A - Região junto à nervura, mostrando três estômatos da epiderme adaxial (X400).
- B - Dois estômatos geminados na epiderme de uma grande nervura. Epiderme adaxial.(X400).
- C - Epiderme em corte transversal, recoberta por uma delgada cutícula (cut) (X400).-ep.ad., epiderme adaxial; p.pa., parênquima paliçádico.
- D - Base de um pêlo (pl) na epiderme adaxial de uma grande nervura (X400). co., colênquima.

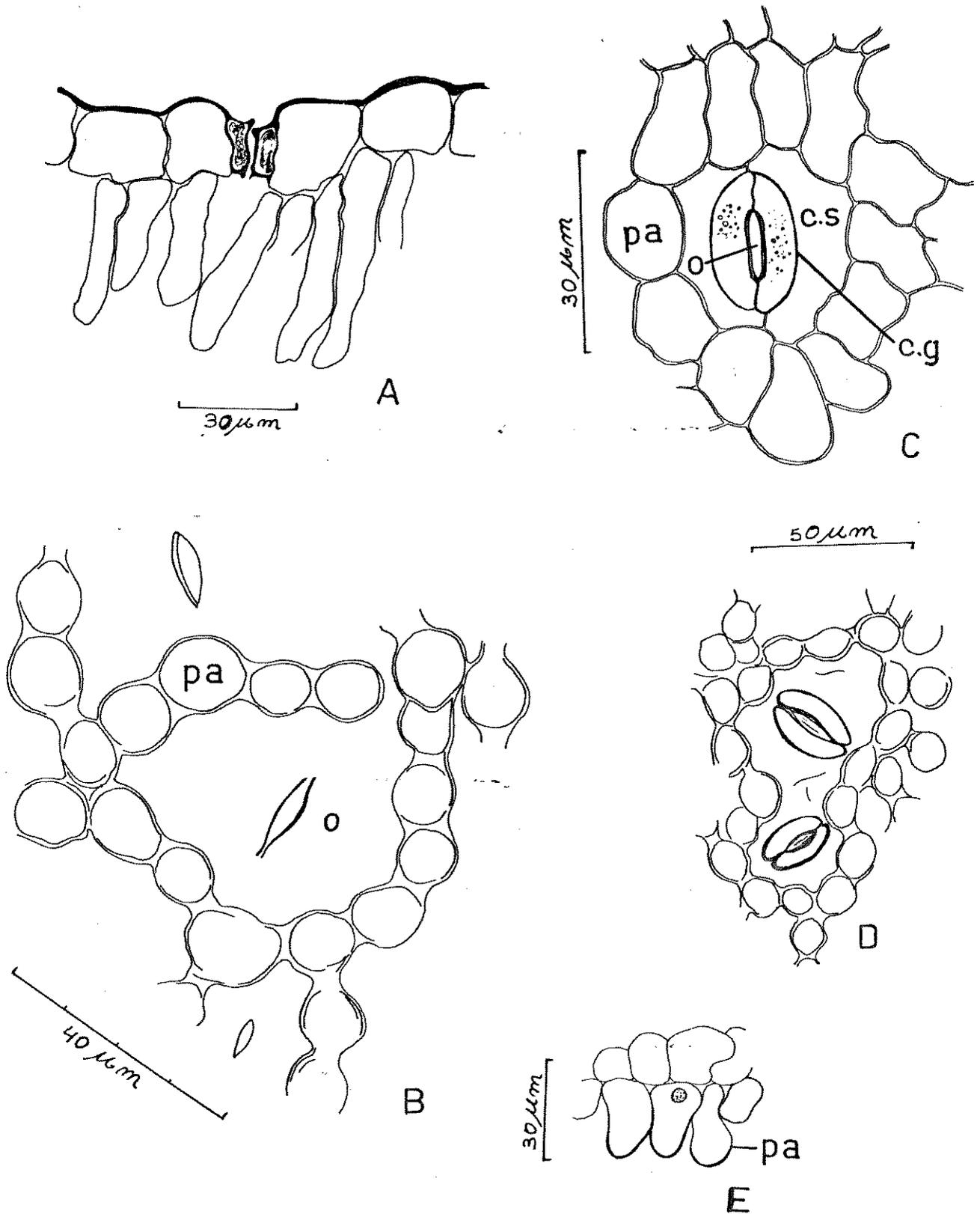
M. pilosa

FIG. 26

- A - Estômato da epiderme adaxial, em corte transversal. (X630).
- B - Epiderme abaxial, em vista frontal, numa focalização mais superficial, vendo-se as extremidades das papilas (pa) e os ostíolos (o) (X1000).
- C - Epiderme abaxial, numa focalização mais profunda, vendo-se o contorno das bases das papilas (pa) e o estômato. (X1000). -c.g. célula guarda; o., ostíolo; c.s., célula subsidiária.
- D - Dois estômatos numa mesma cavidade delimitada pelas papilas. (X630).
- E - Papilas epidérmicas (pa), vistas transversalmente. (X630).

Os estômatos são do tipo paracítico. O ostíolo, no seu eixo maior, mede cerca de 10mm. As células guardas apresentam, aproximadamente, as seguintes dimensões: 20 a 25µm de comprimento por 5µm de largura. As células subsidiárias geralmente apresentam-se bem maiores do que as células guardas. Na contagem dos estômatos por milímetro quadrado. Esta média foi encontrada aproximadamente em todas as outras regiões pré-estabelecidas para contagem. Não foram encontrados estômatos na epiderme das nervuras.

As drusas ocorrem principalmente nos idioblastos, numerosos na epiderme das nervuras maiores. Distribuem-se em fileiras maiores ou menores, seguindo a direção dos feixes vasculares. Nas papilas é comum a ocorrência de grandes cristais prismáticos.

As depressões ou fendas são raríssimas e pouco desenvolvidas.

Vista transversalmente, a epiderme abaxial apresenta-se constituída por uma só camada celular, onde se destacam as papilas. Estas apresentam a extremidade arredondada, coberta por uma delgada cutícula, cuja espessura é menor que 1mm, sem revestimento granuloso. As papilas, na maioria das vezes piriformes, apresentam comprimento de 20 a 30 µm e largura da base de 10 a 20µm (Fig. 26-E). Nem células epidérmicas das nervuras maiores nem as do bordo se diferenciam em papilas. As células desta região apresentam a parede periclinal externa recoberta por uma cutícula mais espessa do que nas papilas (Fig. 27-A).

Os estômatos, situados no fundo das cavidades supra-estomáticas, apresentam duas células-guardas pequenas, com paredes pectocelulósicas, geralmente com dois reforços que delimitam superior e inferiormente a entrada do ostíolo. Estes reforços revelaram ser da mesma natureza das paredes das células guardas. As células subsidiárias, em número de duas, são relativamente maiores do que as células-guardas (Fig. 27-B).

A base de um pêlo, localizado numa grande nervura, apresentou paredes espessadas, em que a lignina se revelou como a principal substância componente. Pontuações simples, estabele-

cem comunicações as células vizinhas da epiderme e com células do outro tecido (colênquima) (Fig. 27-C).

MESÓFILO

Nesta espécie, o mesófilo apresenta-se diferenciado em parênquima paliçádico e parênquima lacunoso. O primeiro em contato com a epiderme adaxial e o segundo com a abaxial, portanto, a folha é do tipo dorsiventral.

Parênquima paliçádico

Bastante desenvolvido, uniestratificado, formado por um só tipo de célula, bastante alongada e estreita, com muitos cloroplastos visíveis junto às paredes anticlinais. As células paliçádicas apresentam comprimento cerca de 50µm e largura de 10µm (Fig. 27-D). O conteúdo tanóide revelou-se praticamente nulo nas células deste tecido. Ramificações terminais de laticíferos foram encontradas penetrando por entre células no paliçádico podendo tocar a parede periclinal interna de células da epiderme adaxial (Fig. 27-D). O paliçádico torna-se completamente indiferenciado na altura da nervura principal e de outras de grande calibre, como também nos bordos. Em nervuras de diâmetro menor, células paliçádicas podem ter seu comprimento reduzido.

Parênquima lacunoso

Este parênquima tem, aproximadamente, a mesma espessura do parênquima paliçádico, isto é, 50µm. É formado por células que não se distribuem em estratos, de contorno indefinido, possuindo poucas projeções que tocam nas células vizinhas (Fig. 27-D). Os cloroplastos são menos abundantes do que os das células do paliçádico, localizando-se perto das paredes. O conteúdo

M. pilosa

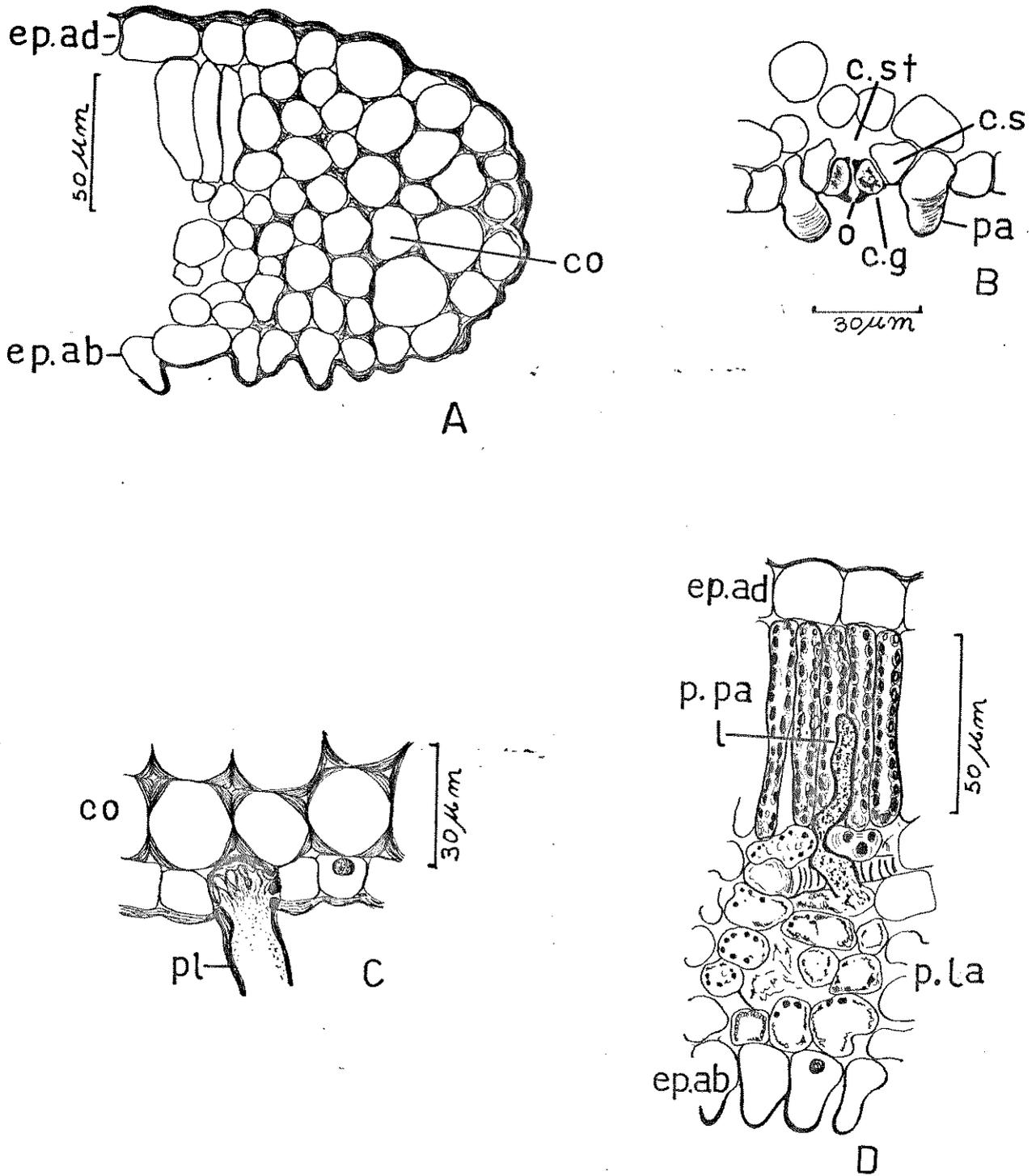


FIG.27

- A - Corte transversal, mostrando o bordo da folha onde há presença de um colênquima (co) (X400).-ep.ad., epiderme adaxial; ep.ab. epiderme abaxial.
- B - Estômato da epiderme abaxial, visto em corte transversal (X630 pa.,papila; c., célula guarda; o., ostíolo; c.s., célula subsidiária; c.st., câmara subestomática.
- C - Base de um pêlo (pl), na epiderme abaxial de uma grande nervura (X504). co., colênquima.
- D - Folha em corte transversal, onde se vê a terminação de um laticífero (1) em direção à epiderme adaxial (ep.ad.) p.pa., parênquima paliçádico; p.la., parênquima lacunoso; ep.ab., epiderme abaxial.

tanõide é bastante baixo. As lacunas são abundantes. Na região das nervuras, as células deste parênquima tornam-se mais arredondadas e os espaços intercelulares, menores. Não se observaram ramificações de laticíferos penetrando por entre células do tecido lacunoso.

Os bordos foliares apresentam um colênquima do tipo anelar, não havendo diferenciação do paliçádico lacunoso (Fig... 27-A).

4.1.2.1 Venação

Folha geralmente com 7 lobos, cada um apresentando uma nervura principal. O padrão geral de venação é o pinado, camptódromo braquidódromo. O ângulo de divergência varia entre 60º-65º. A nervura primária apresenta um curso retilíneo sem ramificações. As terminações das nervuras são formadas por traqueídeos do tipo espiralado (Fig. 28-A,B e C).

4.1.2.2 Anatomia das Nervuras

Transversalmente, a nervura principal apresenta as duas epidermes com pêlos (Fig. 29). A adaxial sofre uma pequena curvatura e a abaxial, uma grande. As epidermes são formadas por um só estrato celular, revestido por delgada cutícula. As células epidérmicas inferiores não se diferenciam em papilas, começando a se diferenciar na zona de transição entre a nervura e o limbo. Drusas ocorrem nas duas epidermes, enquanto que as depressões ou fendas são bastante raras. Os estômatos ocorrem raramente nas duas epidermes. Não há parênquima paliçádico e lacunoso diferenciados. Internamente, após as epidermes, existe um colênquima angular superior e outro inferior mais desenvolvido. Os laticíferos distribuem-se internamente nos dois colênquimas. Internamente aos colênquimas, localizam-se os parênquimas, onde ocorrem drusas em grande número e algumas células com conteúdo tanõide. O sistema vascular é formado por dois conjuntos de feixes vasculares, um maior e outro menor. O primeiro, voltado para a epiderme abaxial e o segundo, para a epi-

M. pilosa

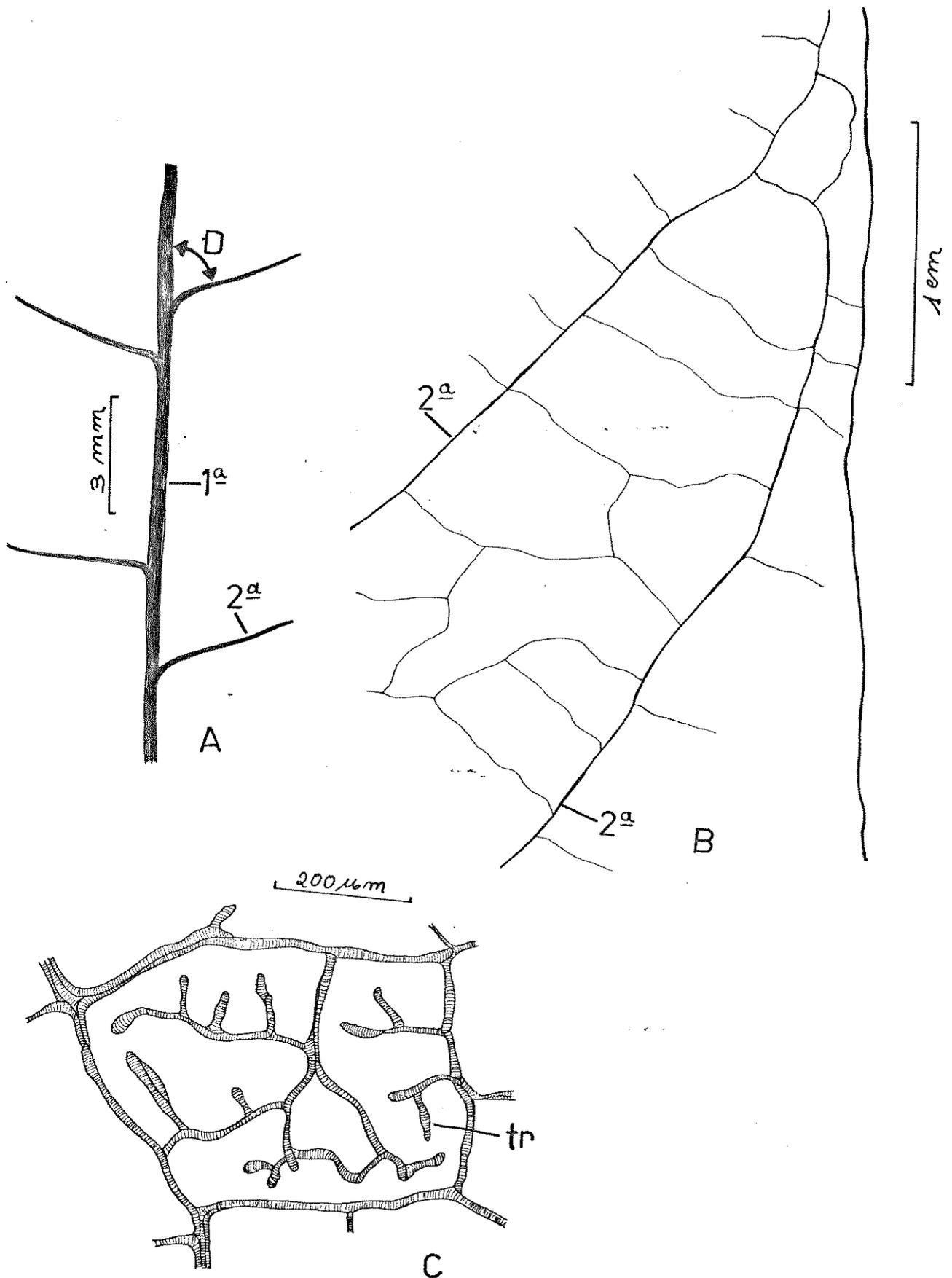


FIG.28

- A - Nervura principal, algumas secundárias e o ângulo de divergência D. (X10).
- B - Região da margem da folha, mostrando que as nervuras secundárias não terminam no bordo, mas se intercomunicam através de arcos ou alças. (X8)
- C - Últimas terminações das nervuras, que são traqueídeos (tr) do tipo espiralado. (X100).

derme adaxial, ambos separados por um parênquima. Os feixes vasculares são do tipo colateral. Limitando externamente o floema, existe uma camada de células cujo conteúdo apresenta inúmeros grãos de amido, sugerindo tratar-se de uma endoderme. Fibras esclerenquimáticas envolvendo o floema não foram observadas. Possivelmente, num estágio bem avançado de desenvolvimento, poderiam células parenquimáticas externas ao floema diferenciar-se em fibras. Os laticíferos aparecem em distribuição mais ou menos regular, entre proto e metafloema. Separando o xilema do floema existe um câmbio vascular. O xilema acompanha internamente o floema. É formado por feixes predominantemente unisseriados de vasos lenhosos, separados por cordões de parênquima. No xilema do conjunto maior, podemos distinguir proto e metaxilema. Não se constatou a presença de tilas no interior dos vasos lenhosos. Algumas ramificações de laticíferos foram observadas no parênquima em frente aos polos de protoxilema (Fig. 29).

Numa nervura de diâmetro médio, as duas epidermes apresentam-se levemente arqueadas. A cutícula da epiderme adaxial é pouco mais espessa do que a da epiderme abaxial. Nesta epiderme as células já estão quase todas diferenciadas em papilas. O parênquima paliçádico e o lacunoso estão diferenciados. O paliçádico se interrompe, sendo substituído por um colênquima pouco desenvolvido. A mesma coisa acontece com o lacunoso, mas é interrompido por um colênquima mais desenvolvido. O sistema vascular é representado por um só feixe vascular do tipo colateral. Não há câmbio completamente diferenciado, separando os dois tecidos condutores. Os laticíferos são encontrados somente na região floemática, constituindo-se em elementos de grande evidência no feixe vascular. Nota-se a ausência de fibras esclerenquimáticas na periferia do líber (Fig. 30-A).

Uma pequena nervura mostra um grande laticífero na região do floema. O diminuto feixe, do tipo colateral, apresenta o xilema voltado para a superfície adaxial, enquanto que o floema volta-se para a abaxial. Não há colênquima nos polos da nervura.

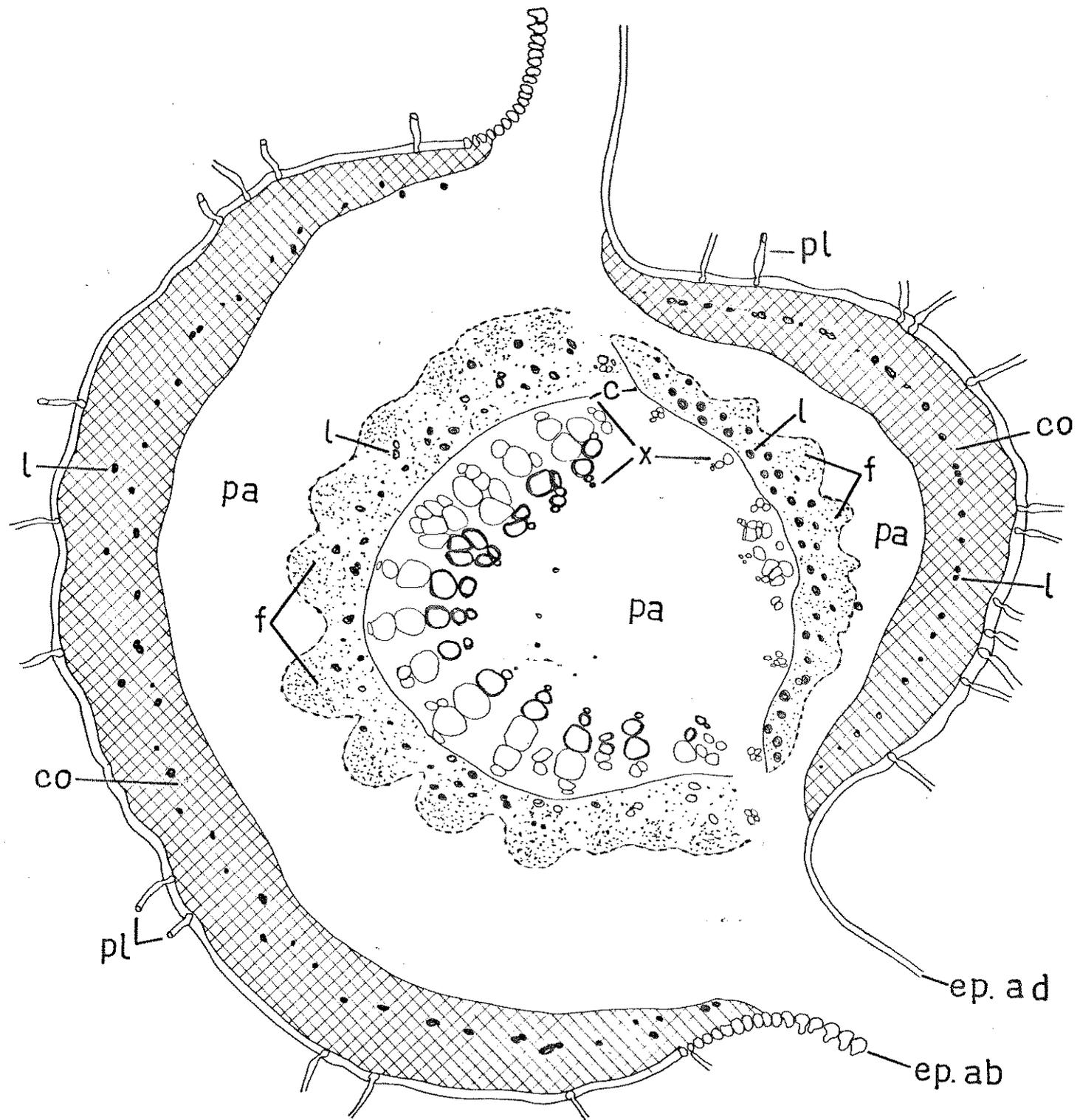
M. pilosa

FIG. 29

Corte transversal de uma nervura principal (X80).-ep.ad., epiderme adaxial; ep.ab., epiderme abaxial; co., colênquima; pa., parênquima; f., floema; x., xilema; c., câmbio; l., laticífero; pl., pêlo.

M. pilosa

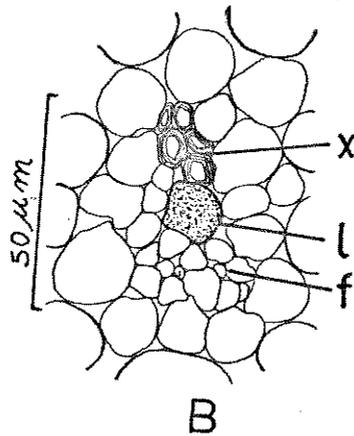
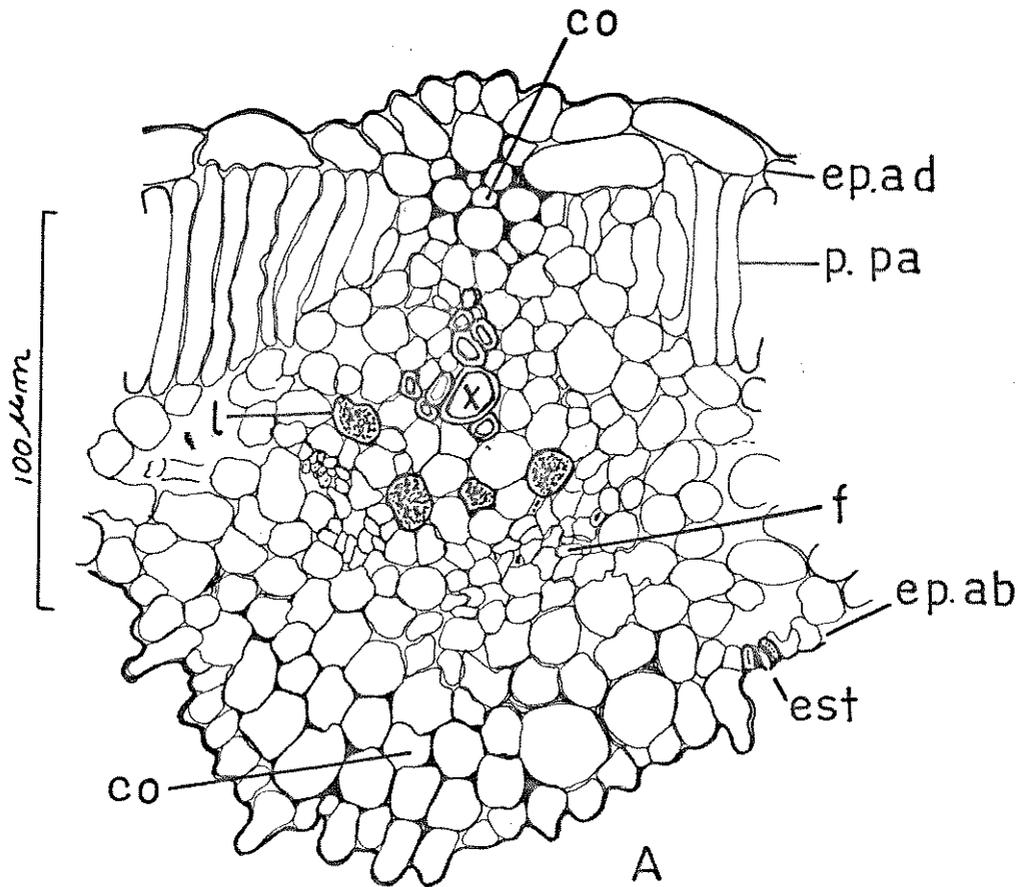


FIG. 30

- A - Nervura de calibre médio, em corte transversal. (X400).-ep.ad., epiderme adaxial; p.pa., parênquima paliçádico; co., colênquima; x., xilema; f., floema; l., laticífero; p.la., parênquima lacunoso; est., estômato.
- B - Pequena nervura, em corte transversal. (X630).-x., xilema; l., laticífero; f., floema.

As epidermes não sofrem nenhuma curvatura. As células do paliçãdico geralmente sofrem redução no seu comprimento. Fibras do floema não aparecem (Fig. 30-B).

4.1.2.3 Pecíolo

As folhas apresentam um longo pecíolo, de comprimento aproximado de 20 cm, sendo que, em algumas, pode atingir até 40 cm. A base tem seção plano-convexa. Desta região até o ápice, tem contorno circular. Apresenta coloração vermelha, com tonalidade, mais forte na metade superior, enquanto que, na superfície inferior, é mais fraca. A coloração vermelha é dada pela antocianina. A região mediana, em corte transversal apresenta a seguinte estrutura (Fig. 31-A):

Epiderme

Uniestratificada, revestida por uma delgada cutícula. São comuns idioblastos com drusas. Os pêlos se distribuem por entre as células epidérmicas, havendo uma densidade crescente da base para o ápice. À medida que o pecíolo envelhece, os pêlos vão se destacando, restando somente as bases dos mesmos. Os pêlos são de origem epidérmica e semelhantes aos da lâmina foliar (Fig.31-B). Os estômatos são encontrados principalmente na base e na parte mediana, tornando-se mais escassos no ápice (Figura 31-C). Células com antocianina ocorrem principalmente onde a tonalidade vermelha é mais intensa. Não foram observadas depressões ou fendas.

Parênquima cortical externo

Vem logo após a epiderme, sendo formado por mais ou menos, quatro camadas de células. Neste parênquima observou-se a maior quantidade de células com antocianina e poucas células com conteúdo tanóide. Junto ao colênquima encontram-se laticíferos

M. pilosa

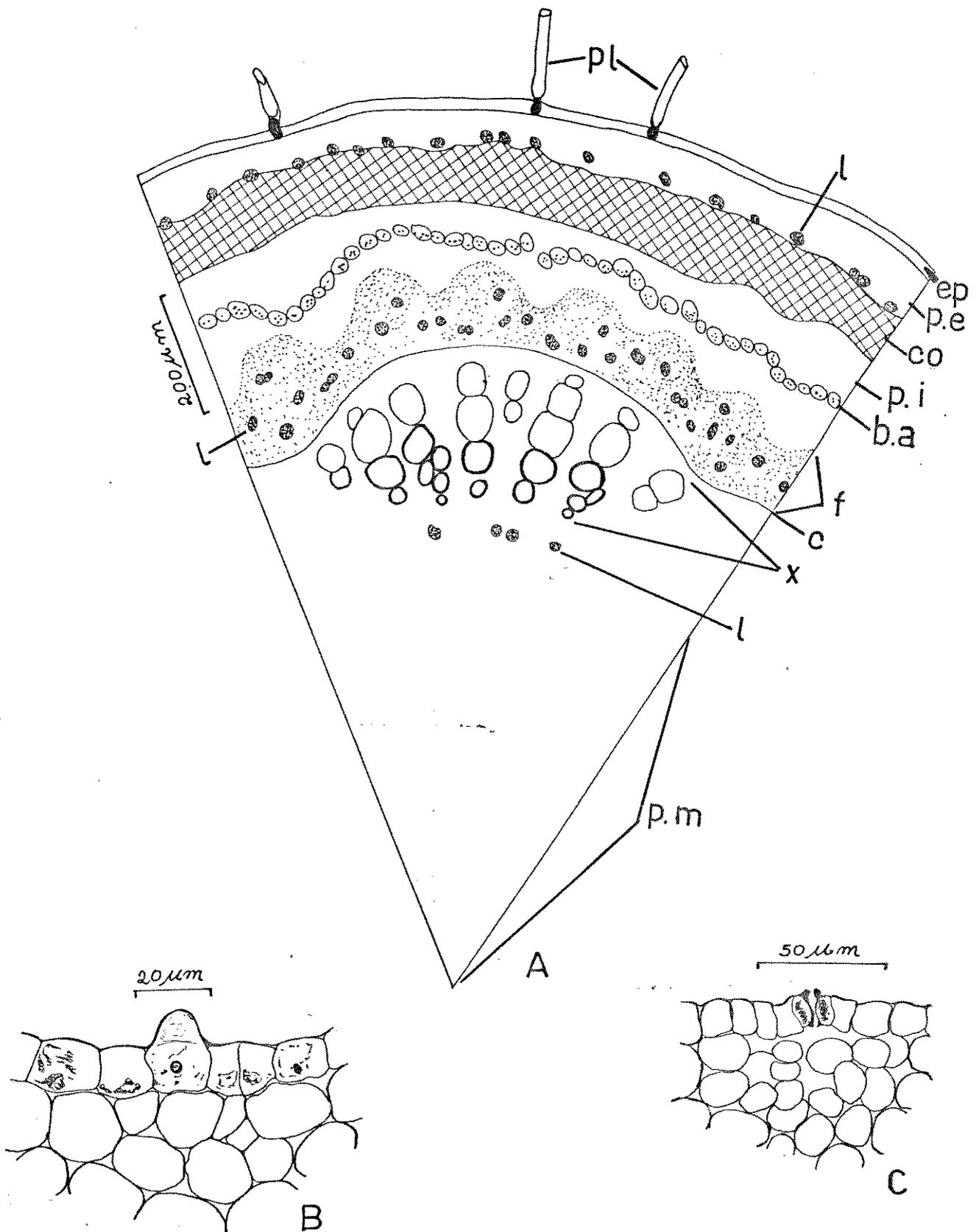


FIG. 31

A - Diagrama em cunha do pecíolo, em corte transversal (X100).-pl., pêlo; ep., epiderme; p.e., parênquima cortical externo; co., córtex; p.i., parênquima cortical interno; b.a., bainha amilífera; f., floema; c., câmbio; x., xilema; p.m., parênquima medular; l., laticífero.

B - Célula epidérmica do pecíolo, diferenciando-se em pêlo (X630).

C - Estômato do pecíolo (X400).

ros. As drusas, em grande número, são encontradas principalmente neste tecido do ápice. Não se observaram lenticelas e nem periderme foi constatada (Fig.32-A).

Colênquima

Forma um anel contínuo, do tipo angular. Foram observadas drusas, sendo que, algumas vezes as células vizinhas ao idioblasto não apresentam espessamento angular, exibindo características de células parenquimáticas (Fig. 32-B).

Parênquima cortical interno

Localiza-se imediatamente após o colênquima. Formado por células geralmente com diâmetro maior do que as do cortical externo, dispendo-se em uma, duas ou três camadas. Drusas ocorrem com frequência. A camada mais interna se diferencia numa típica bainha amilífera, cujas células contêm inúmeros grãos de amilo. Na região do ápice, observamos ramificações de laticíferos, intercalando células da bainha amilífera (Fig. 33-A e B).

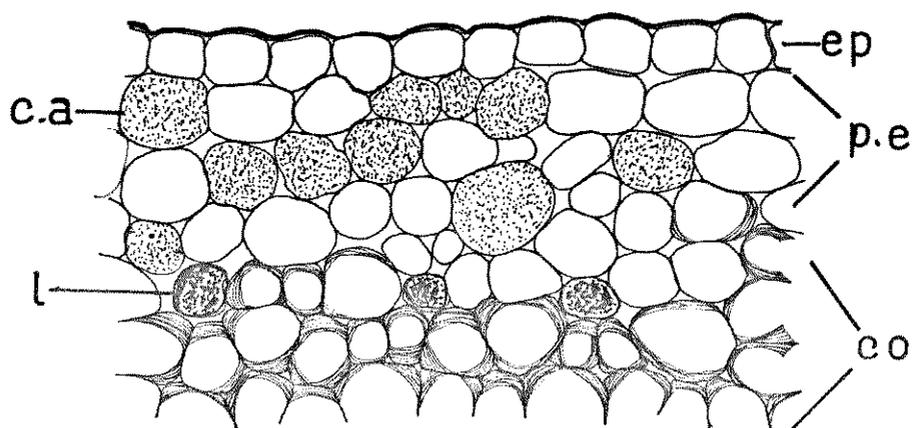
Esclerênquima

Tecido ainda pouco diferenciado, localizando-se logo após a bainha amilífera, formado por células que, geralmente, exibem contorno poligonal. Estas células correspondem aos primórdios das fibras esclerenquimáticas. Células parenquimáticas, sem conteúdo tanóide aparente, intercalam-se regularmente às do futuro esclerênquima. Um esclerênquima típico só seria possível observar em pecíolos bem idosos (Fig. 33-B).

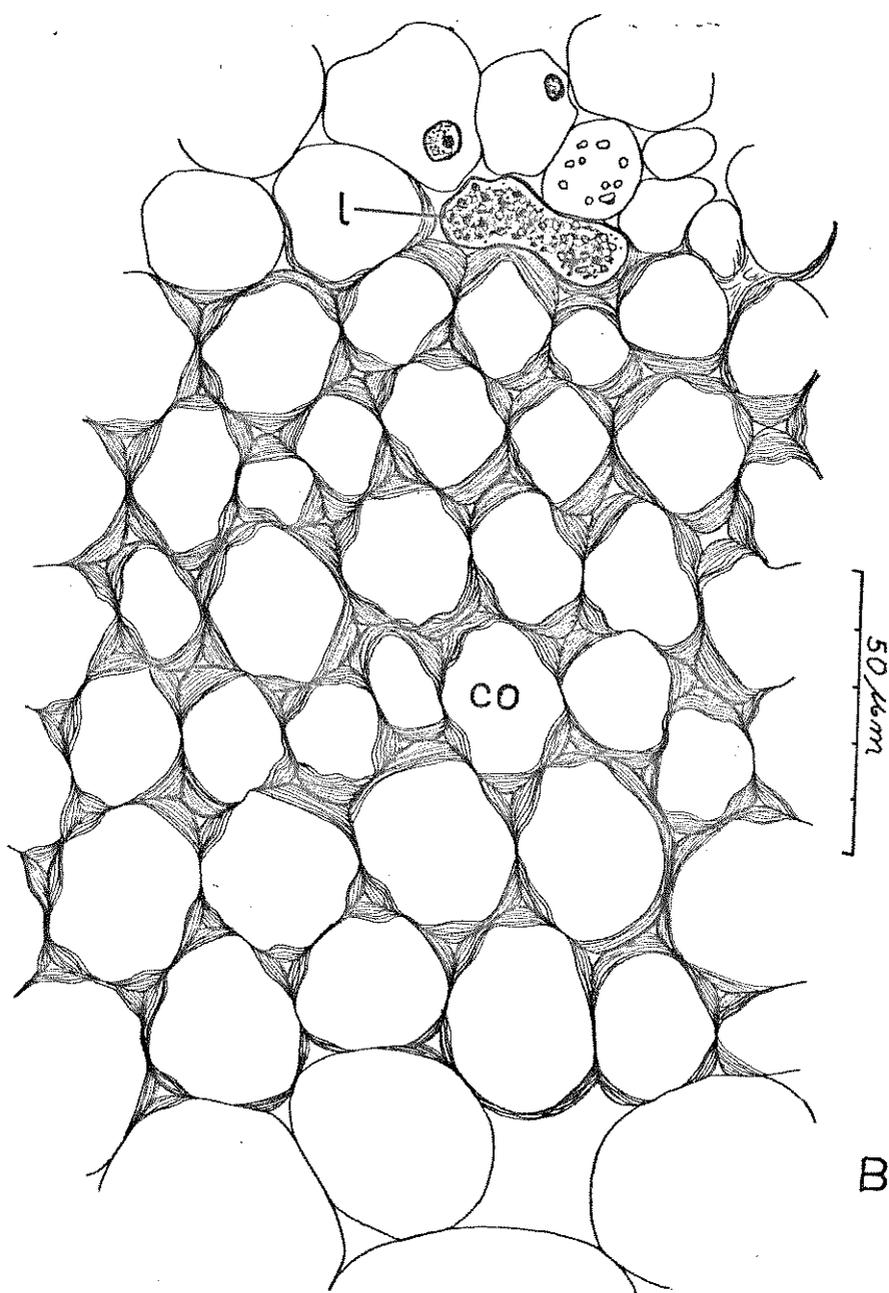
Floema

Em pecíolo mais jovem, o floema distribui-se externa -

M. pilosa

30 μm 

A



B

FIG. 32

A - Corte transversal do pecíolo, mostrando epiderme (ep), parênquima cortical externo (p.c.) e parte do colênquima (co). (X400) c.a., célula com antocianina.

B - Colênquima (co) angular do pecíolo. (X630). l., laticífero.

M. pilosa

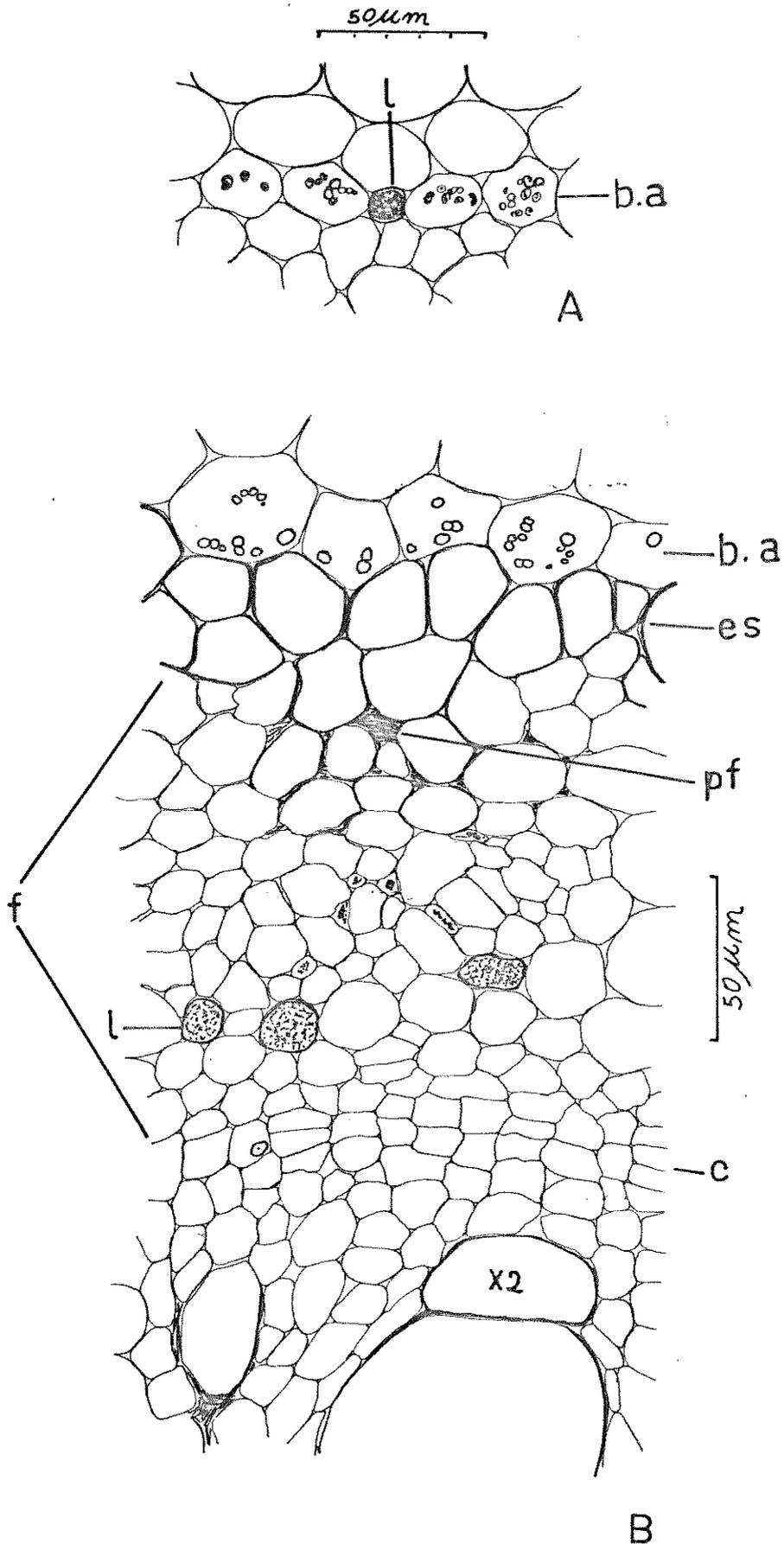


FIG. 33

A - Detalhe da bainha amilífera (b.a) (X400).l., laticífero.

B - Corte transversal do pecíolo, mostrando bainha amilífera (b.a.), esclerênquima (es) em formação, floema (f) com o protofloema comprimido (pf), câmbio (c) e alguns elementos do xilema secundário (x.2.) (X400).

mente ao conjunto de feixes vasculares, cujo número varia de 5 a 7. Os feixes são do tipo colateral. Podemos dividi-lo em proto e metafloema. O protofloema corresponde à região floemática mais externa, com elementos mais reduzidos, às vezes comprimidos, enquanto que o metafloema corresponde à parte mais interna e próxima ao câmbio. Os componentes do metafloema são os elementos de tubo crivado, células companheiras e células do parênquima (Fig. 33-B). Os laticíferos, de distribuição mais ou menos regular, localizam entre o proto e meta floema (Fig. 34-A). Em pecíolo mais adulto observa-se o floema secundário, resultante, principalmente, da atividade do câmbio interfascicular, notando-se também alguns elementos comprimidos na região mais externa (Fig. 34-B).

Câmbio vascular

Em estrutura primária, o câmbio aparece como uma estreita faixa separando o floema do xilema. Este tecido meristemático caracteriza-se por apresentarem suas células com contorno regular, paredes delgadas, sem espaços intercelulares aparentes. Em estrutura secundária, aparece um câmbio interfascicular, completando o anel cambial (Fig. 33-B e Fig. 34-B).

Xilema

Ocorre internamente nos conjuntos de feixes vasculares. No xilema primário distinguimos o proto e o metaxilema. Seus elementos de vasos geralmente apresentam paredes secundárias lignificadas. Os vasos geralmente apresentam paredes secundárias lignificadas. Os vasos dispõem-se em fileiras radiais, onde o proto xilema ocupa posição mais interna e o metaxilema é mais externo. (Fig. 35-A). O xilema é formado por elementos de vasos, com espessamento predominantemente espiralado, traqueídeos, fibras e células parenquimáticas (Fig. 35-B e Fig. 36-A, B, C e D). Células do parênquima xilemático podem aparecer com pouco conteúdo tanino

M. pilosa

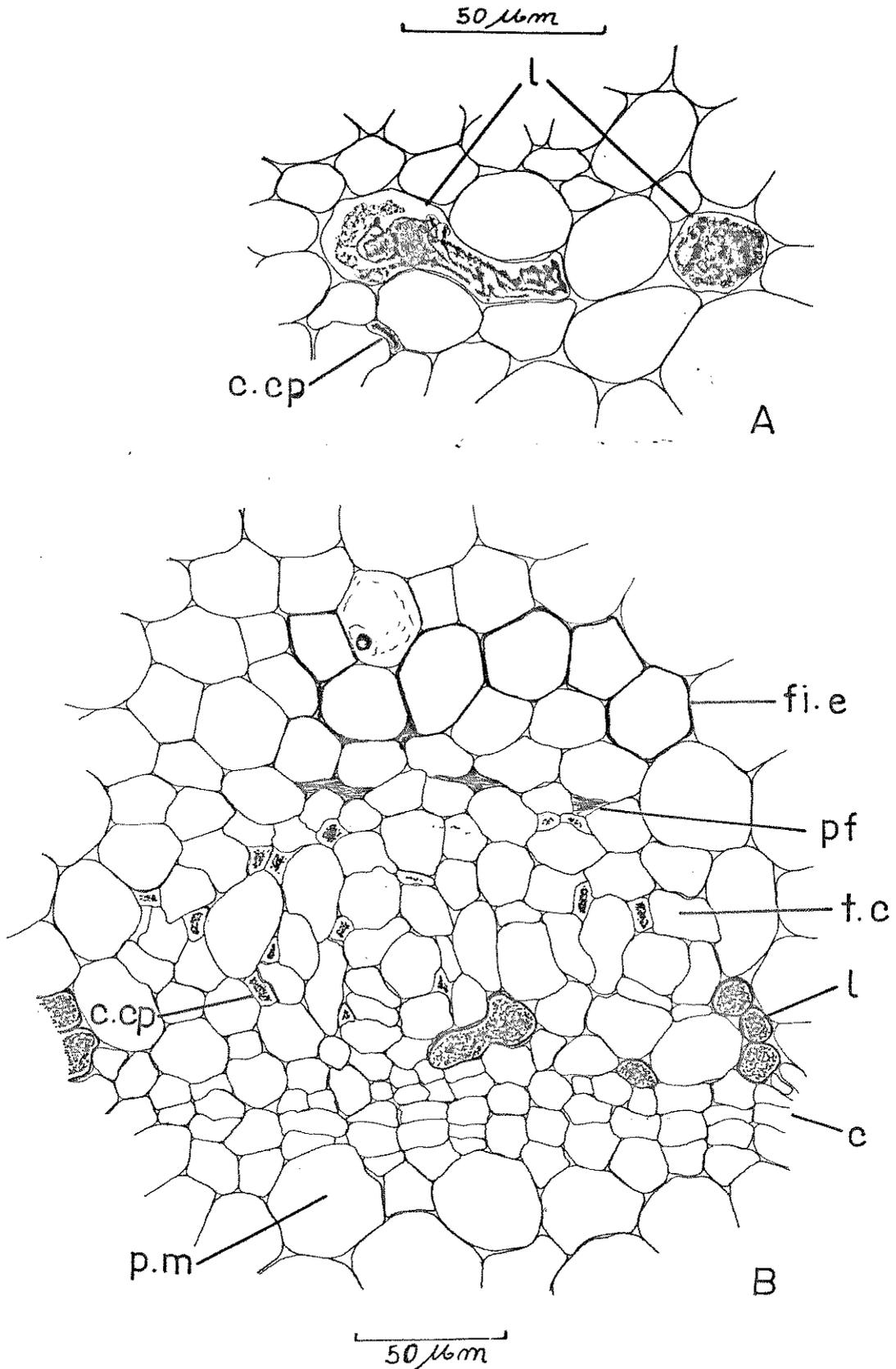


FIG. 34

- A - Detalhe da região floemática do pecíolo, onde se observam dois laticíferos (l). (X630). c.cp., célula companheira.
- B - Corte transversal do pecíolo. Em detalhe região interfascicular, esclerenquima em formação, região do floema e algumas células do parênquima medular. (X400). -fi.e., fibra esclerenquimática em formação (primórdio de fibra); pf., protofloema comprimido; t.c., elemento do tubo crivado; c.cp., célula companheira; l., laticífero; c., câmbio; p.m., parênquima medular.

M. pilosa

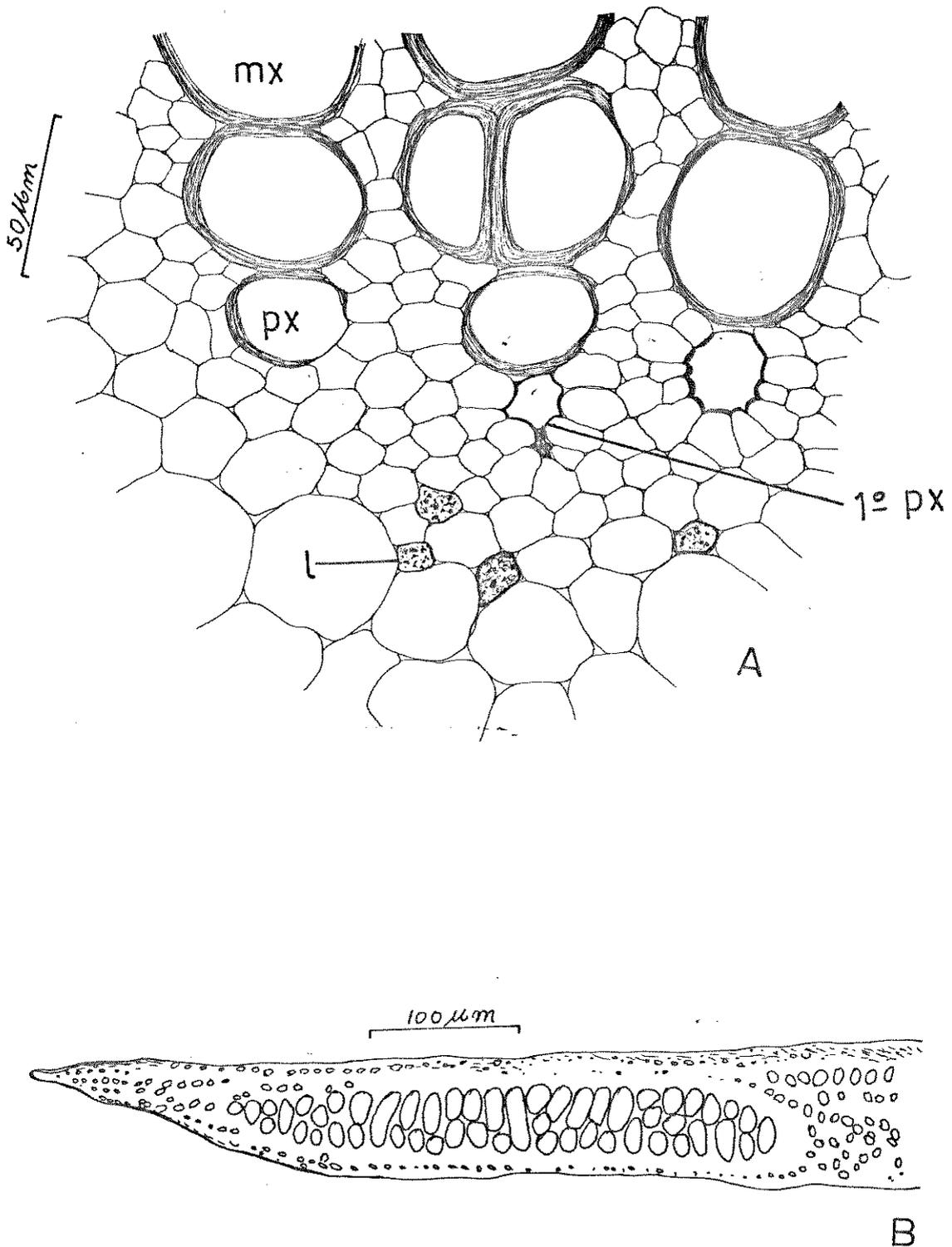


FIG. 35

- A - Corte transversal do pecíolo. Detalhe exibindo elementos do metaxilema (m.x.), protoxilema com seus primeiros elementos comprimidos (1ºpx) e alguns laticíferos (l) na região perimedular em frente ao polo de protoxilema.(p.x).
- B - Uma das extremidades do elemento de vaso lenhoso, mostrando a placa de perfuração. (X80).

M. pilosa

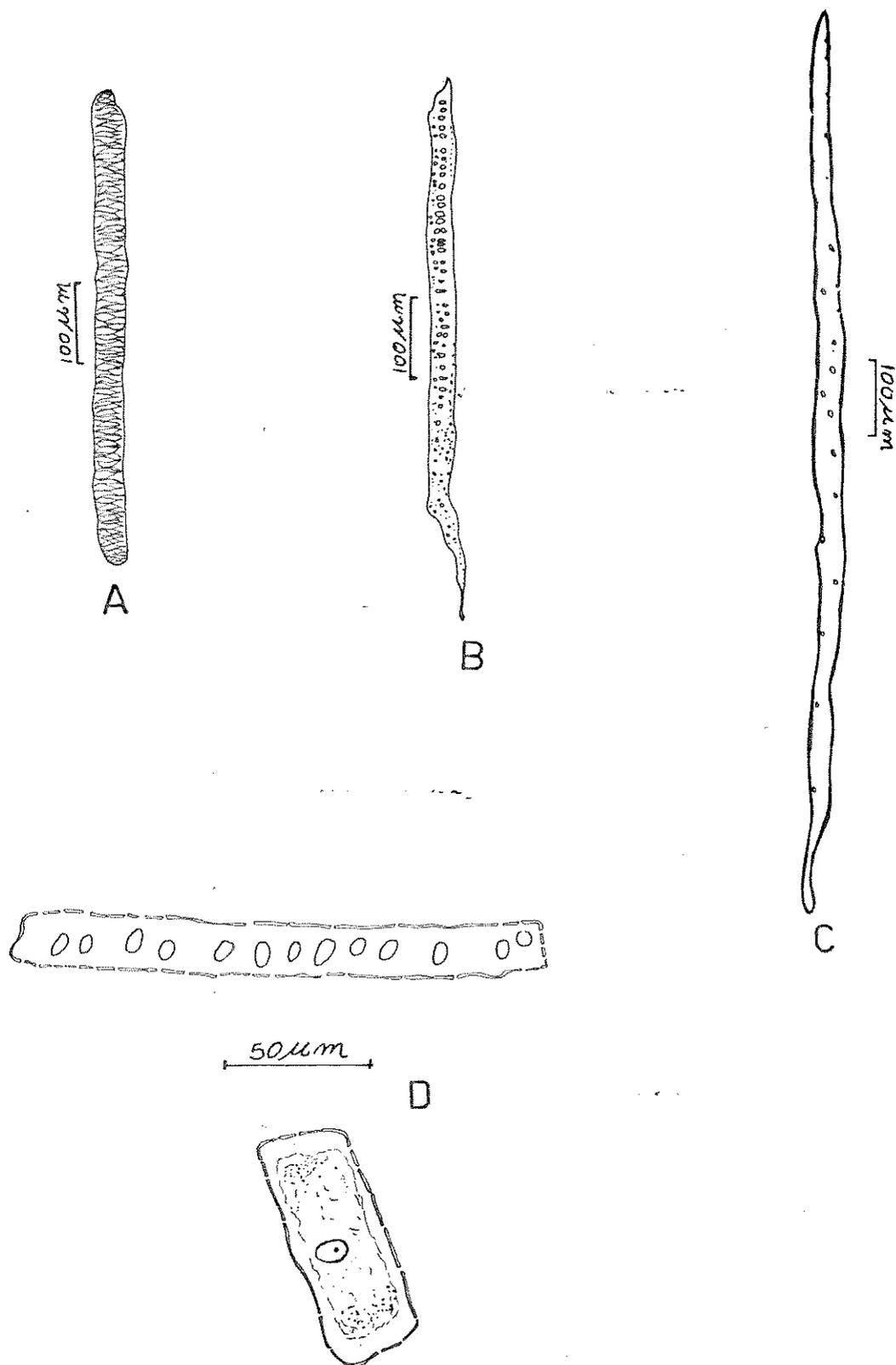


FIG. 36

- A e B - Dois tipos de traqueídeos do pecíolo. (X100).
 C - Fibra do xilema do tipo libriforme. (X100).
 D - Células parenquimáticas do xilema. (X400).

de. Os elementos de vasos do xilema secundário aparecem mais próximos do câmbio e ainda com paredes primárias de pectocelulose. (Fig. 37-A).

Medula

Formada por um parênquima, onde células de localização central apresentam diâmetro maior do que as localizadas na periferia. Na região perimedular, em frente aos polos de protoxilema, aparecem alguns laticíferos (Fig. 35-A). Somente no ápice foram observados pequenos ramos de laticíferos ocupando espaços intercelulares. Os idioblastos com drusas ocorrem frequentemente isolados ou em grupos de dois até quatro (Fig. 37-B e C). Nas regiões interfasciculares, principalmente, nota-se que do parênquima medular partem expansões radiais que passam entre as fibras, continuando até o floema, através do câmbio.

M. pilosa

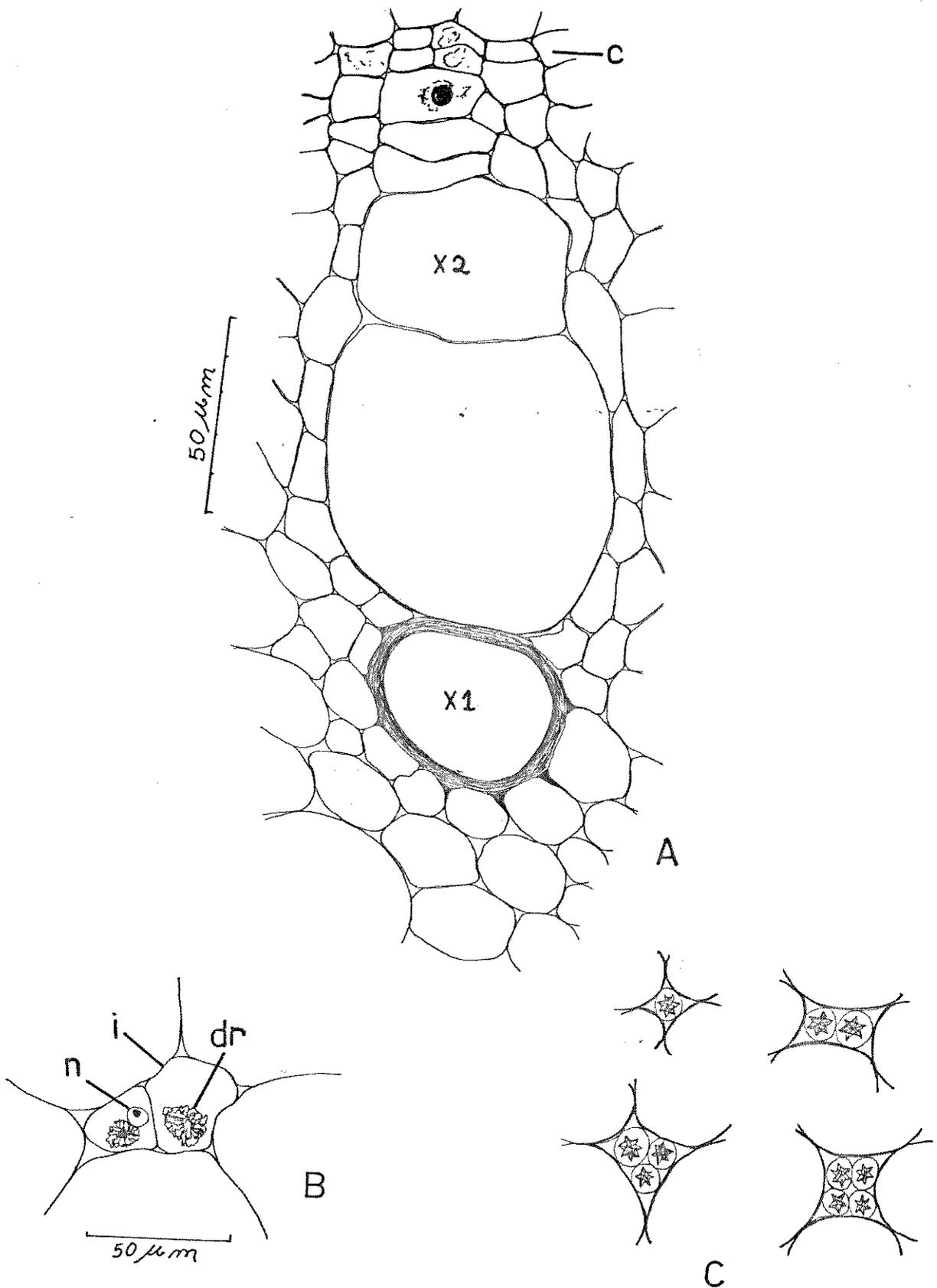


FIG.37

A - Formação de elementos de vasos lenhosos secundários pelas células meristemáticas do câmbio. Notam-se que elementos de vaso do xilema secundário (x.2.) ainda não exibem parede secundária lignificada. O único elemento de vaso do xilema primário (x1) exibe parede secundária espessada. (X630). c., câmbio.

B - Dois idioblastos (i) no parênquima medular. (X400). N., núcleo; dr., drusa

C - Esquema de distribuição mais comum dos idioblastos na medula.

4.2 CAULE

4.2.1 *M. caerulescens*

4.2.1.1 Estrutura primária

O caule foi considerado em estrutura primária devido à ausência de felogênio no córtex e à presença somente de câmbio do tipo fascicular no cilindro central. Apresenta seção circular, possuindo geralmente 5 grupos de feixes' líbero-lenhosos. A Fig. 38 mostra um diagrama da estrutura primária, de permanência muito curta, aparecendo muito precocemente a estrutura secundária, à qual daremos maior enfoque.

4.2.1.2 Estrutura secundária

O desenvolvimento da estrutura secundária ' caule ocorre muito cedo. O caule foi considerado em estrutura' secundária quando já mostrava felogênio e câmbio interfascicular.

Um caule de 0,5 cm de diâmetro, em corte transversal, apresentou, de fora para dentro, a seguinte estrutura (Fig.39).

Epiderme

Formada por um estrato celular revestido externamente ' por uma espessa cutícula, que pode apresentar granulações exter nas possivelmente de natureza graxa. Células com conteúdo ta - nôide são observadas (Fig. 40-A). As células epidérmicas apre sentam contorno levemente retangular, com núcleo geralmente ba sal. Os idioblastos com drusas aparecem principalmente aos pa res, podendo ocorrer isolados ou de outras maneiras (Fig.40-B' e C). Os estômatos são comumente encontrados (Fig. 40-D). pode se observar, em vários cortes, o posicionamento da célula guar da e subsidiária (Fig. 41-A,B e C). A presença de grãos de ami do nas células-guardas foi constatada. Com menor frequência fo ram encontradas depressões semelhantes às encontradas no pecíolo

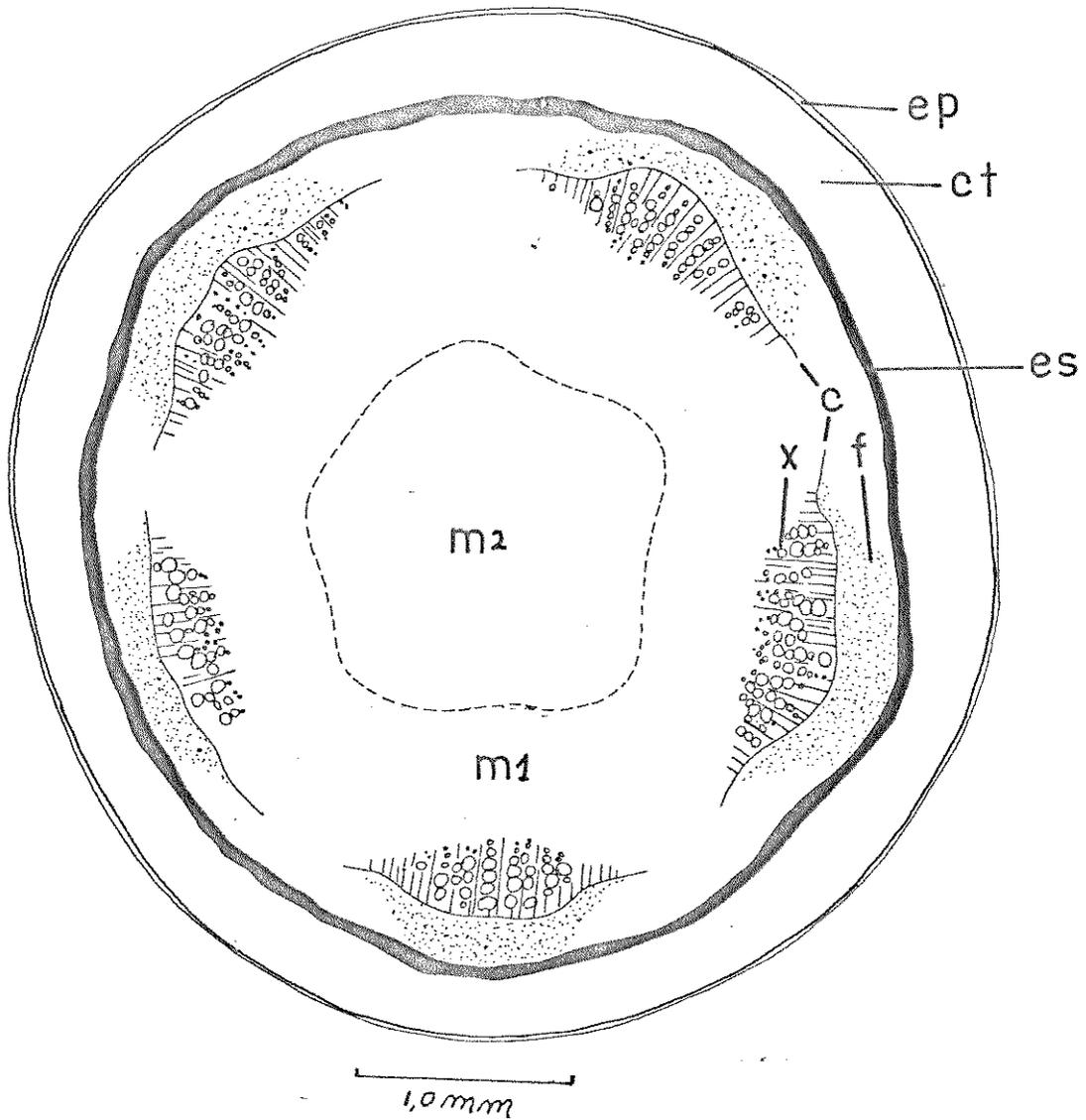
M. caerulescens

FIG. 38

Diagrama do caule de *M. caerulescens* em estrutura primária. (X30).-ep., epiderme; ct., córtex; es., esclerênquima; f., floema; c., câmbio; x., xilema; m1., região medular externa; m2., região medular interna. Foram omitidos os laticíferos.

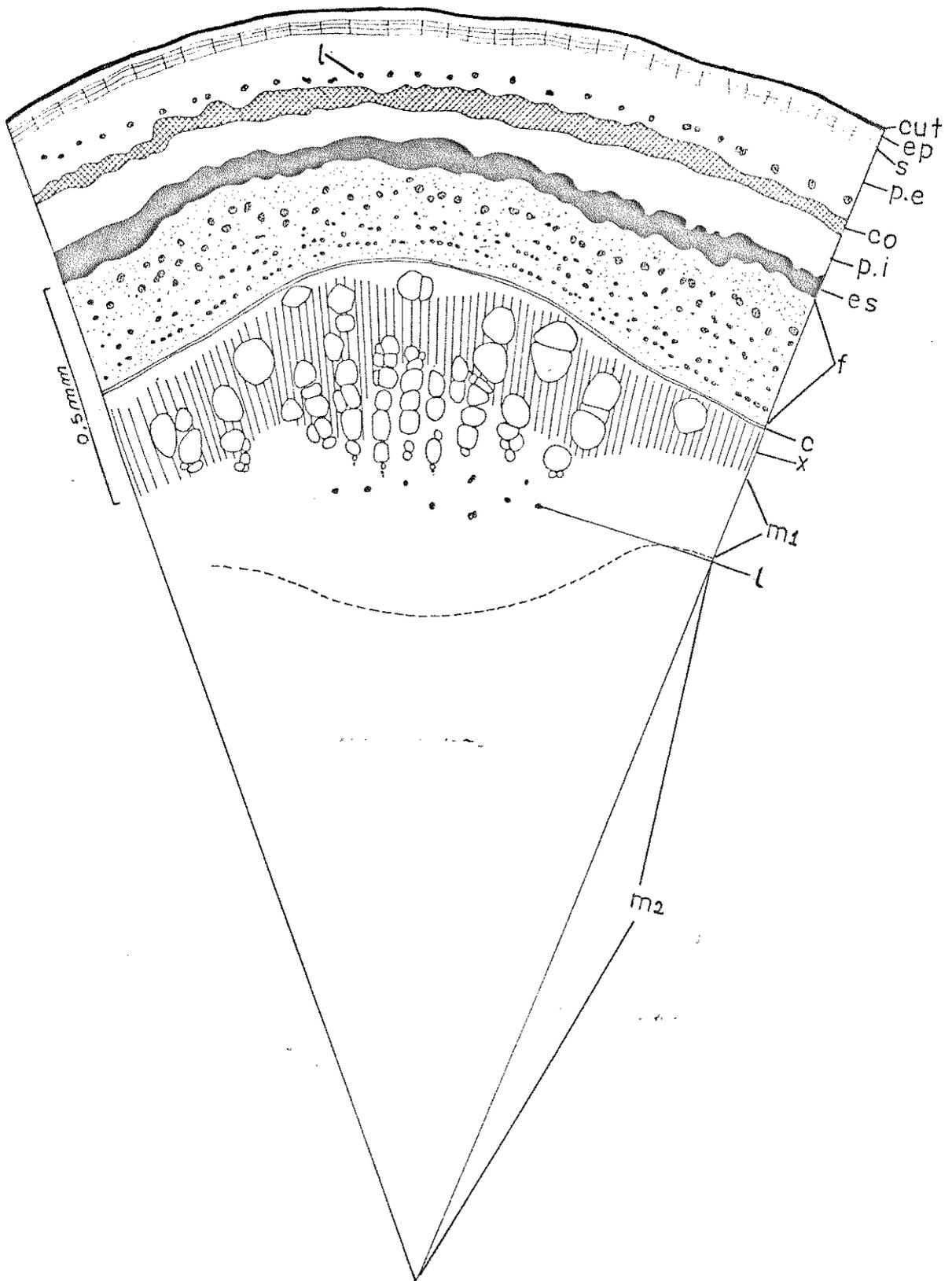
M. caerulescens

FIG. 39

Diagrama do caule de *M. caerulescens* em estrutura secundária. (X100).—cut., cutícula; ep., epiderme; s., súber; p.e., parênquima cortical externo; co., colênquima; p.i., parênquima cortical interno; es., esclerênquima; f., floema; l., laticífero; x., xilema; c., câmbio; m1., região medular externa; m2., região medular interna.

M. caerulescens

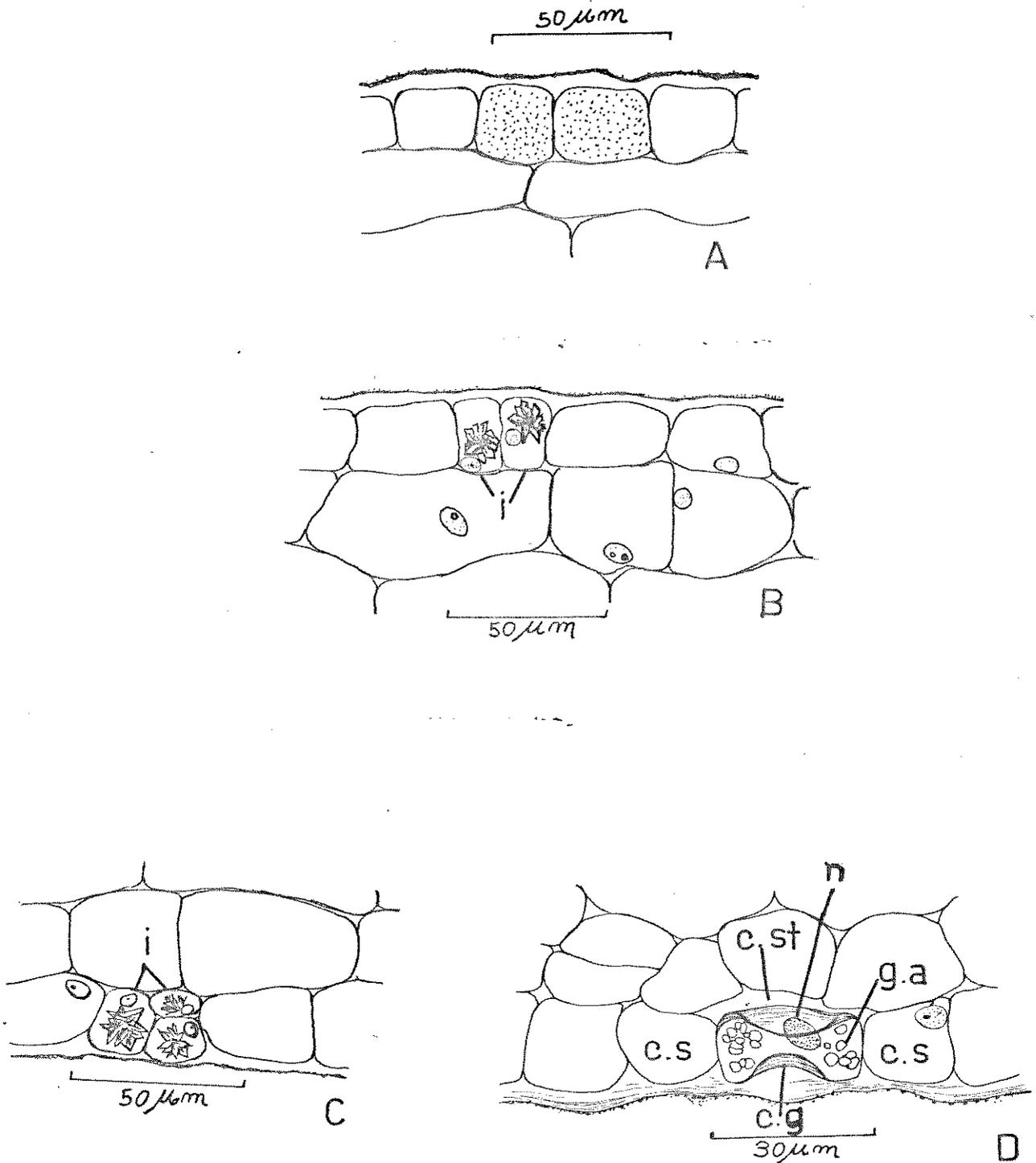


FIG.40

- A - Detalhe de duas células da epiderme com conteúdo tanóide. (X630).
 B e C - Idioblastos (i) em detalhe na epiderme. (X630).-i., idioblasto.
 D - Estômato em detalhe do qual se observa a célula guarda (c.g.) com o núcleo (n) e grãos de amilo (g.a.), (X1000).c.s., célula subsidiária; c.st., câmara subestomática.

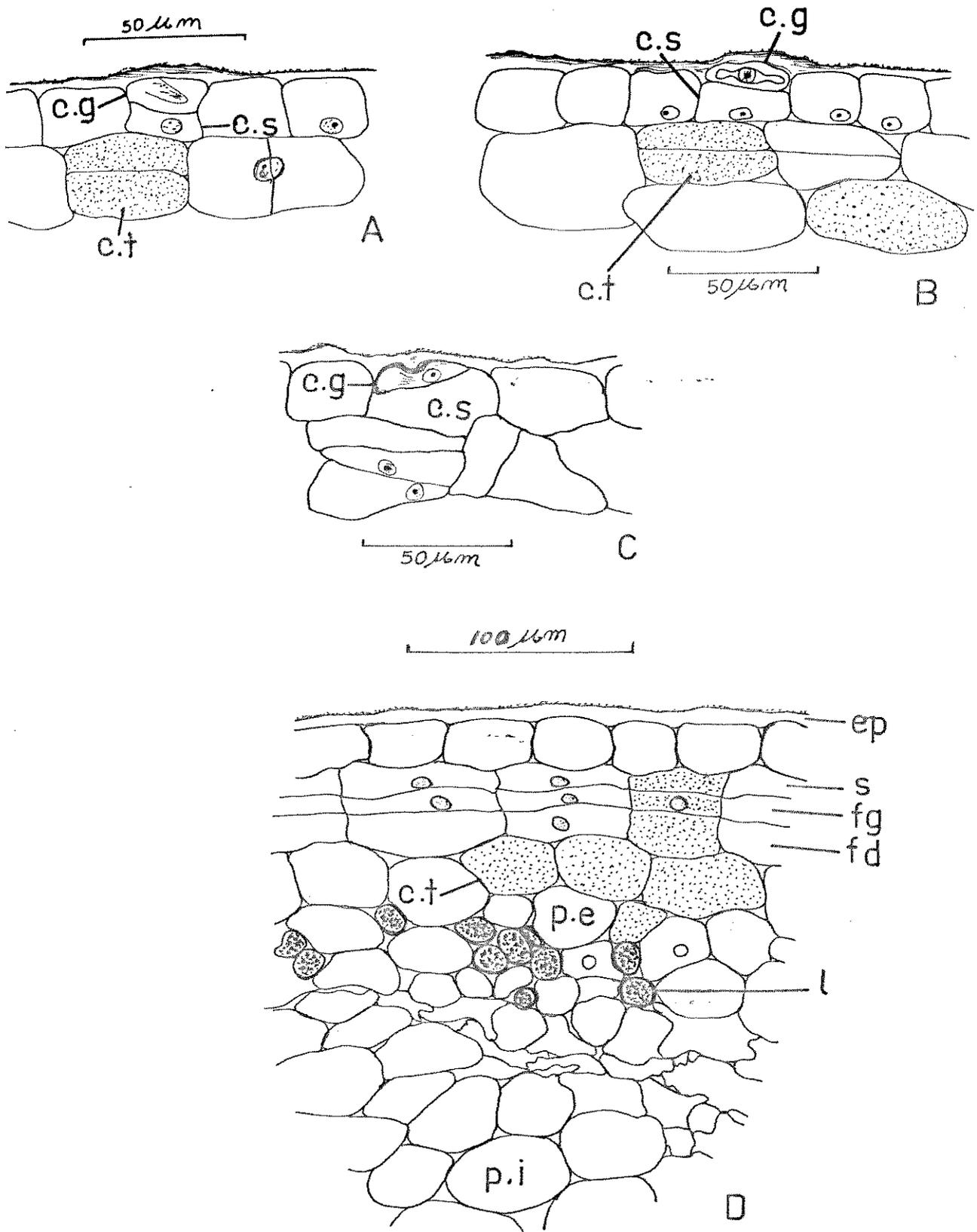
M. caerulescens

FIG. 41

A, B e C - Células guardas (c.g.) de acordo com os cortes e abaixo delas observam-se as células subsidiárias (c.s.). (X630). c.s., célula subsidiária; c.t., célula com conteúdo tanóide.

D - Corte transversal do caule, mostrando periderme. (X400). -ep., epiderme; s., súber; fg., felogênio; fd., feloderma; l., laticíferos; c.t., célula com conteúdo tanóide, p.e., parênquima cortical externo; p.i., parênquima cortical interno.

lo e nas grandes nervuras.

Periderme

É formada pelo conjunto de tecidos secundários, originados a partir do felogênio. Iniciais do felogênio dão origem a um grande número de derivadas para o lado externo, o súber, e a um número menor de células para o lado interno, a feloderma' (Fig. 41-D). O felogênio e seus dois tecidos derivados, constituem a periderme. Células do felogênio aparecem isoladas com alto conteúdo de substâncias tanóides. As divisões tangenciais são predominantes nas células do felogênio, mas observam-se também algumas células com divisões anticlinais (Fig. 42-A).

As lenticelas no caule ocorrem frequentemente (Fig. 42-B).

Parênquima cortical externo

Neste parênquima encontramos o maior número de células com conteúdo tanóide, enquanto que a antocianina revelou-se em concentração quase nula. Os idioblastos com drusas são comuns. Os laticíferos se distribuem próximos ao colênquima (Fig. 39).

Colênquima

Em caules jovens, na maioria dos cortes o colênquima, apresenta trechos comprimidos, com suas células deformadas. Em caules mais velhos, ele é íntegro e do tipo angular (Fig. 39).

Parênquima cortical interno

Geralmente formado por quatro camadas de células e menor número de células com conteúdo tanóide do que o cortical externo. Não se constatarem células com antocianina. A última ca

mada de células, em contato com as fibras esclerenquimáticas, que envolvem o floema, diferencia-se em uma bainha amilífera. Células desta bainha identificam-se pelo grande conteúdo de grãos de amido. Também podem ocorrer, nas células da bainha, cristais de tamanho e formas diferentes (Fig. 42-C).

Esclerênquima

Bastante desenvolvido, formando um anel que protege o floema. As fibras são do tipo libriforme, de comprimento médio, em torno de 3,0 mm, com paredes fortemente lignificadas (Fig. 43). Regularmente o esclerênquima é intercalado por células com alto conteúdo tanóide (Fig. 42-C).

Floema

Limita-se externamente pelo esclerênquima e internamente pelo anel cambial. É formado, essencialmente, por tubos crivados células companheiras, laticíferos dispostos geralmente em arcos de uma só fileira, células parenquimáticas de vasos e de raios. Nesta fase o floema pode ser dividido em primário e secundário. No floema primário distinguem-se o protofloema, mais externo, e o metafloema, mais interno. Separando proto de metafloema existe uma camada uniestratificada de laticíferos, dispostos em arcos. Estes laticíferos são os de maior diâmetro em relação aos demais da região floemática. A origem destes laticíferos, possivelmente se dá a partir das iniciais laticíferas do embrião. O metafloema é separado do floema secundário por uma camada unisseriada de laticíferos, de menor diâmetro, dispostos em pequenos arcos. O floema secundário é formado pela atividade meristemática do câmbio. Células parenquimáticas do protofloema podem exibir alto conteúdo tanóide e drusas. Os raios de parênquima floemático, continuação dos de xilema, originam-se do câmbio e podem conter plastídeos (Fig. 44).

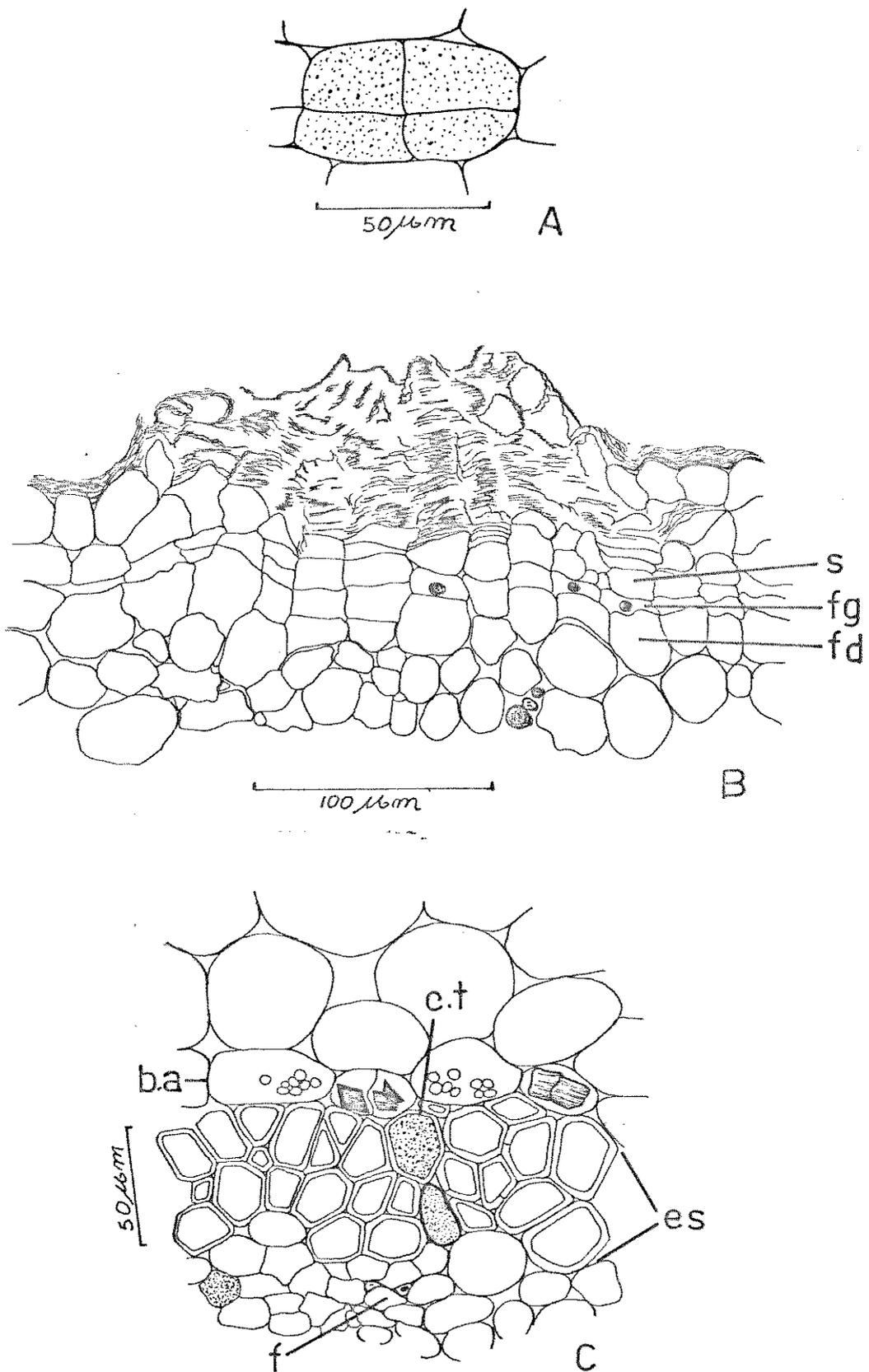
M. caerulescens

FIG. 42

- A - Detalhe de célula do felogênio, que sofreu divisão periclinal e divisão anticlinal. (X630).
- B - Lenticela do caule. (X400). -s., súber; fg., felogênio; fd., feloderma.
- C - Caule em corte transversal. Em detalhe bainha amilífera (b.a.), cujas células contêm grãos de amido e cristais; esclerênquima (es) e parte do floema (f). (X400). c.t., célula com conteúdo tanóide.

M. caerulescens

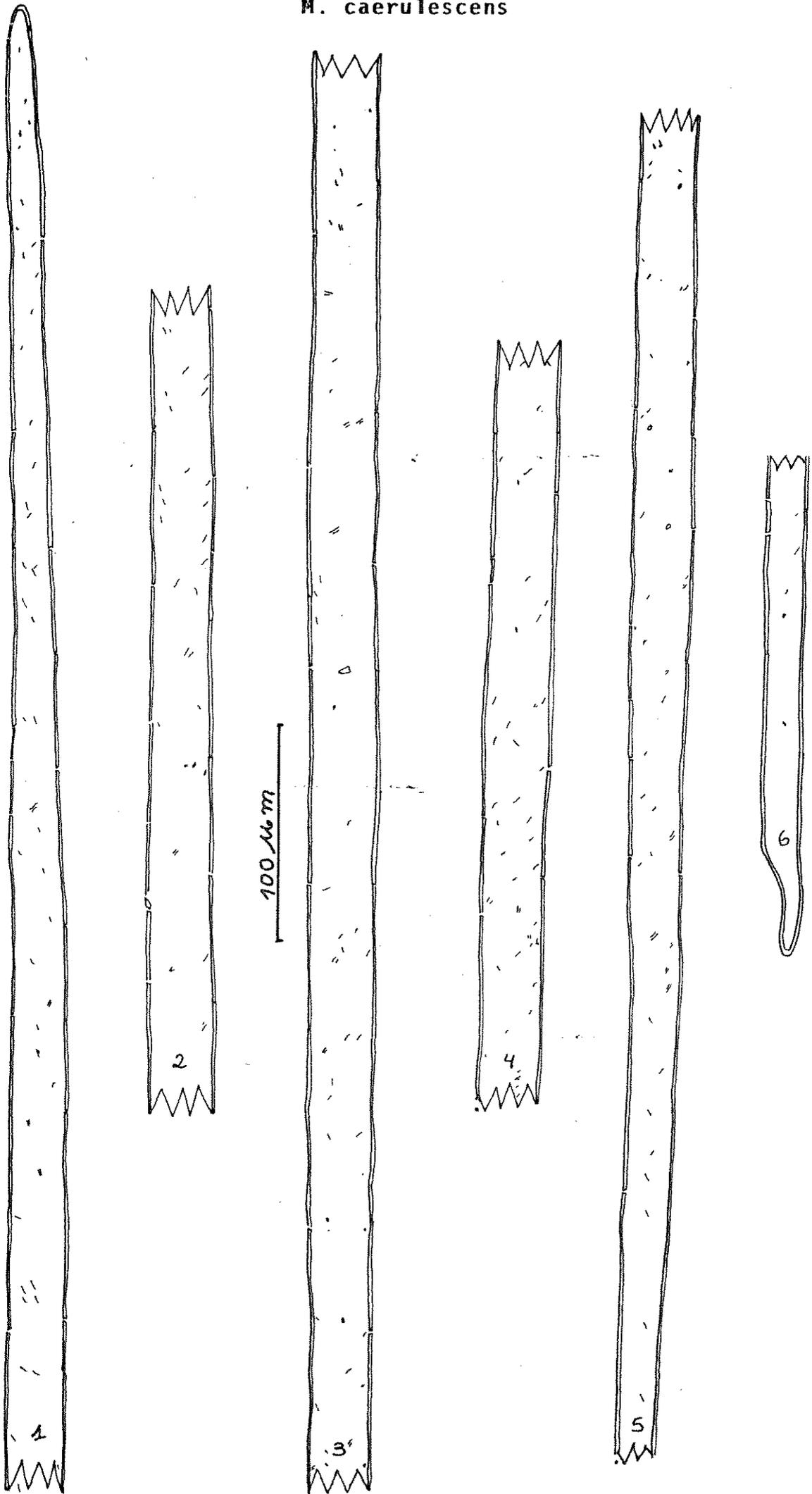


FIG.43

Fibra esclerenquimática do tipo libriforme. (X400).

M. caerulescens

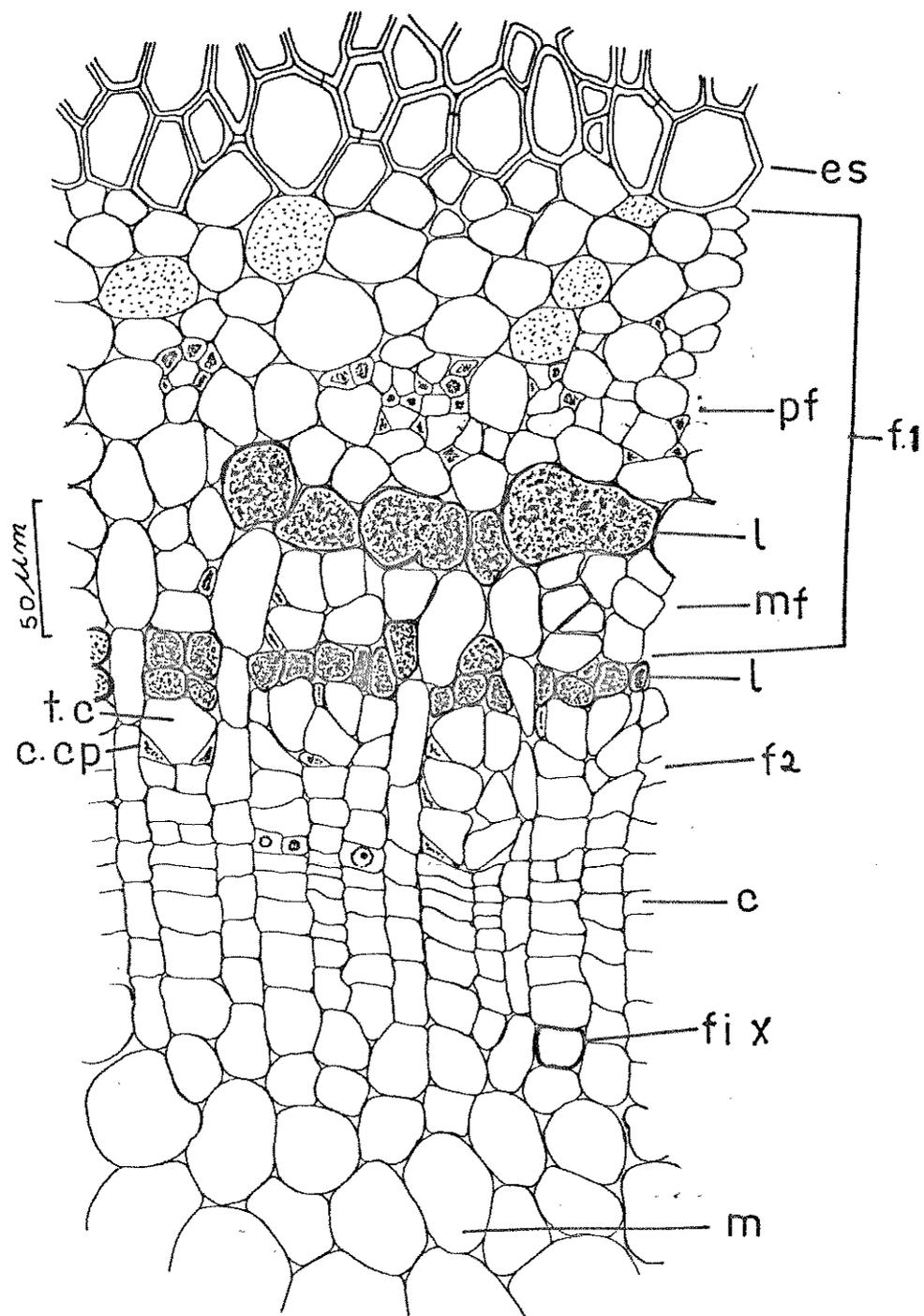


FIG.44

Corte transversal do caule, mostrando em detalhe uma região interfascicular que vai do esclerênquima (es) até a medula (m). (X400)
 pf., protofloema; mf., metafloema; fl., floema primário; f2., floema secundário; c., câmbio; l., laticífero; t.c., tubo crivado; c. cp., célula companheira; fi.x., fibra do xilema.

Câmbio

De fácil observação, aparecendo como uma estreita faixa de células que envolve o xilema. Podemos separá-lo em câmbio fascicular e interfascicular. Suas células caracterizam-se por apresentarem forma retangular, com paredes delgadas de pectocelulose, sem deixar espaços intercelulares aparentes, núcleo volumoso, na maioria das vezes, juntamente com um ou dois nucléolos (Fig. 44). Células derivadas do câmbio, que darão origem a elementos do xilema, podem conter grandes cristais (Fig. 45-A).

Xilema

Juntamente com o floema, o xilema forma inicialmente, cinco conjuntos de feixes líbero-lenhosos. Podemos dividi-lo em xilema primário e secundário. O primário, por sua vez, é subdividido em proto e metaxilema (Fig. 39). O protoxilema ocupa posição mais interna e seus elementos de vasos são de calibre mais fino, às vezes apresentando os seus primeiros vasos comprimidos. O metaxilema ocupa posição mais externa, com seus elementos de vasos apresentando calibre maior (Fig. 39). Os elementos de vasos do xilema têm paredes espessas lignificadas, dispendo-se em fileiras radiais. O xilema secundário é formado pela atividade do câmbio, tanto fascicular quanto interfascicular (Fig. 45-B), que darão origem aos elementos de vasos, às fibras xilemáticas, aos traqueídeos, às células parenquimáticas dos vasos e dos raios (Fig. 45-B e C e Fig. 46-A). Os vasos lenhosos, na sua maioria, apresentam na parede espessamentos secundários de lignina, do tipo espiralado ou helicoidal, apresentando diferentes diâmetros e são aqueles de maior comprimento. Os vasos do tipo pontuado-reticulado, apesar de serem os de maior diâmetro, são os mais curtos (Fig. 46-B). Os elementos de vaso escalariformes foram também observados (Fig. 46-C). Os do tipo anelado são raros, sendo observados somente em material muito jovem (Fig. 47-A). Outras combinações de tipos de re-

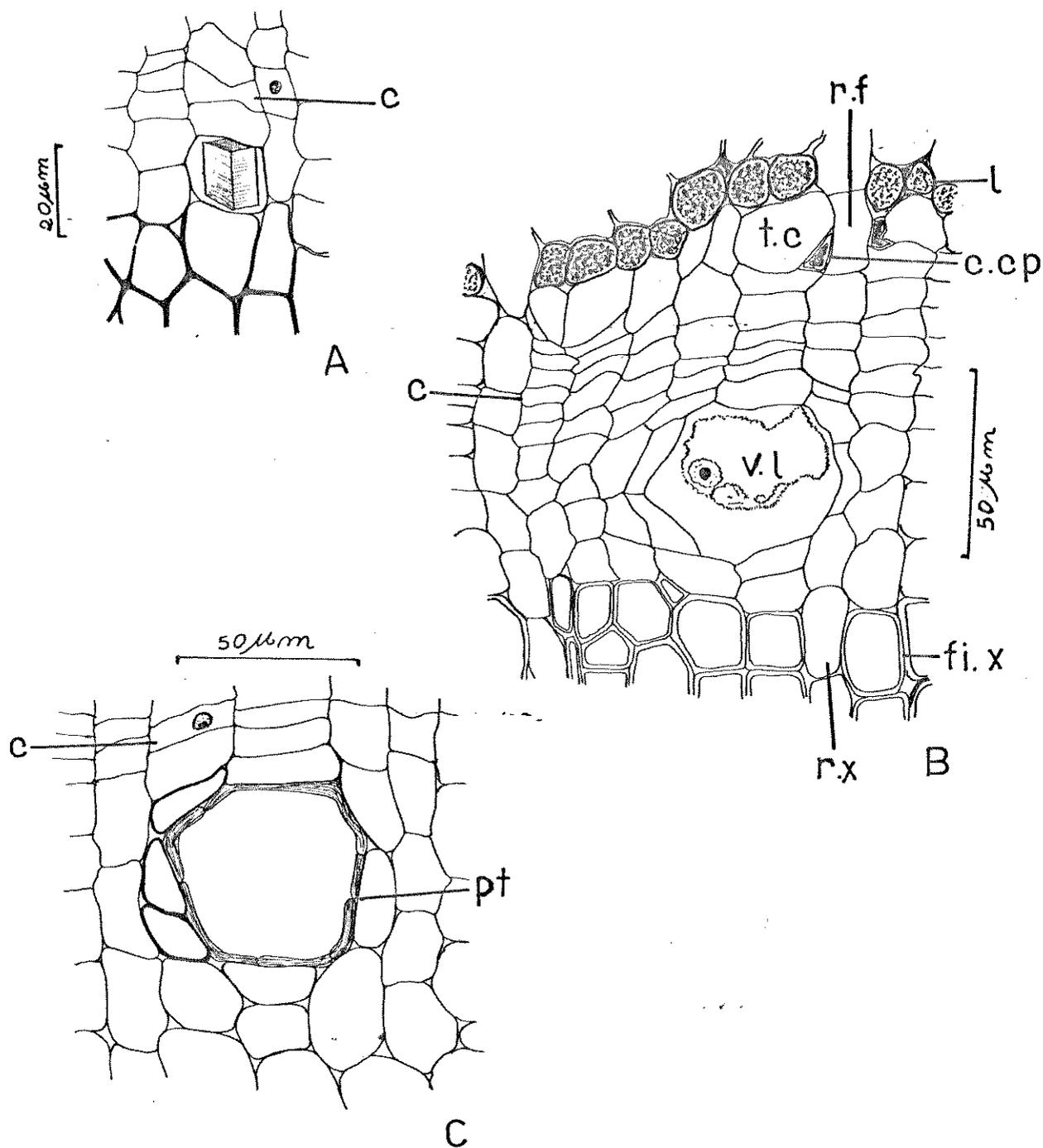
M. caerulescens

FIG.45

- A - Célula derivada do câmbio (c), exibindo um grande cristal. (X630).
- B - Em detalhe região fascicular do caule, mostrando uma camada de laticíferos (l) de origem secundária, floema secundário, câmbio, (c), formação de um elemento de vaso lenhoso, fibras xilemáticas e, possivelmente, traqueídeos. (X630). t.c., tubo crivado; c.cp., célula companheira; v.l., elemento de vaso lenhoso em formação, com paredes não lignificadas; fi.x., fibra do xilema; r.f., raio de floema; r.x., raio de xilema.
- C - Elemento de vaso lenhoso secundário com paredes lignificadas. (X630). -c., câmbio; pt., pontuações.

M. caerulescens

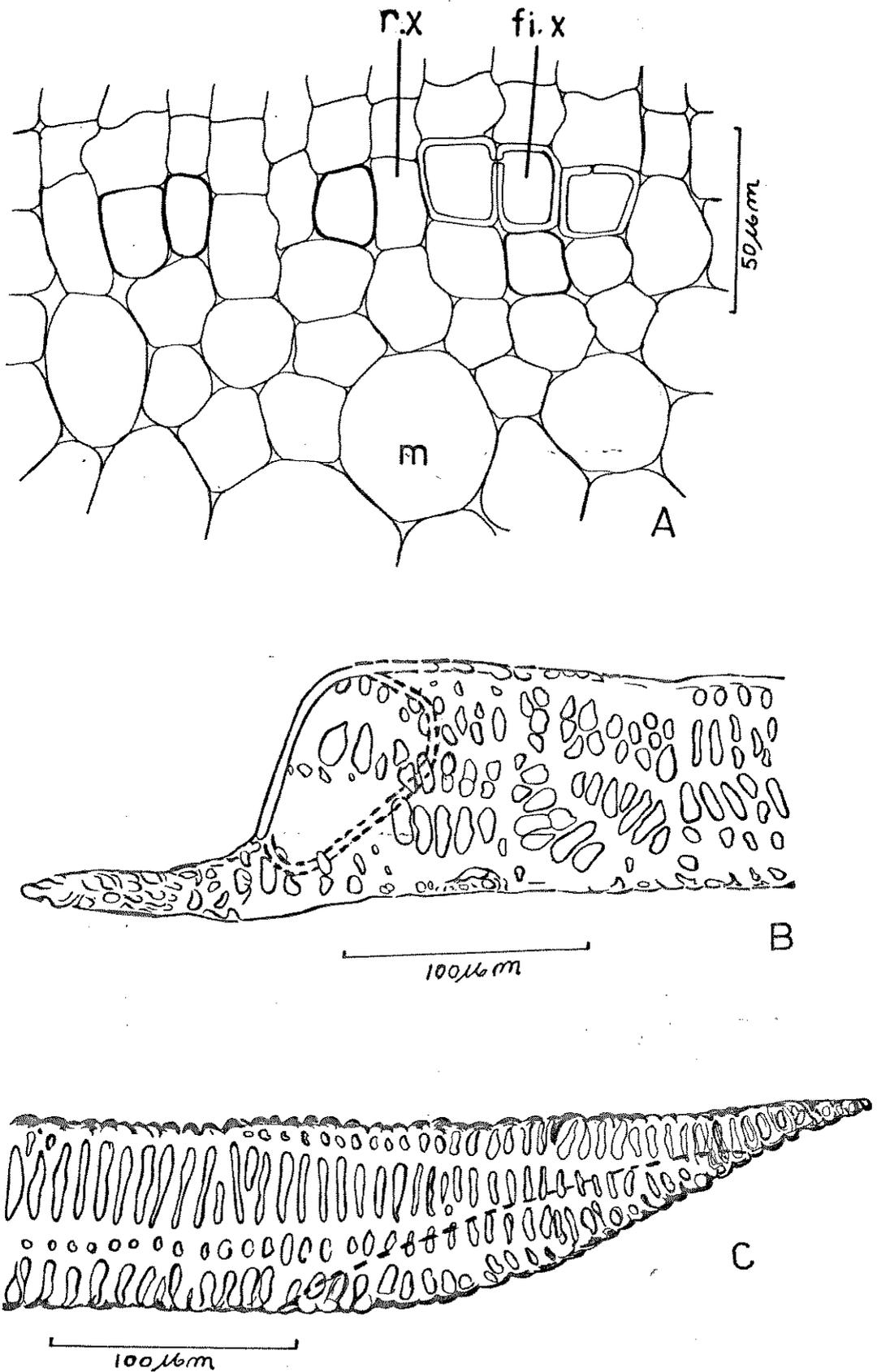


FIG.46

- A - Região interfascicular do caule, onde se observam diferentes fases de desenvolvimento de fibras do xilema (fi.x.) (X630). m., medula; r.x., raio do xilema.
- B - Parte do elemento de vaso lenhoso, do tipo reticulado-escalariforme, com placa de perfuração simples e com um grande apêndice. (X400).
- C - Parte do elemento de vaso lenhoso, do tipo escalariforme. (X400).

forços na parede dos vasos foram observadas, tornando-se mais difícil a sua classificação. Os elementos de vaso do xilema apresentam formações especiais de comunicação, as placas de perfuração, geralmente em extremidade (Fig. 46-B). Os traqueídeos são também elementos condutores, com extremidades afiladas, mas sem placas de perfuração (Fig. 47-B). As fibras do xilema são células alongadas, ailadas nas extremidades, com paredes secundárias lignificadas. Transversalmente têm seção poligonal (Fig. 46-A). São do tipo libriforme (Fig. 47-C), medindo cerca de 1,0 mm de comprimento.

Quanto às células do parênquima, devemos considerar aquelas que acompanham os vasos e as que formam os raios. As primeiras são alongadas axialmente, geralmente retangulares, com paredes espessas e lignificadas, providas de pontuação simples em todas as suas faces (Fig. 47-D). As células parenquimatosas de raio são cúbicas ou ligeiramente alongadas radialmente, armazenando grande quantidade de grãos de amido. Geralmente os raios do xilema são formados por uma fileira de células.

Medula

Muito desenvolvida, formada por grandes células arredondadas na região central e menores em direção à periferia. Na medula notamos duas regiões bem distintas. A mais externa, de menor área, é formada por células de paredes pectocelulósicas, com grande conteúdo de grãos de amido. Numerosas drusas são também aí encontradas. Em frente aos polos de protoxilema ocorrem laticíferos. A mais interna, de maior área, ocupa o centro do órgão, caracteriza-se por apresentar suas células com paredes pouco lignificadas, com pouco amido, pequena quantidade de drusas e ausência de laticíferos (Fig. 39 e Fig. 48-A e B).

No caule não se observou endoderme e nem periciclo diferenciados, havendo somente uma bainha amilífera, que no caso corresponderia à endoderme.

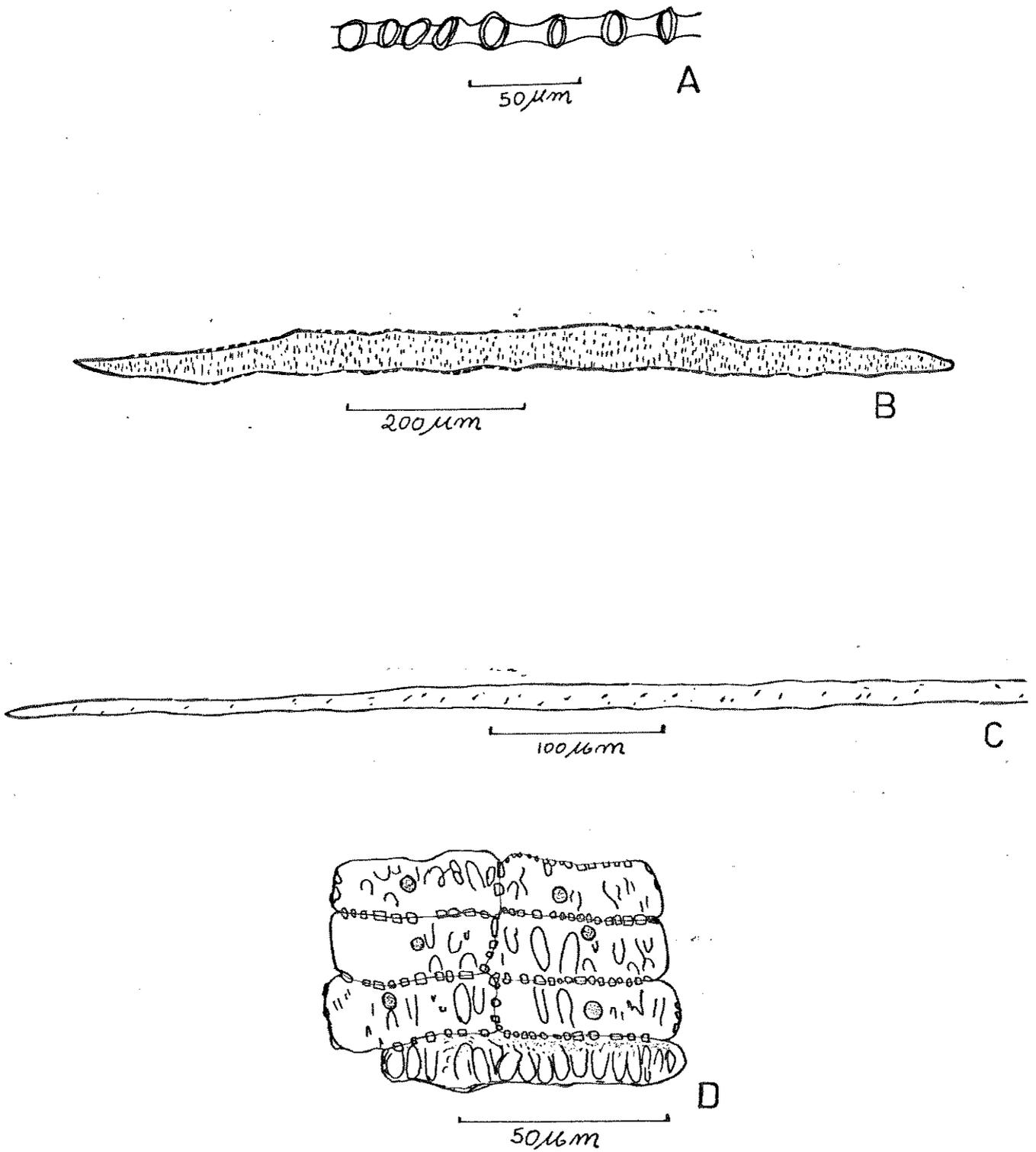
M. caerulescens

FIG.47

- A - Elemento de vaso lenhoso do tipo anelado. (X400).
 B - Traqueídeo. (X160).
 C - Trecho de uma fibra do xilema do tipo libriforme. (X160).
 D - Tipos de células parenquimáticas do xilema em material macerado. (X630).

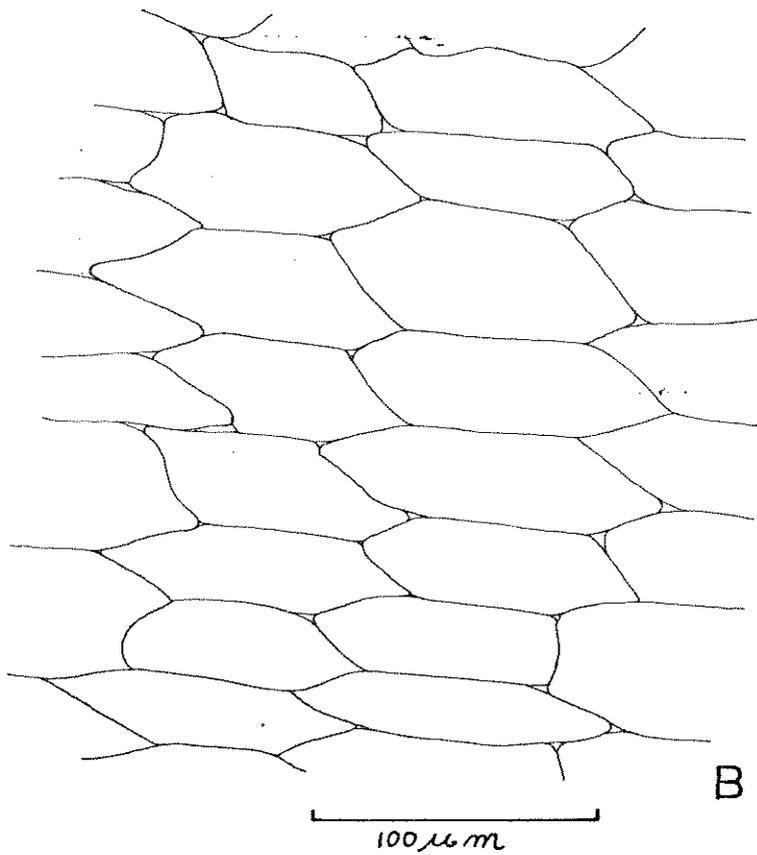
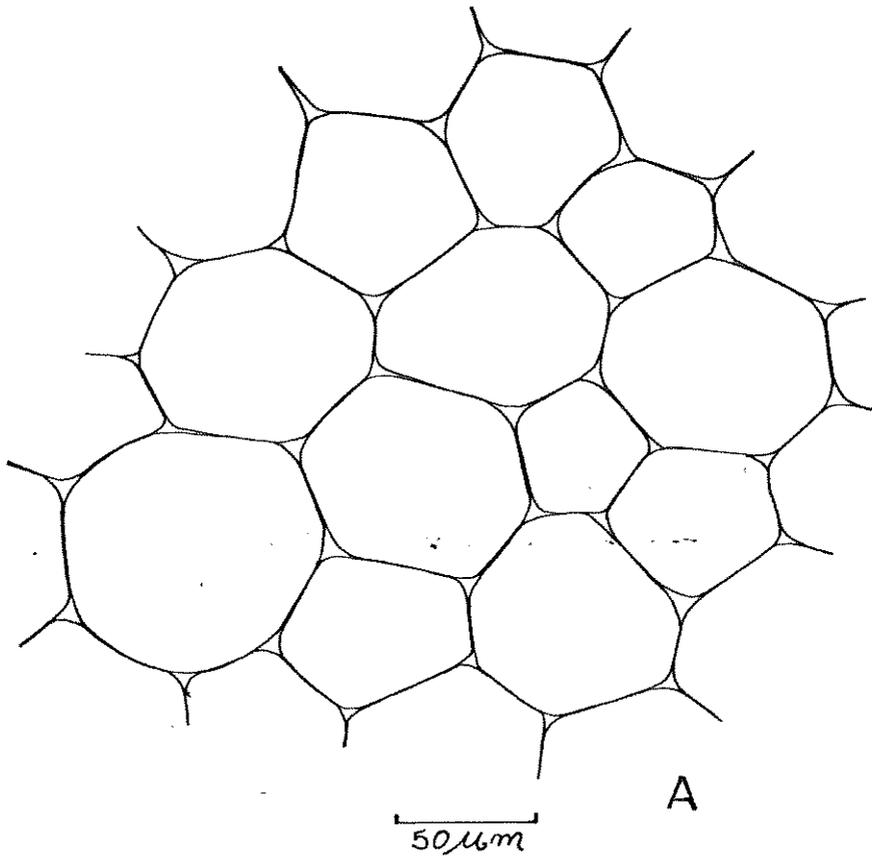
M. caerulescens

FIG. 48

A - Grupo de células parenquimáticas da medula, em corte transversal. (X400).

B - Células parenquimáticas da medula em corte longitudinal. (X400).

A estrutura de um caule lenhoso, com cerca de 2 cm de diâmetro, está representada na Fig. 49-A.

Atividade cambial

No caule em estrutura secundária, o anel cambial se desenvolve entre o xilema e o floema, produzindo centripetamente o xilema secundário e centrifugamente o floema secundário. As células cambiais ocorrem com dois formatos, a inicial fusiforme, de seção perfeitamente retangular, com o eixo maior em plano tangencial e a inicial radial, com forma mais ou menos quadrada, com altura maior do que as iniciais fusiformes (Fig. 49-B). As iniciais radiais dividem-se apenas no sentido periclinal, produzindo fileiras unisseriadas de células parenquimáticas, que se constituirão nos raios do floema para fora e nos raios do xilema para dentro. As células parenquimáticas de raios poderão conter grãos de amido, taninos e cristais de oxalato de cálcio. As iniciais fusiformes, por divisões periclinais, podem produzir, para o exterior, células que se diferenciariam em tubos crivados secundários, células companheiras e células parenquimáticas do floema e, para o interior, células que posteriormente se diferenciam em fibras xilemáticas (Fig. 46-A). em grande número, vasos lenhosos secundários em número menor, traqueídeos e células parenquimatosas do xilema.

Com respeito à formação dos laticíferos secundários, observamos que as células iniciais fusiformes, após divisões tangenciais, sofrem divisões anticlinais, cada uma produzindo duas células que vão se diferenciar em laticíferos secundários. Estas células iniciais dos laticíferos caracterizam-se por apresentar um conteúdo protoplasmático mais denso e as paredes pectocelulósicas mais espessas do que as demais (Fig. 49-B). Os laticíferos iniciais se dispõem, geralmente, em pequenas áreas de uma ou duas camadas, que são intercaladas radialmente por células parenquimáticas de raio do floema (Fig. 44). Com o crescimento do caule em diâmetro, novas camadas de laticíferos são produzidas para a região

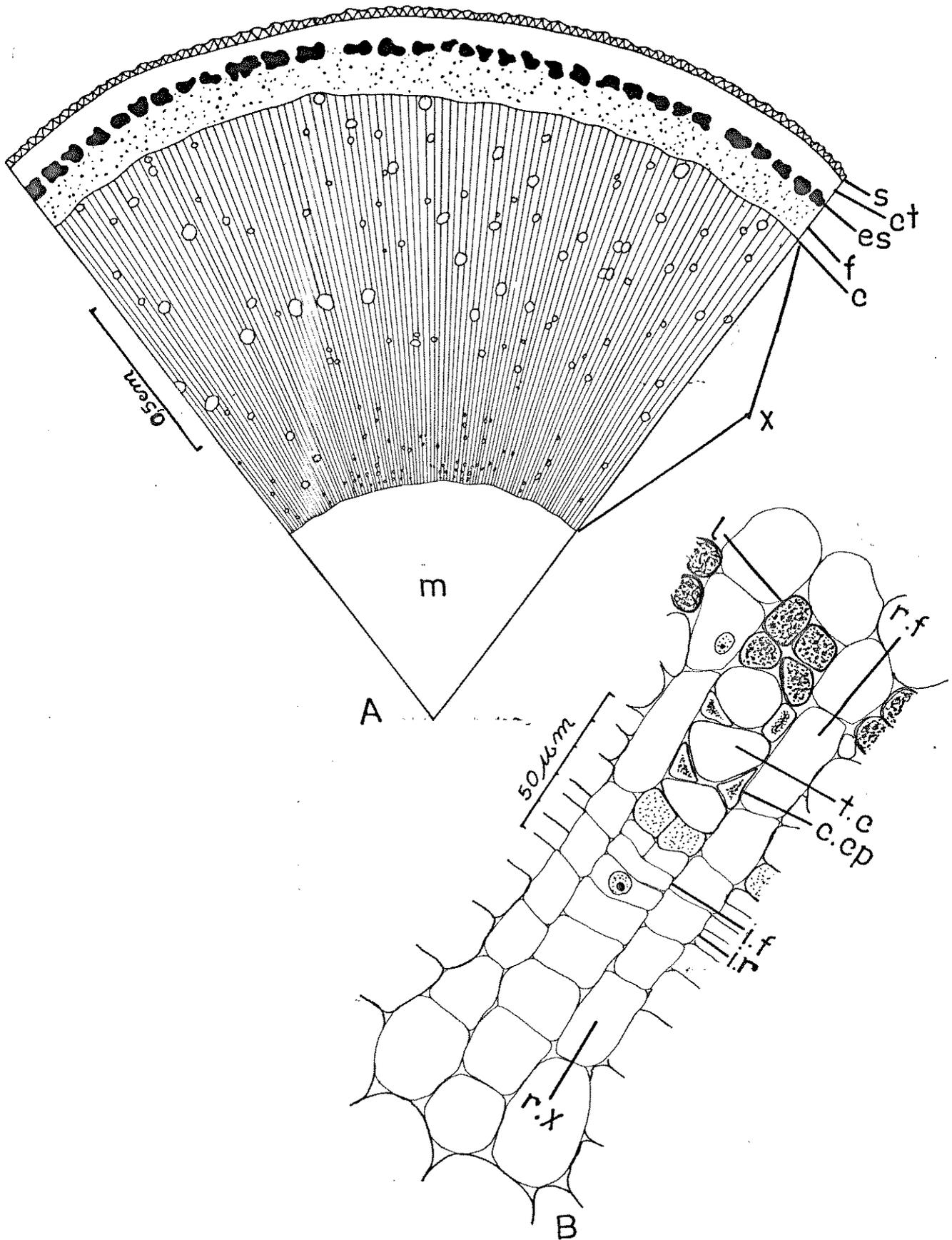
M. caerulescens

FIG.49

- A - Em diagrama, corte transversal, do caule lenhoso, com cerca de 2 cm de diâmetro. (X18). -s., súber; ct., córtex; es., esclerênquima; f., floema; c., câmbio; x., xilema (lenho); m., medula. (Os laticíferos foram omitidos).
- B - Câmbio interfascicular e os elementos resultantes da atividade cambial. Observam-se as células iniciais do câmbio em dois tipos, a inicial fusiforme (i.f) e a inicial radial (i.r). (X630). - l., laticífero; t.c., tubo crivado; c.ep., célula companheira; r.f., raio de xilema.

floemática. Notamos que a diferenciação dos elementos formadores do xilema secundário dá-se bem depois de já ter sido formado o floema secundário, que completa o anel liberiano.

Inicialmente, o caule mostra cinco grupos de feixes líbero-lenhosos em distribuição circular. Este tipo de estrutura é conhecido como eustélica (Fig. 38). Posteriormente, devido à atividade do câmbio fascicular e interfascicular, inúmeras camadas de floema e de xilema são adicionadas até formar o cilindro vascular, sinfonostelo, que é do tipo ectoflôico, isto é, um só floema acompanha externamente o xilema (Fig. 49-A).

Não se observou nenhum ramo de laticífero atravessando a região cambial, tanto nos cortes transversais como longitudinais

4.2.1.3 Região Nodal

A anatomia nodal foi realizada com material em estrutura secundária, baseando-se na análise de cortes transversais em série. Devido à complexidade que o estudo oferece, resolvemos dividi-lo em etapas:

1.^a) Inicialmente o caule apresenta cinco conjuntos de feixes vasculares do tipo colateral (Fig. 50-A);

2.^a) Começa a individualização de três grupos centrais de feixes, de três conjuntos vizinhos (Fig. 50-B);

3.^a) Nesta etapa pode-se ver o tipo de nó, três traços foliares com três lacunas, sendo um traço mediano (m) e dois laterais (e e d). Nota-se que o traço mediano sai primeiro e posteriormente os dois laterais (Fig. 50-C);

4.^a) O traço mediano por sua vez divide-se em três ramos. Vê-se também a grande protuberância do pecíolo. (Fig. 50-D);

5.^a) Observam-se nitidamente os três ramos oriundos do traço mediano (R1, R3 e R4) e as duas lacunas foliares (l) dos respectivos traços laterais (Fig. 50-E);

6.^a) O traço lateral direito caminha em direção ao pecíolo. A maior porção do feixe irá formar um feixe vas-

M. caerulescens

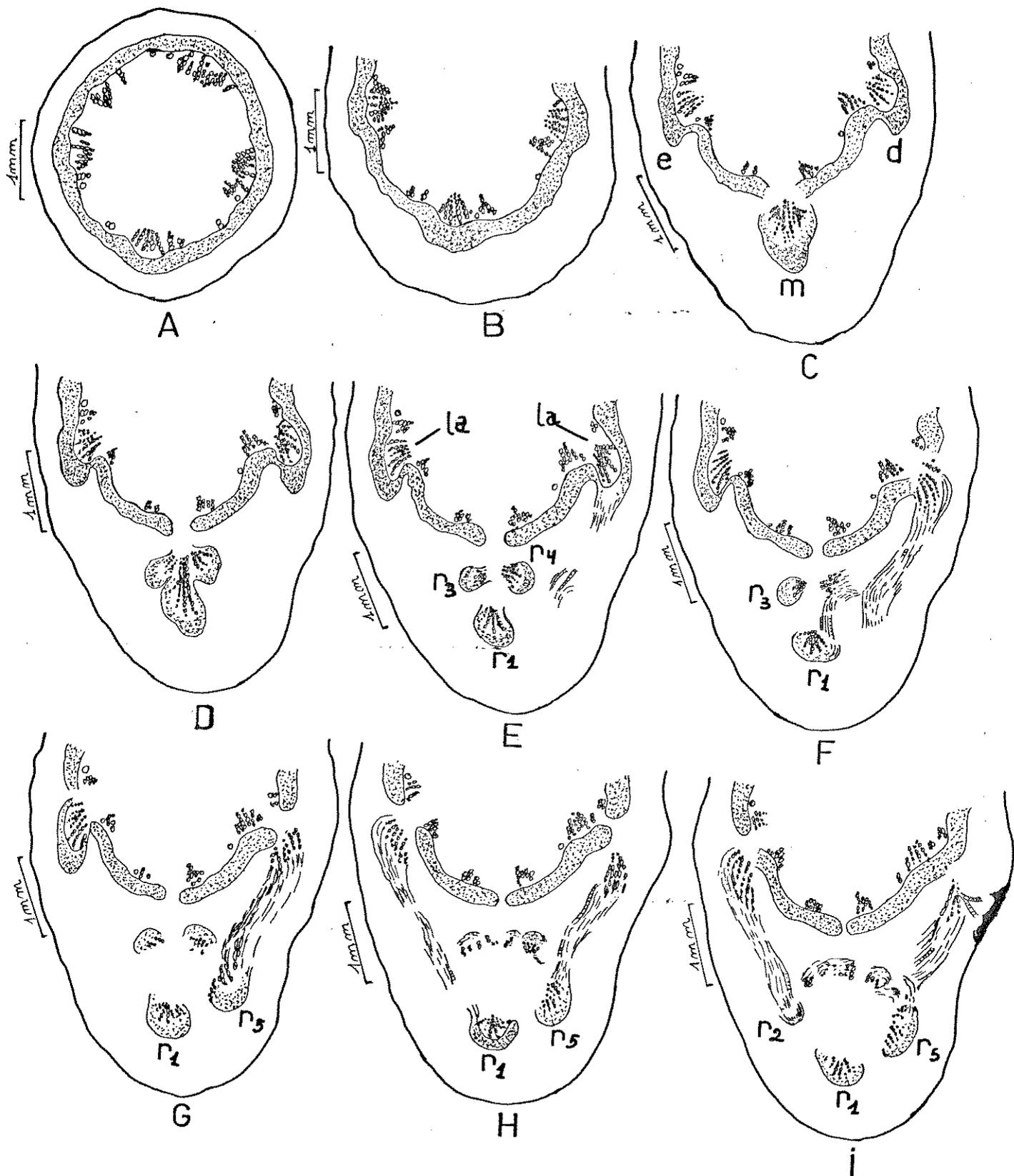


FIG. 50

A,B,C,D,E,F,G,H e I - Diagramas em série da região nodal (vide descrição no texto).

cular independente (r5) no pecíolo, enquanto que a outra porção, menor, irá para dois ramos do pecíolo, r4 e r1 (Fig. 50-F);

7.^a) Organiza-se o feixe independente do pecíolo (r5), formado pelo traço lateral direito (Fig. 50-G);

8.^a) Parte do traço lateral esquerdo dirige-se para o ramo r1 no pecíolo. O ramo r5 se organiza (Fig. 50-H);

9.^a) Notam-se alguns vasos espiralados do traço lateral direito em direção à estípula direita, da qual resta somente a cicatriz. A maior parte do traço lateral esquerdo dirige-se para o pecíolo para formar o outro feixe independente (r2) (Fig. 50-I);

10.^a) Alguns vasos anelados do traço lateral esquerdo dirigem-se para a estípula esquerda (Fig. 51-J);

11.^a) São evidentes as duas cicatrizes das estípulas. O feixe r2 está quase formado. Notam-se também parte do traço lateral esquerdo desviando-se para completar o feixe r3 (Fig. 51-L). As cicatrizes das estípulas são formadas por células mortas, com paredes suberizadas. Junto à cicatriz ocorre uma concentração de drusas e grande quantidade de células com conteúdo tanóide;

12.^a) Os cinco feixes vasculares do pecíolo já estão quase completamente organizados (Fig. 51-M). O pecíolo está se separando do caule;

13.^a) Pecíolo completamente separado do caule, com cinco feixes vasculares do tipo colateral. No caule observa-se uma protuberância da gema axilar. Elementos de vasos dirigem-se para a gema (Fig. 51-N);

14.^a) No caule observa-se a gema axilar (g) protegida por duas pequenas bracteas em forma de escamas, com grande quantidade de drusas. A estrutura eustélica do caule se restabelece. Posteriormente, caule e pecíolo vão apresentar estruturas muito semelhantes, diferenciando apenas no diâmetro maior do caule e no aparecimento mais precoce de uma periderme (Fig. 51-O).

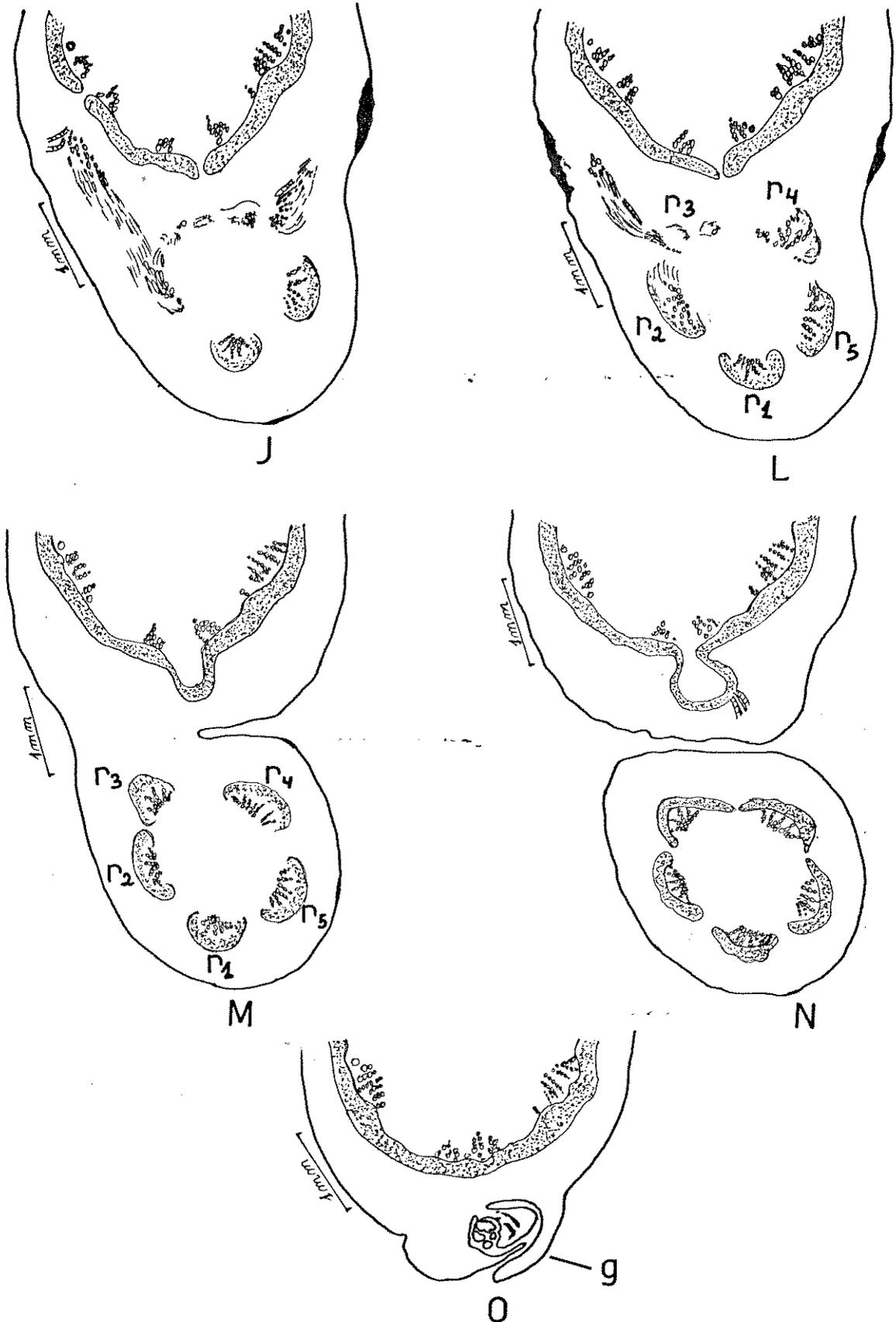
M. caerulescens

FIG. 51

J, L, M, N e O - Diagramas em série da região nodal (vide descrição no texto).

4.2.2 **Manihot pilosa**

Na planta adulta, as partes terminais do caule apresentam "ângulos" ou "arestas". Na plântula in natura com cerca de 15 a 20 cm, o caule tem seção circular em todo o seu comprimento e apresenta coloração vermelha. O caule apresenta uma porção subterrânea que vai até a zona de transição, situada logo acima das primeiras quatro raízes secundárias. É dessa porção caulinar que se originam as raízes adventícias (Fig. 52-A).

4.2.2.1 Estrutura primária

Mesmo nas menores plântulas, o caule apresentava-se sempre em estrutura secundária. A estrutura primária só seria possível observar em plântulas com poucos dias, conseguidas de sementes germinadas em laboratório. Infelizmente não conseguimos sementes.

4.2.2.2 Estrutura secundária

O câmbio aparece muito precocemente, como uma estreita faixa em forma de um anel contínuo, entre o floema e o xilema. Mais tarde é que surge o felogênio, meristema secundário do córtex.

Epiderme

Corresponde à camada de células mais externa do caule. As suas células são justapostas sem deixar espaços entre si. As paredes periclinais externas são recobertas por uma delgada cutícula (Fig. 52-B). O tamanho das células não é uniforme, sendo que algumas apresentam conteúdo provavelmente de antocianina (Fig. 52-C). Estômatos são encontrados por toda a epiderme, até mesmo na porção subterrânea (Fig. 52-A, B e C). As lenticelas têm origem nos estômatos, onde podemos observar a formação de uma, como mostra a Fig. 54-A. Os pêlos são semelhantes aos da folha e são encontrados somente nas extremidades. No caule não

M. pilosa

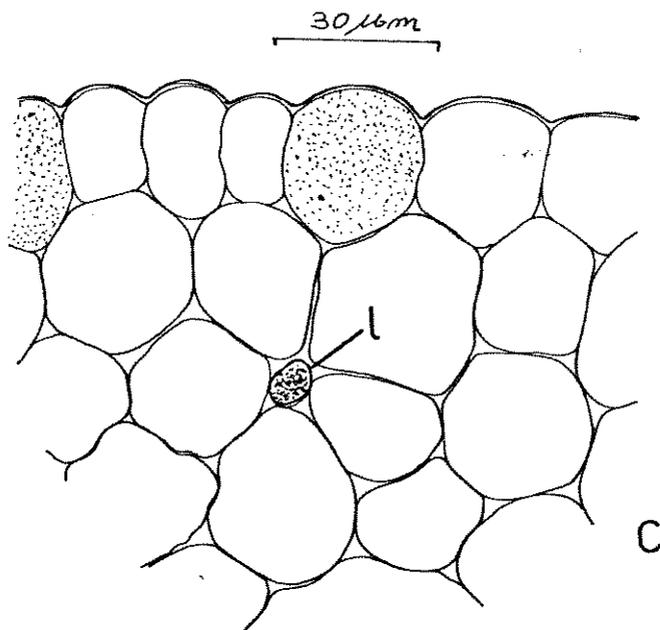
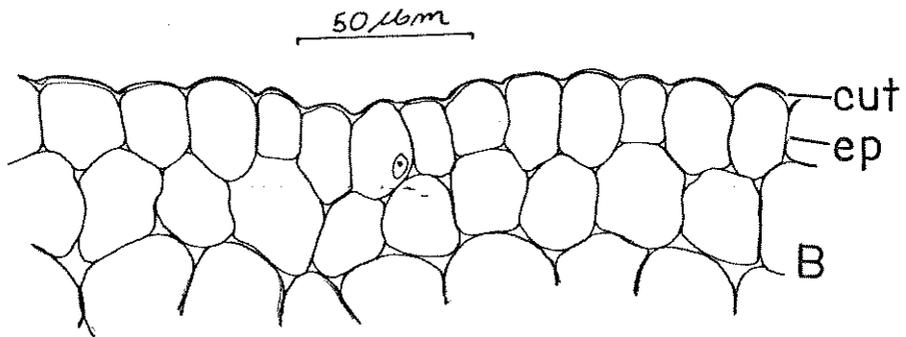
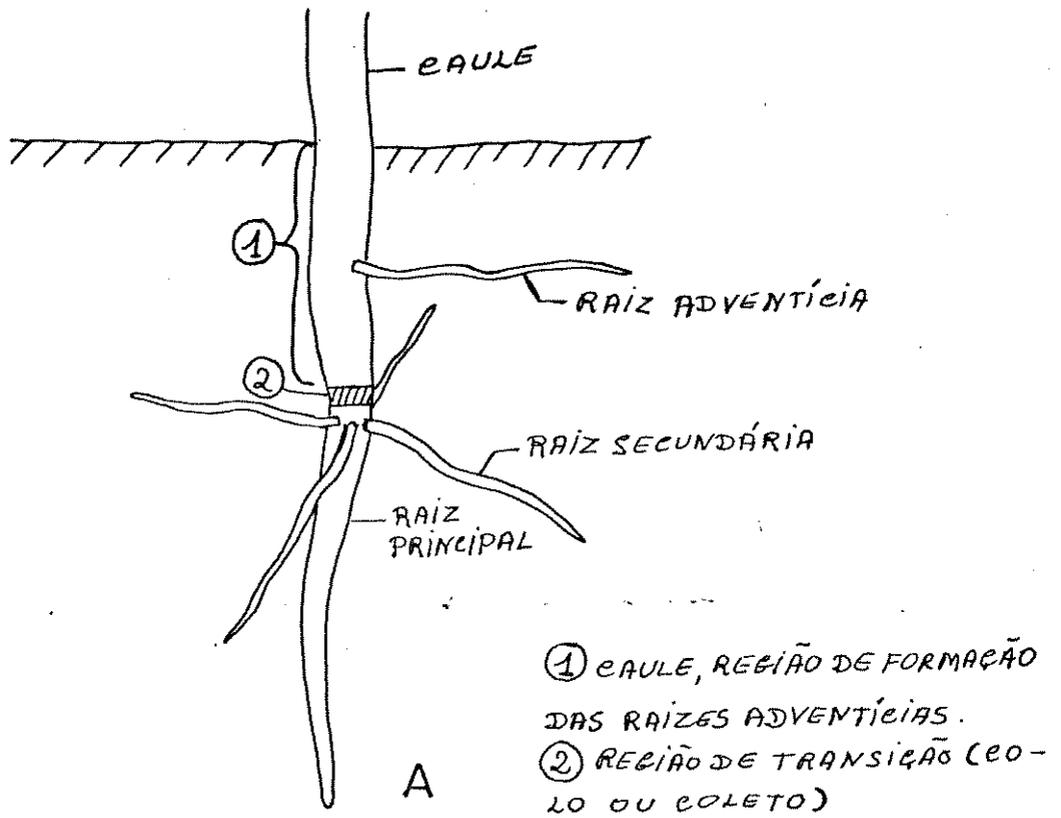


FIG.52

- A - Desenho esquemático mostrando a parte subterrânea da planta.
 B - Epiderme (ep) do caule, revestida por uma delgada cutícula (cut). (X400).
 C - Detalhe da epiderme apresentando algumas células com antocianina. (X630)-l., laticífero.

M. pilosa

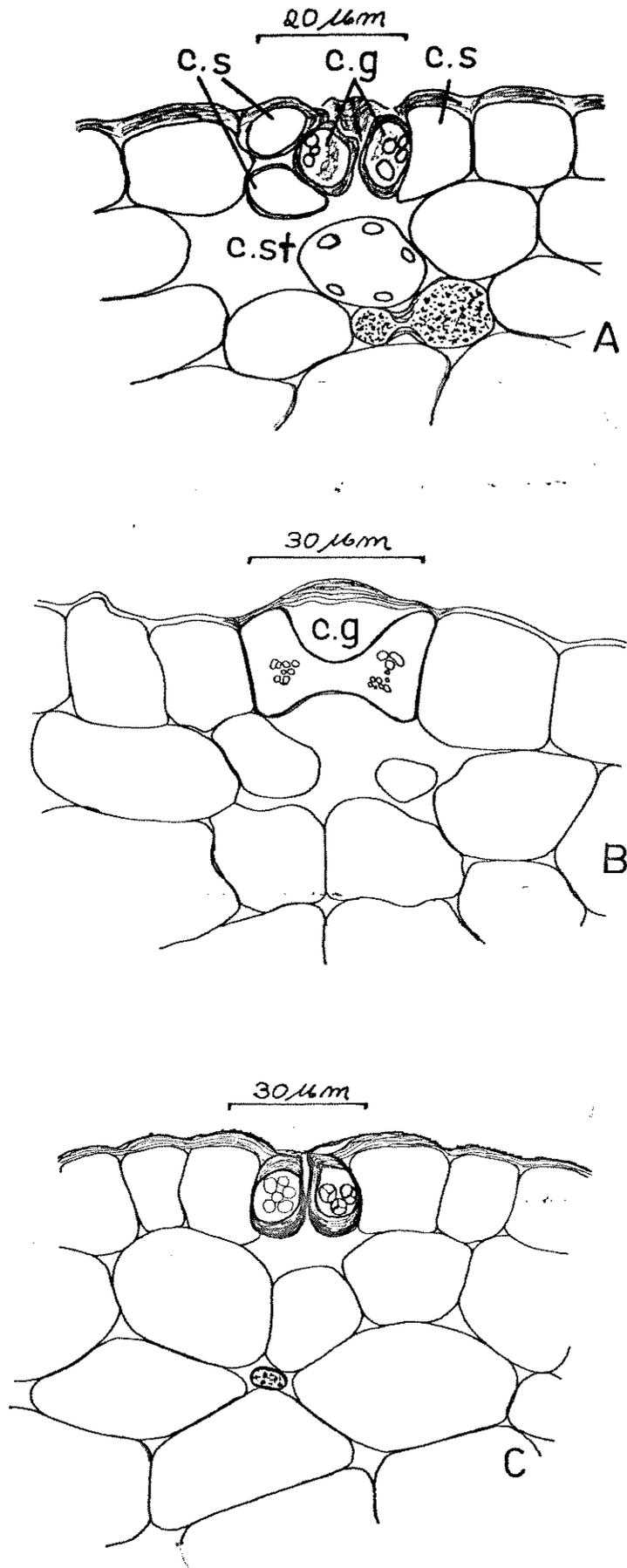


FIG. 53

- A - Estômato do caule com três células subsidiárias. (c.s.) (X1000). -c.g., célula guarda; c.st., câmara subestomática.
- B - Célula guarda (c.g.) seccionada ao longo do seu eixo maior. (X1000).
- C - Estômato da porção subterrânea do caule. Notar grãos de amido nas células guardas. (X630).

se observou a diferenciação de uma hipoderme.

Periderme

É constituída pelo súber, felogênio e feloderma Fig.54-B) O súber é mais externo e o mais desenvolvido dos tecidos peridêrmicos, sendo formado por várias camadas de células, dispostas em séries radiais. As camadas mais externas apresentam-se comprimidas. O felogênio ou camada felôgena caracteriza-se por apresentar células perfeitamente retangulares, sem deixar espaços intercelulares, paredes delgadas de pectocelulose e núcleo visível. A feloderme corresponde às células parenquimáticas, elaboradas pelo felogênio e que começaram a perder sua forma retangular, sendo recalçadas para o interior do caule. Os espaços intercelulares já aparecem neste tecido. Algumas células podem ter alto conteúdo tanóide.

Côrtex

Pouco desenvolvido, sendo formado por células parenquimáticas com paredes delgadas de pectocelulose. Registra-se o aparecimento de um colênquima pouco desenvolvido, ocupando mais ou menos a região central do córtex. Em algumas áreas o colênquima apresenta-se comprimido. Externamente ao colênquima observam-se pequenos laticíferos, com disposição mais ou menos regular. Poucas células com conteúdo tanóide podem ser observadas, como também idioplastos com drusas. Podem ocorrer células com antocianina. A camada mais interna do córtex, em contato com o esclerênquima, diferencia-se em bainha amilífera, cuja principal característica é a presença de grande quantidade de grãos de amido em suas células (Fig. 55-A). Observou-se no córtex do caule de material adulto a presença de grandes espaços (lacunas), com função, provavelmente, de arejamento (Fig. 55-B).

M. pilosa

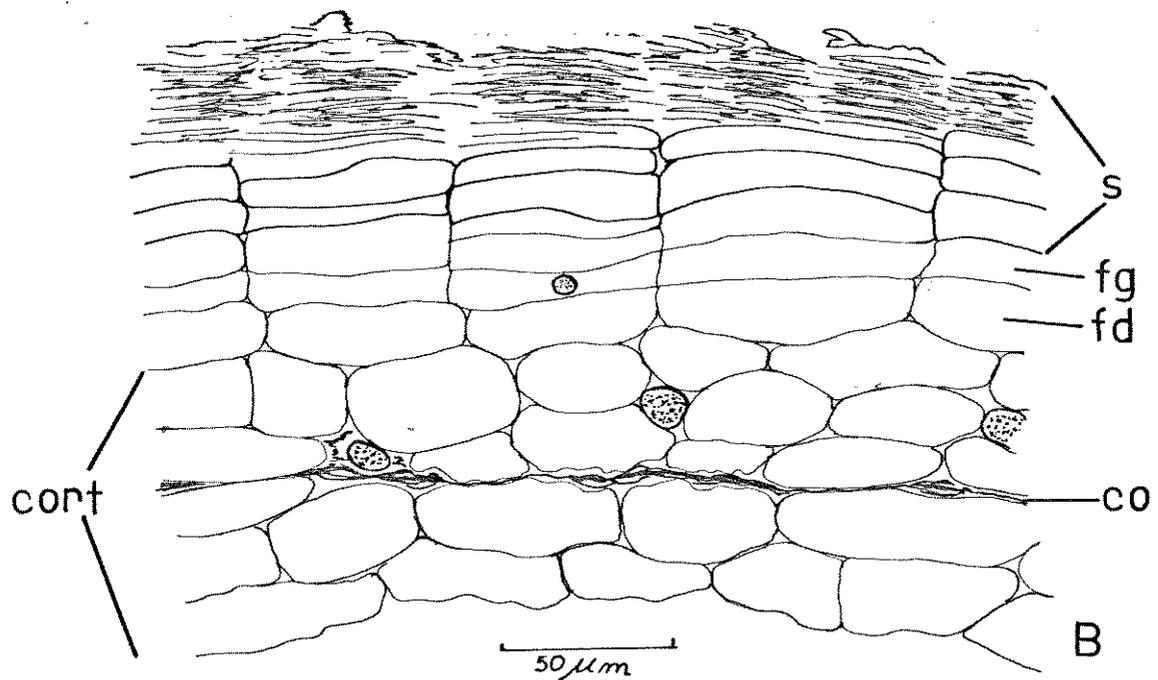
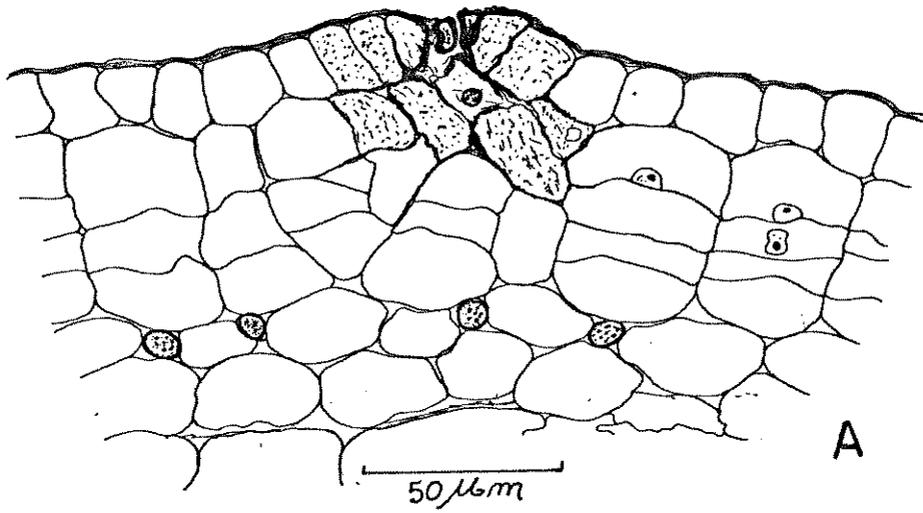


FIG.54

- A - Formação de uma lenticela onde havia um estômato (X504).
 B - Corte transversal do caule, onde se observa a periderme formada pelo súber (s), felogênio (fg) e feloderme (fd), além do córtex (cort), onde se vê o colênquima (co) comprimido (X400).

Esclerênquima

Este tecido de sustentação é formado por fibras perifloemáticas. Estas apresentam paredes espessas, reduzindo o lume celular. As pontuações simples, às vezes com ramificações, são bastante evidentes. Em sua extensão, o esclerênquima apresenta-se regularmente interrompido por células de paredes menos espessas do que as das fibras e sem conteúdo tanóide (Fig. 55-A).

Pareceu-nos que o número de fibras esclerenquimáticas no caule é bem menor do que no pecíolo.

Floema

Neste estágio de desenvolvimento, o floema apresenta limites bem precisos. Externamente limita-se com o esclerênquima e internamente com o câmbio. O floema primário geralmente ocorre com seus elementos comprimidos ou obliterados na região mais periférica. O floema secundário, resultante da atividade cambial, é basicamente constituído pelos tubos crivados com suas células companheiras, células parenquimáticas e laticíferos. Os raios do parênquima do floema são continuação dos do xilema. Ambos originam-se a partir do câmbio. As células parenquimáticas dos raios do floema apresentam paredes delgadas de pectocelulose, podendo ocorrer a presença de grãos de amido. Os laticíferos são mais abundantes na região floemática, sendo que os mais periféricos apresentam-se isolados e com maior diâmetro e aqueles mais próximos do câmbio apresentam distribuição mais regular, em pequenos arcos formados por uma só fileira de laticíferos. Estes parecem ter origem secundária a partir da atividade cambial (Fig. 55-A e Fig. 56-A).

Câmbio

Forma um anel contínuo entre o floema e o xilema. Suas células, vistas em corte transversal, assemelham-se a paralelogramos. As paredes de suas células são delicadas, de pectocelulose, sem deixar espaços intercelulares. Os núcleos, muitas vezes,

M. pilosa

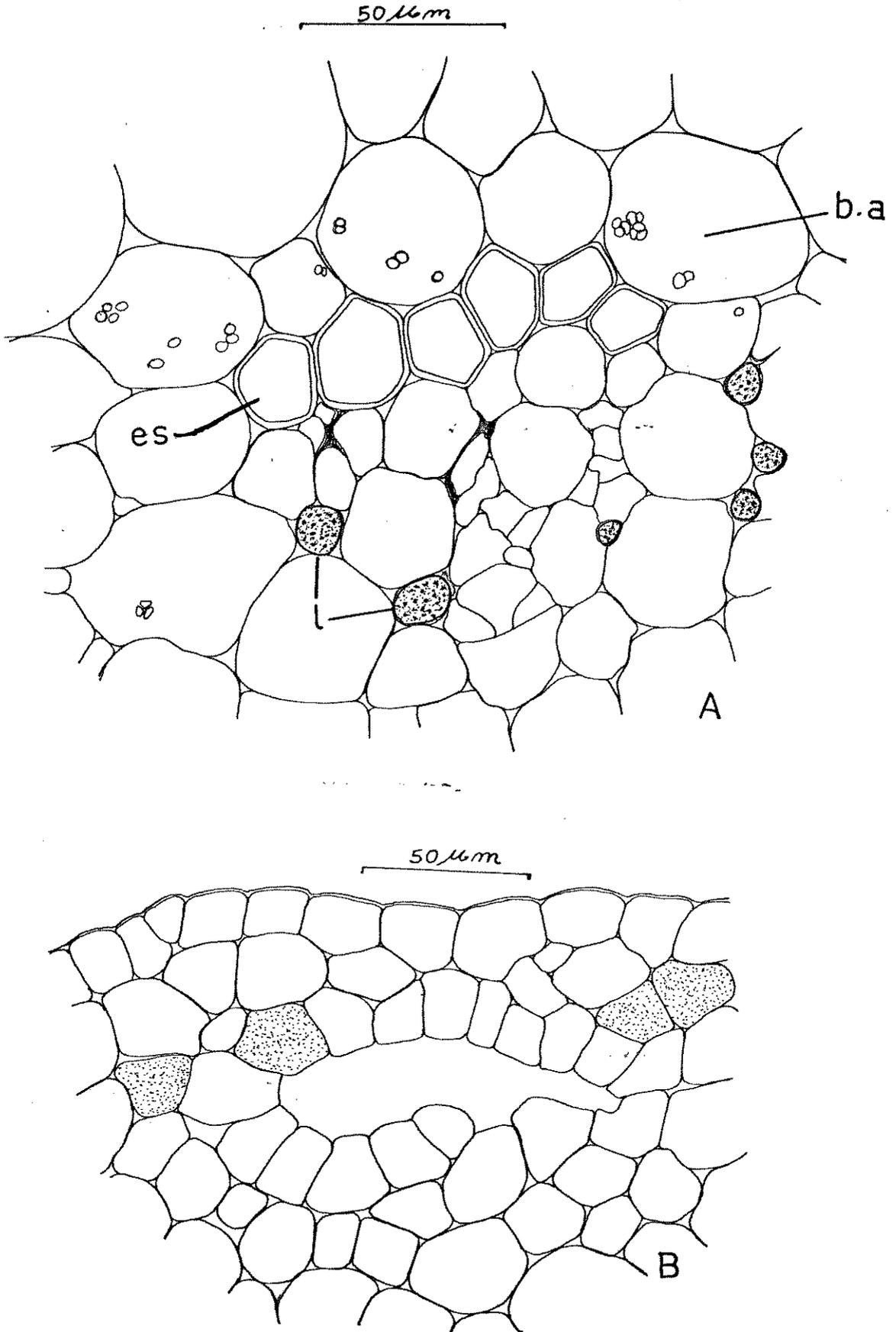


FIG.55

A - Corte transversal do caule, onde se observam a bainha amilífera, (b.a.), fibras perifloemáticas (esclerenquima - es) e região do floema onde ocorrem laticíferos (1) (X630).

B - Grandes espaços (lacunas) no córtex do caule (X630).

são evidentes (Fig. 56-A).

Xilema

Apresenta-se bastante desenvolvido, compondo-se basicamente dos seguintes elementos: elementos de vasos, traqueídeos, células de parênquima que acompanham os vasos e células do parênquima de raio. Os elementos de vaso são relativamente poucos, uns com maior diâmetro distribuindo-se isoladamente e os outros em pequenas séries radiais, por todo o xilema. Os elementos de vaso apresentam paredes espessadas de lignina. O xilema primário é constituído pelo proto e metaxilema. O protoxilema localiza-se mais internamente e seus elementos de vasos são de menor calibre. Os primeiros elementos do protoxilema podem apresentar-se comprimidos. O metaxilema, de localização mais externa, apresenta seus elementos com diâmetro maior (Fig. 56-B). Os tipos de vasos do xilema, com relação ao espessamento da parede, são os mesmos do pecíolo. Os traqueídeos são também semelhantes aos do pecíolo, como também as células parenquimatosas e as fibras. As células parenquimáticas de raio têm origem no câmbio, sendo continuação das do floema. São geralmente cúbicas ou ligeiramente alongadas em sentido radial. Suas paredes são pouco espessadas e armazenam grande quantidade de grãos de amido. Os raios de xilema são muito numerosos e geralmente unisseriados (Fig. 56-A).

Medula

Apresenta-se desenvolvida, constituída pelo parênquima medular. Suas células apresentam paredes delgadas de pectocelulose, com pontuações simples. Os espaços intercelulares são bastante evidentes. Idioblastos com drusas são também observados. Células com grãos de amido são encontradas mais próximas do xilema. Na região perimedular, em frente aos polos de protoxilema, ocorrem alguns laticíferos (Fig. 56-B).

M. pilosa

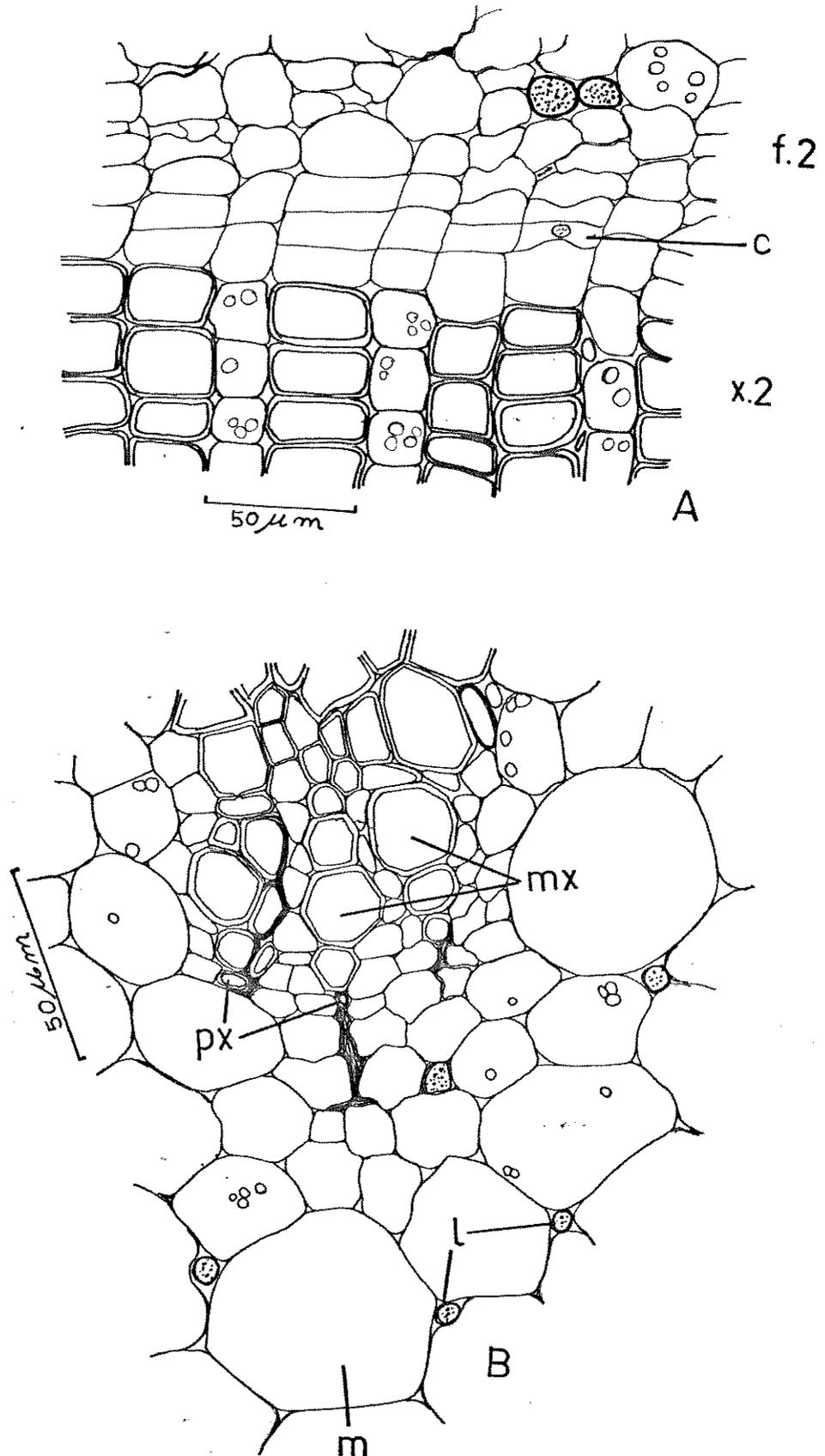


FIG.56

- A - Câmbio (c) e partes do floema e do xilema secundários (X400). f.2., floema secundário; x.2., xilema secundário.
- B - Xilema primário com os primeiros elementos do protoxilema comprimidos. Alguns laticíferos (l) próximos ao polo de protoxilema (X630). -mx., metaxilema; px., protoxilema; m., medula.

4.2.2.3 Região nodal

O estudo anatômico desta região foi realizado com material em estrutura secundária e foi baseado na análise de cortes transversais em série. Para melhor compreensão, este estudo foi dividido em etapas:

1a.) Inicialmente o caule apresenta cerca de 7 conjuntos de feixes vasculares do tipo colateral. Cada conjunto vascular encaixa-se praticamente numa "aresta" do caule (Fig. 57-A);

2a.) Começam a se individualizar-se três grupos centrais de feixes de três conjuntos consecutivos (Fig. 57-B

3a.) Nesta etapa, pode ver-se o tipo de nó, três traços foliares com três lacunas (1a), sendo um traço mediano (m) e dois laterais (d e e). Nota-se que o traço mediano sai primeiro e os dois laterais posteriormente. A aresta central já está bastante desenvolvida (Fig. 57-C);

4a.) O traço mediano divide-se em três ramos de feixes. Vê-se que a grande aresta corresponde à saída do pecíolo. As lacunas (1a) são mais evidentes (Fig. 57-D).

5a.) Os três ramos (r1, r2 e r6) oriundos do traço mediano estão bastante separados. Os dois grupos de feixes restantes estão mais próximos. As duas lacunas laterais são bem mais evidentes (Fig. 58-E);

6a.) Os traços laterais, direito (d) e esquerdo (e), completamente formados, dirigem-se para o pecíolo para formar cada um um feixe independente no pecíolo (r3 e r5), após um trajeto em "S". Os dois grupos de feixes restantes se unem (Fig. 58-F).

7a.) Notam-se alguns vasos espiralados do traço lateral esquerdo dirigindo-se para a cicatriz da estípula esquerda (Fig. 58-G).

8a.) Observam-se as duas cicatrizes das estímulas. Os ramos de feixes r3 e r5 estão se dirigindo para a posição definitiva no pecíolo (Fig. 58-H).

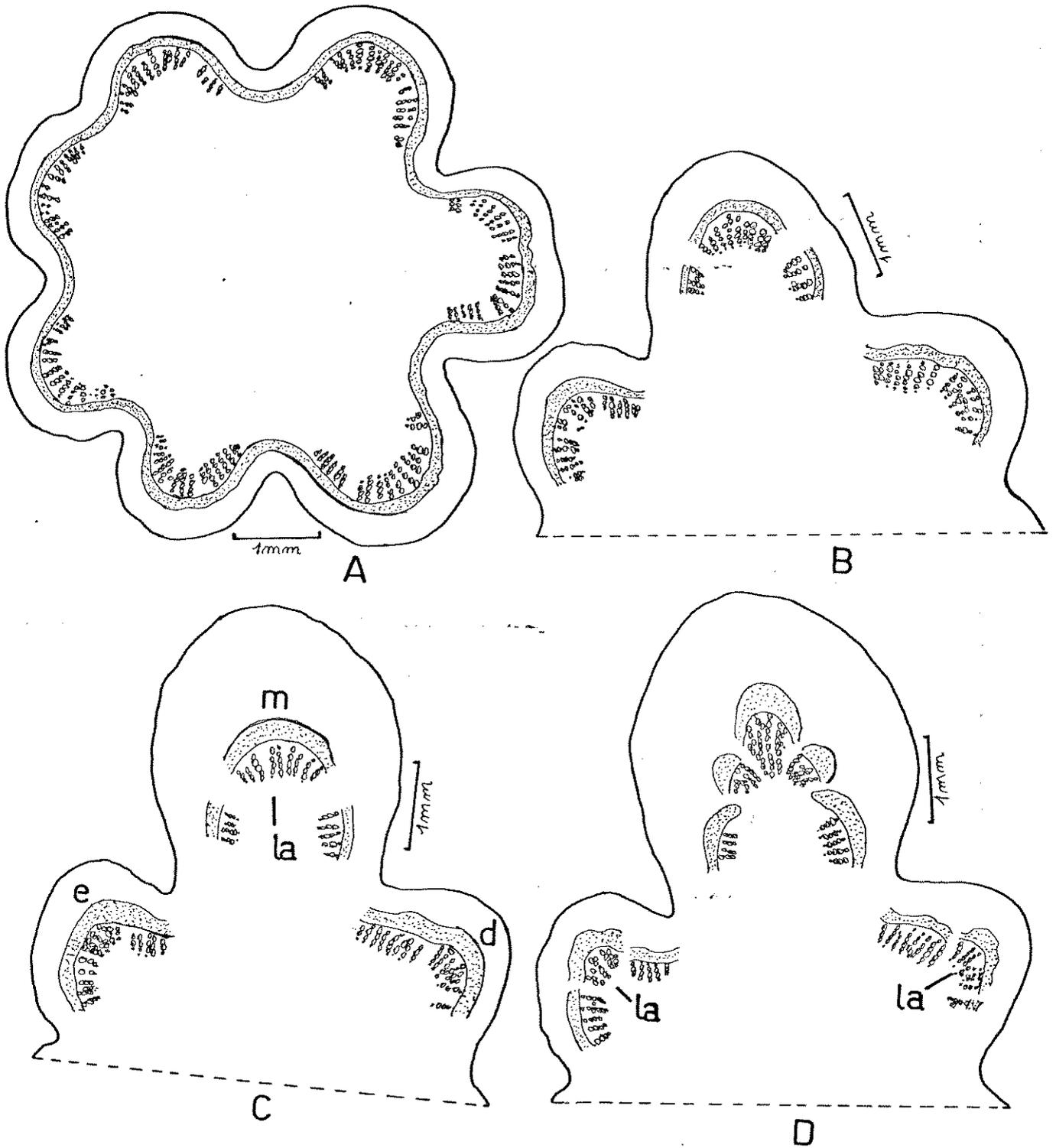
M. pilosa

FIG.57

A,B,C e D - Diagramas em série da região nodal (vide descrição no texto).

M. pilosa

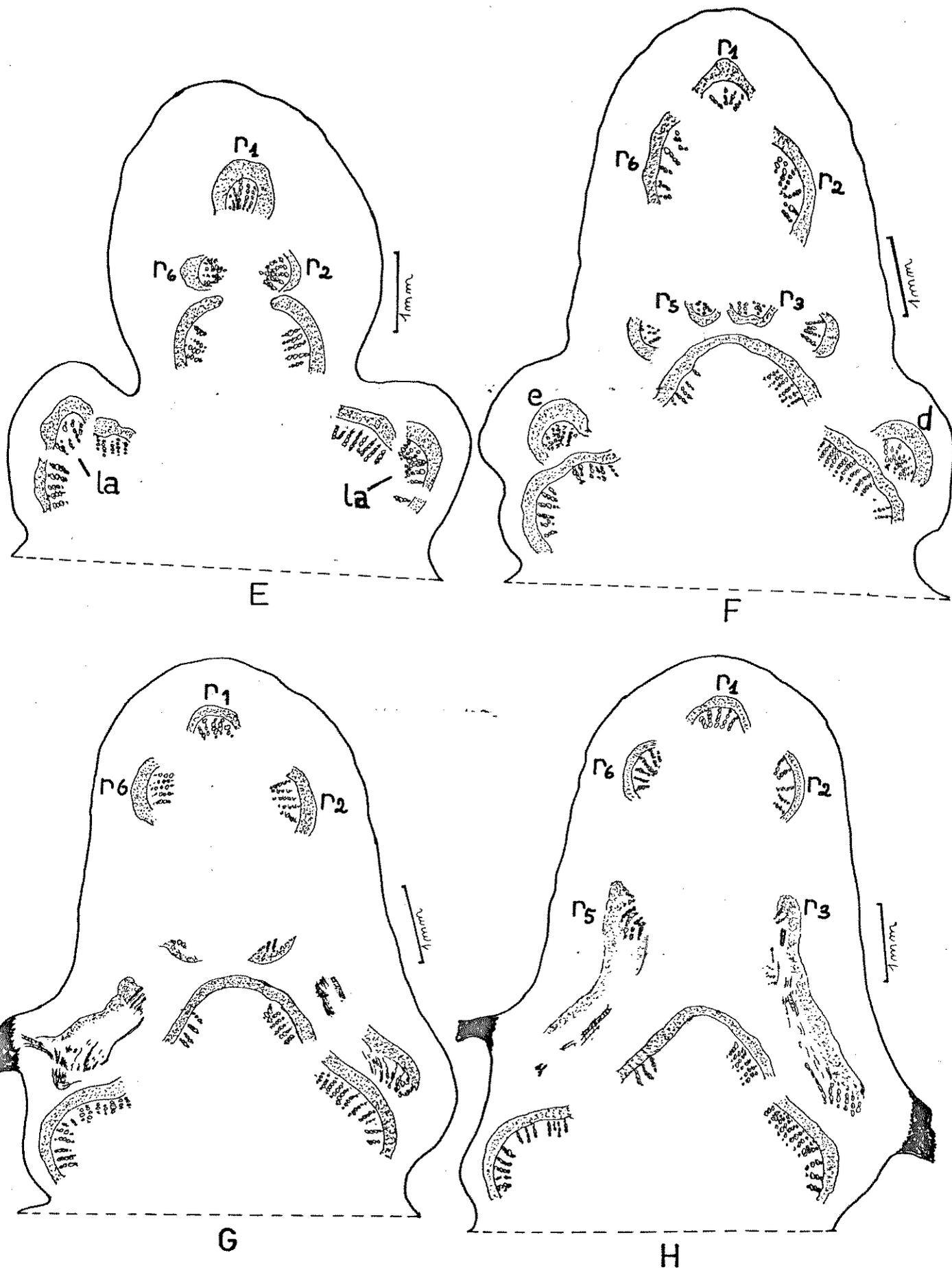


FIG. 58

E, F, G e H - Diagramas em sêrie da região nodal (vide descrição no texto).

9a.) Os ramos r3 e r5 já estão organizados . Uma outra parte de cada feixe lateral vai em direção ao pecíolo para formar o ramo r4. A cicatriz da estípula direita ainda está presente (Fig. 59-I);

10a.) Os seis ramos de feixes do pecíolo estão praticamente organizados. O ramo r4 apresenta-se formado por dois grupos de feixes. Começa a separar-se o pecíolo do caule (Fig. 59-J);

11a.) O pecíolo ainda se mantém ligado ao caule. Começa a aparecer a gema axilar, protegida por duas escamas (pequenas bracteas) com muitas drusas em seus tecidos (Fig. 59-L);

12a.) O pecíolo está separado do caule em 6 feixes vasculares (ramos) do tipo colateral. A gema axilar (g) está totalmente formada e envolvida pelas duas escamas que contêm grande quantidade de drusas e pêlos. Estômatos foram também observados nas escamas (Fig. 59-M).

4.2.2.4 Tecido de cicatrização

No caule de uma plântula, observou-se uma lesão bastante profunda, chegando quase a atingir a medula (Fig 60). Esta lesão nos pareceu ter sido provocada por uma larva , talvez de inseto. Observando outros caules, verificamos a presença da larva alojando-se profundamente no referido órgão. A ferida, em toda a sua extensão, apresenta uma verdadeira capa protetora de coloração mais escura, que se formou, possivelmente, pela oxidação do látex em contato com o ar. Constatamos que a camada protetora dos tecidos vivos apresenta-se constituída por tecido morto suberificado, impregnado, provavelmente, de látex oxidado. Pela análise dos cortes, o câmbio das porções laterais não lesado, por sua intensa atividade meristemática, produz à maneira de dois grossos lábios, os dois calos de cicatrização, formados principalmente de tecido xilemático. Os calos de cicatrização aproximam-se estendendo sobre os tecidos lesa -

M. pilosa

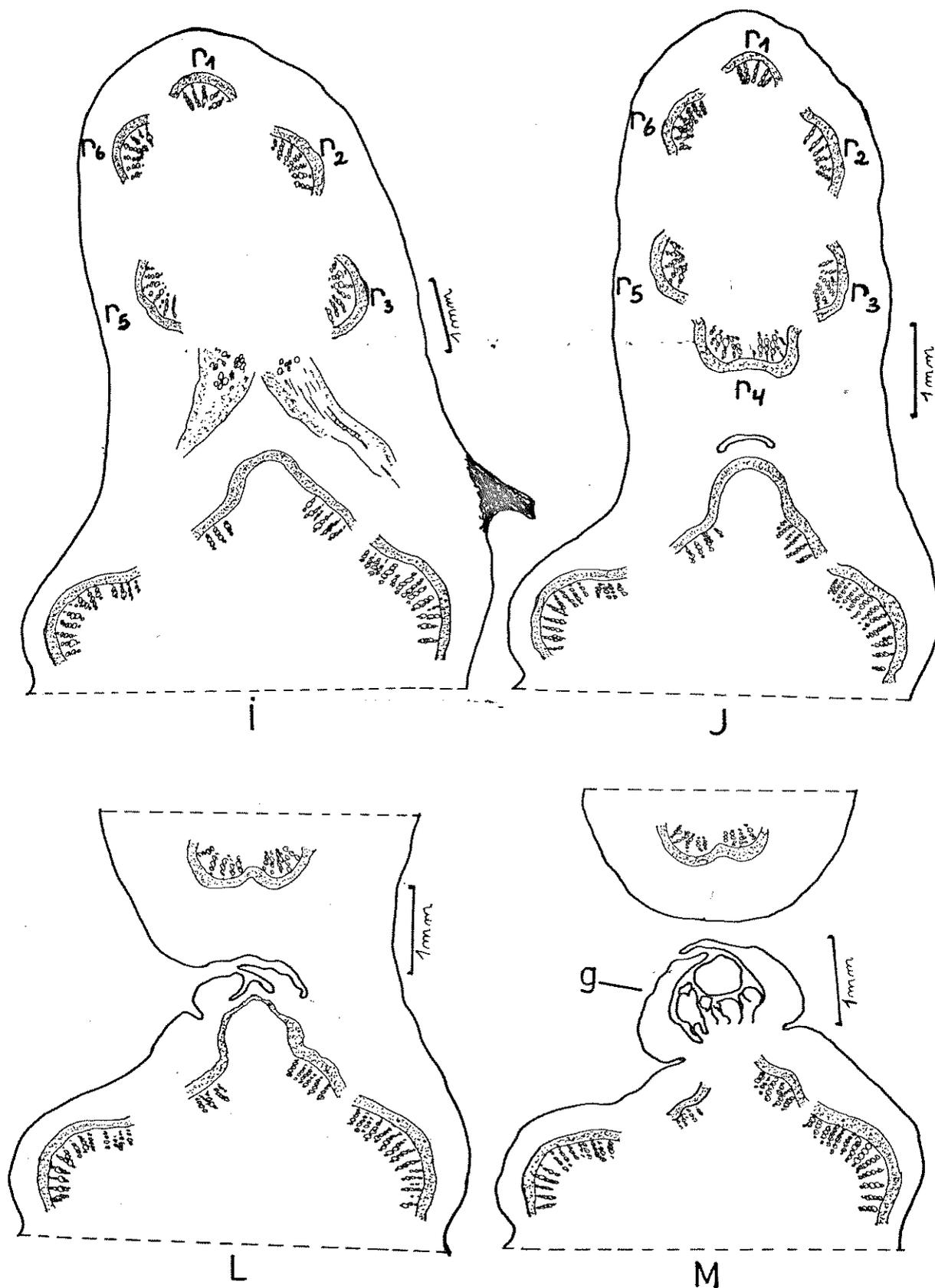


FIG. 59

I, J, L e M - Diagramas em série da região nodal (vide descrição no texto).

dos. Com avanço dos tecidos de reparação, ocorre a cicatrização, restabelecendo, a partir deste momento, os estratos lenhosos, região cambial, região floemática, e também os estratos corticais. Os tecidos comprimidos parecem ser formados ' por tecidos frágeis como o câmbio e o floema, cujas cêlulas' apresentam paredes delgadas. Isto foi confirmado pelos res - tos de paredes celulares encontradas nos espaços entre fi - bras xilemáticas e também entre paredes contíguas das fibras (Fig. 61-D). Fato curioso é que estes tecidos comprimidos ' (mortos) vão ter às cêlulas de grandes dimensões que interca lam o xilema e se comunicam diretamente com a medula (Fig.60. Estas cêlulas atípicas apresentam paredes finas de pectocelu lose (Fig. 61-B). Encontram-se cêlulas, talvez epidêrmicas , com parede secundária lignificada nos tecidos superficiais ' lesados (Fig. 61-C). Grande quantidade de drusas foi também' encontrada próxima à lesão.

M. pilosa

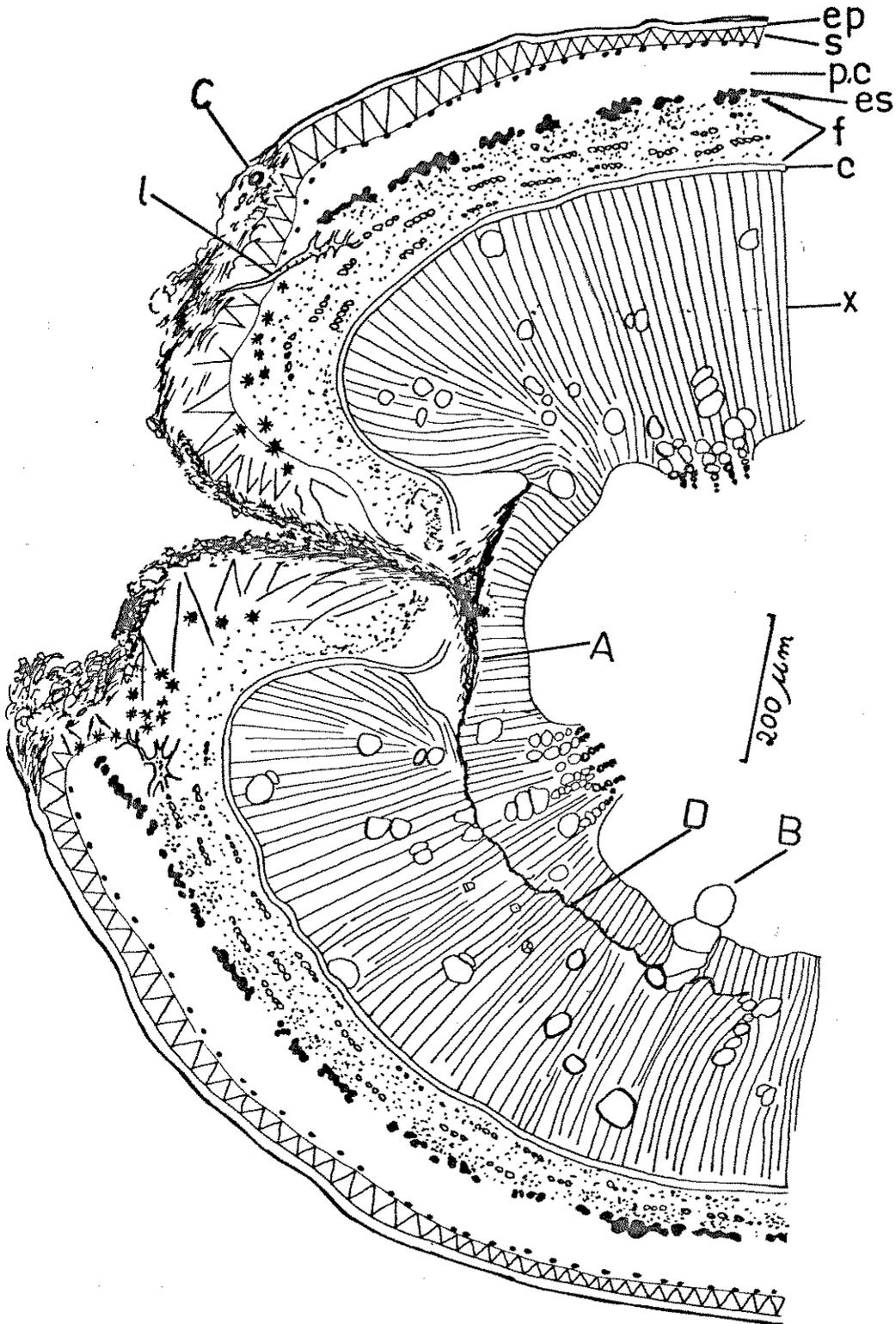


FIG. 60

Diagrama do caule mostrando aspecto geral da lesão. As regiões A, B, C, e D são mostradas em detalhes na fig. 61. (X100). -ep., epiderme; s., súber; p.c., parênquima cortical; es., esclerênquima; f., floema; c., câmbio; x., xilema; l., laticífero.

M. pilosa

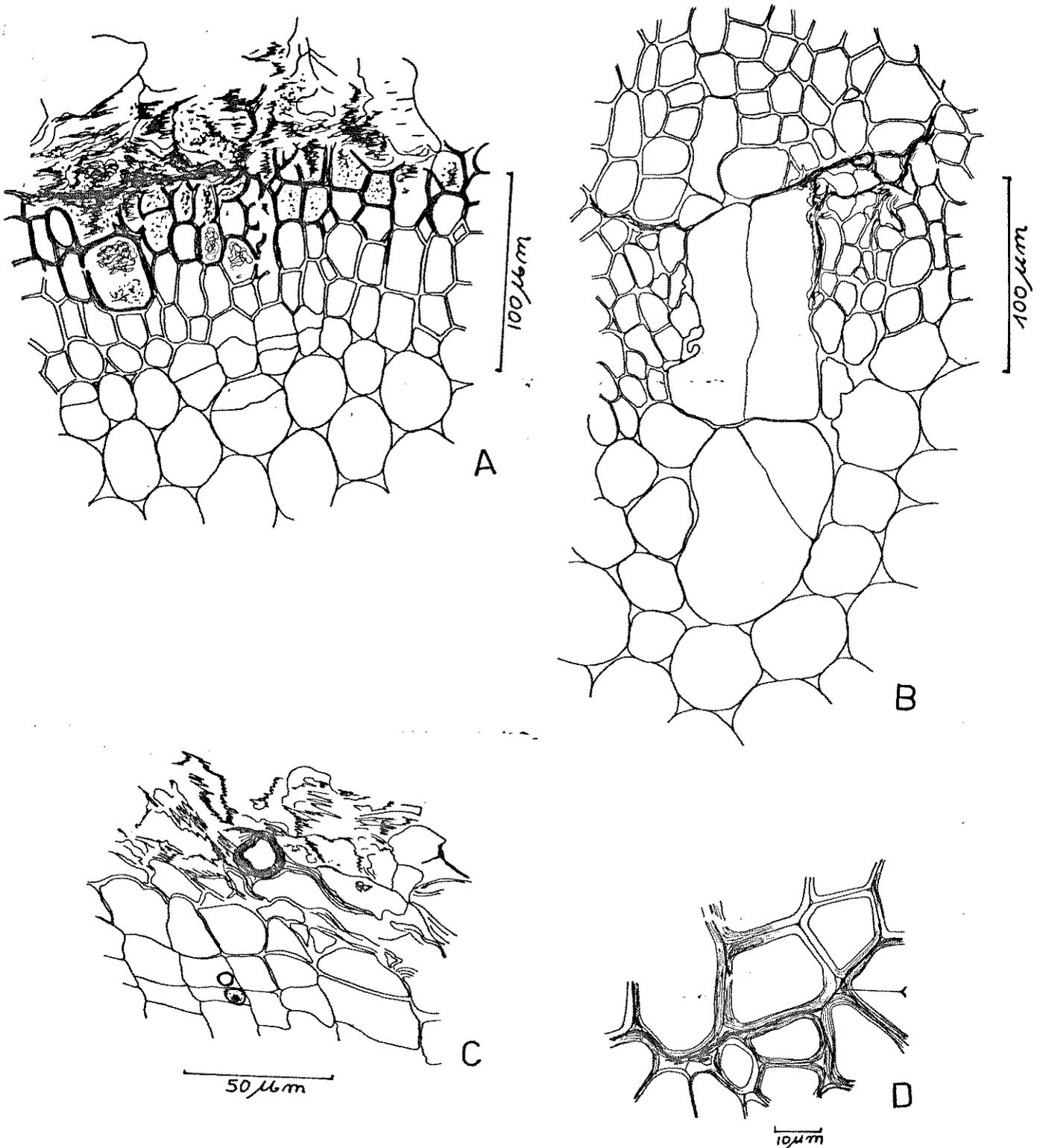


FIG. 61

- A - Região xilemática, na base da grande fissura, onde se observa a grande formação protetora do xilema, constituída de tecidos lesados que sofreram oxidação e impregnação de látex (X400).
- B - Células atípicas, de grandes dimensões, comunicando-se com a medulla (X400).
- C - Célula provavelmente epidérmica, com parede lignificada (X630).
- D - Região de xilema onde se vêem restos de parede celular dos tecidos comprimidos pelos elementos xilemáticos, principalmente fibras. No detalhe, restos de parede celular atravessando um espaço entre fibras xilemáticas (seta) (X1000).

4.3 RAIZ

4.3.1 **Manihot caerulea**

O sistema radicular é formado, principalmente, por uma raiz pivotante, que penetra verticalmente no solo. Da raiz principal partem horizontalmente as raízes secundárias, de grande comprimento, que caminham superficialmente no solo. Tanto a raiz principal como as demais podem apresentar-se tuberosas em alguns trechos. nas partes tuberosas ocorre o armazenamento de amido e água, principalmente. Constatamos que a tuberização de partes das raízes é muito comum nesta espécie de cerrado.

4.3.1.1 Estrutura primária

Pelo fato de não se conseguir plântulas, não foi possível analisar a estrutura primária, porque todas as raízes estudadas, por mais finas que fossem, já apresentavam-se em estrutura secundária.

4.3.1.2 Estrutura secundária

Em corte transversal, uma raiz com cerca de 1,0 mm de diâmetro apresentou a seguinte estrutura, de fora para dentro (Fig. 62-A):

EPIDERME

Ainda é possível observá-la em alguns trechos, com células, às vezes, deformadas, mas nota-se que é formada por uma só camada de células. As paredes periclinais externas apresen-

tam-se bastante espessadas e revelaram ser formadas, principalmente, de lignina e cutina. A epiderme, juntamente com o parênquima cortical externo degenerado, é bastante deslocada para fora devido à adição de novos tecidos, formados pela atividade meristemática do felogênio (Fig. 62-B).

SÚBER

Neste tecido de proteção nota-se uma parte externa, morta, resultante de compressão de diversas camadas de células suberificadas e uma outra mais interna, viva, formada por algumas camadas de células com forma retangular típica (Fig. 63 -A)

FELOGÊNIO

Apresenta-se formado por uma ou mais camadas de células. Este tecido meristemático secundário caracteriza-se por apresentar células com formato perfeitamente retangular, com paredes delgadas de pectocelulose, espaços intercelulares não visíveis, núcleo e nucléolo bem nítidos (Fig. 63-A).

FELODERMA

Este tecido, de características parenquimáticas, identifica-se pela localização, vindo após o felogênio. Corresponde a uma ou poucas camadas de células, onde os espaços intercelulares já começam a ser observados, podendo o núcleo e nucléolos serem visíveis. Drusas, grãos de amido e conteúdo tanóide podem ser encontrados nas células deste tecido (fig. 63-A).

Ao conjunto de tecidos secundários, formado pelo súber, felogênio e feloderma, dá-se o nome de periderme, que corresponde à película de cor marrom, que se destaca facilmente da raiz.

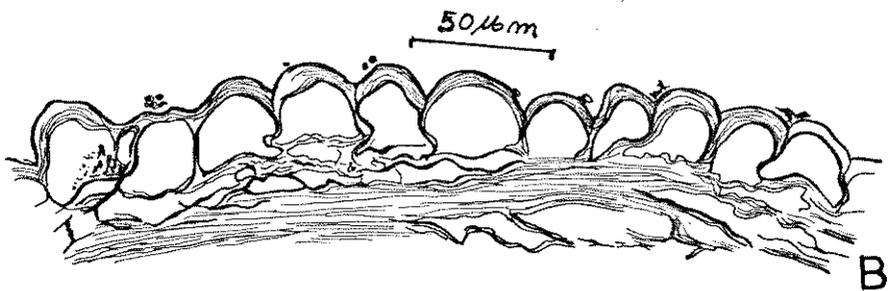
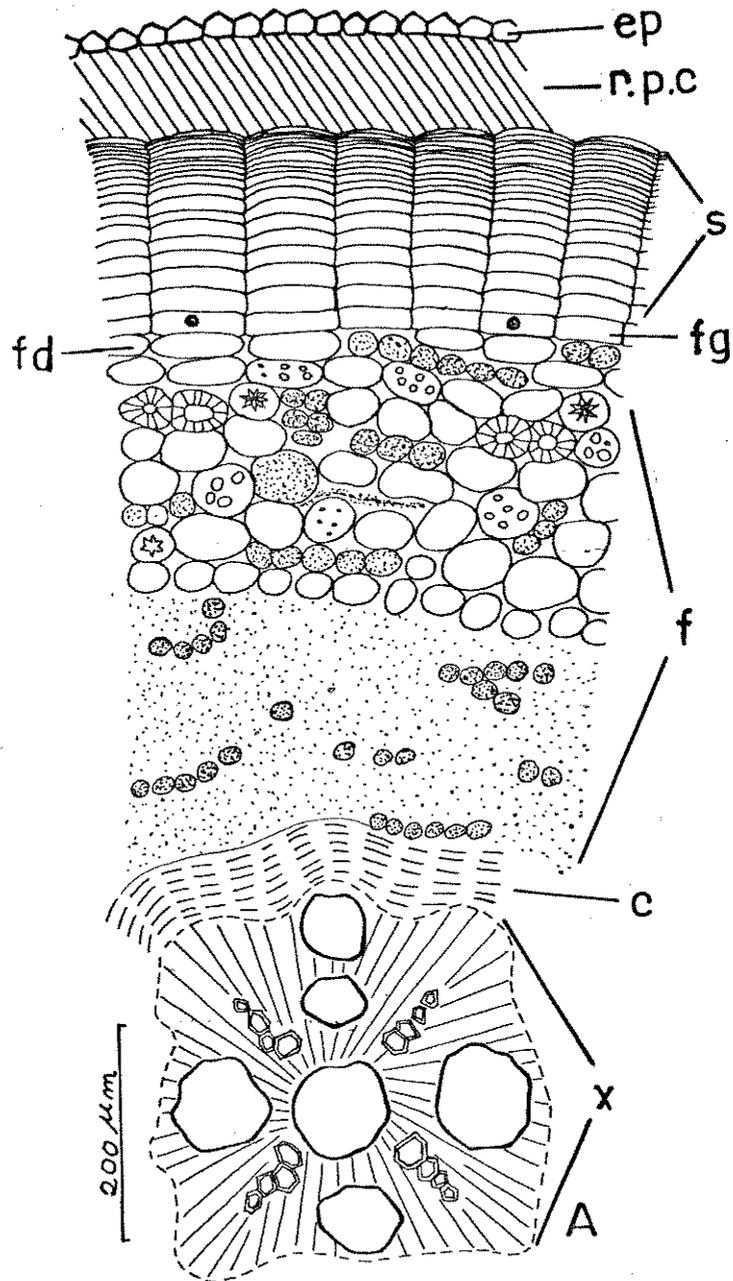
M. caerulescens

FIG.62

A - Diagrama da raiz secundária de *M. caerulescens* (X160). -ep., epiderme; r.p.c., restos de parênquima cortical; s., sùber; fg., felogênio; fd. feloderme; f., floema; x., xilema:

B - Epiderme da raiz juntamente em restos de parênquima cortical (X400).

LENTICELAS

São muito frequentes e semelhantes às do caule e pecíolo. Observou-se que, nas raízes de maior diâmetro, há sempre uma lenticela, localizada na saída das raízes laterais.

REGIÃO FLOEMÁTICA

Esta região constitui a grande parte da casca (Fig. 62-a). Por toda a região se encontram os laticíferos que se distribuem de uma maneira mais ou menos regular, em pequenos arcos, de uma só fileira, formados geralmente por menos de dez laticíferos. Nota-se, nesta região, que, na parte mais externa há uma predominância de tecido parenquimático. Bem próximo ao feloderma ocorrem os esclerócitos (Fig. 63-B). Em material mais jovem, eles são, geralmente, encontrados em grupos de dois, mas, à medida que o material envelhece, vão se formando novos esclerócitos, até completar o anel. Geralmente o anel de esclerócitos é formado por uma só camada, mas, em alguns casos, observa-se mais de uma. Os esclerócitos podem aparecer sozinhos ou estar em combinação com fibras. Estas podem também aparecer em grupos isolados, na mesma região dos esclerócitos (Fig. 64-A). Alguns esclerócitos podem conter grande quantidade de tanóide, e terminações de laticíferos podem ocorrer entre paredes lignificadas, impedindo assim, o crescimento das extremidades laticíferas (Fig. 64-B). As células parenquimáticas podem conter grãos de amido, taninos e cristais de formas variadas. Observaram-se, também, elementos do floema primário comprimidos, obliterados e não funcionais (Fig. 64-C).

A parte mais interna corresponde ao floema funcional (floema secundário), onde, com facilidade, se observam os tubos crivados com células companheiras, laticíferos de origem secundária, células de aprênquima axial e células de parênquima radial (Fig. 65-A). Estas últimas forma os raios parenquimá

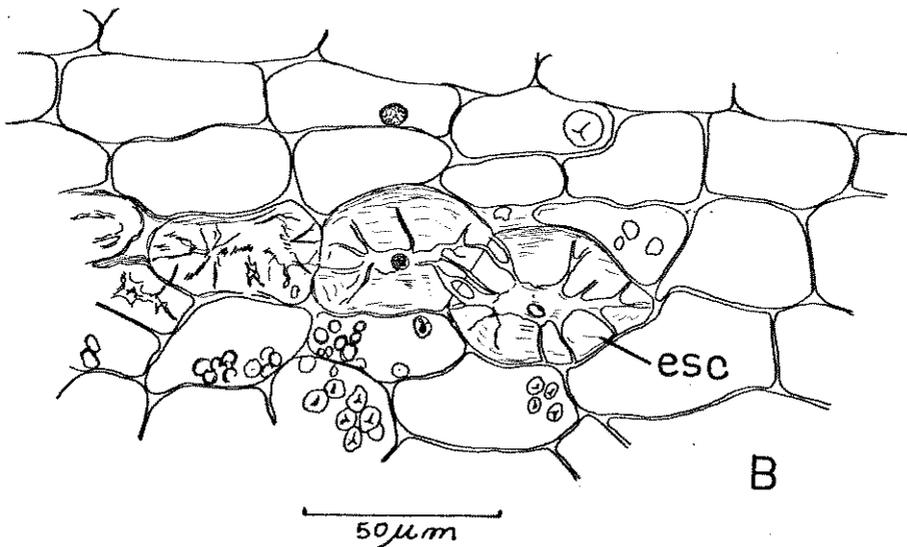
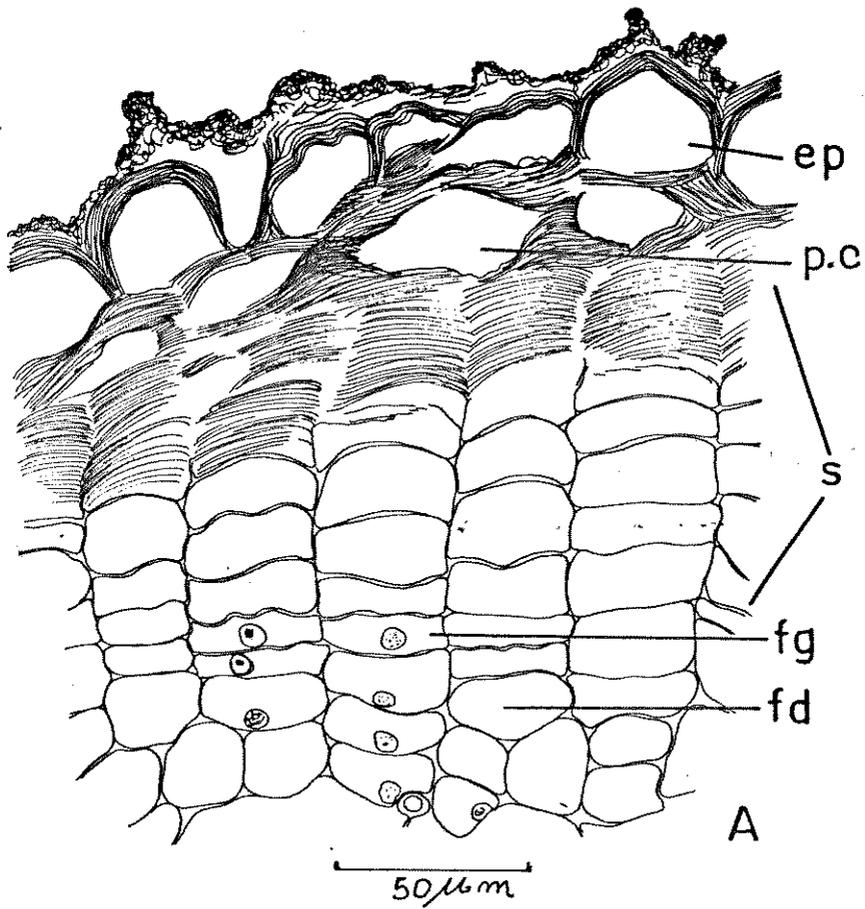
M. caerulescens

FIG.63

A - Periderme com felogênio(fg), súber (s) e feloerme (fd) e restos de células da epiderme juntamente com células do parênquima cortical (p.c.) (X400). ep., epiderme.

B - Esclerócitos (esc.) com pontuações simples e algumas ramificações (X... 400).

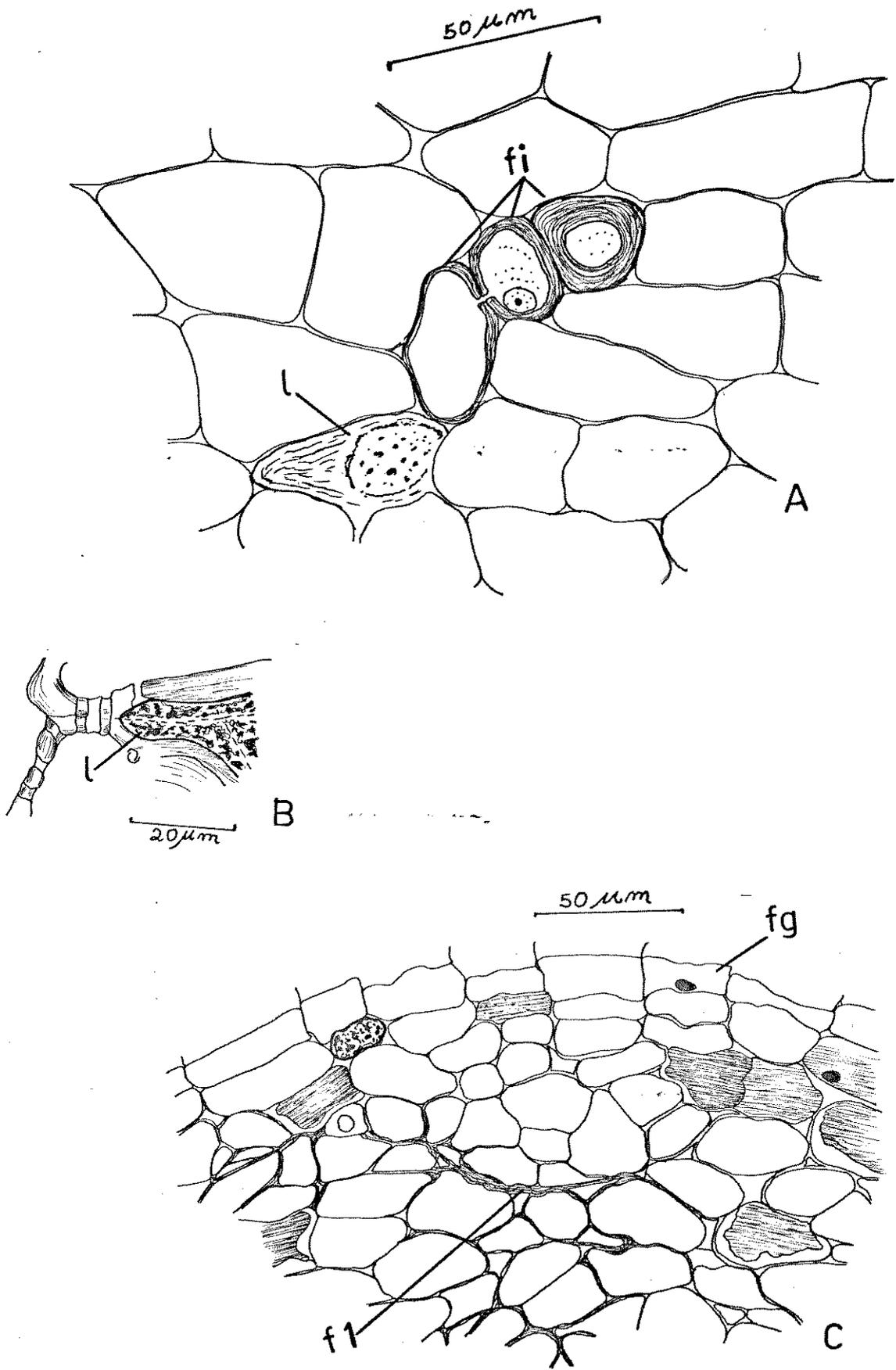
M. caerulescens

FIG. 64

A - Três fibras (fi) na região dos esclerócitos, mostrando três fases de espessamento da parede (X630). l., laticífero.

B - Terminação de um laticífero (l) entre paredes lignificadas de esclerócitos vizinhos (X1000).

C - Região floemática, mostrando elementos do floema primário (f.l.) comprimidos (X400). fg., felogênio.

ticos do floema e são ricas em grãos de amido (Fig. 65-B).

CÂMBIO

A zona cambial compreende uma estreita e contínua faixa de células, situadas entre o xilema e floema. As células cambiais, por divisão, darão origem, para fora, a novas células que irão se diferenciar nos elementos formadores do floema secundário, como também os laticíferos e, para dentro, aos elementos constituintes do xilema secundário. Das células cambiais destacam-se dois tipos: as iniciais fusiformes e as iniciais de raio. Em corte transversal, as iniciais do câmbio apresentam formato retangular, no plano tangencial. As iniciais fusiformes apresentam-se bastante estreitas com relação às iniciais radiais. Estas apresentam-se mais distendidas no sentido radial, em virtude do retardamento da divisão celular (Fig. 65-B).

XILEMA

Ocupa posição central no órgão, com forma mais ou menos quadrada. Possui estrutura tetraarca, isto é, quatro raios de xilema primário, nos quais os quatro polos do protoxilema ocupam posição externa. Nesta fase de desenvolvimento, o xilema apresenta-se formado pelo xilema primário e pelo xilema secundário. O primeiro se resume em quatro raios dispostos em cruz. Ocupando posição mais externa e de diâmetro menor, ocorrem os elementos do protoxilema, enquanto que, ocupando posição mais central e de diâmetro maior, ocorrem os elementos do metaxilema. O xilema secundário destaca-se pelo pequeno número de elementos de vaso de grande calibre, um ocupando posição central e os outros intercalando com os raios do xilema primário (Fig. 62-A). Foram observados os seguintes elementos do xilema: os elementos de vaso, os traqueídeos, as fibras e as cé-

M. caerulescens

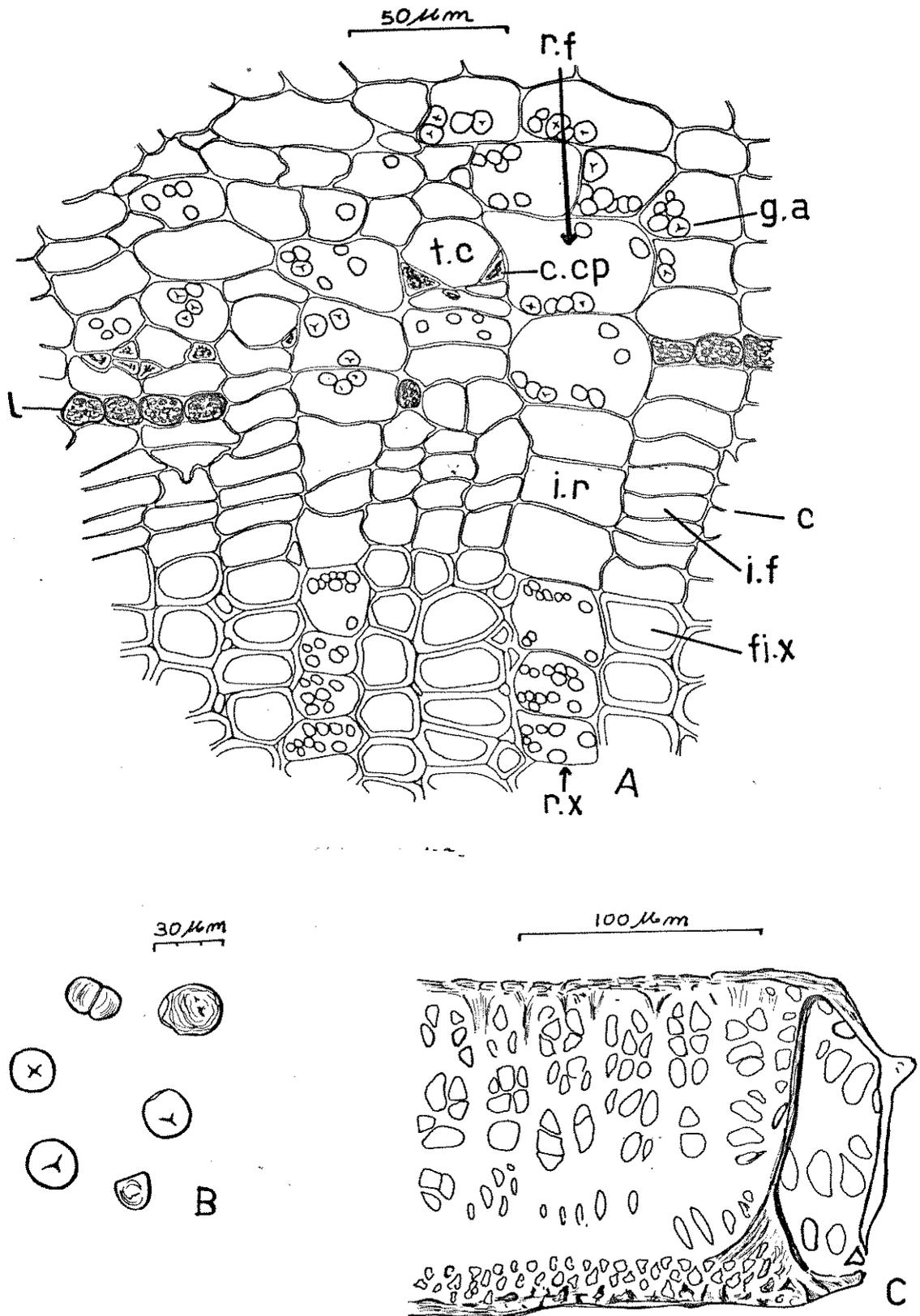


FIG. 65

- A - Em detalhe parte do floema, câmbio (c) e parte do xilema (X400). -l., laticífero; t.c., elemento de tubo crivado; c.cp., célula companheira g.a., grão de amido; i.r., inicial de raio; i.f., inicial fusiforme; fi.x., fibra do xilema; r.f., raio de floema; r.x., raio de xilema.
- B - Grãos de amido (X400).
- C - Extremidade de um elemento de vaso lenhoso do tipo reticulado-escalariforme, com placa de perfuração simples (X400).

lulas de parênquima. O tipo predominante de vaso é o reticulado (Fig. 65-C), ocorrendo também o reticulado-escalari-forme, sendo que o espiralado ocorre em pequeno número e o anelado não foi encontrado. Somente foi observada placa de perfuração simples. A ocorrência de tilas em elementos de vaso do metaxilema foi constatada. Estas tilas continham grãos de amido (Fig. 66-A). Os traqueídeos são bastante comuns, semelhantes aos elementos de vaso, geralmente com diâmetro menor do que aqueles, com as extremidades afiladas e não apresentando placas de perfuração, mas apenas pontuações (Fig... 66-B). As fibras são abundantes, de paredes secundárias lignificadas, do tipo libríforme (Fig. 66-C). O seu comprimento médio vale em torno de 1000 μm . As células parenquimáticas mais evidentes são aquelas que formam os raios. A grande maioria dos raios do xilema é formada por uma única fileira de células, cheias de grãos de amido, mas, muito raramente, podem ocorrer raios formados por duas fileiras de células (Fig. 67). Algumas células de raio contêm taninos e cristais. As células parenquimáticas de raio apresentam paredes sem espessamento secundário de lignina.

ENDODERME E PERICICLO

Não foi possível a observação da endoderme e do periciclo devido ao fato de as raízes estudadas estarem em crescimento secundário. Possivelmente, estes dois tecidos foram recalçados para o córtex, onde foram observados fragmentos de paredes suberificadas, levando a crer serem restos da endoderme deslocada.

RAIZ TUBEROSA

Ao longo das raízes podemos encontrar partes tuberosas e não em toda sua extensão, como ocorre em *M. esculenta*.

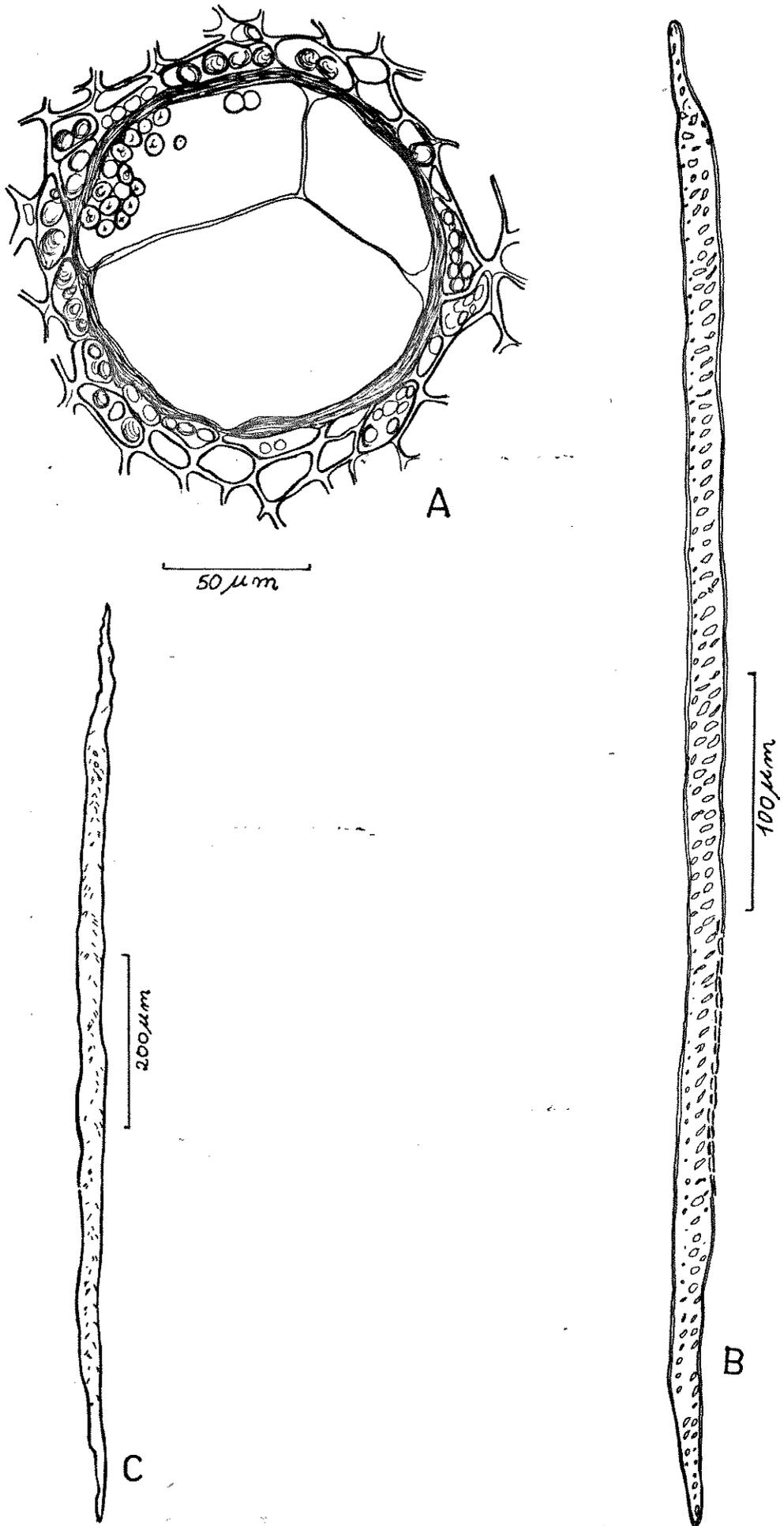
M. caerulescens

FIG.66

A - Tilas com grãos de amido em um elemento de vaso lenhoso (X400).

B - Traqueídeo (X400).

C - Fibra xilemática (X160).

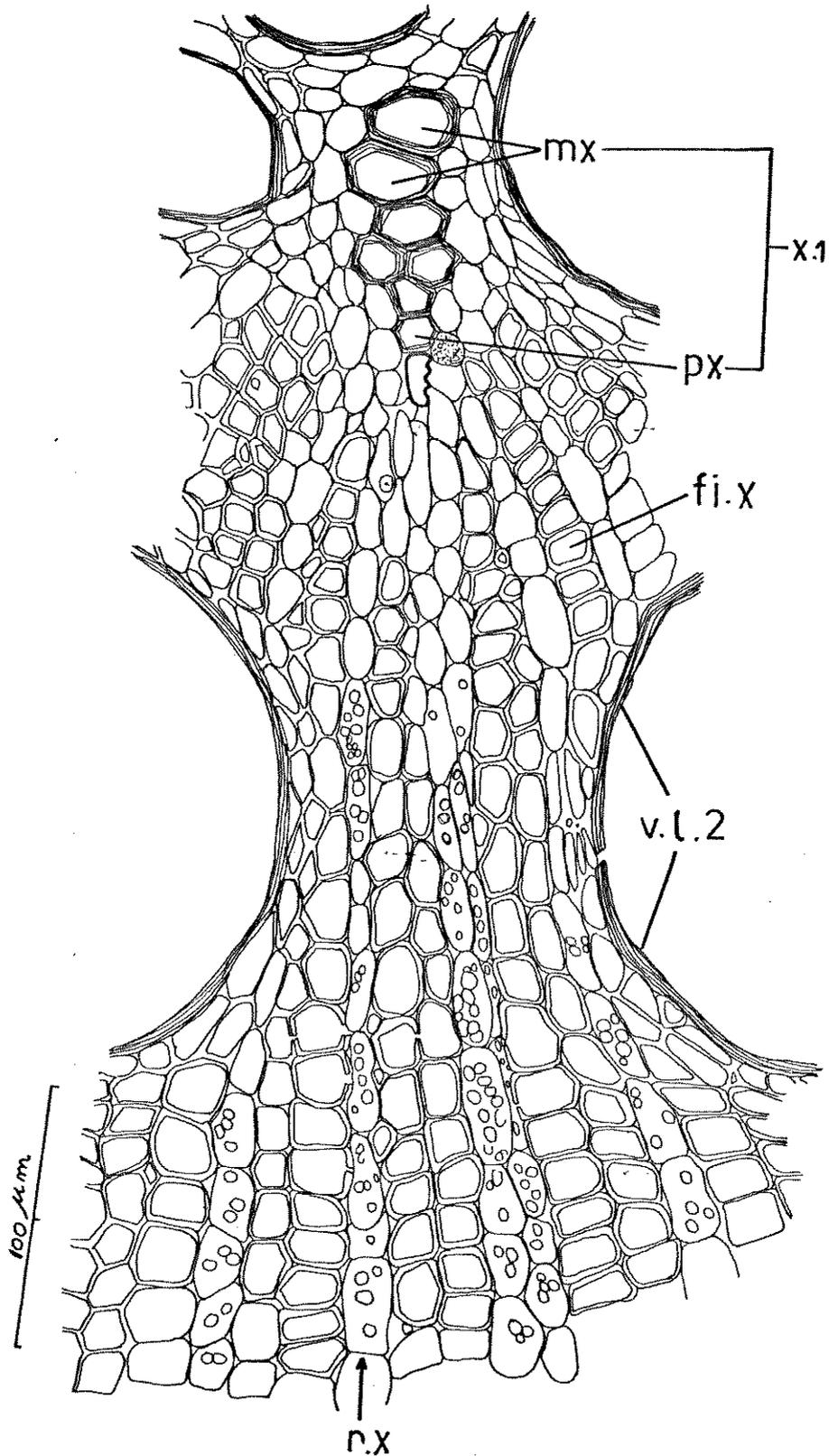
M. caerulescens

FIG.67

Região xilemática da raiz, onde se observam: um raio de xilema primário (x.1) com proto (px) e metaxilema (mx), elementos de vasos lenhosos secundários; (v.l.2.) raios parenquimáticos (r.x) com células ricas em grãos de amido e fibras xilemáticas (X400). fi.x., fibra xilemática.

Numa raiz tuberosa de, aproximadamente, 1,70 cm de diâmetro, em corte transversal, a estrutura que anatomicamente a diferencia da não tuberosa é o lenho. Este apresenta-se bastante desenvolvido, como um grande cilindro interno que tem como limite externo o câmbio. No lenho, o tecido parenquimático é o mais abundante, em cujas células ocorre o armazenamento de grande quantidade de grãos de amido. O verdadeiro núcleo do lenho corresponde ao cordão xilemático fibroso, formado, principalmente pelos quatro raios de xilema primário, além dos elementos de vaso do xilema secundário, raios e grande número de fibras. Do cordão fibroso central, em direção à periferia do lenho, são encontrados esparadamente pelo parênquima de reserva, elementos de vaso lenhoso. Mais na periferia, encontra-se maior número destes elementos, geralmente envolvidos por fibras xilemáticas (Fig. 68). Foi notado que na raiz tuberosa, próximo aos esclerócitos, em corte longitudinal, ocorre uma maior ramificação dos laticíferos e o aparecimento de laticíferos com paredes lignificadas (Fig. 69-A e B).

RAÍZES LATERAIS

O início da formação das raízes laterais começa em frente aos polos de protoxilema, caminhando radialmente em direção à periferia do órgão. As células iniciais mais próximas do protoxilema têm dimensões menores, paredes muito delgadas de pectocelulose, e núcleo com nucléolos bem nítidos. À medida que se distancia do protoxilema, as células vão adquirindo dimensões maiores, tendendo para a forma retangular. No câmbio, as células apresentam as mesmas características deste tecido. Continuando, a raiz lateral atravessa a região floemática, expandindo lateralmente cada vez mais e, por fim, passa pela periderme, exteriorizando-se (Fig. 70). No local de saída da raiz lateral, do lado inferior, ocorre a formação de uma lentícula. Ao longo da formação podem ser encontradas células com con

M. caerulescens

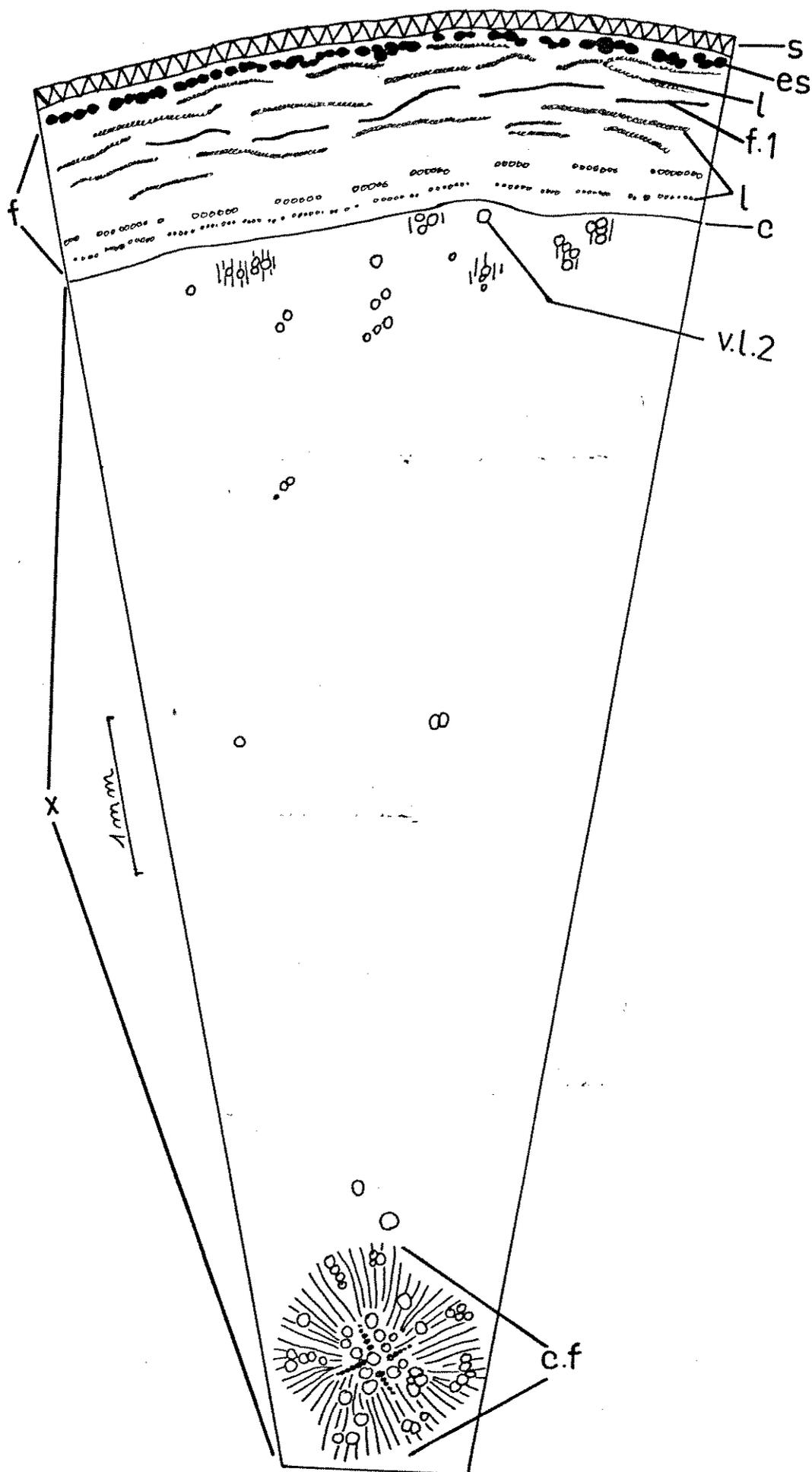


FIG.68

Diagrama da raiz tuberosa onde se acumula o amido, região xilemática (X) e o cadão fibroso central (c.f.). (X30).-s.súber; es., esclerênquima; l., laticífero; f.1., floema primário comprimido; c., câmbio; v.l.2., elemento de vaso lenhoso secundário.

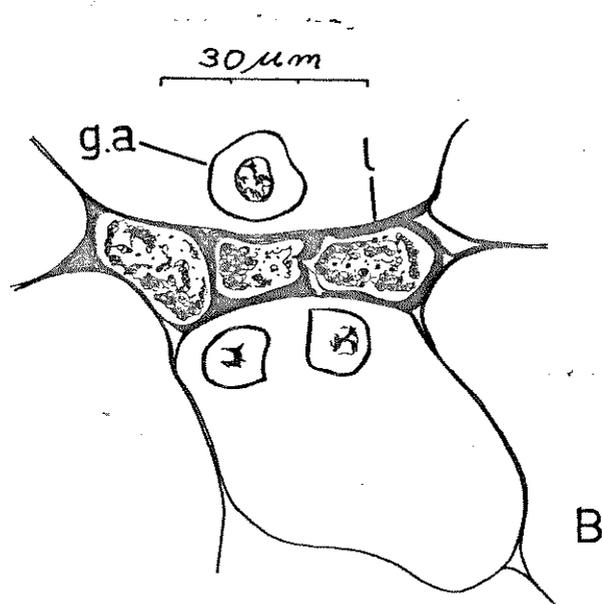
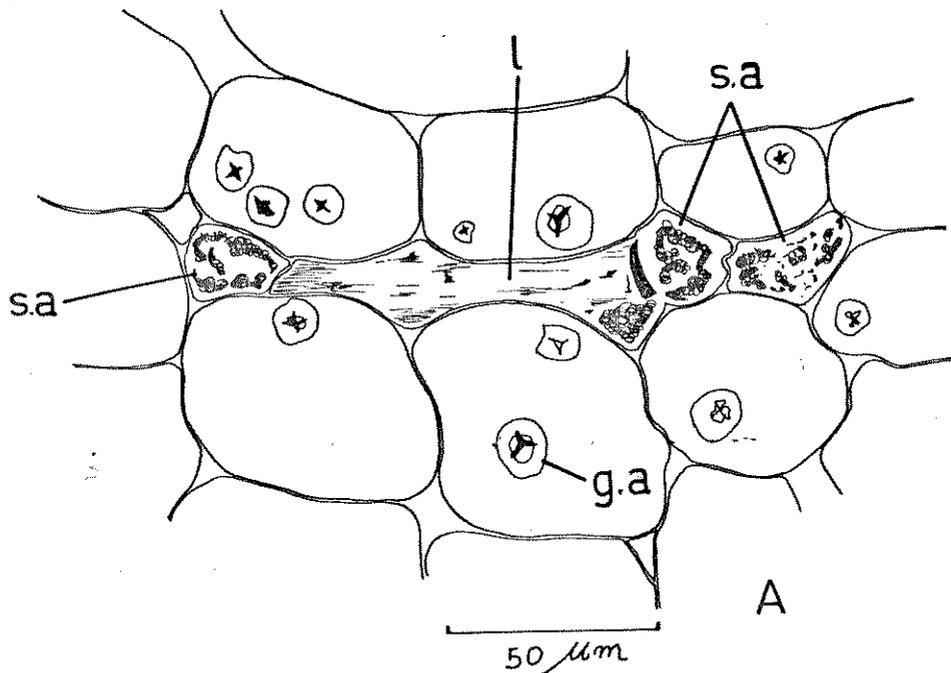
M. caerulescens

FIG.69

- A - Raiz em corte longitudinal mostrando trecho de um laticífero (l) e três saídas de anastomoses (s.a) em secção transversal (X630). g.a., grão de amido.
- B - Laticíferos (l) da raiz com paredes secundárias lignificadas (X1000).g.a., grão de amido.

teúdo tanóide e células com cristais romboédricos (Fig. 71). Em outros cortes foram observados elementos de vaso lenhoso' percorrendo a estrutura.

4.3.1.3 Região de transição

O estudo anatômico desta região não foi possível realizar, em virtude de os materiais estudados já estarem em avançado estágio de crescimento secundário, levando em conta também, que, possivelmente, esta zona é muito curta (mais ou menos 0,5 mm), tornando-se, assim, difícil a observação da passagem da estrutura caulinar para a radicular.

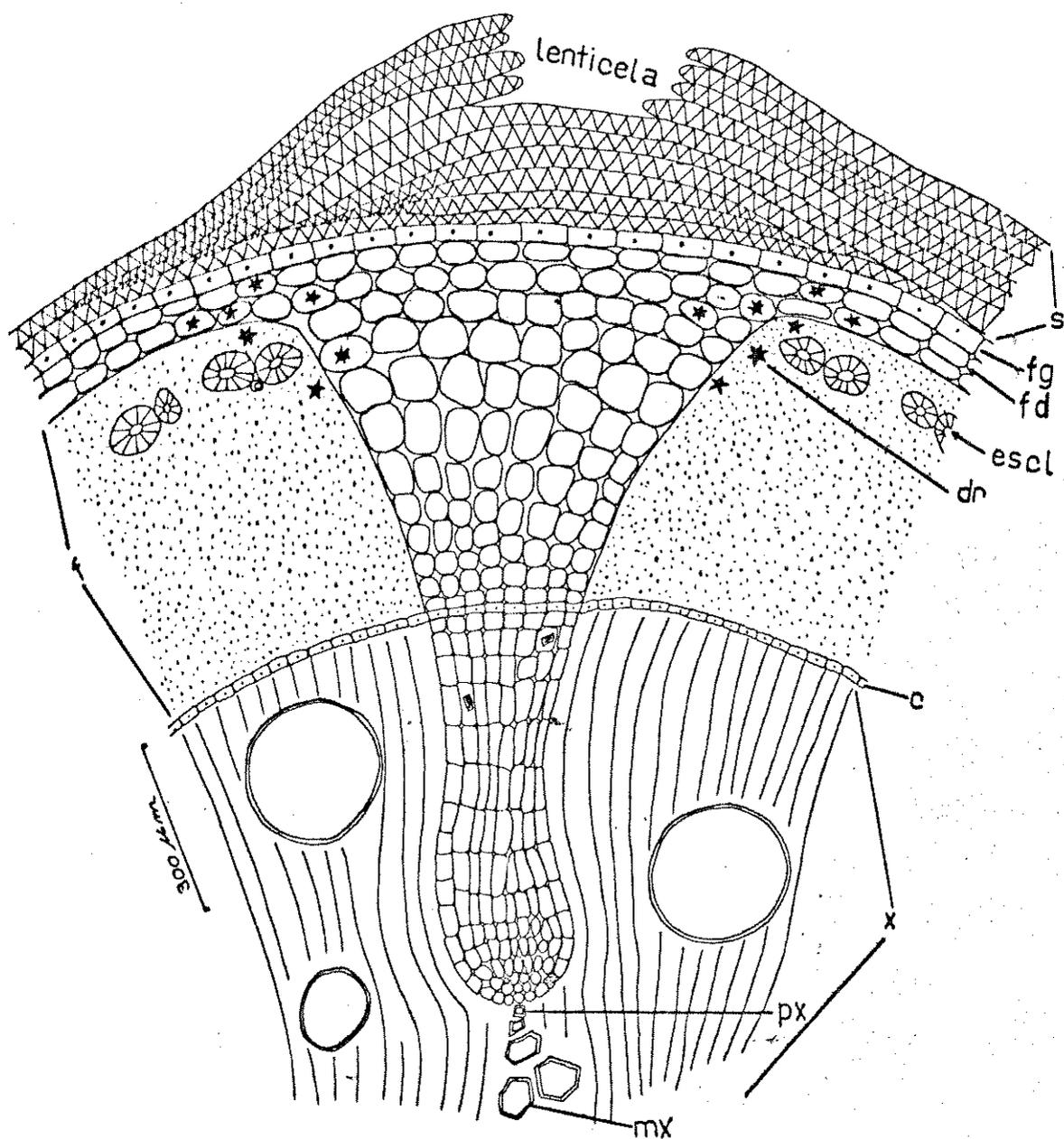
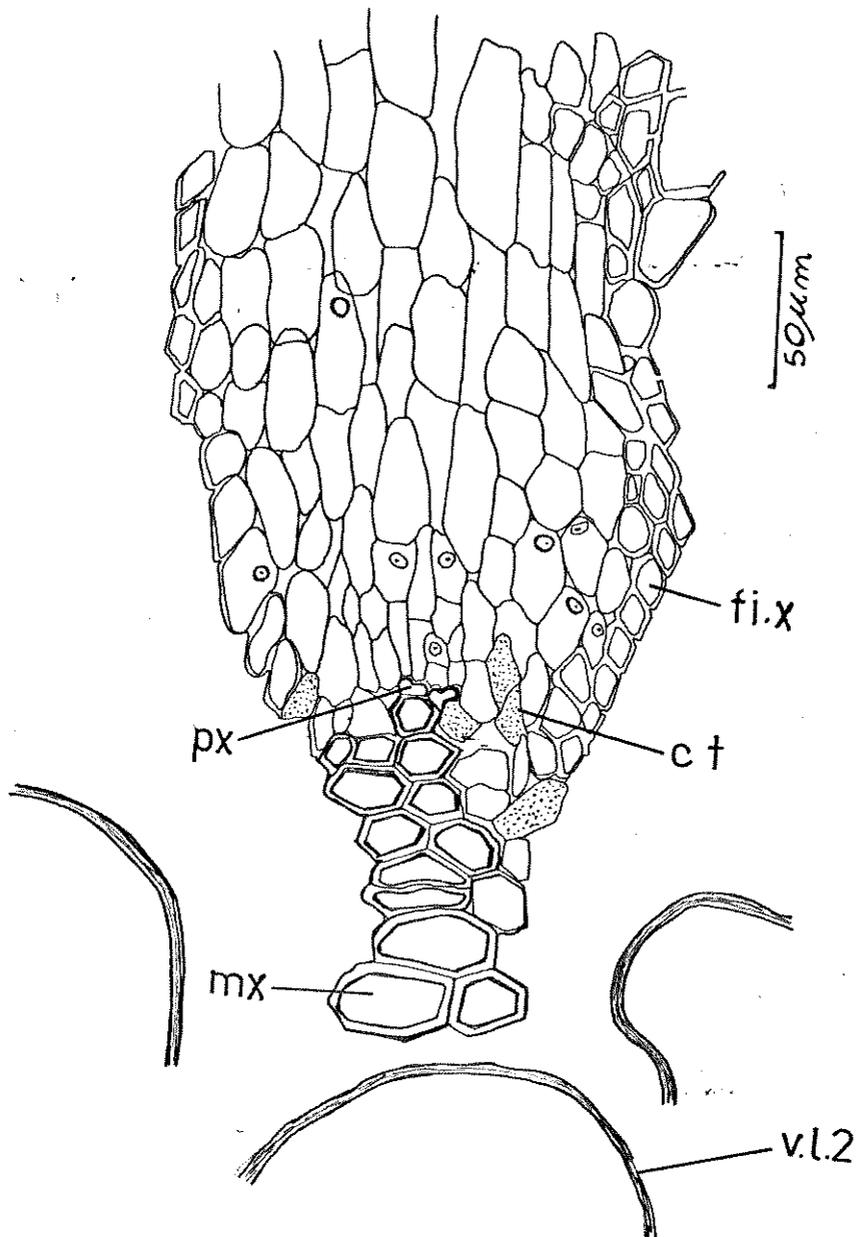
M. caerulescens

FIG. 70

Diagrama de uma raiz lateral saindo de frente do polo de protoxilema e exteriorizando numa lenticela (X100).—s., súber; fg., felogênio; fd., feloderme; dr., drusa; esc., esclerócito; f., floema; x., xilema; px., protoxilema; mx., metaxilema; c., câmbio.

M. caerulescens

IG.71

Raiz lateral vista em detalhe. Seu início ocorre em frente ao protoxilema (px). Observam-se células de paredes delgadas com núcleo e nucléolo visíveis e algumas células com conteúdo tanóide (c.t.) (X400). fi., x., fibra xilemática; v.l.2., elemento de vaso lenhoso secundário.

4.3.2 *Manihot pilosa*

Nesta espécie, observando pequenas plantas (15 cm de altura), verificamos que o sistema radicular é formado por uma raiz principal do tipo pivotante, da qual partem raízes secundárias. A tuberização é muito rara e só foi encontrada em exemplares de pequeno porte. Fato interessante é a presença de raízes adventícias que partem do caule, numa região subterrânea de alguns centímetros, compreendida entre a zona de transição (colete) até a linha que corresponde à superfície do solo.

4.3.2.1 Estrutura primária

Uma raiz principal com cerca de 0,56 mm de diâmetro, em corte transversal, apresentou a seguinte estrutura (Fig. 72):

Epiderme

Formada por uma camada de células que, às vezes, não se mostra íntegra em toda sua extensão. As paredes são delgadas, havendo pouca cutinização nas periclinais externas (Fig. 73-A). Encontraram-se pêlos absorventes, sendo que alguns mostraram as paredes íntegras (Fig. 73-B).

Hipoderme

Abaixo da epiderme vem uma camada de células bem regulares, de dimensões maiores, cujas paredes anticlinais revelaram um conteúdo maior de suberina (Fig. 73-A).

Parênquima cortical ou córtex

Bastante desenvolvido, compreende a região que vai da hipoderme até a endoderme. Formado por células parenquimáticas, algumas apresentando grandes dimensões e outras se mostrando desintegradas. Esparsadamente observam-se algumas células com conteúdo tanóide. Em regiões próximas à endoder-

M. pilosa

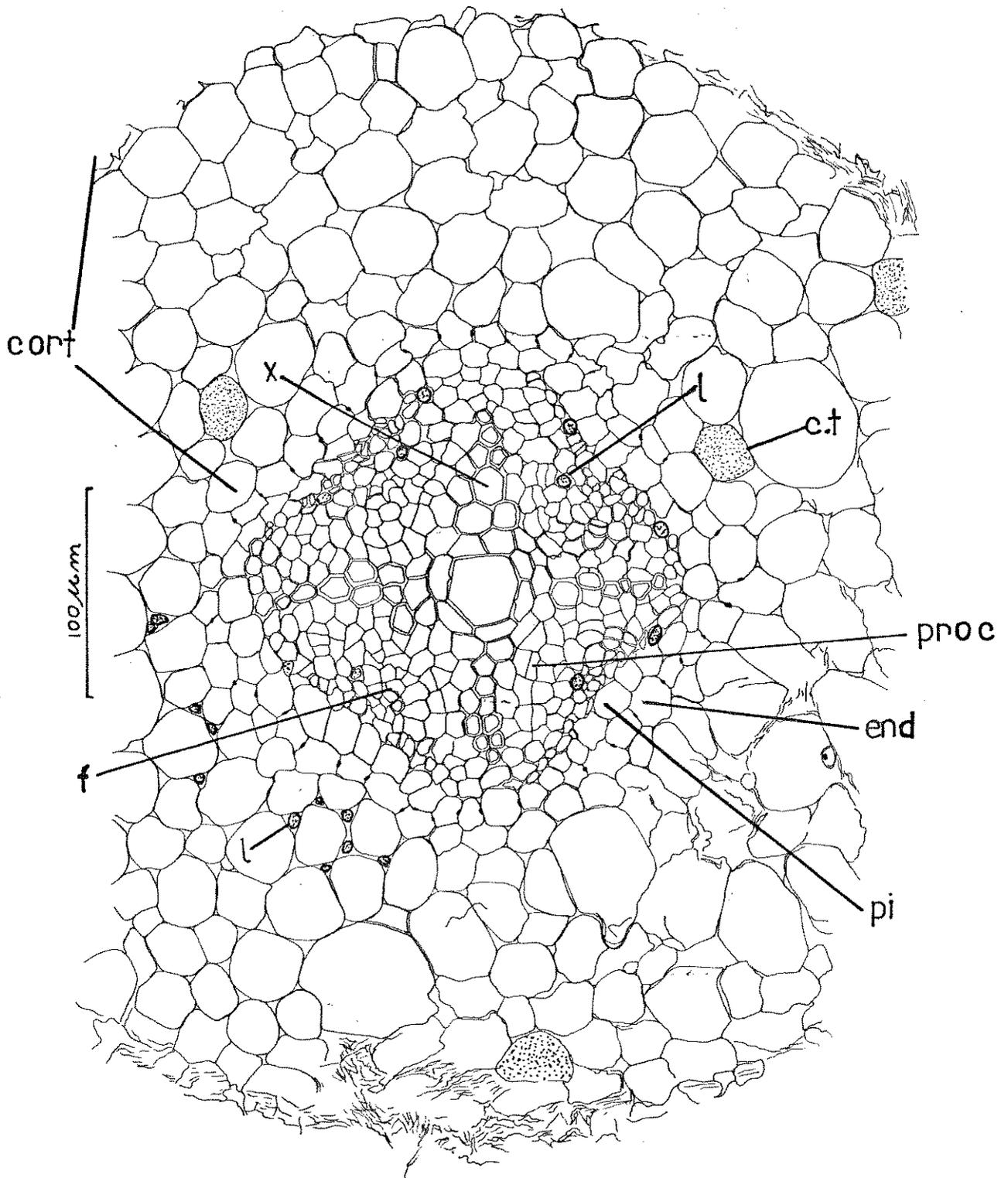


FIG.72

Estrutura primária da raiz de *M. pilosa*, em corte transversal (X400).- cort., córtex; c.t., célula com conteúdo tanóide; end., endoderme; pi. periciclo; f., floema; x., xilema; l., laticífero; proc., procâmbio.

me ocorrem pequenos ramos de laticíferos, ocupando espaços intercelulares (Fig. 72). Idioblastos com drusas não foram encontrados.

Endoderme

Corresponde à camada mais interna do córtex. Formada por uma só camada de células, cuja característica principal é a presença das estrias de Caspary. Estas apresentam-se como pontos espessados nas paredes radiais, sendo a lignina e a suberina as principais substâncias componentes (Fig. 73-C).

Cilindro vascular

Ocupa a região central, sendo menos desenvolvido do que o córtex. A camada mais externa corresponde ao periciclo tecido não vascular, unisseriado, formado somente por células parenquimatosas, geralmente de contorno poliédrico, não apresentando espessamento nas paredes (Fig. 72). O floema é formado por quatro feixes que se alternam com os quatro raios de xilema. Na região floemática ocorrem laticíferos. O xilema é formado por um grande elemento de vaso no centro, de onde partem quatro raios xilemáticos (raiz tetraarca) em forma de cruz. Num raio do xilema, o protoxilema ocupa a posição mais externa, enquanto que o metaxilema ocupa posição mais interna. Separando xilema do floema ocorre o procâmbio (Fig. 72).

4.3.2.2 Estrutura secundária

Periderme

Em estrutura secundária, a raiz apresenta uma periderme mais desenvolvida do que a do caule, sendo o súber o tecido mais abundante. O tecido suberoso, elaborado pelo felogênio, apresenta-se formado por várias camadas de células dispostas em séries radiais. O súber apresenta coloração parda-escura e desprende-se facilmente. O felogênio corres -

M. pilosa

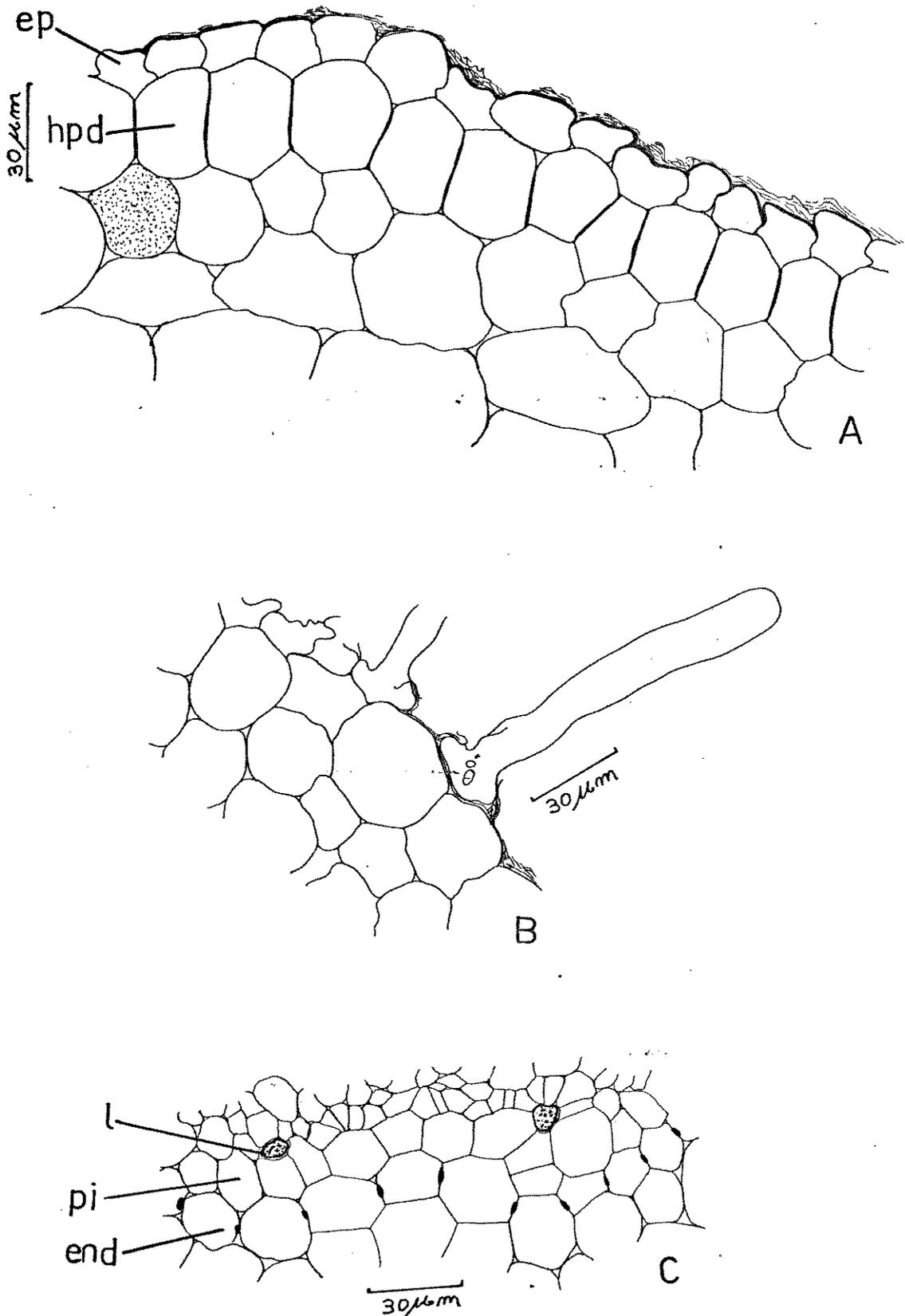


FIG. 73

- A - Hipoderme (hpd), cujas células apresentam as paredes anticlinais mais espessas, com um conteúdo maior de suberina (X630).-ep., epiderme.
 B - Epiderme mostrando um pêlo absorvente (X630).
 C - Endoderme (end) mostrando pontos espessos nas paredes anticlinais de suas células, que correspondem às estrias de Caspary (X630). pi., periciclo; l., laticífero.

ponde a uma estreita camada de células, com intensa atividade mitótica. O feloderme se resume também na camada de células, com características parenquimáticas, que vem logo após a camada felogena (Fig. 74).

Não se observou hipoderme nesse estágio de desenvolvimento.

Casca

Esta região corresponderia à parte externa, grossa e succulenta que se retira por ocasião do cozimento na *M. esculenta*. Apresenta-se constituída principalmente pelo floema. Na região periférica, próxima ao feloderma, ocorre um anel de esclerócitos ou células ptreas (Fig. 74). Células parenquimáticas mais externas podem conter drusas, cristais romboédricos e grãos de amido. Células com conteúdo tanóide não foram constatadas. O floema primário aparece, geralmente, comprimido em determinadas áreas, distribuídas por toda a região. O floema secundário, com seus elementos perfeitamente identificados, tem origem no câmbio. É formado por tubos crivados, células companheiras e células parenquimatosas. Os laticíferos são observados por toda a casca com distribuição mais ou menos regular, em pequenos arcos de uma só fileira de células. Os raios de parênquima floemático, continuação dos do xilema, chegam a penetrar em mais da metade da região. Suas células contêm grande quantidade de grãos de amido (Fig. 74).

Câmbio

Forma um estreito anel contínuo entre o floema e xilema. A forma de suas células assemelha-se a paralelogramos, sem deixar espaços intercelulares. As paredes celulares são muito delgadas e de pectocelulose. Este tecido apresenta-se com intensa atividade meristemática, produzindo para o exterior elementos componentes do floema secundário e para o interior, elementos do xilema secundário (Fig. 74).

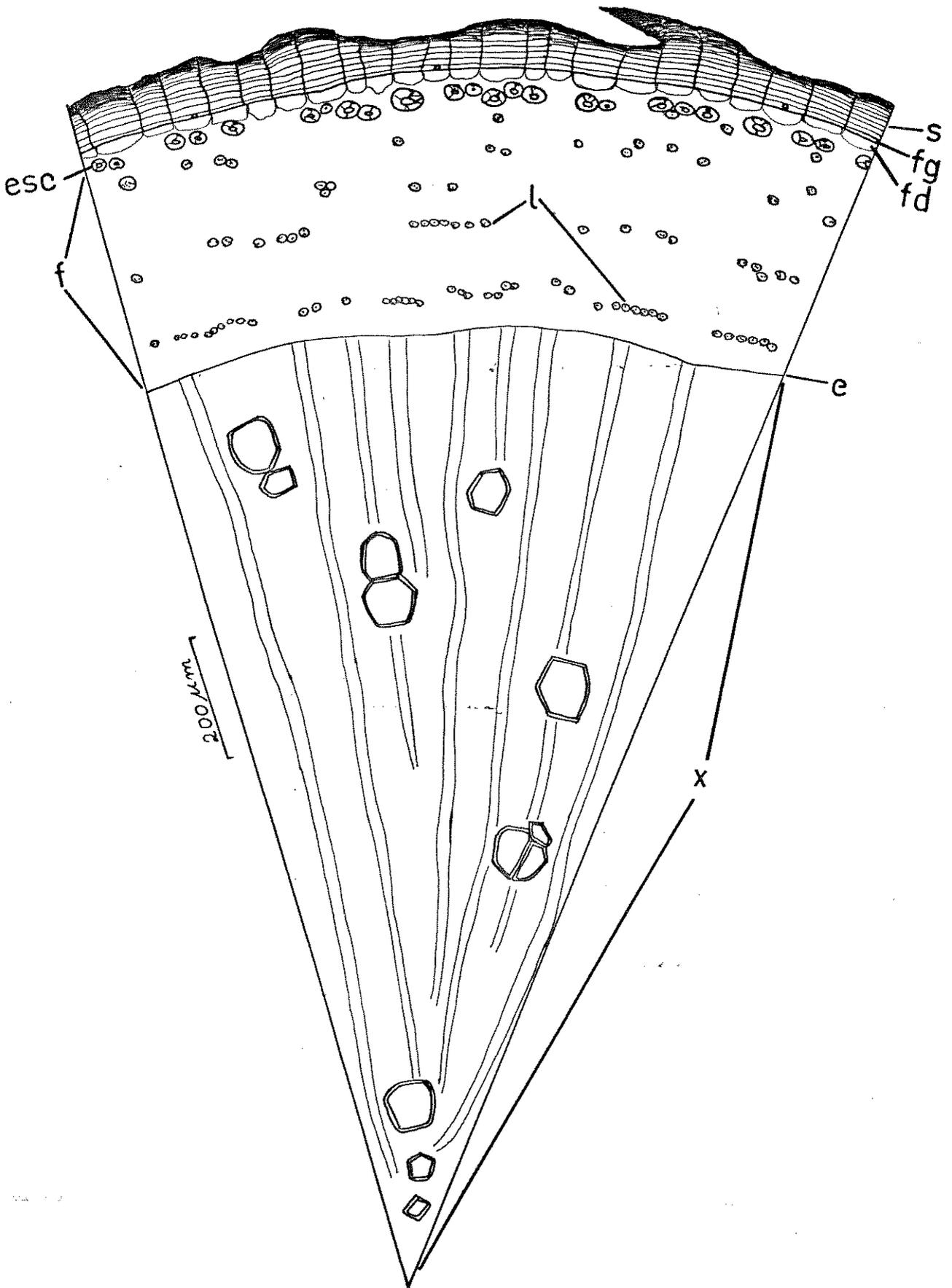
M. pilosa

FIG.74

Estrutura secundária da raiz de *M. pilosa*, em corte transversal (X100).
 -s., súber; fg., felogênio; fd., feloderme; esc., esclerócito; l., la
 ticífero; f., floema; c., câmbio; x., xilema.

Xilema

Ocupa toda região central da raiz, desaparecendo a medula. O xilema primário, situado bem no centro, dispõe-se em quatro raios em forma de cruz, onde o protoxilema ocupa posição mais externa e o metaxilema é mais interno. Os elementos secundários de vasos, em pequeno número mas de grande diâmetro, distribuem-se por todo o xilema. Alguns vasos lenhosos do xilema secundário exibem tilas com grãos de amido. (Fig. 75-A). Raios parenquimáticos do xilema, geralmente unisseriados, apresentam suas células com grãos de amido (Fig. 74). Periciclo e endoderme não são observados na raiz em estrutura secundária.

Raízes laterais

Têm origem no xilema, especificamente em frente aos polos de protoxilema, exteriorizando através das lenticelas.

Raízes tuberosas

A tuberização das raízes, nesta espécie, é pouco frequente. Na raiz tuberosa o tecido abundante é o xilema. A medula não existe. No centro ocorre o cordão fibroso, formado basicamente pelos tubos lenhosos, traqueídeos, fibras e células parenquimáticas de raios. Todos esses elementos apresentam paredes lignificadas, com exceção das células parenquimáticas de raio. No xilema, envolvendo o cordão fibroso central aparece um parênquima de enormes proporções, em cujas células armazenam o amido. Estas células parenquimáticas, cheias de grãos de amido apresentam paredes delgadas de pectocelulose. Distribuídos ocasionalmente pelo xilema, ocorrem alguns elementos de vasos lenhosos secundários, envolvidos por células parenquimatosas, cujas paredes apresentam espessamento de lignina. Pouquíssimas células de parênquima apresentam alto conteúdo tanóide. Laticíferos não foram observados no xilema.

Raízes adventícias

Foi observada em plântula nativa a formação de raízes adventícias de origem caulinar. A região do caule produtora dessas raízes corresponde à parte subterrânea indicada pela Fig. 52-A. A raiz adventícia começa a formar-se no xilema secundário, entre dois feixes vasculares do xilema primário (Fig. 75-B).

4.3.2.3 Região de transição

O estudo da região de transição foi realizado em plântulas nativas de, aproximadamente, 15 cm de altura, através do exame de cortes seriados. Nesta espécie a zona de transição é bastante reduzida, não indo além de 0,5 mm de comprimento.

O caule, em estrutura secundária apresenta quatro feixes de xilema, onde o protoxilema é endarco, isto é, está localizado interiormente, em consequência do desenvolvimento centrífugo. Os quatro feixes xilemáticos estão interligados por estreitas faixas de fibras. Envolvendo o cilindro xilemático tem-se o cilindro de floema que está separado do primeiro através do anel cambial. A medula, como as células parenquimáticas de raio, do xilema e do floema, possuem grande quantidade de grãos de amido (Fig. 76-A).

Os quatro feixes vasculares do xilema continuam descendo caule abaixo, até atingir o colo ou coleto da planta (região de transição). Aí, os quatro feixes de xilema bipartem-se no sentido radial e cada ramo começa a girar sobre si mesmo, indo se juntar à outra metade do ramo consecutivo, que sofreu idêntica rotação em sentido contrário. O floema continua normalmente, penetrando na raiz (Fig. 76-B).

Finalmente, após cada ramo do xilema girar 180°, reconstrõem-se os quatro feixes do xilema. A raiz continua tetraarca, como o caule, mas o protoxilema é exarco com diferenciação centrípeta. O floema mantém-se inalterado. Na raiz a parte central é formada pelo cordão fibroso de xilema (Fig.... 76-C). Nota-se também que o diâmetro diminui progressivamente.

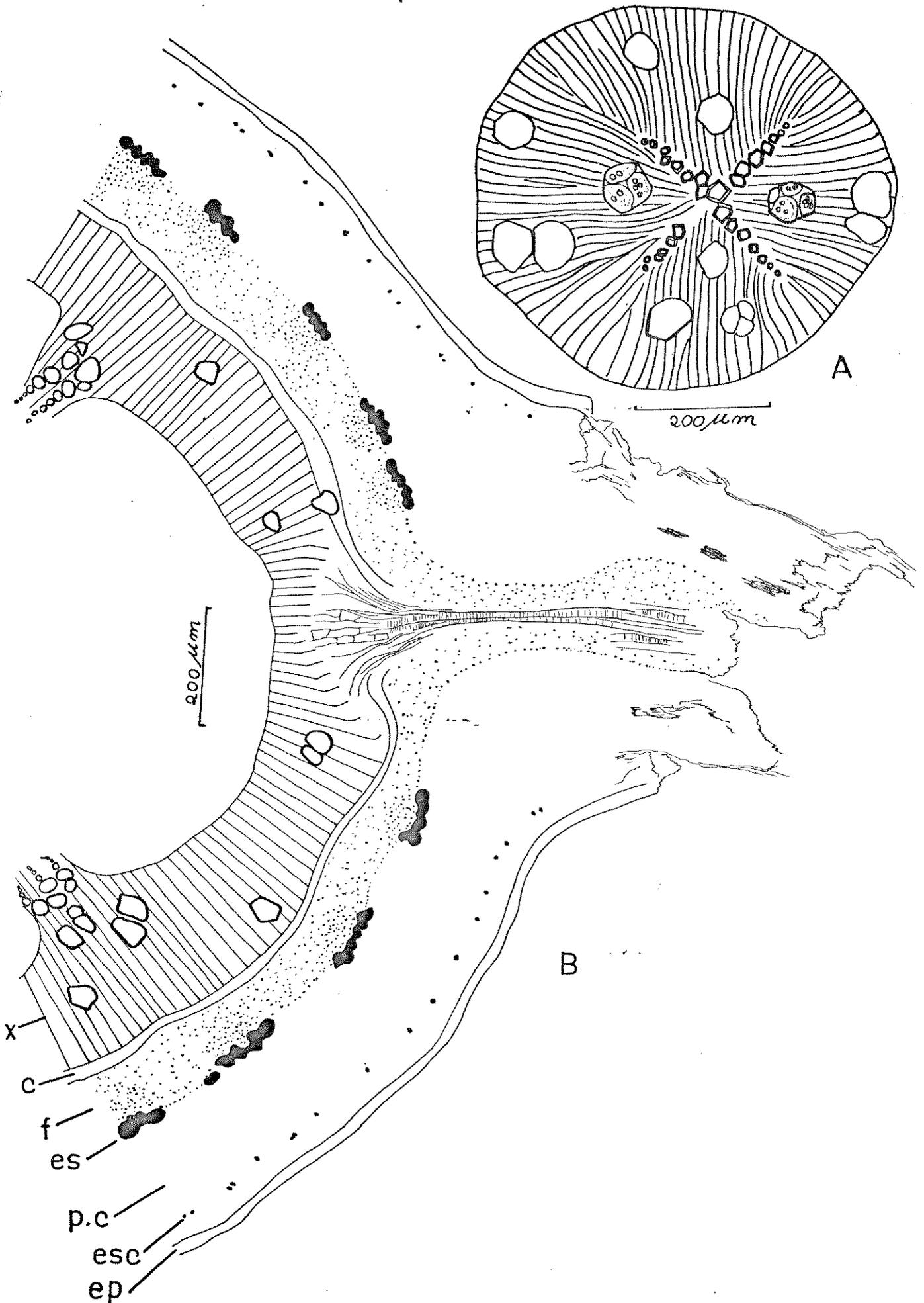
M. pilosa

FIG. 75

- A - Cilindro de xilema, exibindo os quatro raios de xilema primário em cruz. Alguns elementos de vaso do xilema secundário com tilas (X160).
- B - Diagrama da raiz adventícia, originando-se do xilema secundário (x.2.) do caule (X100). -ep., epiderme; esc., esclerócito; p.c., parênquima cortical es., esclerênquima; f., floema; c., câmbio.

M. pilosa

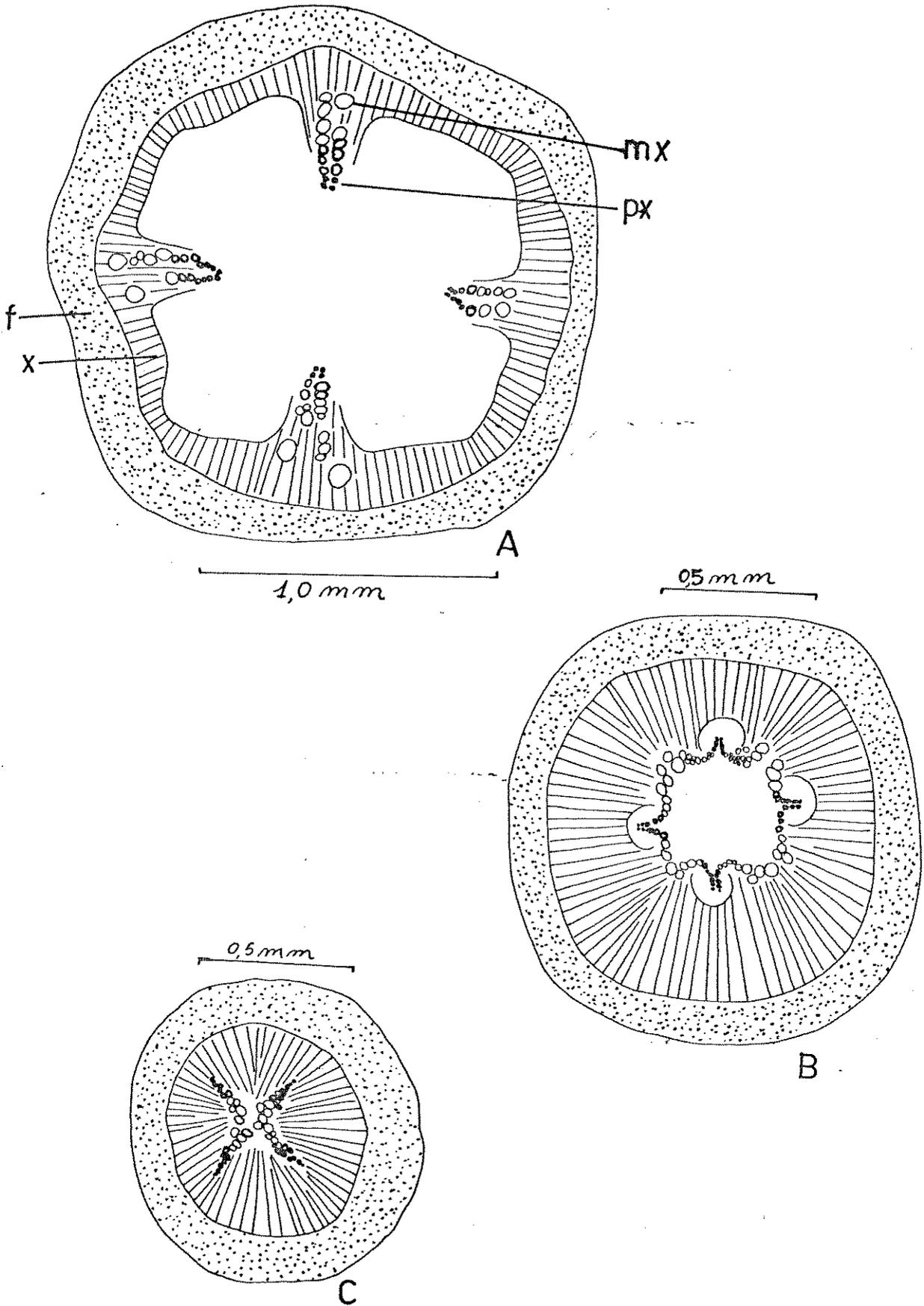


FIG. 76

- A - Caule com quatro feixes de xilema (x). O protoxilema (px) é mais interno e o meta (mx) mais externo (X63).-f., floema;.
- B - Região de transição. Após a bipartição dos quatro feixes de xilema, no sentido radial, cada ramo, gira sobre si mesmo, indo juntar-se à outra metade do ramo consecutivo (X63).
- C - Raiz com os quatro feixes do xilema reorganizados, em que o protoxilema ocupa posição mais externa e o metaxilema é mais interno (X63).

5. DISCUSSÃO

FOLHA

Pêlos

A espécie de cerrado, **M. caerulescens**, apresenta folhas glabras, enquanto que a de mata, **M. pilosa**, apresenta pêlos em ambas as epidermes. No trabalho de ROGERS & APPAN (1973), sobre **Manihot**, os autores não mencionaram nada a respeito da função dos pêlos, do seu caráter filogenético, ou se eles estariam ligados aos fatores morfogenéticos. Pelas nossas observações, concordamos com a afirmação de ESAU (1976) de que a presença de pêlos não só na folha, como em outros órgãos, estaria relacionada com a proteção, talvez, contra o ataque de insetos principalmente. Isto explica a particular abundância de pêlos, nas partes jovens dos órgãos vegetativos. Constatamos também que, desenvolvidos os órgãos, os pêlos se destacam facilmente. O caráter filogenético dos pêlos e também a sua relação com os fatores morfogenéticos, seriam melhor esclarecidos se, se fizesse um estudo mais profundo que englobasse um número maior de espécies.

Epiderme adaxial

Nas duas espécies estudadas as células epidérmicas apresentam-se morfológicamente semelhantes. Na espécie **M. caerulescens** a epiderme apresentou-se revestida por uma espessa cutícula de 5 a 8 μm de espessura, enquanto que na espécie **M. pilosa** a cutícula é muito delgada, com uma espessura de cerca de 1 μm . A grande espessura da cutícula (5 a 8 μm) na espécie de cerrado constitui uma das características das plantas "esclerófilas", de acordo com as afirmações de MILANEZ (1951) e RIZZINI (1976), quando afirmaram que este caráter é decorrente, principalmente da radiação solar.

Os estômatos da epiderme superior, em ambas as espécies

ocorrem em número reduzido e distribuem-se geralmente próximos às nervuras maiores.

Na epiderme que recobre as grandes nervuras de *M. caerulescens*, é comum a presença de grande número de formações do tipo cavidade, fenda ou depressão, que são revestidas pela cutícula para o interior das mesmas. Na espécie *M. pilosa* estas formações são raríssimas e pouco desenvolvidas. Segundo Stevens (1932, apud ESAU, 1976), elas estariam ligadas às condições ambientais e outros fatores desconhecidos. Em parte concordamos com o referido autor, visto que somente na espécie de cerrado foram encontradas. Acreditamos que tais formações epidérmicas têm função importante para a planta do cerrado, necessitando portanto, de um estudo mais profundo que tratasse da sua origem, desenvolvimento e função.

As drusas contidas nos idioblastos são facilmente encontradas na epiderme das nervuras mais desenvolvidas, principalmente na espécie de cerrado. Na espécie de mata são comuns os cristais prismáticos nas células epidérmicas, fora das nervuras. Acreditamos que as drusas e os cristais epidérmicos desempenhariam um papel defensivo na folha.

Epiderme abaxial

Em ambas as espécies, esta epiderme apresenta suas células diferenciadas em papilas, com exceção das nervuras e dos bordos. As papilas epidérmicas da espécie *M. caerulescens* apresentam-se mais compridas, cerca de 50 μm e revestidas por uma espessa cutícula. As da espécie *pilosa* são menores, com cerca de 25 μm e recobertas por uma delgada cutícula. Em *M. esculenta*, a epiderme inferior não é formada por células do tipo papilas (VIÉGAS, 1940). Seria necessário verificar, em um número maior de espécies nativas, se existem espécies que não têm papilas e se haveriam formas intermediárias entre as papilas e as células epidérmicas comuns, podendo talvez, estabelecer, a

través desse caráter, uma linha evolutiva das espécies do gênero *Manihot*.

Os estômatos, nas duas espécies, são do tipo paracítico. Observou-se uma diferença na média de estômatos por mm^2 nas epidermes de uma para outra espécie. A espécie *M. caerulescens* obteve uma média de 480 estômatos/ mm^2 , com os extremos de 434 (mínimo) e 561 (máximo). A espécie *M. pilosa* obteve média de 385 estômatos/ mm^2 , oscilando entre o mínimo de 333 e o máximo de 452. Com diferença de aproximadamente 100 estômatos/ mm^2 , consideramos significativa esta variação. Provavelmente, o maior número de estômatos por área na espécie de cerrado, estaria ligado a uma melhor adaptação ao ambiente em que ocorre, segundo RIZZINI (1976). A localização dos estômatos na epiderme ocorre em espaços delimitados pelas papilas. Na espécie de cerrado, geralmente, ocorre um só estômato rodeado pelas papilas, enquanto que na espécie de mata existem, geralmente, grupos de dois três ou mais estômatos limitados pelas papilas. Pela disposição dos estômatos, notamos que eles estão melhores protegidos pelas papilas, na espécie *M. caerulescens*, do que na espécie *M. pilosa* cujos estômatos apresentam-se mais expostos. Acreditamos também quanto à localização dos estômatos, que a espécie de cerrado, onde o ar é mais seco, estaria melhor adaptada contra a transpiração excessiva do que a espécie de mata, onde a transpiração é menor, em decorrência do ar ser mais úmido.

As duas espécies nativas, por nós estudadas, mostraram-se diferentes quanto a presença de estômatos nas epidermes foliares. Em *M. esculenta*, segundo VIÉGAS (1940), apresentou estômatos nas duas epidermes, enquanto que *M. caerulescens* e *M. pilosa* apresentaram raros estômatos na epiderme adaxial e uma maior concentração na epiderme abaxial.

Mesófilo

Nas duas espécies, o mesófilo apresenta-se formado por

um parênquima paliçádico, composto por uma única camada de células e por um parênquima lacunoso, formado por células com disposição irregular, sem formar camadas. Na espécie *M. esculenta*, o parênquima lacunoso apresenta suas células dispostas em quatro camadas (VIEGAS, 1940). O paliçádico da espécie de cerrado tem cerca de 70µm de espessura, enquanto que o da espécie de mata é aproximadamente 50 µm. De acordo com MILANEZ (1951) e RIZZINI (1976), a presença de parênquima paliçádico na folha, está intimamente relacionada com a ação da intensidade luminosa. Um parênquima paliçádico mais desenvolvido na espécie de cerrado, cerca de 70µm, vieram confirmar a grande influência do fator luz, no desenvolvimento deste parênquima. Em alguns materiais da espécie *M. caerulescens* verificamos a ocorrência de células paliçádicas com alto conteúdo tanóide. O parênquima lacunoso tem praticamente a mesma espessura nas duas espécies. Foram encontradas, nas duas espécies, ramificações de laticíferos se desenvolvendo-se entre células do paliçádico, indo tocar a epiderme adaxial como afirmou FAHN (1978). Estas observações não foram descritas por VIEGAS (1940).

Venação

O padrão de venação é o mesmo nas duas espécies, do tipo pinado, camptódromo braquidódromo. Somente o ângulo de divergência (D) apresentou uma pequena diferença de uma para outra espécie. Na espécie *M. caerulescens* varia entre 50º - 55º e na espécie *M. pilosa* entre 60º - 65º.

Nervuras

De acordo com o estudo anatômico das nervuras notou-se que na espécie de cerrado o esclerênquima apresentou-se mais abundante e precoce do que na espécie de mata, vindo confirmar as observações de RIZZINI (1976), de que a radiação solar é um importante fator, responsável por tal característica.

Pecíolo

Basicamente tem os mesmos tecidos nas duas espécies estudadas. Entretanto, verificamos que na espécie *M. caerulescens* a epiderme apresenta-se revestida por uma espessa cutícula. As depressões ou fendas, semelhantes às das grandes nervuras, são também encontradas. Na espécie *M. pilosa* a epiderme já se apresenta revestida por uma delgada cutícula, onde as depressões ou fendas não ocorrem. Os pêlos estão presentes na epiderme da espécie de mata e ausentes na da espécie de cerrado.

Quanto ao esclerênquima, nota-se perfeitamente que, na espécie de cerrado, ele é bastante precoce e mais desenvolvido do que na espécie de mata. O esclerênquima acha-se interrompido regularmente por células com alto conteúdo tanóide, na espécie *M. caerulescens*, enquanto que, na espécie de mata, essas células não apresentam tal conteúdo.

Os laticíferos, nas duas espécies, apresentam distribuição semelhante. São encontrados em três locais: no parênquima cortical externo, junto ao colênquima; na região floemática onde são mais abundantes e na região perimedular, em frente aos polos de protoxilema. Em *M. esculenta*, VIÉGAS (1940), citou que o pecíolo tem os mesmos tecidos do caule e que neste os laticíferos ocorrem somente na região de floema. Em *M. caerulescens* observamos alguns laticíferos contendo núcleo com o respectivo nucléolo e noutros, o núcleo em processo de degeneração, sem nucléolo. Estas observações vêm confirmar a universalidade da extrusão nucleolar proposta por MILANEZ (1946) que observou em *Hevea brasiliensis*, e em *Manihot glaziovii* segundo SCOTT (1884, apud ESAU, 1976).

A espécie *M. caerulescens* apresenta uma maior quantidade de células com alto conteúdo tanóide, distribuídas pelos tecidos do pecíolo, do que a espécie *pilosa*. Considerando as afirmações de FAHN (1978), de que os taninos estariam ligados à proteção da planta entre a desidratação, putrefação e destruição por animais, nos leva a considerar que a espécie *M. caerulescens*, de cerrado, está muito bem adaptada a este tipo de ve

getação.

Com referência ao floema de *M. esculenta* VIÉGAS (1940) afirma que, nos tubos crivados, na região do septo (placa crivada), não foram constatados os crivos. Contudo, conseguimos observar um tubo crivado com a placa crivada, no floema do pecíolo da espécie *M. caerulescens*.

CAULE

De uma maneira geral, a anatomia do caule é bastante semelhante em ambas as espécies. Observamos também que a secundarização é muito precoce, isto é, o aparecimento do câmbio vascular e do felogênio no caule ocorre com poucos dias de desenvolvimento.

A epiderme da espécie de cerrado apresenta uma cutícula bastante espessa. Já a espécie de mata apresenta uma cutícula bem fina. As depressões ou fendas, semelhantes às da folha e do pecíolo, foram encontradas com menor frequência na primeira espécie e na segunda elas estão ausentes. Os pêlos, evidentemente, foram encontrados principalmente nas porções terminais da espécie de mata, sendo que na espécie de cerrado a epiderme apresenta-se destituída de pêlos.

Os estômatos foram observados nas duas espécies, até mesmo na parte subterrânea da espécie de mata.

As lenticelas do caule originam-se nos lugares anteriormente ocupados pelos estômatos, como afirma VIÉGAS (1940).

A hipoderme referida por VIÉGAS (1940), presente no caule de *M. esculenta*, não foi evidenciada nas duas espécies estudadas. Na espécie *M. caerulescens*, o esclerênquima apresenta-se regularmente intercalado por células com alto conteúdo tanóide, enquanto que na espécie *M. pilosa* tais células não contêm tal conteúdo.

Os laticíferos do caule apresentam distribuição semelhante aos do pecíolo em ambas as espécies, diferindo da espécie *M. esculenta*, que apresenta laticíferos somente no floema (VIÉGAS, 1940).

Constatamos, nas duas espécies estudadas, que o câmbio, através de sua atividade meristemática, é capaz de produzir células laticíferas, a partir de iniciais fusiformes, pela face formadora do floema. Estas células laticíferas de origem cambial são caracterizadas pelo seu conteúdo e pelas paredes mais espessas de pectocelulose. Posteriormente, tais células se diferenciam em tubos laticíferos. Estas observações, com referência à origem dos laticíferos a partir do câmbio, vêm confirmar as observações de MILANEZ (1946) e SCOTT (1884, apud ESAU 1976), feitas em *Hevea brasiliensis* e em *Manihot glaziovii*, e também de MOOR (1959, apud FAHN, 1978), com respeito à parede do laticífero.

Células com alto conteúdo tanóide ocorrem em maior quantidade no caule da espécie de cerrado, do que na espécie de mata. Com base nas afirmações de FAHN (1978), sobre as possíveis funções dos taninos, podemos também afirmar que o caule de *M. caerulescens* está perfeitamente adaptado ao cerrado em que habita.

Região Nodal

Anatomicamente a região nodal revelou-se bastante semelhante nas duas espécies nativas. Da mesma forma, não apresenta maiores diferenças em relação à espécie cultivada, apesar desta não ter sido tratada com detalhes por VIÉGAS (1940). As drusas, junto às cicatrizes das estípulas, aparecem nas duas espécies, demonstrando que, o aparecimento desses cristais nessas regiões, está ligado à função protetora.

Tecido de Cicatrização

Na espécie *M. pilosa* tivemos a oportunidade de observar uma lesão no seu aspecto geral e em detalhes. O câmbio constituiu o tecido de cicatrização responsável pela reparação do órgão lesado. As células hipertrofiadas, interpondo-se com elementos do xilema, mas pondo em contato os tecidos com-

primidos com a medula, merecem um estudo mais detalhado, concernente a sua origem e função. Duas concentrações de drusas' estão localizadas junto aos tecidos protetores da lesão.

RAIZ

Não foi possível, na espécie *M. caerulescens*, observarmos a anatomia da raiz em estrutura primária, mas presume-se que seja semelhante a da espécie *M. esculenta*.

A estrutura primária da raiz da espécie *M. pilosa* apresenta os mesmos tecidos da espécie *M. esculenta*. Embora VIÉGAS (1940), não observou pêlos absorventes na espécie cultivada, tivemos oportunidade de observá-los na espécie de mata.

Em estrutura secundária, a raiz das duas espécies por nós estudadas, é bastante semelhante.

ALBUQUERQUE & CARDOSO (1980) afirmam que a tuberização na espécie *esculenta*, em altitudes acima de 600 m é deficiente, acarretando pouco desenvolvimento das raízes tuberosas. Verificamos que a tuberização é um fenômeno comum na espécie de cerrado, enquanto que na espécie de mata ele é raro (ROGERS & APPAN, 1973). Talvez este fenômeno esteja também ligado à altitude, visto que a espécie de mata ocorre na Serra da Mantiqueira, a mais de 1.000m de altitude.

As raízes laterais têm origem em frente aos polos de protoxilema, em ambas as espécies.

As raízes adventícias, de origem caulinar, a partir do xilema secundário, foi possível observar somente na espécie *M. pilosa*.

Na espécie de mata observou-se um pequeno número de células com alto conteúdo tanóide, enquanto que na espécie de cerrado estas células são muito abundantes.

Nas duas espécies nativas estudadas, em estrutura secundária, ocorreu na casca a presença de esclerócitos (células pêtreas), que são elementos considerados constituintes do

esclerênquima. Tais células não ocorrem na espécie *M. esculenta* (VIÉGAS, 1940).

Os laticíferos, na raiz da espécie *M. caerulescens* como na espécie *M. pilosa*, apresentam-se intensamente ramificados. Na raiz da espécie de cerrado é comum a presença de laticíferos com paredes lignificadas, confirmando a observação de MILANEZ (1946) de que os laticíferos podem ter parede de espessura variável e irregular, de natureza pectocelulósica, podendo, posteriormente, lignificar-se como em *Hevea brasiliensis*.

Região de Transição

O estudo anatômico desta região só foi possível na espécie *M. pilosa* e mostrou-se muito semelhante à espécie *M. esculenta*, descrita por VIÉGAS (1940).

6. CONCLUSÕES

Através do estudo anatômico feito nos órgãos vegetativos das duas espécies, podemos tirar as seguintes conclusões:

a) A espécie de cerrado, **M. caerulescens**, apresentou, com relação à espécie de mata, **M. pilosa**, as seguintes características escleromórficas: uma espessa cutícula que reveste todos os órgãos vegetativos, maior média de estômatos por superfície foliar, um parênquima paliçádico mais espesso, esclerênquima precoce e mais abundante. Com base nestas características, que são resultantes da ação de fatores morfogenéticos, podemos qualificar de planta esclerófila, **Manihot caerulescens**.

b) A espécie de mata, **M. pilosa**, com relação às características anteriormente mencionadas, mostrou-se com tendência para o ciomorfismo, que manifesta-se em plantas que crescem à sombra.

c) A presença de fendas ou depressões na epiderme foliar da espécie **M. caerulescens** e praticamente ausentes na espécie **M. pilosa**, nos sugere que tais formações estariam provavelmente ligadas a fatores morfogenéticos, embora fosse necessário realizar um estudo mais profundo.

d) A espécie **M. caerulescens**, apresentou uma quantidade maior de células com conteúdo tanóide em seus órgãos, do que a espécie **M. pilosa**. Com bases nas funções dos taninos, e considerando que a maior ou menor quantidade de taninos, seja uma característica adaptativa, podemos afirmar que as duas espécies estudadas, estão adaptadas aos ambientes em que ocorrem.

e) A distribuição dos laticíferos no caule e pecíolo, em três regiões distintas, parênquima cortical externo, região floemática e medula, em frente aos polos de protoxilema, as duas espécies nativas mostraram-se bastante semelhantes e diferentes em relação à espécie cultivada, **M. esculenta**, cuja distribuição dos laticíferos se dá somente no floema.

f) Os pêlos estão presentes na espécie **M. pilosa** e ausentes na espécie **M. caerulescens**. Os pêlos além de constituir um importante caráter taxonômico, poderiam também, com base na sua função protetora, ser tomados como uma característica adaptativa da espécie de mata.

7. RESUMO

Este trabalho consiste num estudo anatômico comparativo dos órgãos vegetativos de duas espécies nativas de **Manihot**. Uma delas, **M. caerulescens**, ocorre em vegetação de cerrado, enquanto a outra, **M. pilosa** é uma espécie de mata.

Coletou-se material de plantas in situ afim de evitar quaisquer das alterações estruturais produzidas pelo cultivo.

Notaram-se diferenças anatômicas importantes na folha. **M. caerulescens** apresenta uma cutícula espessa ao passo que na **M. pilosa**, a cutícula é muito delgada. Depressões ou aberturas na epiderme são comuns na espécie do cerrado e raras na espécie de mata. O número de estômatos na epiderme abaxial e o número de células com alto conteúdo tanóide são elevados na espécie **M. caerulescens**. Esta espécie também apresentou esclerênquima mais desenvolvido.

A estrutura anatômica do caule é semelhante em ambas as espécies. As únicas diferenças relevantes são a cutícula mais espessa e o número elevado de células ricas em taninos na **M. caerulescens**. A região nodal de ambas as espécies é semelhante

A estrutura primária da raiz foi estudada somente na **M. pilosa** e é muito semelhante àquela já descrita na literatura referente à **M. esculenta**. Quanto a estrutura secundária, as duas espécies são semelhantes. Células ricas em taninos são mais comuns na **M. caerulescens**.

A anatomia da região de transição foi estudada somente na **M. pilosa**, tendo-se verificado ser ela semelhante à da **M. esculenta**.

8. ABSTRACT

A comparative anatomical study of the vegetative organs of two native species of *Manihot*, has been carried out. One of the species, *M. caerulescens*, occurs in "cerrado" vegetation, while the other, *M. pilosa* is a forest species.

Material was collected from plants in situ in order to avoid any of the structural alterations produced by cultivation.

Important anatomical differences have been noticed on the leaf. *M. caerulescens* has a thick cuticle while in *M. pilosa*, the cuticle is much thinner. Depressions or openings in the epidermis were common in the "cerrado" species and rare in the forest species. The number of stomata on the abaxial epidermis and the number of cells with a high tannin content are both higher in *M. caerulescens*. This species also has more abundant sclerenchyma.

The anatomical structure of the stem is similar in both species. The only differences worth mentioning are the thicker cuticle and larger number of tannin-rich cells in *M. caerulescens*. The nodal region of both species is similar.

The primary structure of the root has been studied only in *M. pilosa* and is very similar to that already described in literature for *M. esculenta*. The two species are similar as far as secondary structure is concerned. Tannin-rich cells are more common in *M. caerulescens*.

The anatomy of the transition region has been studied only in *M. pilosa* and was found to be similar to that described for *M. esculenta*.

9. BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, M., & CARDOSO, E.M.R., 1980. A mandioca no tró-
pico úmido. Brasília-DF, Editora.
- CRUZ, N.D., 1968. Citologia no gênero *Manihot* Adans. 1- De-
terminação do número de cromossomos em algumas espécies.
An. Acad. brasil. Ciênc. Rio de Janeiro. 40: 81-95.
- ESAU, K., 1976. Anatomia vegetal. Second Edition. Barce-
lona, Ediciones Omega, S.A.
- FAHN, A., 1978. Anatomia vegetal. Madrid, H. Blume Edicio-
nes.
- FOSTER, A.S., 1949. Practical plant anatomy. 2. ed. New Yor-
k, Van Nostrand.
- HICKEY, L.J., 1973. Classification of the architecture of di-
cotyledons leaves. Am. J. Bot. 60(1): 17-33.
- JOHANSEN, D.A., 1940. Plant microtechnique. 2. ed. New Y-
ork, McGraw-Hill.
- JOLY, A. B. & LEITÃO FILHO, H.F., 1979. Botânica Econômica.
São Paulo, Hucitec e Edusp.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L., 1950. Anatomy of the dicotyle-
dons. Oxford, Claredon Press.
- MILANEZ, F.R., 1946. Nota prévia sobre os laticíferos de *He-
vea brasiliensis* Muell. Arg. Rio de Janeiro, Arquivo do
Serviço Florestal, 2(2):39-65.
- MILANEZ, F.R., 1951. Nota sobre anatomia da folha de **coccola
ba cereifera** Schwake. Rodriguêsia, Rio de Janeiro, 14(26)
23-39.
- MILANEZ, F.R., 1961. Contribuição ao conhecimento anatômico
de *Cryptostegia grandiflora*.-II: Sobre os laticíferos da es-
trutura primária. Rodriguêsia, Rio de Janeiro. 23-24(35 -
36):99-119.
- MILANEZ, F.R., 1965. Contribuição ao conhecimento anatômico
de *Cryptostegia grandiflora*-III: Nota sobre a estrutura se-
cundária. Rodriguêsia, Rio de Janeiro. 25(37):343-359.

- MULLER, J., 1873. "Euphorbiaceae" in MRTIUS, C.F.P. Flora Bra-
siliensis. Monachii, Lipsiae v. 11(2):438-486.
- NASSAR, N.M.A., 1976. Conservation of genetic resources of
cassava (mandioca) **Manihot esculenta** Crantz: determination of
wild species localities with emphases on cassava probable o-
rigin. Ciência e Cultura, São Paulo. 28(12):1485-1492.
- RIZZINI, C.T., 1976. Tratado de fitogeografia do Brasil. São
Paulo, Hucitec e Edusp.
- ROGERS., D.J., & APPAN, S.G., 1973. Flora Neotrõpica. **Manihot**
Manihotoides. New York, Hafner Press. Monograph Nõ13.
- SASS, J.E., 1951. Botanical Microtechnique. 2. ed. Iowa,
State College Press.
- VIÉGAS, A.P., 1940. Anatomia da parte vegetativa da mandioca.
Bol. Tec. Inst. Agron. Campinas, 74:1-30.
- WILLIS, J.C., 1973. Dictionary of Flowering Plants and Ferns.
7. ed. Cambridge UP, H.K. Airy Show.