

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



*Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo sr. Antonio Carlos Gabrielli e
aprovada pela Comissão julgadora.*

Fernando R. Martins
15/08/88

ANATOMIA DA SEMENTE E DAS PARTES VEGETATIVAS EM DESENVOL-
VIMENTO DE PYROSTEGIA VENUSTA (KER.) MIER (BIGNONIACEAE)

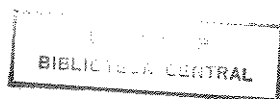
Antonio Carlos Gabrielli

Orientador: Prof. Dr. Fernando Roberto Martins

Tese apresentada à Universidade Estadual
de Campinas, como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do título de
Doutor em Ciências, na área de Biologia
Vegetal.

CAMPINAS

1988



Aos meus Pais,

Terêncio e

Anésia

Para

Maria Helena

Rodrigo e

Ronaldo

AGRADECIMENTOS

Apresento, aqui, os meus sinceros agradecimentos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, ressaltando a dedicação e a atenção dos que, a seguir, nominalmente estão citados:

Ao Professor Dr. Fernando Roberto Martins, amigo e orientador, por todo o apoio e estímulo durante a execução deste trabalho;

A minha esposa, Maria Helena, pela compreensão e apoio;

A Professora Dra. Marília de Moraes Castro, pela colaboração constante e pelas sugestões apresentadas durante a elaboração deste trabalho;

A Professora Dra. Luiza Sumiko Kinoshita-Gouvêa, então Coordenadora da Sub-Comissão de Pós-Graduação da área de Biologia Vegetal, pelo apoio, estímulo e auxílio oferecidos;

A Professora Dra. Neusa Taroda Ranga, pelo auxílio na confecção do "summary" e pela amizade e apoio oferecidos;

A Sra. Maria Odeti Fontana Pedrossanti, pela colaboração técnica e plena dedicação durante todo o desenvolvimento deste trabalho;

A Sra. Esmerada Zanchetta Borghi, pelo auxílio na confecção das ilustrações;

Ao Sr. José Luiz Moreira, pela constante colaboração e serviços prestados;

Aos funcionários do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais do Instituto de Biologia da UNICAMP, Sr. Sebastião Henrique Militão Jr. e Sr. João Carlos Galvão, pelo auxílio

prestado;

E, finalmente, aos colegas do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais do Instituto de Biologia da UNICAMP e aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pela amizade e apoio oferecidos.

SUMARIO

	pág.
I- INTRODUÇÃO.....	1
II- REVISÃO DE LITERATURA.....	6
III- MATERIAL E METODOS	
Material botânico.....	13
Coleta e fixação.....	13
Embebição.....	13
Germinação.....	14
Obtenção de plântulas.....	15
Coloração dos cortes e montagem das lâminas.....	15
Clarificação de peças.....	17
Dissociação.....	19
Contagem de estômatos e mensurações de estruturas microscópicas.....	20
Testes histoquímicos.....	20
Análises químicas quantitativas da semente.....	21
Ilustrações.....	22
IV- RESULTADOS	
A SEMENTE	
Morfologia externa.....	23
Anatomia.....	24
Embebição e germinação.....	37
Substâncias de reserva.....	38

MORFOLOGIA DA PLANTA E DA PLANTULA.....	39
ANATOMIA DO CAULE	
Organização do ápice caulinar.....	43
Estrutura primária.....	45
Estrutura secundária.....	51
Anatomia da região nodal.....	57
ANATOMIA DA FOLHA	
Ontogênese dos primórdios foliares.....	60
Ontogênese dos tricomas.....	67
Ontogênese dos estômatos.....	71
Anatomia da lâmina foliolar.....	74
Anatomia do pecíolo.....	81
Anatomia do peciôlulo.....	90
Anatomia da gavinha.....	92
ANATOMIA DA RAIZ	
Apice da raiz e estrutura primária em diferen- ciação.....	97
Estrutura primária diferenciada.....	102
Formação de raízes laterais.....	104
Estrutura secundária.....	106
Estrutura secundária anômala.....	109
V- DISCUSSÃO.....	113
VI- CONCLUSÕES.....	159
VII- RESUMO.....	163
VIII- SUMMARY.....	165
IX- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	167

INDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚMERO	ESPECIFICAÇÃO	PAG.
1	Vista geral da semente	23
2	Corte longitudinal do embrião	24
3	Corte longitudinal do embrião mostrando a organização do meristema subapical	27
4	Corte longitudinal do embrião mostrando os meristemas primários	27
5	Corte longitudinal do embrião mostrando o meristema apical do caule	29
6	Corte transversal de semente imatura com detalhes do tegumento	30
7	Epiderme da semente em vista frontal	31
8	Cortes transversais de semente adulta e de semente imatura	32
9	Cortes paradérmicos da semente mostrando a organização do procâmbio	33
10	Sementes germinadas e clarificadas mostran do o nó cotiledonar e a vascularização dos cotilédones	34
11	Cortes da semente tratados com Sudan IV mos trando o endosperma e reservas lipídicas	35
12	Efeitos da lavagem e das condições de ilu minação na germinação da semente	37
13	Estágios do desenvolvimento de plântulas	41
14	Corte longitudinal de ápice de caule mostrando a organização do promeristema	44
15	Cortes longitudinais de ápices de caule mostrando os meristemas primários	46
16	Corte longitudinal de ápice de caule ao nível do terceiro entrenó	47
17	Corte transversal de caule ao nível do quinto entrenó	49

18	Vista frontal da epiderme do caule em região de saliência - quinto entrenó	50
19	Vista frontal de epiderme de caule, em região de reentrância - quinto entrenó	50
20	Corte transversal do caule em início de estrutura secundária - oitavo entrenó	51
21	Corte transversal do caule ao nível do nono entrenó	52
22	Corte transversal do caule em início de estrutura secundária anômala	53
23	Corte transversal de caule mostrando fase inicial da atividade cambial anômala	55
24	Corte transversal do caule mostrando os 4 blocos de floema anômalo	55
25	Cortes transversais do caule mostrando 2 estágios da formação da periderme	56
26	Corte transversal de caule mostrando estágio avançado de estrutura secundária anômala	58
27	Cortes transversais de caule ao nível do nó	59
28	Corte longitudinal de ápice de caule mostrando o início da formação dos primórdios foliares	61
29	Corte longitudinal de ápice de caule mostrando o início da formação dos primórdios foliares	62
30	Corte longitudinal de primórdio foliar mostrando a diferenciação do procâmbio	64
31	Caule jovem diafanizado, mostrando a vascularização do pecíolo	65
32	Esquema da vascularização do primórdio foliar	66
33	Gavinha diafanizada mostrando a vascularização do ápice tripartido	67

34	Cortes transversais de primórdios foliares mostrando etapas da formação de tricomas glandulares	69
35	Cortes transversais de tricomas glandulares em folíolos	70
36	Estágios da formação de estômatos em folíolos - vista frontal	73
37	Vista frontal da epiderme adaxial do folíolo	75
38	Corte transversal do folíolo mostrando tricoma glandular com secreção	75
39	Vista frontal da epiderme abaxial	76
40	Cortes transversais do folíolo mostrando estômatos e feixes vasculares com bainha	77
41	Corte transversal do folíolo mostrando gotículas lipídicas	79
42	Corte transversal do folíolo mostrando nervuras com as respectivas bainhas	79
43	Corte transversal do bordo do folíolo	80
44	Corte transversal do folíolo mostrando a nervura principal	81
45	Folíolo diafanizado mostrando o padrão de venação	82
46	Detalhe da venação em região próxima ao ápice do folíolo	82
47	Corte transversal de pecíolo de primórdio foliar	83
48	Corte transversal de pecíolo de primórdio foliar com detalhes do procâmbio	84
49	Corte transversal de pecíolo mostrando três feixes vasculares e polos de floema na face externa do procâmbio	86
50	Corte transversal de pecíolo mostrando o início da formação do câmbio vascular	87

FIGURA NUMERO	ESPECIFICAÇÃO	PAG.
51	Cortes transversais de pecíolos de folha com e sem gavinha	89
52	Corte transversal da região mediana de pecíolo mostrando o cilindro vascular "aberto"	90
53	Corte transversal de peciólulo de primórdio foliar mostrando anel cambial aberto	91
54	Corte transversal da região mediana de peciólulo adulto	93
55	Corte transversal de gavinha jovem mostrando interrupção do anel cambial por parênquima	94
56	Corte transversal da região mediana da gavinha mostrando detalhes da epiderme	95
57	Corte transversal da gavinha adulta	96
58	Corte longitudinal do ápice de raiz mostrando a organização histológica	98
59	Corte longitudinal do ápice de raiz mostrando a organização do meristema subapical	98
60	Corte transversal da raiz próximo ao ápice	99
61	Corte transversal do ápice de raiz mostrando detalhes da epiderme com pêlo absorvente e da exoderme	101
62	Corte transversal de raiz tetrarca	102
63	Corte transversal de raiz pentarca	103
64	Cortes transversal e longitudinal da raiz mostrando início da formação de primórdio de raiz lateral	105
65	Corte transversal de raiz principal mostrando 2 primórdios de raízes laterais	106
66	Corte transversal de raiz mostrando fase inicial de formação do câmbio vascular	107
67	Corte transversal de raiz mostrando o câmbio vascular	107

FIGURA NUMERO	ESPECIFICAÇÃO	PAG.
68	Corte transversal de raiz mostrando o início da atividade do felogénio	108
69	Cortes transversais de raiz mostrando estrutura secundária anómala desenvolvida	111
70	Corte transversal de raiz mostrando porção inclusa de floema anómalo	112

I- INTRODUÇÃO

A família Bignoniaceae, segundo GENTRY (1979), contém cerca de 800 espécies descritas, das quais 620 se distribuem nas zonas neotropicais, sendo o Brasil o centro de diversidade da família como um todo. O gênero Pyrostegia, pertencente a esta família, contém 3 ou 4 espécies que se distribuem do Brasil e do Paraguai até o sul da Colombia (GENTRY, 1979), embora o autor descreva, em seu trabalho, apenas P. venusta (Ker.) Miers.

BUREAU & SCHUMANN (1896/7) registraram 58 gêneros brasileiros, englobando 373 espécies. Estes autores distribuíram os gêneros em três tribos: Bignonieae, Tecomeae e Crescentieae, utilizando, basicamente, como critério de separação, as características do ovário e do fruto. GOMES JR. (1955) considerou 67 gêneros e GENTRY (1979) registrou 56 gêneros para o Brasil; MELLO (1952) registrou, para o Estado de São Paulo, 63 espécies distribuídas nos diferentes tipos de vegetação.

Economicamente, esta família é importante por apresentar espécies ornamentais e espécies arbóreas cujas madeiras apresentam excelentes características para a marcenaria e para a construção civil. A maioria das espécies de Bignoniaceae é altamente ornamental, especialmente as trepadeiras, com flores vistosas, alvas, amarelas, alaranjadas, roxas e vermelhas (HOEHNE et al., 1941). O ipê-amarelo, segundo FABRIS (1965), foi escolhido como flor nacional pela beleza de suas flores. Dentre os gêneros mais cultivados como ornamentais destacam-se: Tecomaria, Podranea, Spathodea (JOLY, 1966), com espécies arbóreas comumente utiliza-

das em vias públicas, além de trepadeiras como *Eriodictyon* e *Pyrostegia* (LORENZI, 1982). Para o fornecimento de madeira, os gêneros mais citados são: *Tabebuia*, *Paratecoma*, *Cybistax* e *Stereospermum* (METCALFE & CHALK, 1950). Segundo HOEHNE et al. (1941) e FABRIS (1965), os ipês (*Tabebuia* e *Tecoma*) fornecem boas madeiras e *Jacaranda mimosifolia* D. Don. é usada para revestimento de interiores de carrocerias, inclusive para a construção de móveis.

Algumas espécies de Bignoniaceae são citadas como tendo uso medicinal (HOEHNE 1939, FABRIS 1965, HYAKUTAKE & GROTTA, 1965); outras têm sido consideradas tóxicas (HOEHNE, 1939) ou, no caso de *Pyrostegia venusta* Miers, venenosa para bovinos (ALTSCHUL, 1973, PIO CORREA, 1978). De outras são extraídas substâncias químicas como o ácido tânico e o ácido lapáchico, que servem para a indústria de corantes.

Em relação à taxonomia, DE CANDOLLE (1845) apresentou seu sistema de classificação para as Bignoniaceae, dividindo-as em duas tribos, de acordo com o tipo de fruto e características da semente. BUREAU (1864) apresentou um sistema de classificação das Bignoniaceae baseado em aspectos anatômicos. Verificou este autor que a ordenação dos gêneros em seu sistema coincidia com a obtida através de caracteres morfológicos, especialmente com relação ao fruto. SCHUMANN (1895) concluiu que os gêneros da família Bignoniaceae podem ser considerados como um grupo bem natural. Estes aspectos reforçam a importância de estudos anatômicos nesta família, pois a mesma se situa entre as primeiras nas quais a estrutura anatômica foi utilizada para construção de um sistema taxonômico.

A identificação dos gêneros e das espécies de Bignoniaceae

é difícil, pois as flores e os frutos que desempenham um papel fundamental neste processo (LAWRENCE, 1951) raramente são encontrados em conjunto nos materiais herborizados. Apenas para exemplificar, como mostrou PICHON (1945), as 173 espécies que constituíam o gênero Bignoniaceae de DE CANDOLLE (1845) foram distribuídas por SCHUMANN (1895) em, pelo menos, 35 gêneros. Segundo GENTRY (1973), os problemas residem não apenas nos padrões de variação dentro da família, mas também na interpretação destes padrões pelos taxonomistas. Segundo este autor, uma das razões para os problemas de identificação é que as espécies têm sido separadas na base de diferenças insignificantes, em parte, porque a grande variabilidade, de árvores grandes a trepadeiras, é difícil de ser entendida a partir de espécimes herborizados; por outro lado, taxonomistas pouco experientes trabalhando com características de pequeno valor filogenético têm provocado um aumento indevido de gêneros.

Várias características têm sido utilizadas para a separação de gêneros na família Bignoniaceae, entre as quais a presença de campos glandulares interpeciolares (SEIBERT, 1948), de um disco nectarífero ou o tipo de pseudoestípulas (MACBRIDE, 1961), o número de folíolos, o tipo de gavinha, o tipo de estípulas, a placentação, o número e séries de óvulos por lóculo e a forma do cálice (GENTRY, 1973) são as mais frequentes. GENTRY (1973) discutiu o uso de certas características morfológicas na separação de gêneros, como as diferenças de pubescência, ressaltando que este caráter deve ser utilizado com muito cuidado, mesmo a nível de espécie. Afirmou o autor que, uma vez que a morfologia

do fruto não pode ser considerada como critério genérico absoluto, este caráter deve ser considerado com outros de potencial importância, incluindo padrões de vascularização anômala, forma e textura da corola fresca, fenologia da floração e forma de crescimento das lianas adultas. Afirma, também, que muitos destes caracteres são bem correlacionados, mas que as correlações geralmente não incluem características de frutos.

Outras características anatômicas têm sido consideradas de grande valor taxonômico para as Angiospermas de um modo geral. Howard (1963 apud HOWARD 1974) estudou a vascularização do pecíolo de um grande número de famílias de Dicotiledôneas, verificando que esta característica é de grande importância taxonômica.

Diversos trabalhos, muitos dos quais serão analisados oportunamente, foram realizados sobre a anatomia de espécies de Bignoniaceae. TRIVEDI et al. (1977), utilizando as variações da anatomia peciolar, apresentaram uma chave para a separação de 15 espécies de Bignoniaceae e, entre elas, E. venusta. GENTRY (1973, 1977) utilizou as características da estrutura anômala do cilindro vascular para a separação de gêneros dentro da família Bignoniaceae.

Assim, o estudo anatômico torna-se bastante útil, contribuindo com conhecimentos específicos para a taxonomia, permitindo a interpretação de correlações onto e filogenéticas e fornecendo caracteres de valor taxonômico.

O fato de E. venusta apresentar características anatômicas interessantes, em especial a estrutura secundária anômala, e por ocorrer naturalmente nas cercanias da UNICAMP, levou-nos a

escolhê-la para os nossos estudos.

O objetivo principal deste trabalho é o estudo da anatomia da semente e das partes vegetativas em desenvolvimento de Pyrostegia venusta (Ker.) Miers visando, em especial:

- o estudo de aspectos relacionados com a embebição, a germinação e a anatomia da semente, dados estes de particular interesse, tanto do ponto de vista fisio-ecológico, como do aproveitamento desta espécie, pelo menos como planta ornamental;
- um melhor conhecimento da estrutura primária e da secundária anômala da raiz e do caule, uma vez que, geralmente, apenas esta última é descrita e discutida em trabalhos de pesquisas e em obras de caráter geral;
- a análise da estrutura nodal, tendo em vista a existência de opiniões contraditórias sobre essa estrutura;
- o estudo da anatomia dos tricomas glandulares que ocorrem, em especial, nas folhas, da natureza química aproximada da secreção, e de sua provável função;
- a análise da vascularização da folha, que possa permitir o estabelecimento de correlações ontogenéticas com folhas de morfologia diferente, dentro da família Bignoniaceae;
- a investigação da vascularização do pecíolo em folhas com e sem gavinha, procurando determinar a influência da presença e da ausência do limbo foliolular neste aspecto do desenvolvimento da folha.

II- REVISÃO DE LITERATURA

"A Ordem das Bignoniaceae está inteiramente composta por plantas que se salientam pela elegância de seu porte e pela riqueza de suas flores que formam um dos mais belos ornamentos das florestas tropicais". Com esta frase BUREAU (1864) iniciou a "Introdução" de sua obra "Monographie des Bignoniacées", na qual enfoca aspectos importantes, como a estrutura da semente e a ocorrência de vários tipos de glândulas.

SEIBERT (1948) mostrou a possibilidade da utilização dessas glândulas como um caráter taxonômico. Tendo considerado a localização e o tipo das mesmas, o autor concluiu que a presença de glândulas é uma característica de grande valor para a separação de taxa dentro da família Bignoniaceae.

Segundo METCALFE & CHALK (1950), a característica anatômica mais interessante nas Bignoniaceae é a ocorrência de vários tipos de estrutura secundária anômala, principalmente entre as lianas. Os mesmos autores citam Eurostegia venusta como apresentando "cunhas de floema no xilema" ou "braços" de floema anômalo.

MOENS (1956) observou o desenvolvimento da gavinha em Ampelopsis, Vitis e em seis gêneros de Bignoniaceae, encontrando três diferentes tipos de gavinhas, todos eles com estruturas secretoras.

HYAKUTAKE & GROTTA (1965), descrevendo a anatomia do caule de Anemopaegma arvense var. petiolata, citaram a formação de cunhas de floema no xilema. Citaram, também, a ocorrência de esferocristais de substâncias não identificadas nas células de

tecido colenquimático que ocorre nos bordos da folha. Na descrição da anatomia da raiz, os autores mostraram a ocorrência de estrutura secundária anômala, com a formação de quatro "cunhas" de floema, razão pela qual aquele órgão apresenta xilema em forma de cruz quando em estrutura secundária.

MILANEZ & ONISHI (1967) observaram que a epiderme foliar de Anemopaegma arvense mostra características interessantes, como o espessamento peculiar das paredes anticlinais de suas células, e estômatos com caracteres xeromorfos típicos. Uma característica comum às duas variedades estudadas é a presença de tricomas de contorno subcircular, levemente imersos na epiderme. Os autores detectaram, também, que há diferenças no feixe vascular das nervuras principais das duas variedades: na petiolata, o feixe vascular é fechado, sob a forma de um elipsóide; na pubescens, o feixe vascular, em forma de arco, é completado por três grupos de esclerócitos que formam uma placa adaxial.

PANIZZA (1967) realizou um estudo morfológico e anatômico dos órgãos vegetativos e reprodutivos de Jacaranda caroba, descrevendo a raiz como uma estrutura protostélica, tetrárquica e radiada, o caule como um sifonostelo descontínuo, ectoflóico, e a folha com estrutura dorsivental, dotada de pêlos tectores e de tricomas glandulares do tipo pateliforme.

DOBBINS (1970) afirmou que Doxantha unguis-cati é caracterizada por apresentar atividade cambial anômala, e que tem sido demonstrado que a ocorrência desta atividade anômala está correlacionada com o padrão de vascularização do caule. Afirmou, também, que há ligações diretas entre as folhas e as posições dos segmentos de câmbio anômalo, e que experimentos nos quais as

folhas foram retiradas indicaram que estas têm influência na regulação da atividade cambial anômala.

DOBBINS (1971), em estudos sobre a estrutura secundária anômala daquela mesma espécie, verificou que, inicialmente, se desenvolvem quatro arcos de câmbio unidirecional, próximos aos feixes vasculares maiores, aos quais estão conectados todos os traços foliares. Verificou, também, que os arcos de câmbio unidirecional e bidirecional se separam e que fissuras radiais podem ser observadas entre as estrias de floema e os lobos de xilema secundário. Afirmou, ainda, que os floemas produzidos pelos dois tipos de câmbio diferem em muitos aspectos.

LAROCHE (1974) descreveu a anatomia e a morfologia das glândulas pateliformes que ocorrem no cálice de Adenocalymma comosum, concluindo, devido à presença de açúcares na secreção, que as mesmas funcionam como nectários.

SISTRUNK & TUCKER (1974), descrevendo o desenvolvimento da folha em Doxantha unguis-cati, mostraram que a diferenciação do procâmbio é contínua a partir do caule e processa-se acropetamente na raque; posteriormente, dois traços procambiais laterais se diferenciam na raque e divergem dentro dos primórdios foliolulares para constituírem suas nervuras medianas. Mostraram, também, que a ontogenia da gavinha em Doxantha unguis-cati é diferente da de qualquer outra gavinha previamente estudada. Ainda, segundo os autores, o desenvolvimento dos folíolos de Doxantha unguis-cati difere do de outras espécies previamente estudadas, porque as células do ápice dos folíolos tornam-se esclerificadas, formando estruturas semelhantes ao ápice da gavinha.

PANIZZA & SCAVONE (1975) descreveram a anatomia da folha de Cybistax antispybilitica, destacando, entre outras, as seguintes particularidades: mesofilo com estrutura bifacial, rico em gotículas lipídicas de óleo-resina, pêlos unicelulares cônicos nas duas epidermes e pêlos glandulares típicos localizados em depressões da epiderme abaxial, onde são observados estômatos anomocíticos.

ASSUMPÇÃO (1974/76) observou aspectos anatômicos da raiz de Zeyhera digitalis ressaltando as seguintes características: medula lignificada, lenho estratificado, parênquima apotraqueal difuso, engrossamento secundário por câmbios sucessivos, presença de tiloses, raios unisseriados, fibras septadas, raios medulares heterogêneos e vasos de tamanho médio com pontuações simples.

ELIAS & GELBAND (1975,1976) descreveram a morfologia e a anatomia dos nectários de Campsis grandiflora e de Campsis radicans. Nesta última espécie, os autores detectaram a ocorrência de cinco sistemas nectaríferos, um floral e quatro extraflorais.

ASSUMPÇÃO (1976), em trabalho sobre a anatomia da folha de Zeyhera digitalis Vell., mostrou uma organização dorsiventral com epidermes adaxial e abaxial uniestratificadas; nervura central com tricomas em ambas as epidermes, colênquima angular subepidérmico em ambas as superfícies, lenho e liber formando "um círculo concêntrico" e a presença de três feixes vasculares corticais.

TRIVEDI et al. (1976), em estudos sobre a anatomia nodal de algumas espécies de Bignoniaceae, caracterizaram Pyrostegia venusta como unilacunar com três traços, condição esta exibida também nas regiões nodais de Campsis grandiflora, Doxantha un-

guis-cati, *Stenolobium stans* e *Tecoma* sp.. Neste mesmo trabalho, os autores chamaram a atenção para a anatomia nodal de *Tabebuia pentaphylla*, que também apresenta três traços foliares, um central e dois laterais, sendo que os dois laterais, bilobados, se separam na base do pecíolo. Afirmaram, também, que a natureza bilobada dos traços laterais pode ter algum significado filogenético.

JAIN (1977), estudando a anatomia nodal de vários taxa de Bignoniaceae, descreveu *Pyrostegia venusta* como apresentando nó unilacunar com um traço, podendo em *Millingtonia hortensis* ocorrer, ocasionalmente, a condição de dois traços e duas lacunas.

TRIVEDI et al. (1977), utilizando porções apicais de ramos jovens, estudaram a anatomia nodal de dez gêneros da família Bignoniaceae, concluindo que o padrão vascular básico para a família é unilacunar, podendo ocorrer a condição de três traços ou de multi-traços. A primeira condição foi detectada em *Campsis grandiflora*, *Pyrostegia venusta*, *Doxantha unguis-cati*, *Stenolobium stans*, *Tabebuia pentaphylla* e *Tecoma* spp., enquanto a última foi encontrada em *Adenocalymma alliaceum*, *Haplophragma adenophyllum*, *Jacaranda mimosifolia*, *Millingtonia hortensis*, *Spathodea campanulata*, *Tecoma capensis* e *T. jaminiioides*. *Parmentiera cereifera* tem um arco de elementos vasculares "que passam através de uma simples lacuna". Neste trabalho, os autores apresentaram novamente *Pyrostegia venusta* com nó unilacunar com três traços, sendo que os dois traços laterais logo se bifurcam formando cinco traços no pecíolo. Citaram que cortes transversais na região mediana do pecíolo mostram a presença de cinco traços, que podem

ser designados como um dorsal, dois laterais e dois ventrais (1+2+2). Mostraram, ainda, que na vascularização das raques secundárias há a participação de traços dorsais e laterais.

ELIAS & PRANCE (1978) observaram nectários de frutos em desenvolvimento de *Crescentia cujete*, e em frutos de mais 15 gêneros da família Bignoniaceae, descrevendo-os como estruturas pateliformes de origem epidérmica, não vascularizadas. Dos 15 gêneros citados, foram examinadas 26 espécies, todas em material herborizado: *Adenocalymma apurense*, *A. calderoni*, *A. comosum*, *A. marginatum*, *Amphilophium paniculatum*, *Amphitecna latifolia*, *Aenopaeegma arvense*, *Arrabidaea candicans*, *A. chica*, *A. coralilna*, *Campsis radicans*, *C. grandiflora*, *Distictella magnolifolia*, *D. mansoana*, *D. monophylla*, *D. racemosa*, *Haplophragma adenophyllum*, *Incarvillea lutea*, *Jacaranda caucana*, *J. mimosifolia*, *Melloa quadrivalvis*, *Memora axilaris*, *Pachyptera kerere*, *P. hymenaea*, *Spathodea campanulata* e *Tanaecium nocturnum*.

JAIN (1978), estudando a arquitetura foliar de 46 espécies da família Bignoniaceae, incluiu em seus estudos a espécie *Pyrostegia venusta* e afirmou que características tais como o tamanho de aréolas, o número de terminações vasculares e suas posteriores ramificações e a composição de cada aréola variam, não apenas de folha para folha, mas também na mesma folha. Assim, concluiu que o tamanho da aréola não pode ser usado como critério taxonômico em tais casos.

BELTRATI & PICCOLO (1979) descreveram a morfologia e a anatomia das sementes de *Distictella mansoana* (Bur.) Urb., dando ênfase aos tegumentos, ao endosperma e ao embrião.

GUIMARAES et al. (1979) descreveram a anatomia foliar de

Pseudocalymma elegans (Vell.) Kuhl., ressaltando a ocorrência de características interessantes, como a presença de camadas subepidérmicas com desdobramentos em alguns locais, parênquima paliádico pluriestratificado, cordões de células transcurrentes para todas as nervuras e células coletoras no parênquima esponjoso. O pecíolo mostrou uma estrutura relativamente complexa, com a presença, em certos casos, de floema intraxilemático.

DOBBINS (1981) mostrou, em Clytostoma callistegoides, a correlação entre o crescimento secundário anômalo e o padrão vascular. Verificou que, em plantas com filotaxia oposta-cruzada, o padrão vascular apresenta quatro feixes vasculares maiores e, nas plantas com filotaxia alterna, o padrão apresenta seis feixes vasculares maiores. Os primeiros segmentos de câmbio unidirecional, que produzem a estrutura secundária anômala, iniciam-se, precisamente, opostos a cada feixe vascular maior. Neste mesmo trabalho, o autor citou que esta disposição em relação à filotaxia oposta-cruzada é típica para outros membros do grupo.

III- MATERIAL E METODOS

Material botânico

O material de Eyrostegia venusta utilizado neste trabalho foi coletado em áreas vizinhas à UNICAMP, na Cidade Universitária, em trechos da estrada de rodagem Campinas-Paulínia, via Rho-dia, e no bairro João Aranha, em Paulínia, Estado de São Paulo.

Coleta e fixação

As sementes coletadas foram armazenadas em sacos de papel, em condições ambientais, e em sacos plásticos mantidos em geladeira a 4 graus Celsius. Estas sementes foram utilizadas para os estudos anatômicos e morfológicos, para os testes de germinação, para a obtenção de plântulas e para as análises químicas pertinentes. A determinação da coloração da semente foi feita através do sistema de classificação de cores de SMITHE (1974, 1975).

O material destinado aos estudos anatômicos foi fixado, quando da coleta, em FAA ou em FPA 50 ou 70 (JOHANSEN, 1940). Porções de ápices caulinares e de ápices radiculares foram fixadas em fluido de Farmer (SASS, 1958) e em FAA 70 (JOHANSEN, 1940), para o estudo da atividade meristemática naquelas regiões.

Embebição

Para determinar a capacidade de embebição, 100 sementes,

com aproximadamente o mesmo tamanho, foram selecionadas e divididas em lotes de cinco, tendo sido determinado o peso de cada lote, em balança analítica (Mettler). Cada lote foi distribuído dentro de uma câmara úmida, e mantido em câmara de crescimento com temperatura controlada de 25 graus Celsius. Para as pesagens que se seguiram, as sementes de cada lote eram passadas sobre papel absorvente para retirar a água externa, e o conjunto pesado novamente. As pesagens foram realizadas de hora em hora, durante as primeiras oito horas, e depois de 24, 28 e 32 horas, quando os pesos se tornaram constantes. As diferenças entre o peso inicial e os pesos obtidos foram utilizadas para calcular as porcentagens de embebição.

Germinação

Sementes lavadas e não lavadas foram colocadas em placas de Petri forradas com papel de filtro umedecido, formando, assim, uma câmara úmida. Para cada experimento foram utilizadas 10 placas de Petri, contendo cada uma dez sementes. Foram efetuados os seguintes tratamentos: sementes lavadas-claro; sementes lavadas-escuro; sementes não lavadas-claro; sementes não lavadas-escuro.

A lavagem das sementes foi efetuada colocando-se um lote das mesmas em um frasco fechado com gaze, no qual foi introduzido uma pequena mangueira de borracha ligada a uma torneira. As sementes foram mantidas em água corrente por um período de 24 horas.

Para testar o efeito da ausência de luz, as placas de Petri

foram colocadas em sacos plásticos pretos e mantidas nas mesmas condições das demais sementes, sob iluminação constante através de lâmpadas fluorescentes (luz branca) e em temperatura ambiente.

As leituras foram feitas aos 8, 10, 13 e 15 dias a partir da data na qual as sementes foram colocadas para germinar.

Para testar o efeito da posição da semente na embebição, foram montadas duas séries de experimentos: em uma delas, as sementes foram colocadas na câmara úmida com o hilo voltado para baixo (em contacto com papel umedecido), e na outra série, com o hilo voltado para cima. Também foi testado o efeito da remoção parcial da ala da semente, cortando-a junto aos cotilédones.

Para testar a perda do poder de germinação, lotes de sementes foram colocados para germinar em intervalos de, aproximadamente, 30 dias. Ao mesmo tempo, um lote de sementes foi mantido em saco plástico, em geladeira a 4 graus Celsius. Quando as sementes mantidas fora da geladeira passaram a apresentar evidente redução na germinação, passou-se a testar, também, as sementes mantidas em geladeira.

Obtenção de plântulas

Para a obtenção de material nos estádios iniciais de desenvolvimento e de plântulas, após a germinação, as sementes foram transferidas para copos plásticos ou para sacos plásticos maiores contendo terra adubada e mantidos em casa de vegetação.

Coloração dos cortes e montagem das lâminas

Para o preparo de lâminas permanentes foram utilizadas técnicas de corte de material a mão-livre, com o auxílio de lâmina de barbear e de medula de pecfolo de embaúba (*Cecropia* sp.), de corte após congelação, em micrótomo de guias (Leitz), e de corte em micrótomo rotativo (Spencer), após inclusão em parafina. Para o preparo de lâminas a fresco foi utilizada a primeira técnica acima citada.

Para a inclusão em parafina, depois de fixados, os materiais foram desidratados em série etílica ou butílica (JOHANSEN, 1940; SASS, 1958). Cortes de material assim preparado, longitudinais, transversais ou paradérmicos, seriados ou não, foram obtidos em micrótomo rotativo (Spencer), com espessuras que variaram de 10 a 15 μ m.

Cortes de material mais duro, de caule e raiz em estrutura secundária avançada, foram obtidos com espessuras de 20 a 30 μ m em micrótomo de guias (Leitz) ou micrótomo de deslize (Jung). Para tanto, blocos cúbicos de cada material foram preparados com o auxílio de uma serra e autoclavados para o devido amolecimento.

Para a coloração dos cortes a mão livre de material fresco ou fixado, para montagens temporárias em água, utilizou-se solução aquosa diluída de Azul de Toluidina ou Safranina-"Alcian blue" (CUTTLE, comunicação pessoal). O material destinado às montagens permanentes, incluído em parafina e seccionado em micrótomo, após prévia fixação com adesivo Haupt (JOHANSEN, 1940), após desparafinização e hidratação, foi corado com Safranina-"Fast green" (SASS, 1958) ou com Safranina-"Alcian blue". A montagem

das lâminas foi feita em Bálsamo do Canadá. A técnica de coloração com Safranina-"Alcian blue" foi a seguinte:

Soluções:

- Safranina

1 g de Safranina

100 ml de álcool etílico 50%

- "Alcian blue"

1 g de "Alcian blue"

100 ml de água destilada

3 gotas de ácido acético glacial

2 ml de formol 4%

Método:

- Colocar os cortes na solução de "Alcian blue" por 5 minutos;
- lavar em água destilada;
- colocar na solução de Safranina por 2 minutos;
- transferir para álcool etílico 50%;
- desidratar e montar.

Nota: a coloração também produz bons resultados utilizando-se os dois corantes em conjunto (1 parte de Safranina para 2 partes de "Alcian blue"), mas a mistura não é estável por mais de duas horas.

Clarificação de peças

Tendo em vista a complementação dos estudos da anatomia da região nodal e do desenvolvimento da vascularização dos primór-

dios foliares, ápices caulinares foram diafanizados em solução de Fucsina básica 1% em hidróxido de potássio, de acordo com a técnica descrita abaixo (GIBBS, comunicação pessoal):

Preparo da solução:

- dissolver 5 g de Fucsina básica em 500 ml de água destilada em ebulição;
- adicionar 30 g de hidróxido de potássio;
- filtrar e guardar em geladeira, em frasco escuro.

Método:

- colocar o material na solução de Fucsina/hidróxido de potássio e manter a 60 graus Celsius até a diafanização (o material adquire uma coloração amarelo-translúcida) o que geralmente demora de 12 horas a vários dias;
- lavar em álcool etílico 50%;
- transferir para álcool etílico 70% com algumas gotas de ácido clorídrico e deixar até que a venação adquira coloração púrpura;
- lavar em álcool etílico 70%;
- desidratar (álcool 90% e álcool absoluto);
- clarificar em xilol ou benzeno;
- substituir, gradualmente, o xilol ou o benzeno por parafina líquida, até que o material permaneça em parafina líquida pura.

Para o estudo do padrão de venação, folíolos foram diafanizados em solução de hidróxido de sódio e em hipoclorito de sódio, de acordo com a técnica abaixo, descrita para material fresco (FOSTER, 1949), com pequenas modificações:

- colocar o folíolo em álcool etílico comercial 95%, para

retirar a clorofila;

- transferir para solução aquosa de hidróxido de sódio 5%, renovando diariamente a solução, até o material ficar transparente;
- colocar em água destilada por 15 minutos;
- transferir para uma solução de hipoclorito de sódio 50% (água sanitária). Deixar nesta solução até o material ficar incolor (30 minutos a 2 horas);
- lavar 2 vezes em água destilada (30 minutos cada vez);
- substituir a água destilada por álcool etílico 70% (2 horas, no mínimo);
- colocar em álcool etílico absoluto por, no mínimo, 2 horas;
- corar com solução de Safranina 1% em álcool xilol (1:1). Deixar até que as nervuras fiquem excessivamente coradas (24 horas, no mínimo);
- diferenciar em solução de álcool-xilol (1:1), trocando esta solução até que não saia mais corante, estando o limbo foliar levemente rosado e as nervuras bem coradas;
- colocar em xilol puro por 2 horas;
- montar em Bálsamo do Canadá ou em resina sintética.

Dissociação

Para o isolamento das epidermes foliares e estudos do lenho e do esclerênquima, o material foi dissociado com o auxílio de um líquido macerante preparado de acordo com o método de JEFFREY (JOHANSEN, 1940; FOSTER, 1949). Após lavagem em água corrente, o

material foi corado com solução aquosa de Safranina 1% e montado em gelatina glicerizada (JOHANSEN, 1940)

Contagem de estômatos e mensurações de estruturas microscópicas

A contagem do número de estômatos foi feita em porções da epiderme do folíolo. As porções isoladas da epiderme abaxial foram coradas com solução diluída de Azul de Toluidina e montadas em água, entre lâmina e lamínula. As contagens foram feitas em microscópio com o auxílio de câmara clara, determinando-se a área do campo contado, no aumento utilizado.

De cada folíolo analisado foram feitas 5 lâminas de cada região (apical, mediana e basal). De cada lâmina foram contados 5 campos ao acaso. Foi analisado um total de 20 folíolos.

Para as medidas de estruturas microscópicas, foi utilizada uma escala colocada na ocular do microscópio, aferida, com o auxílio de uma régua micrométrica, para o aumento utilizado.

Testes histoquímicos

Todos os testes histoquímicos foram realizados em cortes obtidos de material fresco, feitos a mão-livre com auxílio de lâmina de barbear e de medula de embaúba, ou em micrótomo de congelação.

Para a identificação de cutícula, de paredes cutinizadas ou suberizadas ou de outras substâncias lipídicas, utilizou-se a solução de Sudan IV 1% em álcool etílico 70% (JOHANSEN, 1940).

A lignina foi identificada através do uso de uma solução de

Floroglucina 1% em álcool etílico 95% seguida por tratamento com ácido clorídrico 25% (JOHANSEN, 1940; SASS, 1958), e através do reagente de Schiff (O'BRIEN & McCULLY, 1981). Através deste último método, os cortes foram colocados no reagente de Schiff por um período variável entre 30 minutos e 4 horas; a seguir, foram lavados em metabissulfito de sódio 5% em solução de ácido clorídrico 1% e montados em água, entre lâmina e lamínula.

Para a identificação da celulose utilizou-se uma solução de cloreto de zinco iodado (SASS, 1958), ou o tratamento com o reagente de Lugol seguido pela adição de uma gota de ácido sulfúrico concentrado ou de cloreto de zinco hidratado.

A natureza química dos cristais de oxalato de cálcio foi verificada através do uso de ácido clorídrico e de ácido sulfúrico (CHAMBERLAIN, 1938).

A presença de açúcares (mono e dissacarídeos) no material secretado pelos tricomas foi testada com o uso da solução de Fehling (ASSUMPTÃO & MORITA, 1968)

Análises químicas quantitativas da semente

Determinação do conteúdo de lipídios: foi feita a determinação de lipídios totais através de um macerado de 1 g de semente em 20 ml de hexano. Após agitação por 24 horas, seguida de filtração e evaporação, pesou-se o resíduo, calculando-se a porcentagem de lipídios.

Determinação do conteúdo de proteínas: foi feita através da determinação do nitrogénio total, pelo método de Kjeldahl, de acordo com ALLEN et al. (1976)

Ilustrações

Os desenhos das estruturas estudadas foram feitos em microscópio binocular Zeiss, dotado de câmara clara. Na ocasião da obtenção de cada um dos desenhos, foi projetada uma escala micrométrica nas mesmas condições óticas. As fotomicrografias foram obtidas em um fotomicroscópio Zeiss II, com filme Kodak Panatomic X, ASA 32, sendo especificados, em cada uma, os valores da objetiva e do variador de aumento utilizados.

IV- RESULTADOS

A SEMENTE

Morfologia externa

Pyrostegia venusta apresenta sementes aladas, alongadas lateralmente, com comprimento médio de 38,25 mm e largura média de 8,25 mm. A ala é de consistência membranácea e apresenta coloração variável entre o pardo (cor 27) e o marrom oliva (cor 28). A superfície da semente apresenta-se sedosa, brilhante e, a olho nu, aparenta ser finamente estriada (Figura 1a e b).

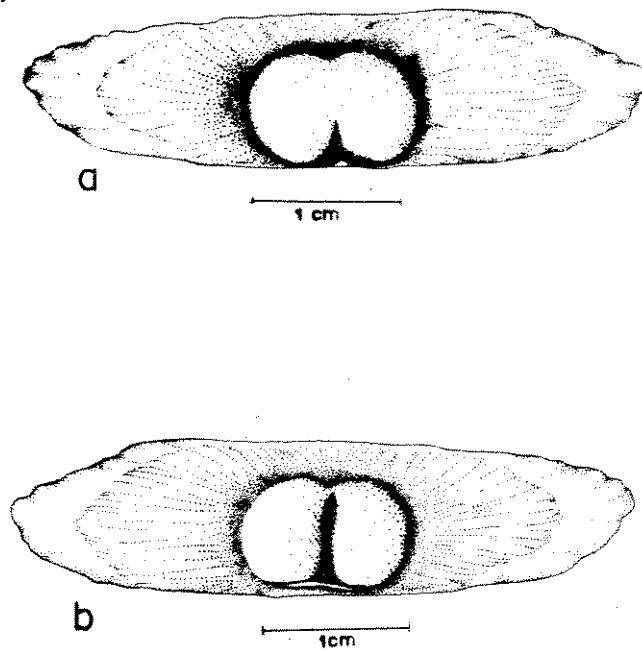


Figura 1: Vista geral da semente de *P. venusta*: a- face dorsal; b- face ventral.

Medidas obtidas em cortes longitudinais da semente mostram que o embrião tem, aproximadamente, 3,2 mm de comprimento, com os cotilédones representando cerca de dois terços deste total. O eixo hipocótilo-radícula é reto, mede cerca de 1 mm de comprimento (Figura 2) e situa-se basalmente na semente, próximo ao hilo; é cilíndrico, apresentando-se cônico na extremidade correspondente ao ápice radicular. Os cotilédones, em vista frontal,

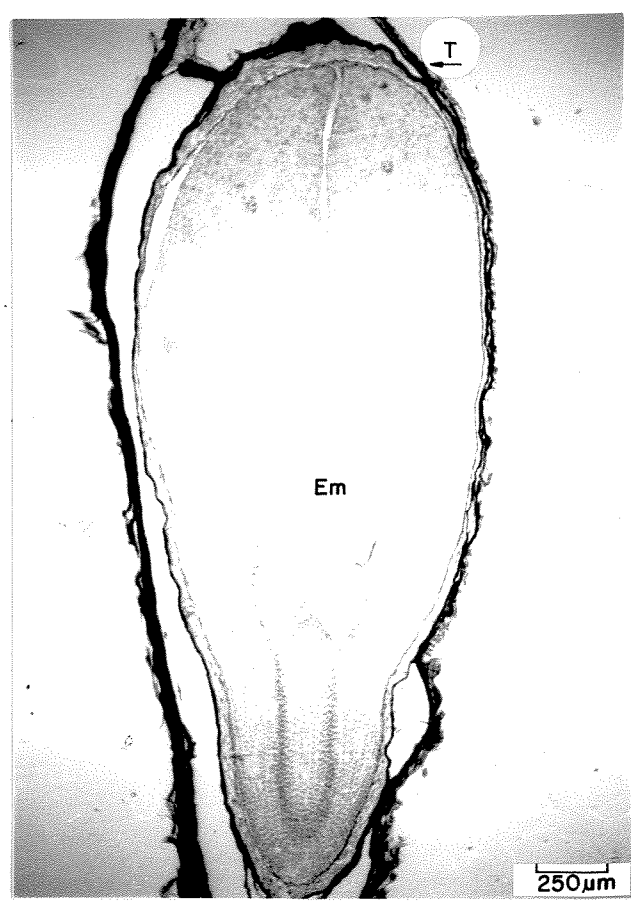


Figura 2: Corte longitudinal do embrião de P. venusta, perpendicular aos cotilédones (2,5 X 1,25). (Em=embrião; T= testa).

são bilobados, medindo, em média, 8,4 mm de largura por 5,8 mm de altura, apresentando coloração marrom oliva (cor 28).

O meristema radicular subapical encontra-se perfeitamente diferenciado e envolvido pela caliptra em formação (Figura 3). Detalhes de sua organização serão apresentados posteriormente.

A protoderme reveste todo o eixo hipocótilo-radícula e é contínua com a protoderme dos cotilédones; apresenta-se uniestratificada, composta por células de paredes finas, pectocelulósicas, com formato mais ou menos isodiamétrico, às vezes pouco mais altas que largas. Abaixo da protoderme, ocorrem 10 a 12 camadas de meristema fundamental, representado por células de paredes finas e pectocelulósicas. Estas apresentam formato variável, com seção retangular ou quadrada, às vezes alongadas no sentido do eixo; meatos aeríferos são raros e, quando ocorrem, diminutos. Este meristema dará origem ao córtex. A porção mais interna do promeristema dá origem ao cilindro central; este, até a uma distância de 30 a 40 micrômetros do promeristema, é constituído por células de formato retangular, que logo se tornam pouco mais alongadas no sentido do eixo; pouco mais acima, as células periféricas distinguem-se das centrais por serem mais longas e mais estreitas que aquelas. Assim, nos cortes longitudinais, o procâmbio aparece como duas faixas laterais. As faixas procambiais são contínuas e penetram nos cotilédones na região do nó cotiledonar, sendo formadas por quatro a sete camadas de células estreitas e alongadas no sentido do eixo, com citoplasma denso e núcleo cromático e grande em relação ao tamanho da célula (Figura 4). O exame de cortes transversais mostra que o procâmbio forma um anel contínuo (Figuras 8a, 8b e 11a).

Na extremidade oposta do eixo hipocótilo-radícula localiza-se o meristema apical do caule. Este apresenta-se sem atividade mitótica, com tamanho reduzido, porém exibindo a típica organização túnica-corpo (Figura 5).

O endosperma envolve todo o embrião (Figura 2). Junto ao eixo hipocótilo-radícula, ele se apresenta constituído por até seis camadas celulares (Figura 8b); à medida que se caminha em direção aos bordos dos cotilédones, estas camadas diminuem em número, até se reduzirem a duas. As células do endosperma apresentam-se com paredes finas, pectocelulósicas, sem meatos aeríferos, tendo como reserva substâncias lipídicas (Figuras 8b e 11a). A forma destas células é variável, tendendo, porém, a ser alongada e, junto ao eixo hipocótilo-radícula, onde o endosperma é mais espesso, as camadas não apresentam arranjo ordenado. A medida que se afasta do eixo do embrião, as células do endosperma apresentam-se mais estreitas e a camada mais externa adota um arranjo ordenado, seriado, formando uma camada distinta, composta por células mais estreitas e mais curtas que as demais, conservando, porém, as mesmas características celulares.

Envolvendo todo o endosperma ocorre um envoltório constituído por uma única camada de células que, em corte transversal, aparecem mais estreitas e mais curtas que as células do endosperma subjacente (Figura 8b), constituído por restos do nucelo.

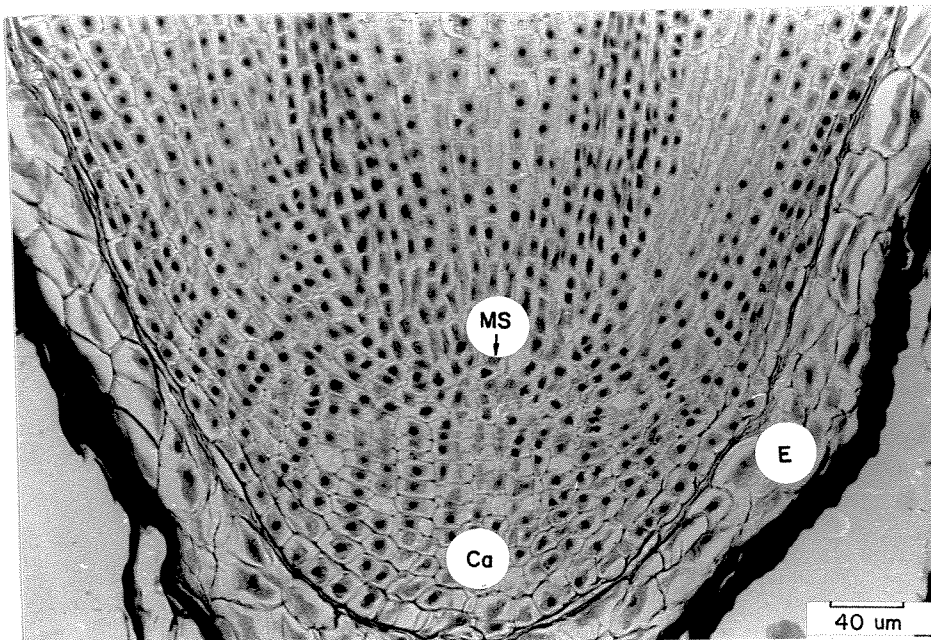


Figura 3: Corte longitudinal do embrião de *P. venusta*: meristema radicular subapical (16,0 X 1,25). (Ca- caliptra; E- endosperma MS- meristema subapical).

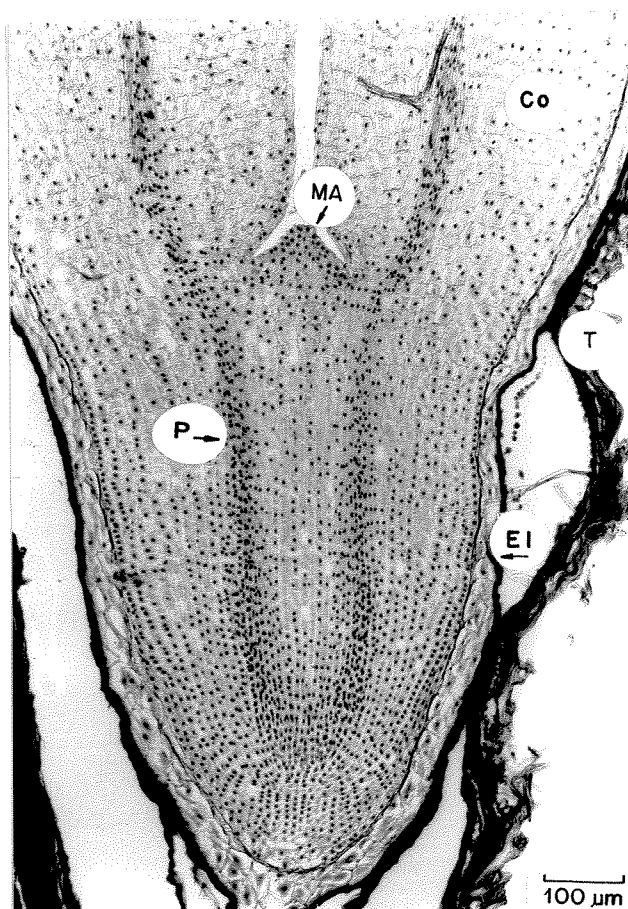


Figura 4: Corte longitudinal do embrião de *P. venusta*, perpendicular aos cotilédones (6,3 X 1,25). (Co- cotilédone; EI- envoltório interno; MA- meristema apical; P- procâmbio; T- testa).

Cortes transversais de sementes imaturas mostram a testa constituída por um parênquima revestido externamente por uma epiderme; as células epidérmicas apresentam seção retangular; suas paredes anticlinais são espessadas e as periclinais apresentam-se finas e pectocelulósicas (Figura 6). Em vista frontal, estas células são estreitas e alongadas, atingindo 400 μ m de comprimento ou mais (Figura 7). O parênquima da testa é constituído por células de formato variável, com paredes muito finas e vacuoma bem desenvolvido, ficando o citoplasma reduzido a uma fina camada parietal (Figura 6). É comum, nestas células, a ocorrência de cristais prismáticos de oxalato de cálcio. O número de camadas de células parenquimáticas da testa, nas regiões situadas sobre os cotilédones, é variável, sendo maior nas extremidades dos mesmos, onde chegam a atingir 15 camadas. Nas extremidades da semente, a testa se expande formando a ala, constituída, assim, de células parenquimáticas envolvidas pela epiderme. Na semente madura, as células do envoltório interno apresentam-se colapsadas e lignificadas. As células parenquimáticas da testa, neste estágio, também apresentam paredes lignificadas, sendo que as justapostas ao envoltório interno e as situadas junto à epiderme apresentam-se colapsadas; as células intermédias, em geral, aparecem sem protoplasto, com os espaços ocupados por ar, o que confere um aspecto brilhoso ao tegumento. As paredes anticlinais espessadas das células epidérmicas encontram-se, neste estágio, lignificadas.

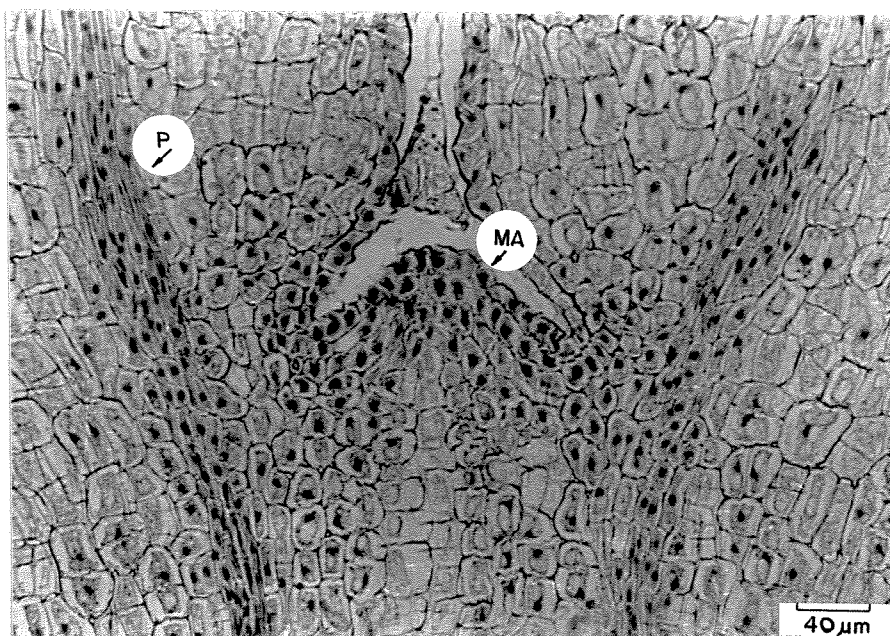


Figura 5: Corte longitudinal do embrião de *P. venusta*, mostrando o meristema apical do caule (16,0 X 1,25). (MA-meristema apical; P- procâmbio).

Os cotilédones, em número de dois, apresentam-se bilobados e justapostos. Seus sistemas vasculares, na semente não germinada, são representados por cordões de procâmbio, sem nenhuma diferenciação de elementos vasculares (Figura 9a e b). Entretanto, com o início da germinação, ocorre rápida diferenciação de elementos do protoxilema e do protofloema. Nesta fase, pode-se observar, claramente, que cada cotilédone recebe três traços cotiledonares; os dois traços laterais, logo na base do cotilédone, desviam-se lateralmente e subdividem-se; o traço central, ao atingir a porção mediana do cotilédone subdivide-se em dois ramos que se dirigem para lados opostos. Novas subdivisões em todos os

feixes promovem a vascularização de todo o cotilédone (Figura 10a e b). Os cotilédones são envolvidos pela protoderme (Figuras 2, 4 e 8a). Cortes longitudinais perpendiculares à superfície dos cotilédones permitem observar que as células da protoderme adaxial apresentam-se maiores que as da protoderme abaxial. O restante do tecido cotiledonar é representado por um parênquima de reserva constituído por células grandes, com paredes finas e pectocelulósicas, contendo grande quantidade de gotículas lipídicas (Figura 11a e b).

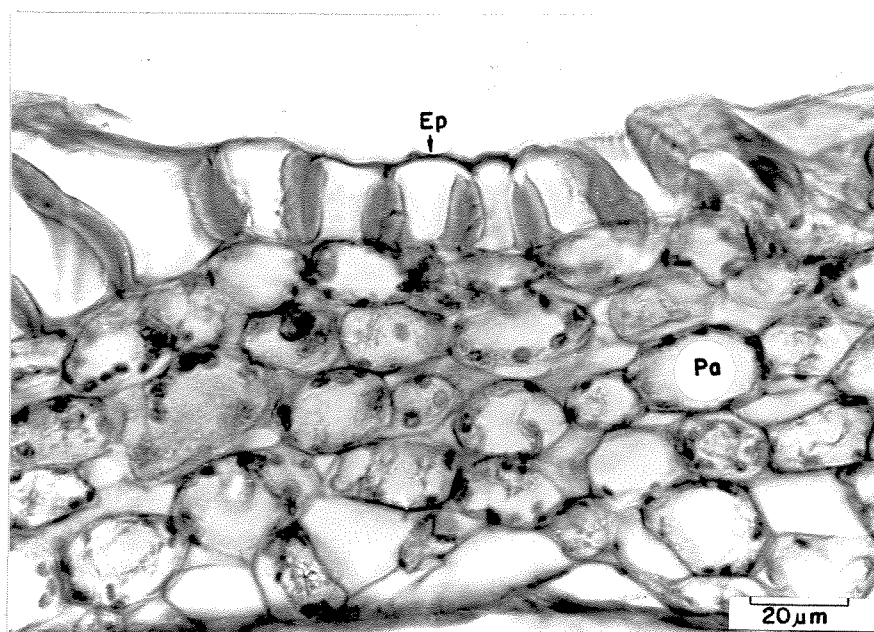
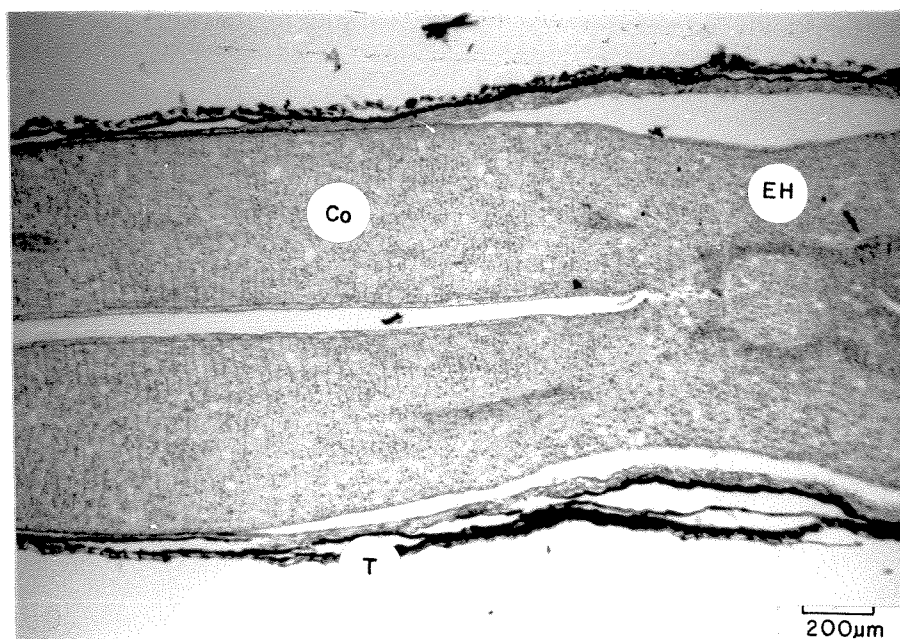


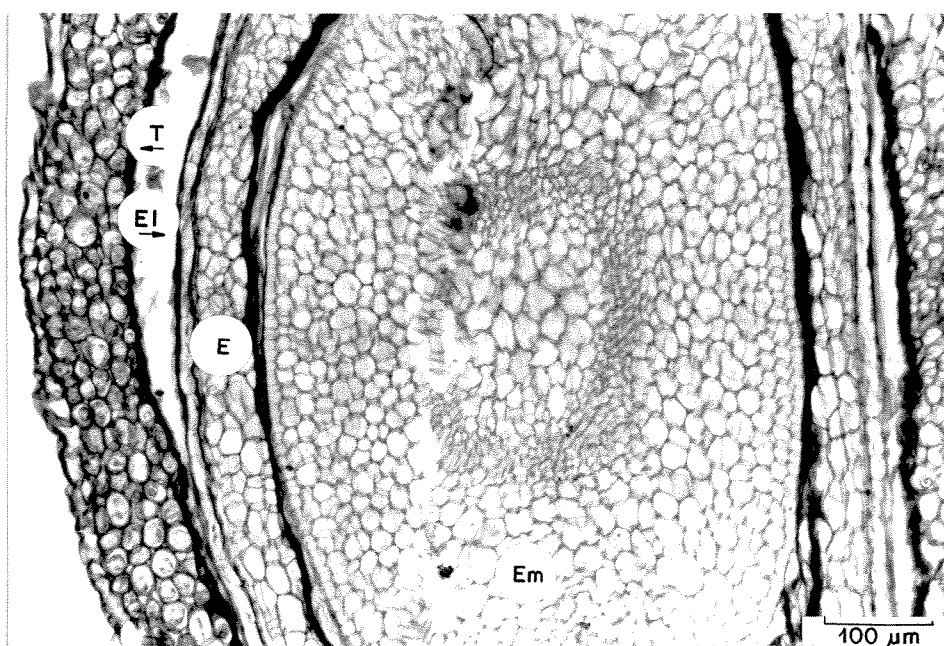
Figura 6: Corte transversal da semente imatura de *P. venusta*, mostrando a testa e detalhes da epiderme (40,0 x 1,25). (Ep- epiderme; Pa- parênquima).



Figura 7: Epiderme da semente imatura de P. venusta em vista frontal (6,3 X 1,25).



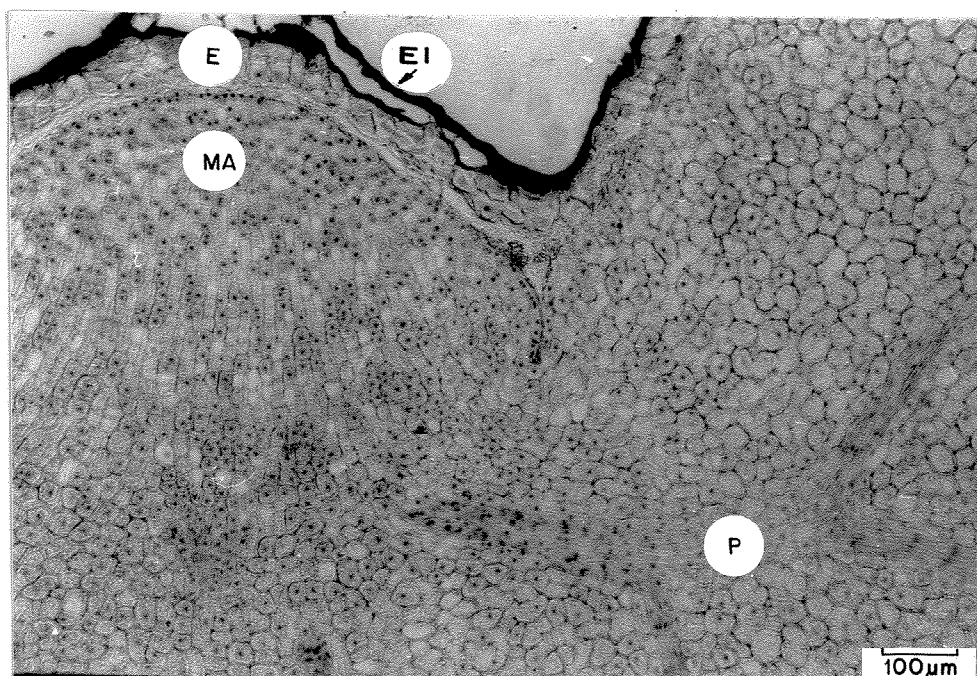
a



b

Figura 8: Cortes transversais da semente de *P. venusta*: a- semente adulta (2,5 X 1,6); b- semente imatura (6,3 X 2,0). (Co- cotilédone; E- endosperma; EI- envoltório interno; EH- eixo hypocótilo-radícula; Em- embrião; T- testa).

a



b

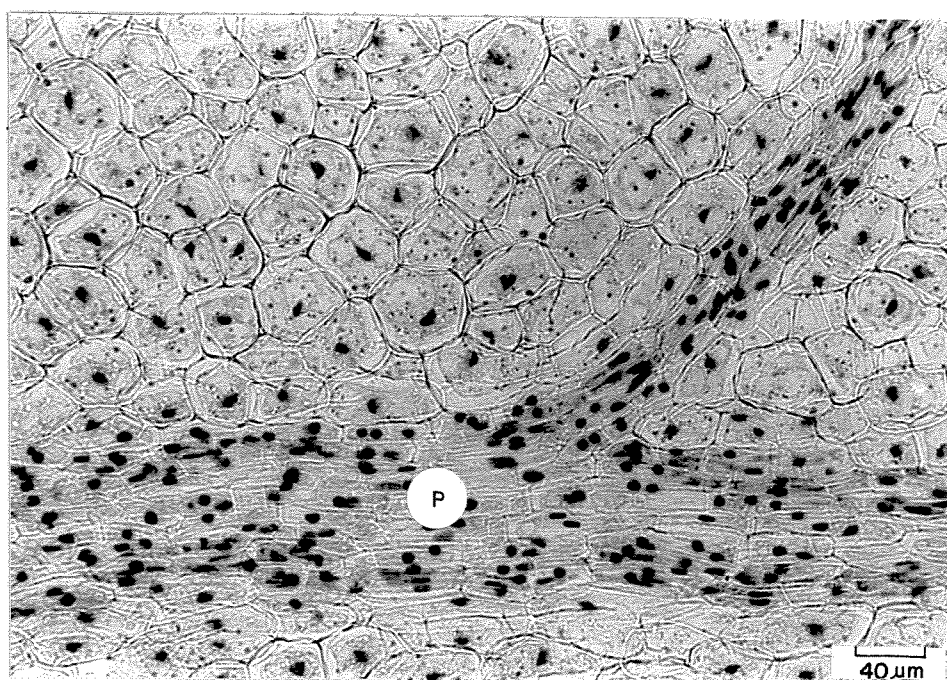
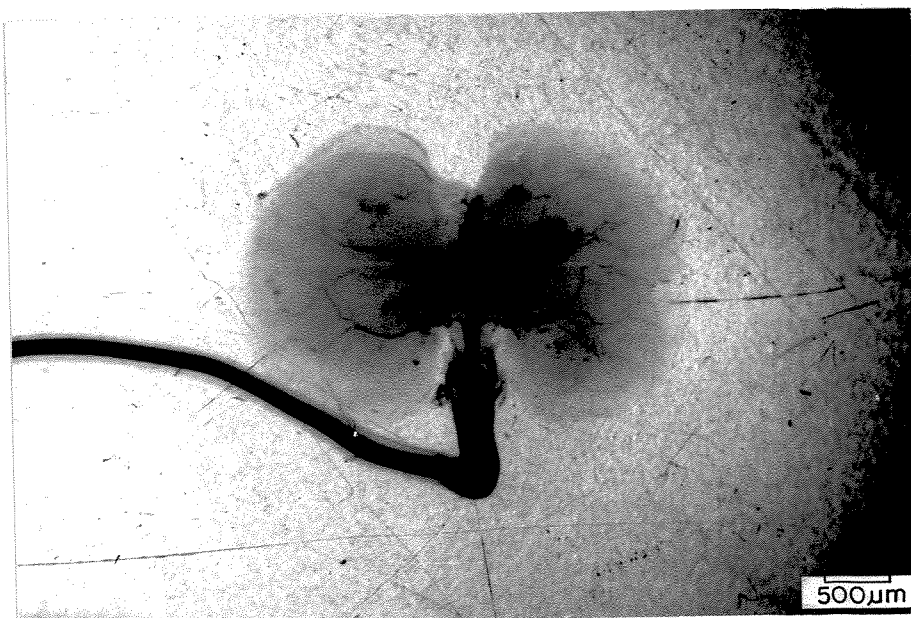


Figura 9: Corte paradérmico da semente de *P. venusta*, mostrando cordões de procâmbio no cotilédone (a- 6,3 X 1,25; b- 16,0 X 1,25). (E- endosperma; MA- meristema apical; P- procâmbio; EI- envoltório interno).

a



b

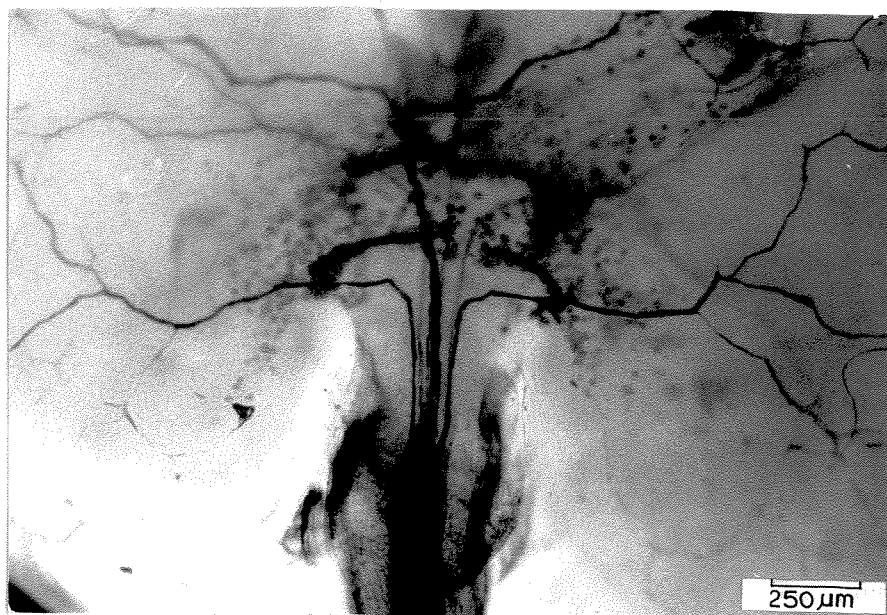
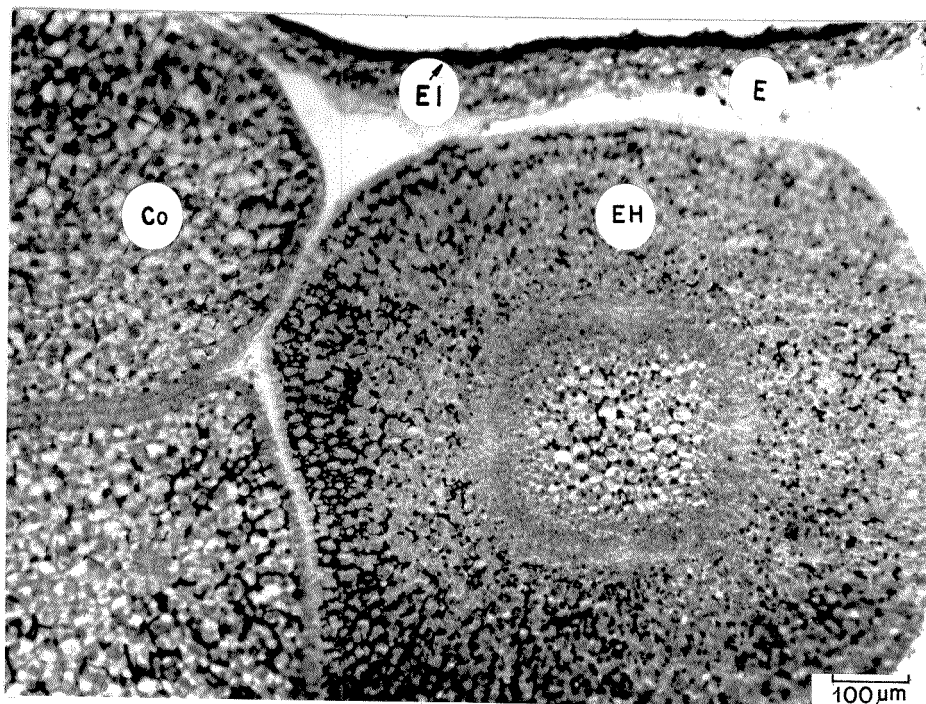


Figura 10: Semente germinada de *P. venusta*, sem os envoltórios, mostrando a vascularização dos cotilédones (a- 0,8 X 10,0; b- 2,5 X 10,0).

a



b

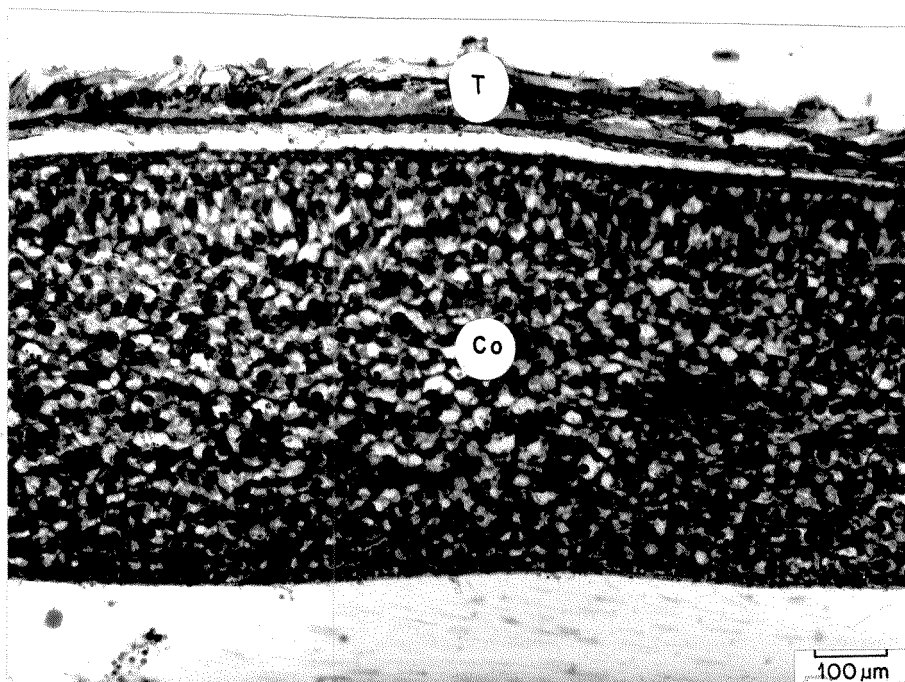


Figura 11: Cortes da semente de *P. venusta*, tratados com Sudan IV: a- embrião, cotilédones e endosperma (6,3 x 1,25); b-cotilédone (6,3 X 1,25). (E- endosperma; EH- eixo hipocótilo-radícula; Co- cotilédone; EI- envoltório

Embebição e germinação

Os dados relativos à capacidade de embebição em água pela semente estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Porcentagem de embebição de água em relação ao peso inicial de sementes de P. venusta mantidas a 25 graus Celsius.

TEMPO (HORAS)	% DE EMBEBIÇÃO
1	27,21
2	39,37
3	47,77
4	59,97
5	67,15
6	71,65
7	75,46
8	82,72
24	124,86
28	127,93
32	128,02

Não foram observadas diferenças na embebição em relação à posição da semente (hilo para cima ou para baixo) ou em relação à remoção parcial da ala.

Em consequência da embebição, a semente aumenta de volume e o tegumento distende-se, emergindo a radícula na região da micropila.

Nas sementes de P. venusta, a radícula sempre emergiu primeiro e a germinabilidade sempre atingiu 100 % nas condições dos experimentos.

Na tabela 2 pode-se observar que, em cerca de 5 meses, as sementes mantidas em condições ambientais perdem totalmente seu poder de germinação, o que não ocorre com aquelas mantidas em

geladeira a 4 graus Celsius.

Tabela 2: Porcentagem de germinação de sementes de *P. venusta* semeadas 160 dias após coleta. As leituras foram realizadas 30 dias após a semeadura.

CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO	SEMENTES GERMINADAS	SEMENTES NÃO GERMINADAS	% GERMINAÇÃO
TEMPERATURA AMBIENTE	0	50	0
4 GRAUS CELSIUS	43	7	86

Os resultados do efeito da lavagem das sementes e das condições de luminosidade (claro/escuro) na germinação podem ser observados na figura 12.

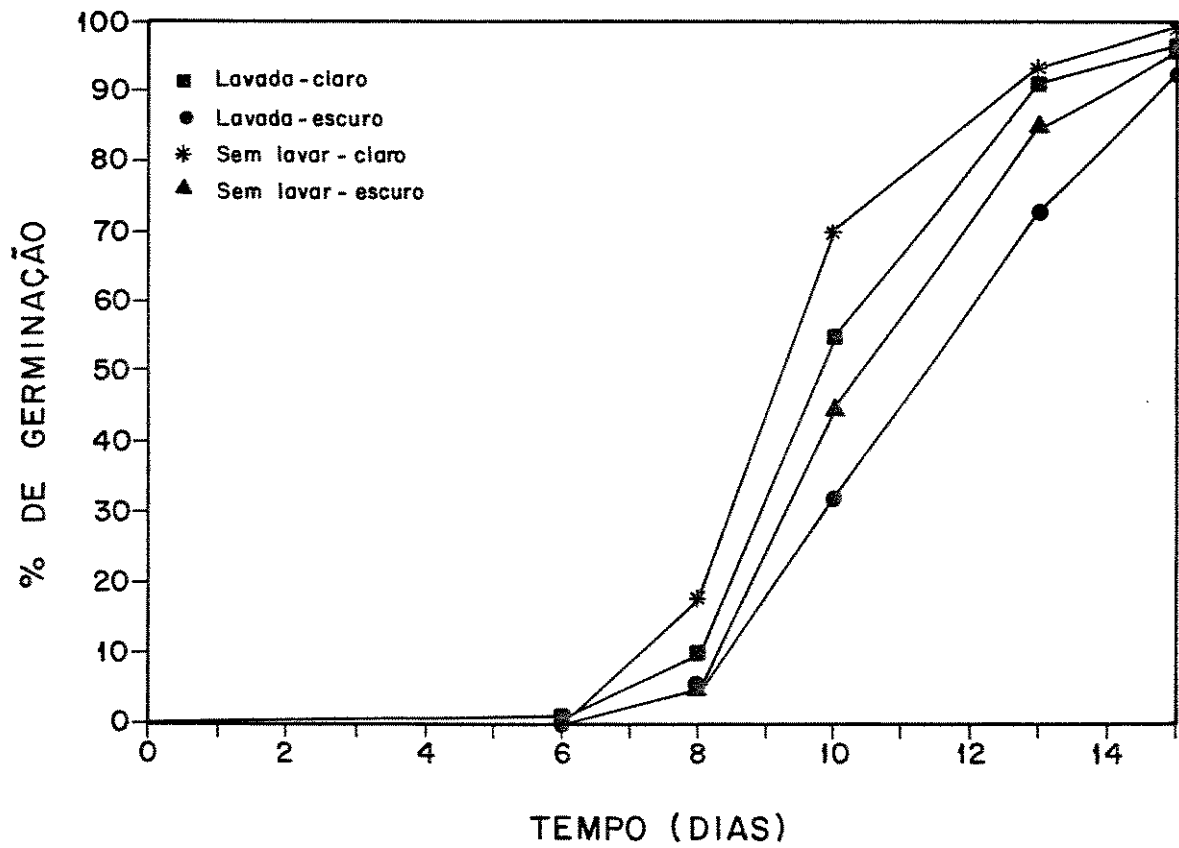


Figura 12: Efeito da lavagem e das condições de luminosidade (claro-escuro) na germinação de sementes de *P. venusta* (para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes)

Substâncias de reserva

Os resultados das determinações das substâncias de reserva da semente foram os seguintes:

Lipídios totais : 20,95% a 21,36%

Proteínas totais: 12,06% a 18,93%

MORFOLOGIA DA PLANTULA E DA PLANTA

Após sete dias da semeadura, em média, observou-se que a radícula emerge na região da micrópila. A zona pilífera é geralmente indistinta a olho nu, em virtude de apresentar pêlos absorventes curtos e pela presença de pêlos mais esparsos no restante da raiz primária. Após 10 dias da germinação, a raiz primária atinge um comprimento total de até 13 mm; a coifa é bem visível, atingindo até 3 mm de comprimento. A zona pilífera apresenta, neste estágio, morfologia variável; em algumas raízes os pêlos absorventes são mais longos, sendo esta região facilmente distinguível a olho nu; entretanto, na maioria das sementes germinadas, os pêlos absorventes são curtos, sendo distinguíveis com facilidade apenas sob lupa. Os cotilédones permanecem envolvidos pelo tegumento e justapostos à superfície do substrato, uma vez que não ocorre, basicamente, alongamento do hipocótilo. Entretanto, mesmo sob o tegumento, os cotilédones apresentam coloração verde, em virtude da diferenciação dos proplastídios em cloroplastos.

Nas plântulas com 15 dias de idade, o epicótilo emerge rompendo o tegumento juntamente com os dois nomófilos. Estes são trifoliolados e apresentam padrão de filotaxia oposta (Figura 13a).

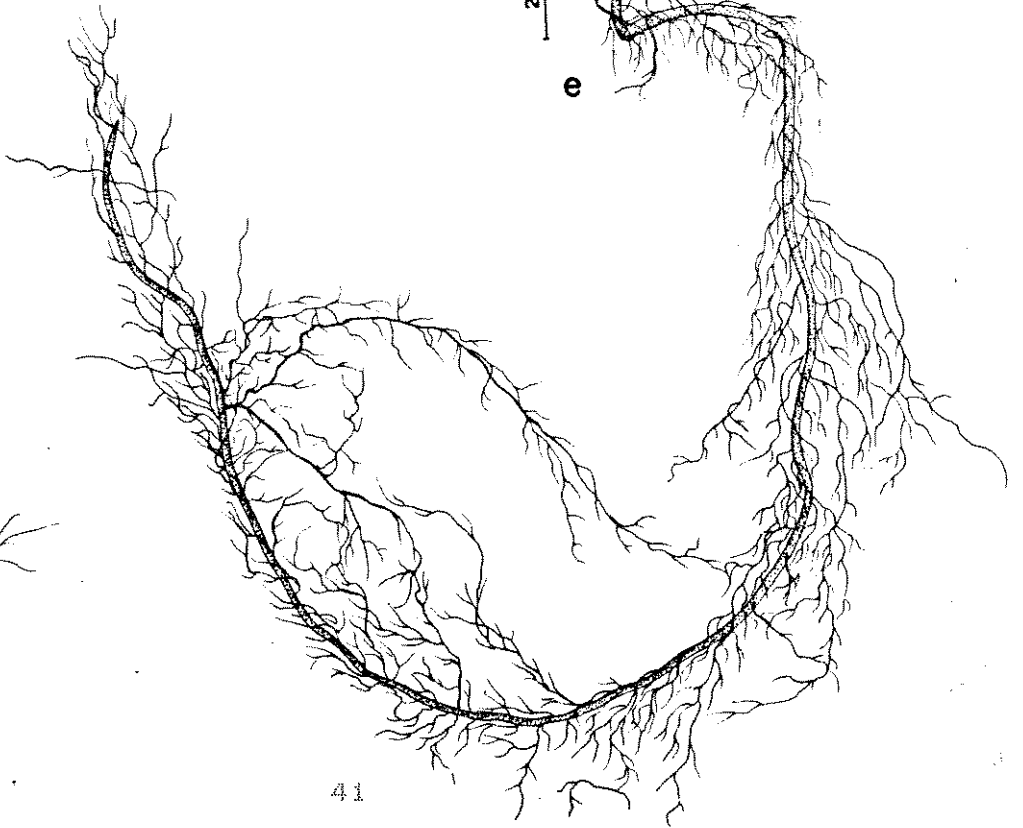
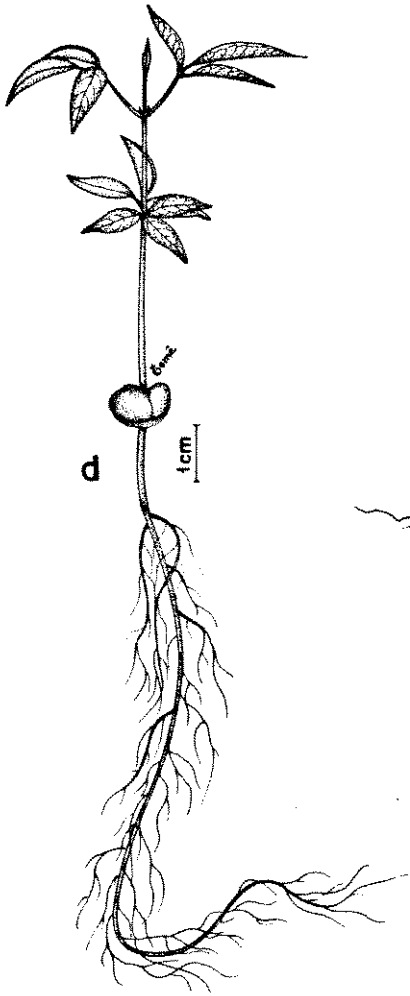
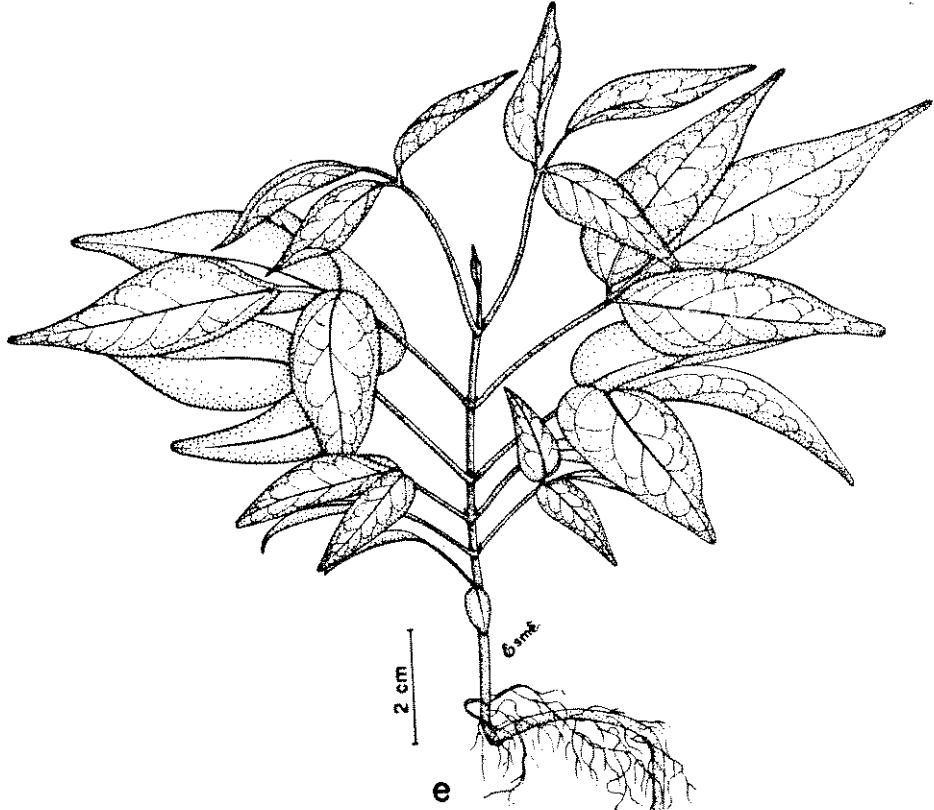
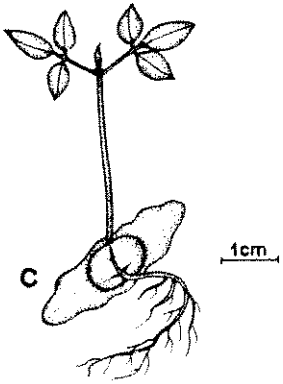
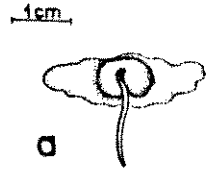
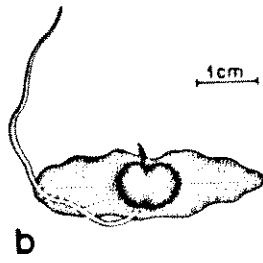
Com 20 dias de idade, a raiz principal atinge comprimentos variáveis entre 32 e 56 mm e o epicótilo atinge de 0,8 a 10 mm, apresentando, ainda, apenas um par de nomófilos (Figura 13b).

A partir deste estágio, o desenvolvimento do epicótilo se processa com maior rapidez. Em plântulas com 25 dias de idade,

desenvolvidas em placas Gerbox, as raízes principais apresentam-se nas mesmas condições anteriores; entretanto, o epicótilo atinge um desenvolvimento maior, chegando até 20 mm de comprimento e com um par de folhas compostas, trifolioladas, com o folíolo mediano maior, atingindo até 0,7 mm de comprimento (Figura 13c).

Plântulas com 10 dias de idade foram transferidas para sacos plásticos com vermiculita e cultivadas em casa de vegetação. Nestas condições, com 30 dias de idade, a raiz principal atinge até 85 mm de comprimento. Nela, a cerca de 35 mm da extremidade, começam a aparecer as primeiras raízes secundárias. O epicótilo chega a 27 mm de altura, porém, ainda com um par de folhas, além dos primórdios foliares da gema apical, com os folíolos medianos atingindo até 11 mm de comprimento e os laterais até 9 mm (Figura 13d).

Com 60 dias de idade, a raiz principal atinge até 350 mm de comprimento, com raízes secundárias numerosas e também ramificadas, formando um sistema radicular tipicamente axial pivotante. O caule, com 70 a 80 mm de comprimento, apresenta, além do nó cotiledonar, geralmente visível, mais 4 a 6 nós bem visíveis, com folhas trifolioladas dispostas em um padrão filotático oposto-decussado. Os cotilédones, que ainda persistem em poucas plantas, apresentam-se em adiantada fase de esgotamento, mantendo-se sempre juntos ao substrato e, ainda, envoltos pelo tegumento. Dos quatro ou seis pares de folhas, o mais velho apresenta-se com folíolos menores que os demais, com exceção do mais jovem que ainda se encontra em desenvolvimento (Figura 13e).



Nas condições normais de germinação e de crescimento das plântulas, as folhas iniciais sempre se apresentaram trifolioladas. A análise de 72 plantas com 90 dias de idade, cultivadas em sacos plásticos com terra em casa de vegetação, mostrou uma grande variação no número de nós - de 4 a 10 - e na altura total atingida pelo caule - de 3,7 a 38,5 cm.. Além disso, não houve uma correlação absoluta entre o número de nós e a altura total atingida, pois plantas com 5 e 8 nós apresentaram, respectivamente, 11,1 cm e 4,1 cm de altura. Do total de plantas analisadas, apenas três delas apresentaram folhas com gavinhas, a menor com 13 nós e 22,5 cm de altura, e a maior com 10 nós e 38,5 cm de altura; apenas uma das plantas atingiu 24,7 cm de altura, com 9 nós, e não apresentou desenvolvimento de gavinha.

ANATOMIA DO CAULE

Organização do ápice caulinar

Cortes longitudinais medianos da extremidade do caule mostram o promeristema constituído por um maciço celular que apresenta um típico padrão de organização, onde se distinguem duas camadas celulares superficiais, a túnica, e um conjunto celular central, o corpo (Figura 14).

A camada externa da túnica é constituída por células retangulares, em geral pouco mais altas que largas, com paredes finas e pectocelulósicas, sendo as paredes periclinais externas revestidas por fina cutícula; o citoplasma é denso, o núcleo é volumoso ocupando a porção central da célula, e o nucléolo é bem visível. Todas as divisões celulares observadas nesta camada ocorrem através de paredes anticlinais. Esta camada dá origem à protoderme, que é contínua com a protoderme dos primórdios foliares. A segunda camada da túnica é constituída por células semelhantes às da primeira camada, que se dividem habitualmente por paredes anticlinais; divisões por paredes periclinais foram observadas na formação dos primórdios foliares e na diferenciação dos meristemas primários. Pode-se observar que as células da túnica situadas na porção axial mediana apresentam-se menos coradas que as situadas lateralmente (Figura 14).

O corpo é constituído por um pequeno número de células de contorno poligonal, mais ou menos isodiamétricas, situado abaixo da túnica. Suas células apresentam citoplasma denso, núcleo volumoso e não deixam meatos aeríferos entre si; são pouco maiores

que as células da túnica, apresentando um arranjo irregular em virtude de as divisões celulares se processarem em diversos planos. O corpo consiste de três regiões claramente distinguíveis: 1- a região central, constituída pelas iniciais, situada na porção axial central do ápice, logo abaixo da túnica; 2- as regiões laterais do corpo, que produzem camadas que se situam abaixo da túnica, lateralmente, constituídas por células que se coram com maior intensidade e que participarão do meristema periférico e 3- as derivadas da porção basal da região central, que vão constituir o meristema medular, cujas células coram com menor intensidade, apresentam núcleos proporcionalmente menores e maior desenvolvimento do vacuoma (Figura 14).

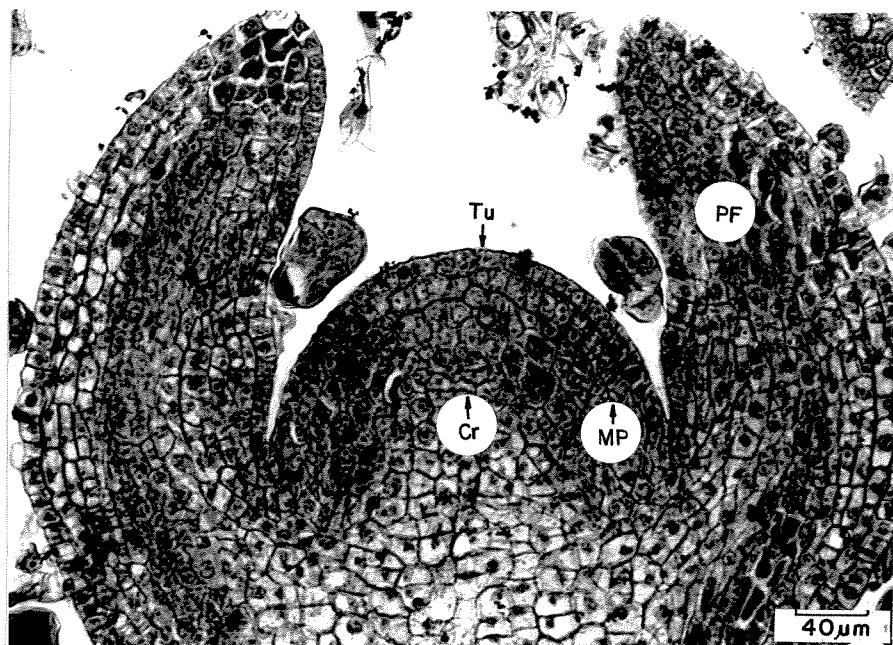


Figura 14: Corte longitudinal de ápice caulinar de *E. venusta*, mostrando a organização do promeristema e de dois primórdios foliares (16,0 X 1,25). (Cr- corpo; MP- meristema periférico; PF- primórdio foliar; Tu- túnica).

Estrutura primária

A diferenciação dos tecidos caulinares prossegue, a partir dos meristemas apicais, com a formação dos três meristemas primários: protoderme, procâmbio e meristema fundamental (Figura 15 a e b).

A protoderme, originada da camada externa da túnica, é constituída por células retangulares com as paredes periclinais externas revestidas por cutícula fina; é dotada de tricomas unisseriados, tricomas glandulares (Figuras 14 e 15a e b) e poucos estômatos, cujas estruturas serão descritas posteriormente.

Abaixo do ponto de inserção do primeiro par de primórdios foliares, já se observa a diferenciação do procâmbio, que se apresenta, em corte longitudinal, como duas faixas com seis a oito células de largura e cujas células, estreitas, alongadas e com citoplasma denso, contrastam, de ambos os lados, com as células do meristema fundamental. Entre a protoderme e o procâmbio, localiza-se a porção do meristema fundamental que dará origem ao córtex, constituído por cerca de quatro camadas de células retangulares, aproximadamente isodiamétricas, com citoplasma pouco menos denso que o das células do procâmbio. Na parte central do caule, localiza-se a porção do meristema fundamental que dará origem à medula; suas células se encontram em estágio de diferenciação pouco mais avançado que as da região cortical, apresentando-se maiores e mais vacuolizadas que aquelas, porém ainda em arranjo compacto, sem meatos aeríferos visíveis (Figura 15 a e b).

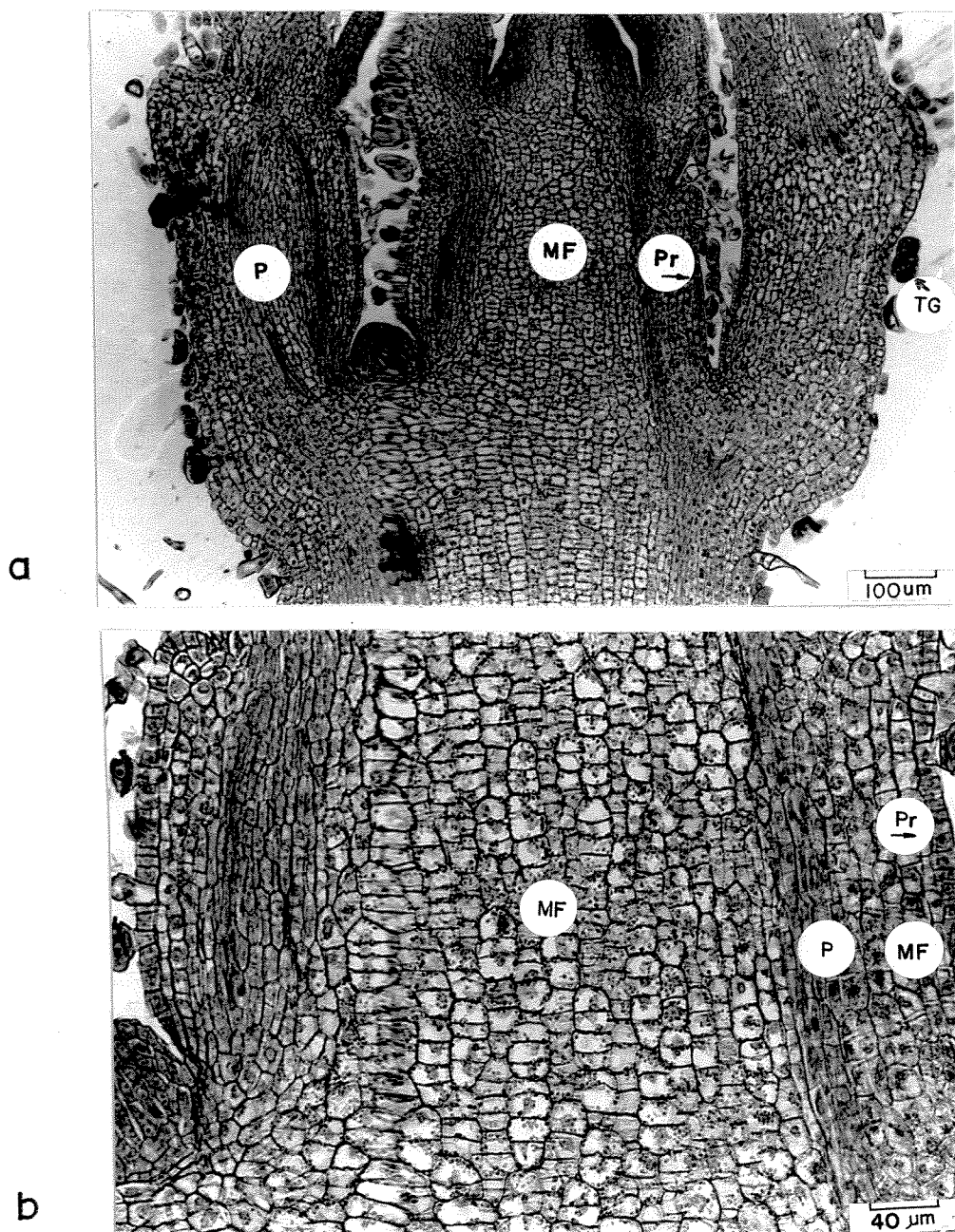


Figura 15: Corte longitudinal de ápice caulinar de *P. venusta*, mostrando os três meristemas primários diferenciados, abaixo do primeiro nó (a- 6,3 X 1,25; b- 16,0 X 1,25). (MF- meristema fundamental; P- procâmbio; Pr- protoderme; TG- tricoma glandular).

Ao nível do terceiro entrenó, pode-se observar uma maior diferenciação do tecido vascular com elementos de protoxilema, anelados e espiralados, e elementos de protofloema já formados (Figura 16). Pode-se observar uma diferenciação precoce do protofloema em relação ao protoxilema. Na porção externa do procâmbio, junto ao protofloema, as células apresentam um desenvolvimento

axial acentuado (Figura 16).

Ao nível do quarto entrenó, verifica-se um pequeno aumento em diâmetro do caule, devido quase que exclusivamente à expansão das células em diferenciação, pois o número de camadas celulares do córtex e da medula permanece quase que constante.

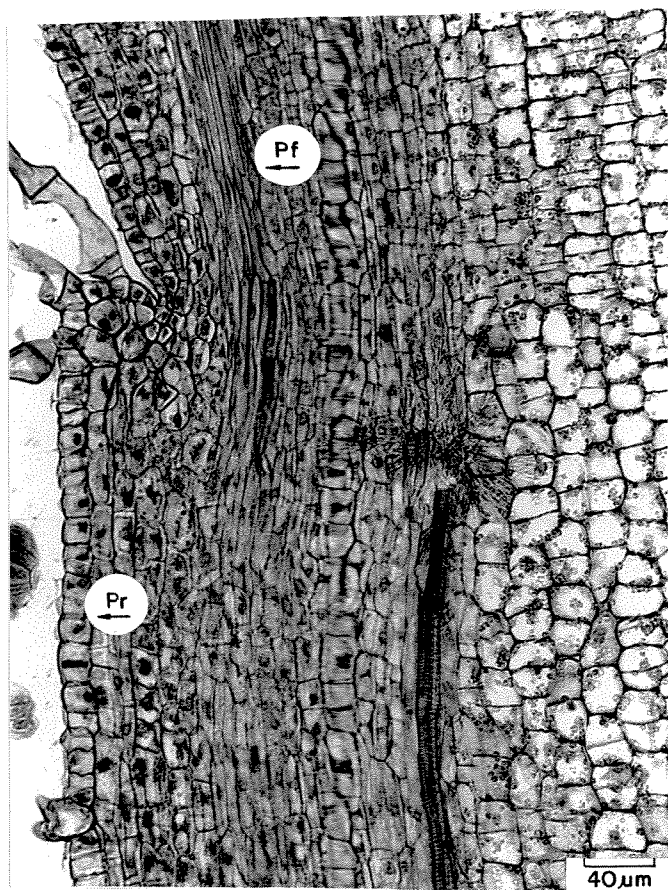


Figura 16: Corte longitudinal de ápice caulinar de *P. venusta*, ao nível do terceiro entrenó (16,0 X 1,25). (Pf- protofloema; Pr- protoderme; Px- protoxilema).

Cortes transversais ao nível do quinto entrenó mostram que o caule apresenta contorno sinuoso. A epiderme é uniestratificada, sendo constituída por células retangulares com altura relativamente constante; além dos tricomas, estômatos em pequeno número podem ser observados. O procâmbio forma um anel completo, não

apresentando, entretanto, uma largura uniforme, pois ao longo da circunferência ocorrem oito massas procambiais maiores que, por serem contornadas externamente pelo tecido cortical que af mantém o mesmo número de camadas celulares, conferem ao caule um contorno sinuoso; esse procâmbio é constituído por células de paredes pouco mais finas que as corticais, com contorno poligonal (4 a 6 lados), apresentando geralmente paredes periclinais retilíneas em consequência da atividade mitótica que af se desenvolve. As massas procambiais maiores dão origem aos oito feixes vasculares principais; na sua porção externa, desenvolve-se o protofloema que, junto ao córtex, apresenta um conjunto de fibras floemáticas em estágio inicial de diferenciação. A porção interna, limitada pelo cilindro líbero-lenhoso em diferenciação, é ocupada pelo meristema fundamental, já em estado mais avançado de diferenciação: suas células são mais arredondadas, com vacuoma bem desenvolvido, e com cloroplastos no citoplasma. As células que ocorrem junto aos polos de protoxilema apresentam tamanho menor que as centrais (Figura 17).

Como foi dito, o caule em corte transversal apresenta contorno sinuoso, com reentrâncias e saliências, estas últimas correspondendo às regiões dos cordões de esclerênquima dos oito feixes vasculares maiores. As células epidérmicas, em vista frontal, apresentam formatos diferentes naquelas duas regiões: nas saliências, são alongadas no sentido do eixo (Figura 18), enquanto nas reentrâncias as células, embora algo alongadas, tendem para a isodiametria. Na região das reentrâncias, localizam-se, preferencialmente, os estômatos e os tricomas glandulares (Figura 19). Cortes transversais revelam que, no córtex, a pri-

meira camada subepidérmica, nas regiões das reentrâncias, não é dotada de cloroplastos. Nas saliências, abaixo da epiderme, ocorrem de três a cinco camadas de colênquima em diferenciação. Entre este colênquima e os cordões de esclerênquima em diferenciação, há uma camada de parênquima, cujas células apresentam cloroplastos (Figura 17).

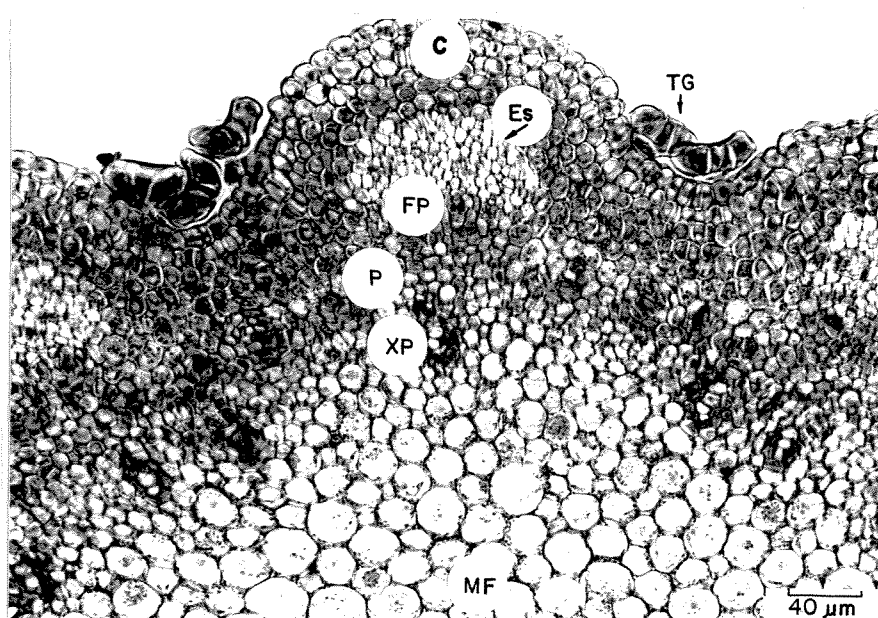


Figura 17: Corte transversal de caule de *P. venusta* ao nível do quinto entrenó (16,0 X 1,25). (C- colênquima; Es- esclerênquima; FP- floema primário; MF- meristema fundamental; P- procâmbio; TG- tricoma glandular; XP- xilema primário).

Poucas são as modificações que ocorrem ao nível do sexto entrenó, que são visíveis principalmente nos tecidos vasculares, com o maior desenvolvimento do metaxilema e do metafloema. Nas regiões entre os feixes, o procâmbio dá origem a polos de floema na sua face externa, sem os correspondentes polos de xilema na face interna. No córtex, verifica-se uma diferenciação pouco maior do colênquima situado nas saliências e sua continuidade com a camada subepidérmica das regiões das reentrâncias.

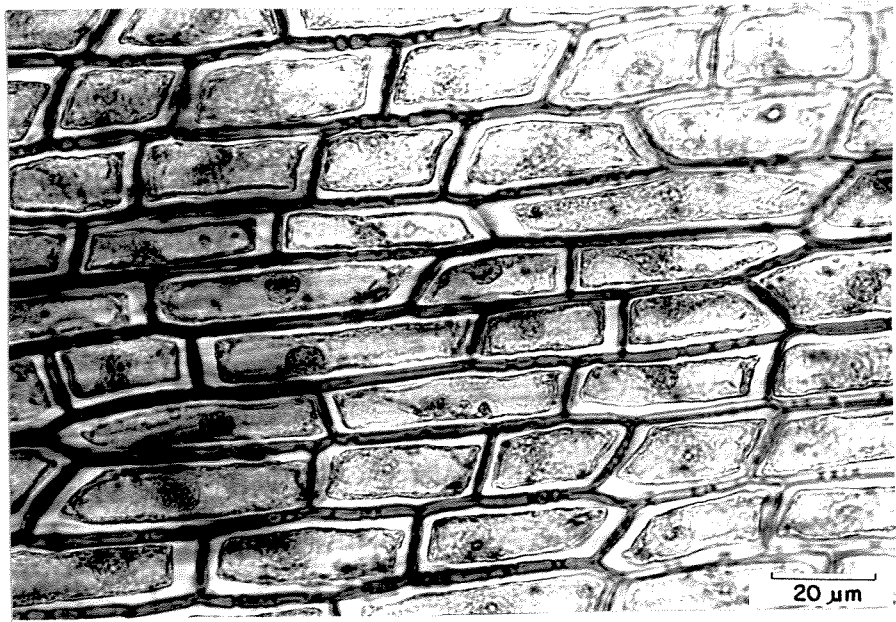


Figura 18: Vista frontal da epiderme do caule de *P. venusta*, na região da saliência ao nível do quinto entrenó (40,0 X 1,25).

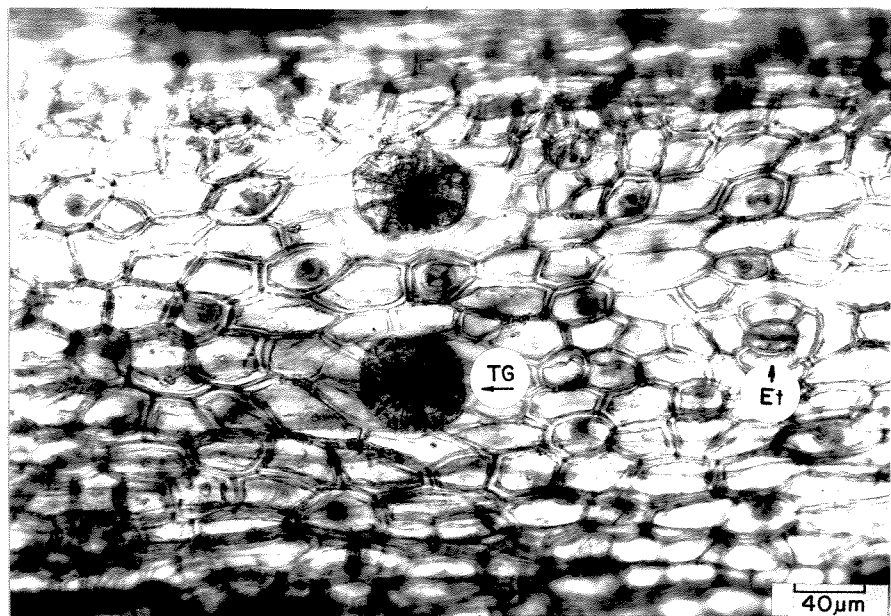


Figura 19: Vista frontal da epiderme do caule de *P. venusta*, na região da reentrância ao nível do quinto entrenó (16,0 X 1,25). (TG- tricoma glandular; Et- estômato).

Estrutura secundária

Ao nível do oitavo entrenó, observa-se o início da formação do câmbio, pelo aparecimento de uma faixa estratificada entre o metaxilema e o metafloema. Esta faixa surge pela divisão das células do procâmbio inicialmente nas porções fasciculares e, posteriormente, em continuidade com as porções interfasciculares. Neste estágio, a medula encontra-se em estado avançado de diferenciação; entretanto, os cordões de fibras do floema e o colênquima cortical ainda encontram-se pouco diferenciados, sem os espessamentos característicos de suas paredes celulares (Figura 20).

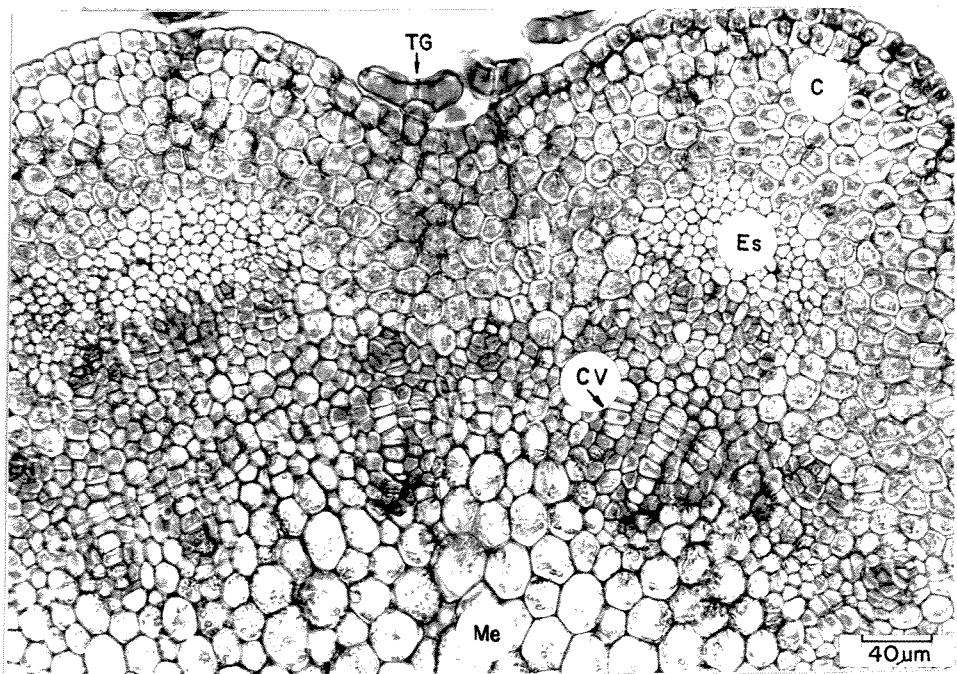


Figura 20: Corte transversal de caule de *P. venusta* em início de estrutura secundária, ao nível do oitavo entrenó (16,0 X 1,25). (C- colênquima; CV- câmbio vascular; Es- esclerênquima; TG- tricoma glandular).

Ao nível do nono entrenó (Figura 21), a estrutura secundária já se encontra em estágio mais avançado de diferenciação. Nas

regiões interfasciculares, o câmbio produz fibras e parênquima pela sua porção interna e elementos de deuterofloema pela sua porção externa. Nos feixes, o parênquima do protoxilema mantém-se pectocelulósico, podendo-se também observar, nesta fase, a obliteração dos elementos do protoxilema; o deuterofloema fica separado do metafloema pelas camadas parenquimáticas produzidas anteriormente pelo procâmbio; os elementos do protofloema são obliterados e, por estarem situados junto aos cordões de esclerênquima e apresentarem-se lignificados, são dificilmente visíveis. As células da medula começam a sofrer lignificação de suas paredes; este processo atinge, inicialmente, as células da região perimedular; os meatos aeríferos são mais conspícuos em virtude do formato mais arredondado das células (Figura 21); no citoplasma, a presença de cloroplastos ainda é constante.

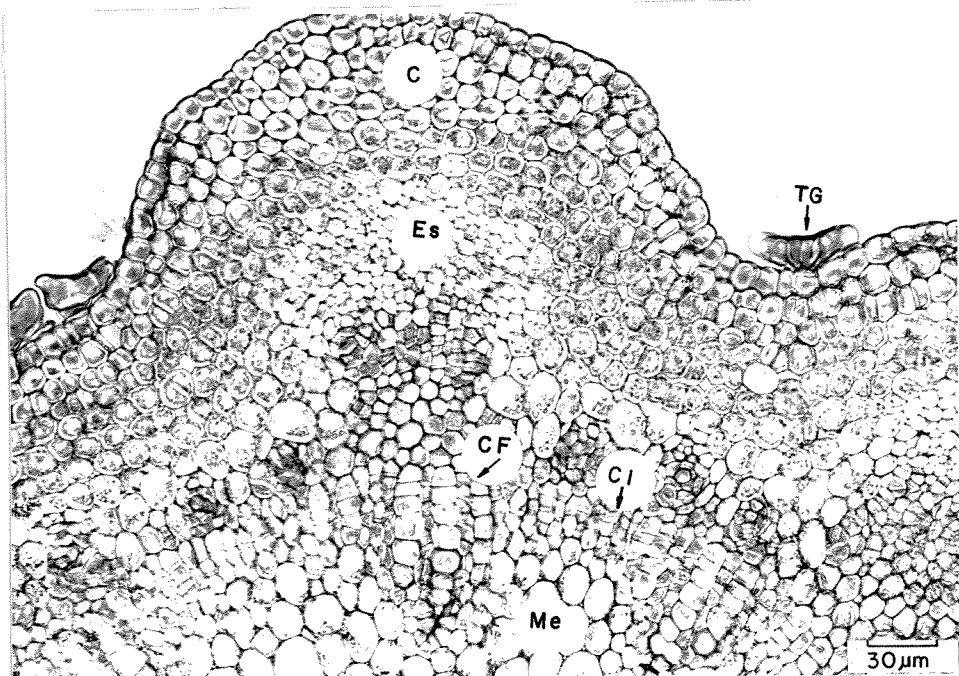


Figura 21: Corte transversal de caule de *E. venusta* ao nível do nono entrenó (16,0 X 1,6). (C- colênquima; CF- câmbio fascicular; CI- câmbio interfascicular; Es- esclerênquima; Me- medula; TG- tricoma glandular).

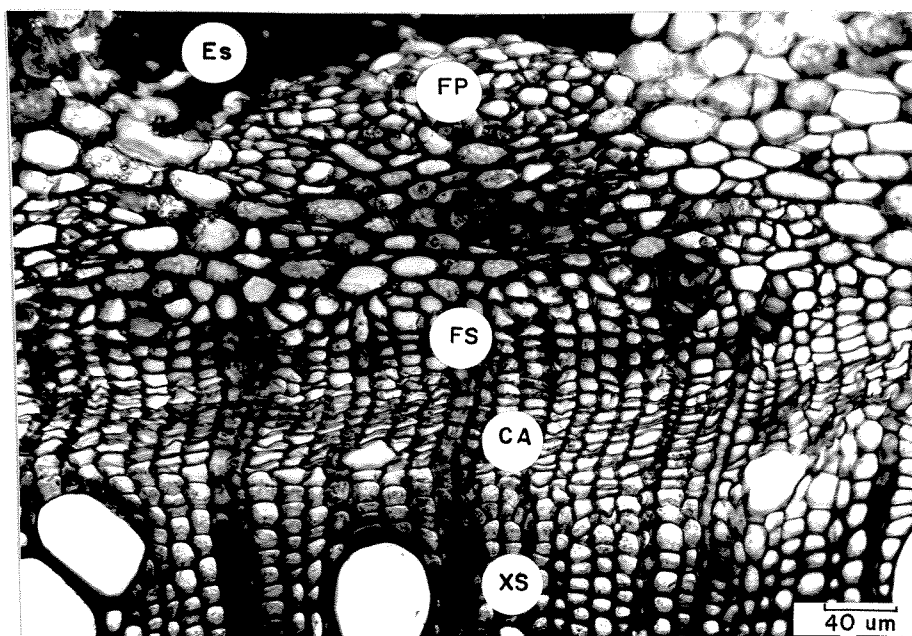


Figura 22: Corte transversal de caule de *P. venusta* mostrando o início da formação da estrutura secundária anômala, ao nível do décimo-primeiro entrenó (16,0 X 1,25). (CA- câmbio anômalo; Es- esclerenquima; FP- floema primário; FS- floema secundário; XS- xilema secundário).

A partir do décimo-primeiro entrenó, o câmbio interfascicular passa a produzir elementos condutores do deuteroxilema. Inicia-se, também, o desenvolvimento da estrutura secundária anômala (Figura 22). Como foi descrito, o caule em sua estrutura primária apresenta oito cordões procambiais maiores, que se diferenciam nos oito feixes maiores do caule; nestes feixes, na porção externa do floema, os cordões de fibras já encontram-se diferenciados. A estrutura secundária anômala inicia-se nas regiões cambiais situadas nestes feixes maiores, alternadamente, quando o caule atinge de 2,0 a 3,0 mm de diâmetro; assim, em quatro dos feixes, os que constituirão os traços foliares laterais, as faixas cambiais de cerca de 0,4 mm de largura passam a produzir, na sua porção externa, faixas de fibras, com três a quatro células de espessura para, em seguida, produzir seis a

sete camadas de elementos condutores e parenquimáticos (Figura 23). Na porção interna deste câmbio anômalo, a produção de deuteróxilema fica extremamente reduzida. Assim, comparativamente, a atividade na porção externa do câmbio anômalo é bem maior, havendo uma maior produção de floema, dando origem, deste modo, a quatro blocos de floema que penetram no xilema (Figura 24). Ainda nesses níveis, na região pericíclica, junto aos polos menores de floema produzidos pelo câmbio interfascicular, desenvolvem-se novos elementos esclerenquimáticos; estes elementos, bem como os blocos de floema anômalo, podem ser observados na figura 24. A produção de tecidos secundários leva à obliteração dos elementos do protofloema e do deuterofloema situados mais externamente em relação à faixa cambial anômala.

Ao nível do décimo-oitavo entrenó, inicia-se a formação da periderme pela desdiferenciação de elementos liberianos e corticais que dão origem ao felogênio, o qual se forma, inicialmente, sob os cordões de esclerênquima, às custas de células parenquimáticas de origem procambial, floemáticas portanto (Figura 25 a). Em geral este início de formação do felogênio principia em regiões nas quais o câmbio anômalo já apresentou alguma atividade, com a produção de fibras e demais elementos de deuterofloema; a desdiferenciação prossegue contornando os cordões de esclerênquima e as células do córtex dividem-se por paredes oblíquas ou anticlinais, até atingir a primeira ou segunda camada parenquimática subepidérmica e prosseguindo, então, paralela à epiderme (Figura 25 a e b). A atividade do felogênio dá origem, internamente, a uma ou duas camadas de feloderme e, externamente, ao felema cujas células têm paredes que bem cedo tornam-se

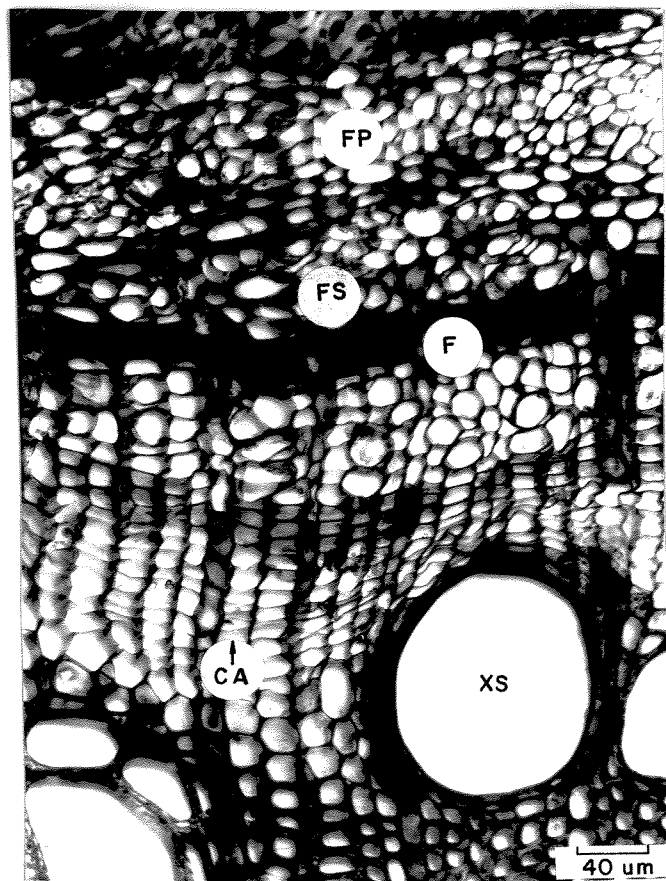


Figura 23: Corte transversal de caule de *P. venusta* mostrando fase inicial da atividade cambial anômala, ao nível do décimo-terceiro entrenó (16,0 X 1,25). (F- fibra; FP- floema primário; FS- floema secundário; XS- xilema secundário).

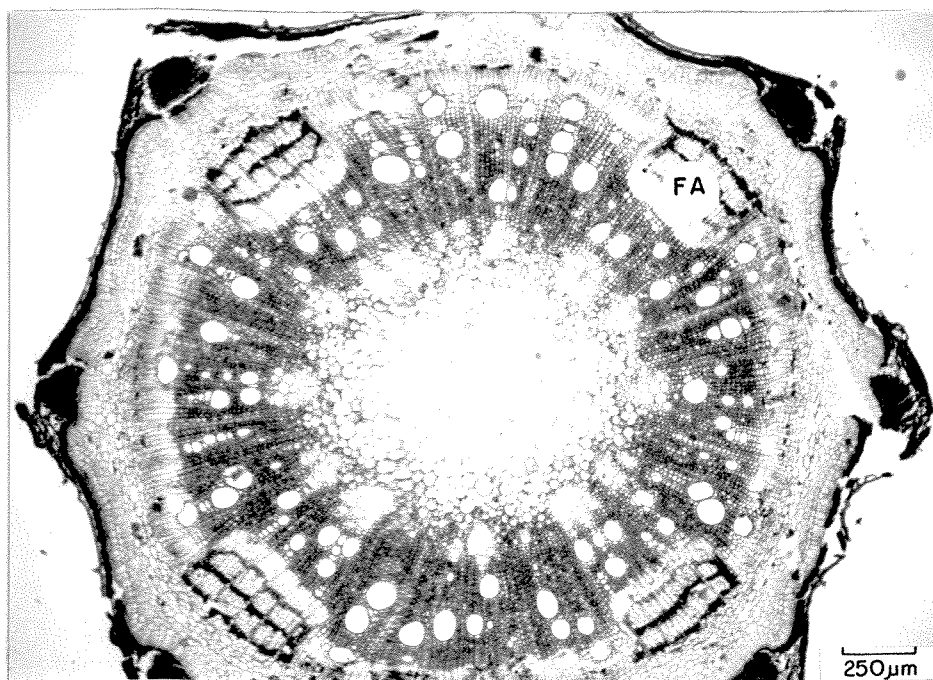


Figura 24: Corte transversal de caule de *P. venusta* mostrando os 4 blocos de floema anômalo, ao nível do décimo-oitavo entrenó (2,5 X 1,25). (FA- floema anômalo).

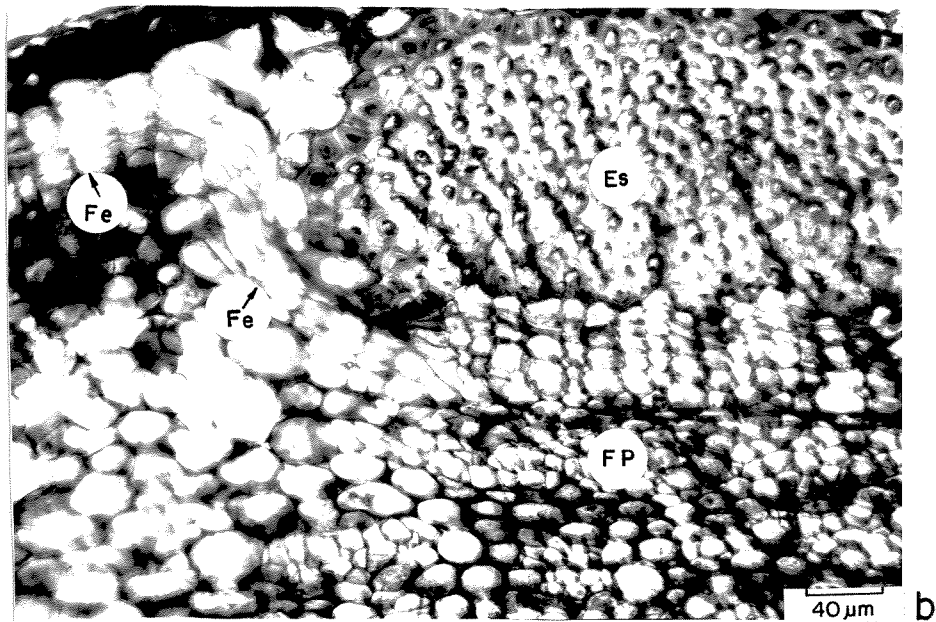
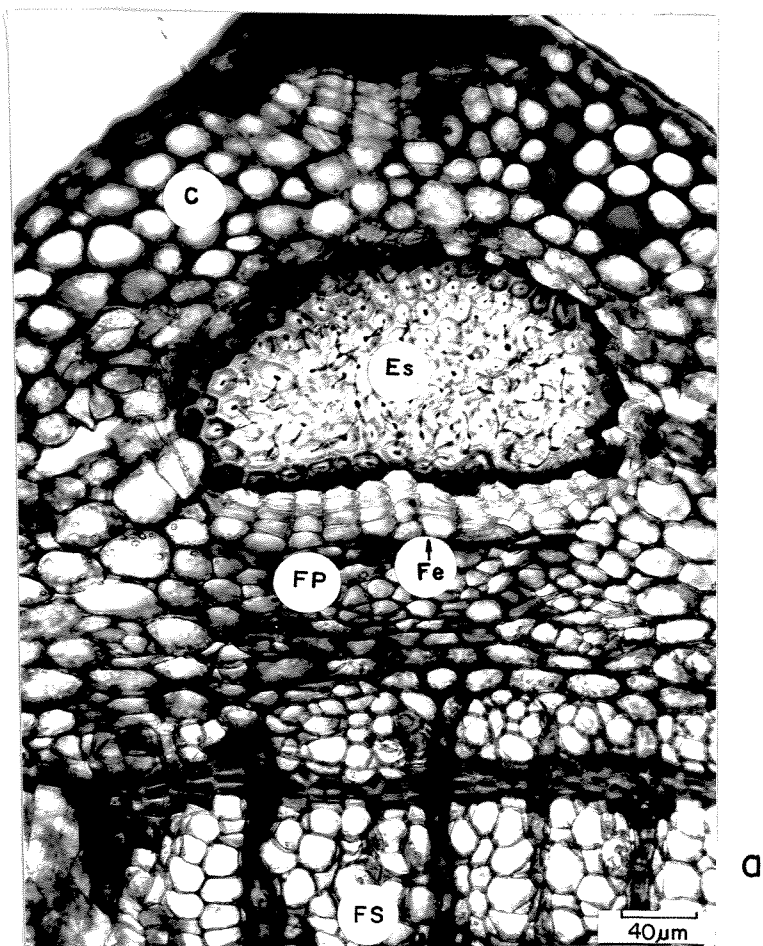


Figura 25: Cortes transversais de caule de *P. venusta* mostrando 2 estádios da formação da periderme, ao nível do décimo-oitavo entrenó (a- 16,0 X 1,25; b- 16,0 X 1,25). (C- colênquima; Es- esclerênquima; Fe- felogênio; FP- floema primário; FS- floema secundário).

suberificadas e impregnadas por lignina. Nas regiões situadas sob os cordões de esclerênquima, o felogênio produz várias camadas de feloderme que, progressivamente, deslocam os cordões de esclerênquima e as respectivas faixas de felogênio em direção à superfície. Assim, os tecidos situados externamente à periderme, incluindo os cordões de esclerênquima que, na estrutura primária situavam-se diante dos feixes maiores, são eliminados.

A medida que progride o desenvolvimento da estrutura secundária, novas porções cambiais situadas ao lado da faixa floemática anômala podem dar origem a novas porções de câmbio anômalo, que desenvolvem o mesmo tipo de atividade dos câmbios anômalos iniciais. Quando novas faixas cambiais anômalas se diferenciam de ambos os lados da floemática anômala inicial, o conjunto floemático assim formado adquire o formato de uma cunha. A continuação da atividade cambial faz com que ocorra a obliteração de grande parte do tecido do deuterofloema, que se apresenta com porções lignificadas em arranjo desordenado, acompanhando aproximadamente as sinuosidades dos raios parenquimáticos (Figura 26).

Anatomia da região nodal

Cortes seriados de um entrenó mostram um progressivo aumento em diâmetro do caule à medida que se aproxima do nó, especialmente no sentido do eixo que une os pecíolos opostos. Estas alterações de tamanho e de forma são acompanhadas por alterações correspondentes do cilindro vascular, que se alonga na direção dos pecíolos. A cerca de 620 um abaixo da base do pecíolo, o

feixe vascular mais proeminente separa-se do cilindro central e afasta-se em direção ao pecíolo. Logo a seguir, mais dois feixes destacam-se do cilindro vascular, penetrando, subsequentemente, no pecíolo. Assim, o pecíolo recebe três traços foliares que, por serem contíguos no cilindro central, deixam apenas uma lacuna. Logo após a entrada na base do pecíolo, os dois traços laterais se subdividem, ficando o pecíolo vascularizado por cinco feixes (Figura 27a, b e c).

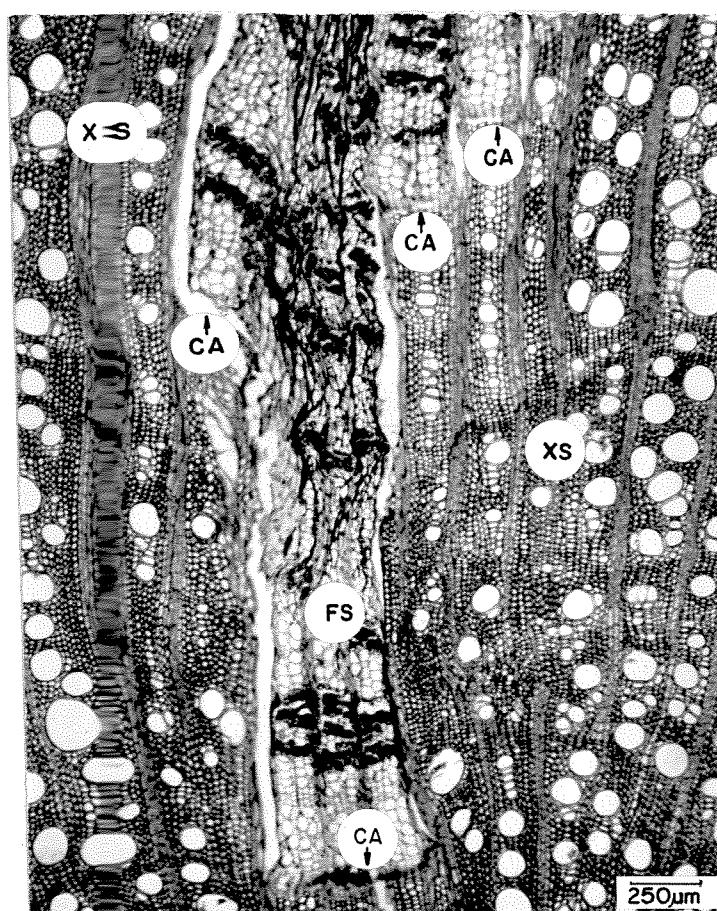


Figura 26: Corte transversal de caule de *P. venusta* em estágio avançado de estrutura secundária anômala (2,5 X 1,25). (CA- câmbio anômalo; FS- floema secundário; XS- xilema secundário).

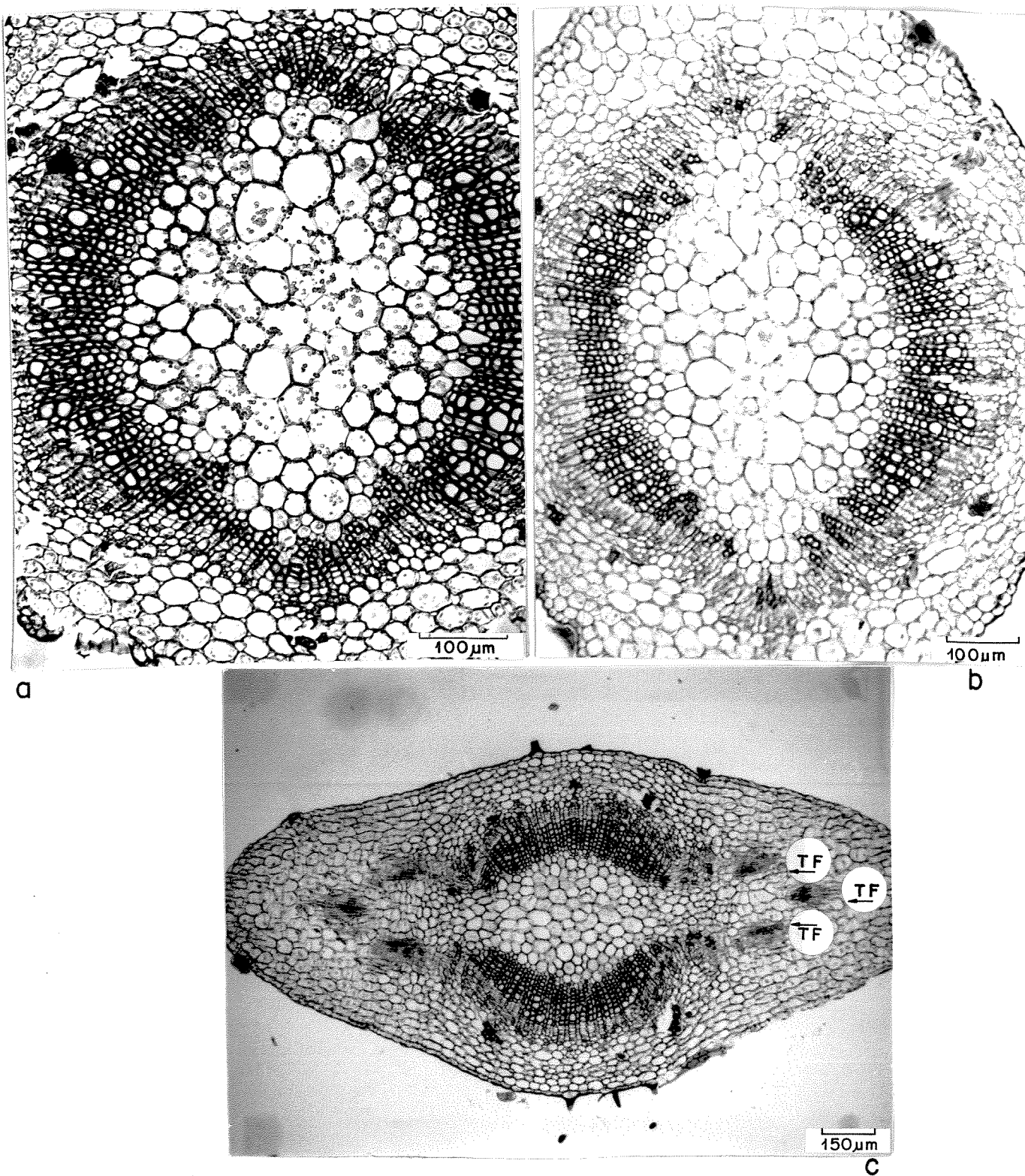


Figura 27: Cortes transversais de caule de *P. venusta*, mostrando três estádios sucessivos da saída de feixes vasculares do caule para o pecíolo (a- 6,3 X 2,0; b- 6,3 X 1,6; c- 2,5 X 2,0). (TF- traço foliar).

Ontogênese dos primórdios foliares

A observação de um corte longitudinal de um ápice mostra um aspecto achatado, que se modifica gradualmente à medida que se processa o desenvolvimento dos primórdios foliares, chegando a atingir o formato de um domo (Figura 14).

O primeiro sinal externo da formação dos primórdios foliares é o aparecimento de duas protuberâncias situadas em lados opostos do promeristema (Figura 28), uma vez que *P. venusta* apresenta filotaxia oposta-decussada; esse meristema em atividade mostra-se acentuadamente convexo, em virtude das divisões anticlinais da túnica e das divisões do corpo em diversos planos. Nas laterais do promeristema, ocorre um aumento da atividade mitótica nas células do corpo, especialmente no terceiro e no quarto estratos celulares. Pode-se verificar, nestas regiões, que as células apresentam sinais evidentes de divisões celulares, com paredes em formação em células binucleadas e mostrando uma maior afinidade pelos corantes (Figura 28). As divisões predominantemente periclinais e a concomitante diferenciação das células filhas dão origem aos primórdios foliares. A camada superficial da túnica, por apresentar apenas divisões anticlinais, é contínua com a camada superficial do primórdio foliar (Figura 29). As divisões predominantemente anticlinais e a diferenciação celular no primórdio em desenvolvimento são responsáveis pelo seu alongamento inicial. Divisões periclinais ocasionais contribuem para o aumento em diâmetro do primórdio foliar.

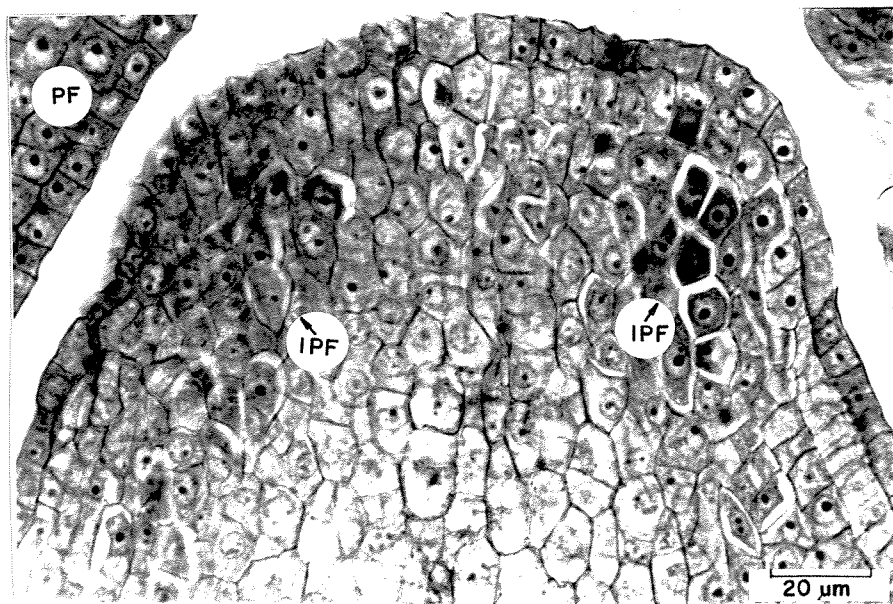


Figura 28: Corte longitudinal de ápice caulinar de *E. venusta*, mostrando o início da formação dos primórdios foliares (40,0 X 1,25). (IPF- início de primórdio foliar; PF- primórdio foliar).

A formação dos primórdios foliolares inicia-se na base do primórdio foliar, através de divisões periclinais nas terceira e quarta camadas celulares. Forma-se assim, para cada folíolo, uma protuberância. Divisões anticlinais que se sucedem, promovem o alongamento do primórdio foliolar (Figura 29).

Em plantas que se desenvolvem em seu ambiente natural, geralmente nas rebrotas, as primeiras folhas são trifolioladas e a partir do quarto ou quinto nó, o folíolo central é substituído por uma gavinha de ápice tripartido; naquelas cultivadas em casa de vegetação, a gavinha surge a partir do sétimo nó. Nas folhas trifolioladas, os três folíolos seguem o mesmo padrão de desenvolvimento.

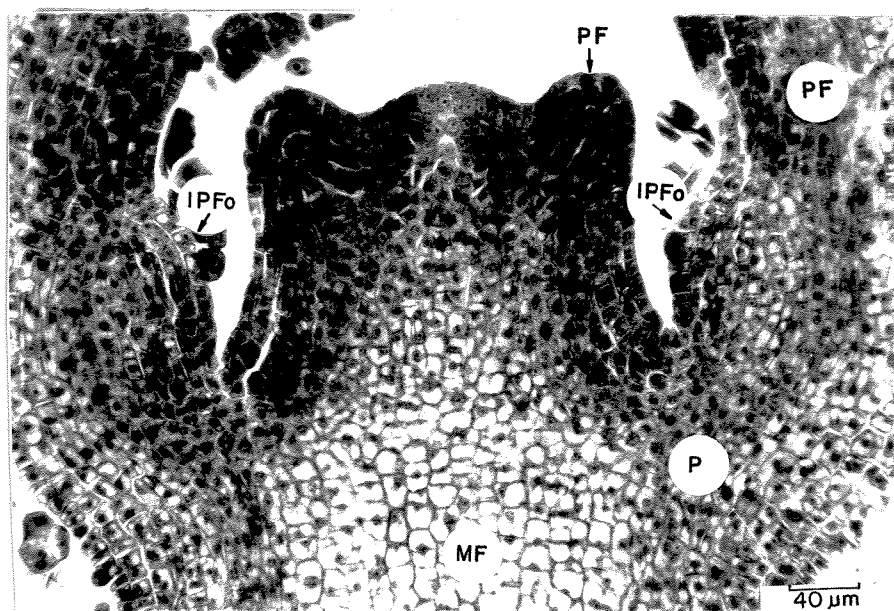
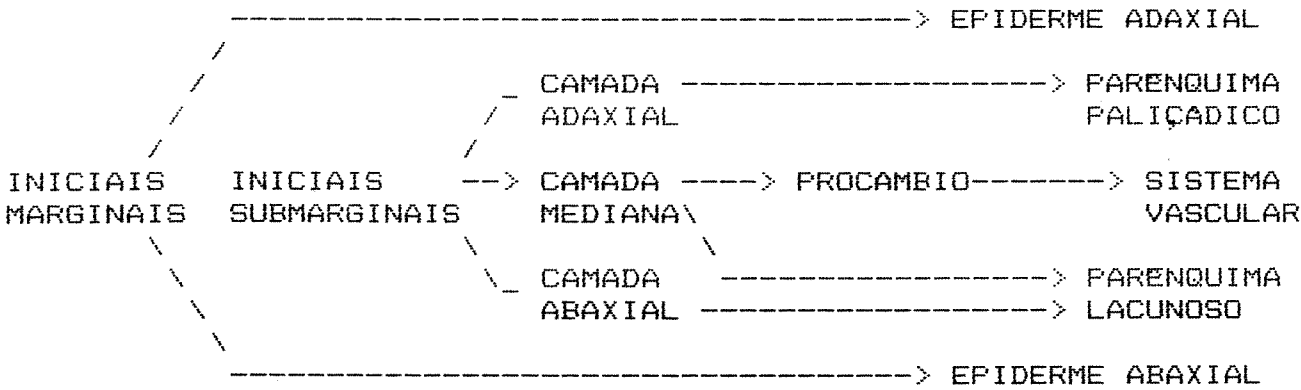


Figura 29: Corte longitudinal de ápice caulinar de *P. venusta*, mostrando o início da formação dos primórdios foliolares (16,0 X 1,25). (IPFo- início de primórdio foliolar; P- procâmbio; PF- primórdio foliar).

Inicialmente, toda a massa celular do primórdio foliolar apresenta-se meristemática. Posteriormente, com o aumento de tamanho do primórdio, as células iniciais restringem-se ao ápice, onde podem ser distinguidas as iniciais marginais e as iniciais submarginais. As iniciais marginais, por divisões anticlinais, são responsáveis pela formação das epidermes, e as iniciais submarginais dão origem aos tecidos do mesofilo, constituído, inicialmente, por três camadas celulares. A camada adaxial dá origem às células do parênquima paliçádico; as células da camada abaxial podem dividir-se periclinamente aumentando, deste modo, o número de camadas do parênquima lacunoso em diferenciação, especialmente junto às nervuras, onde a lâmina apresenta espessu-

ra maior; a camada mediana origina o procâmbio e contribui, também, para as camadas mais internas do parênquima lacunoso. A diferenciação dos tecidos da lâmina foliolar processa-se de acordo com o esquema abaixo:



O procâmbio apresenta diferenciação tipicamente acrópeta, surgindo, inicialmente, na base do primórdio foliar (Figura 30). A diferenciação é contínua a partir do caule. Inicialmente, diferencia-se um cordão mediano de procâmbio que penetra no pecíolo e prossegue até o ápice do folíolo mediano ou o ápice da gavinha tripartida. Posteriormente, mais dois cordões de procâmbio penetram no pecíolo em desenvolvimento, que constituirão as nervuras principais dos dois primórdios foliolares. Assim, o pecíolo recebe três traços foliares: o mediano, que não apresenta qualquer subdivisão posterior, prosseguindo indiviso até o ápice do folíolo mediano ou da gavinha e os dois traços laterais que, por sua vez, dentro do pecíolo, dividem-se por três vezes consecutivas. A primeira divisão ocorre logo na base do pecíolo (Figura 31) que fica, deste modo, vascularizado por cinco feixes; a segunda, próxima da base do peciólulo do folíolo mediano ou da base da gavinha (Figura 32). Assim, cada um dos três primórdios

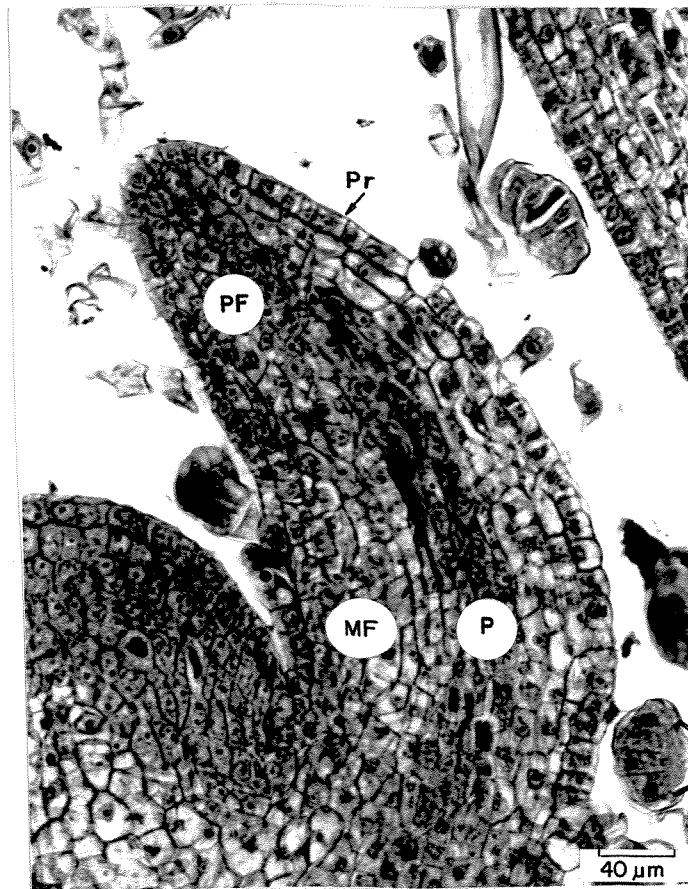


Figura 30: Corte longitudinal de primórdio foliar de *P. venusta* mostrando a diferenciação do procâmbio (16,0 X 1,25). (MF- meristema fundamental; P- procâmbio; PF- primórdio foliar).

foliolar recebe três feixes vasculares. Em se tratando da gavinha, os três feixes repetem o mesmo padrão de subdivisões, de maneira que cada uma das três partes de seu ápice recebe três feixes vasculares (Figura 33). Com o desenvolvimento do primórdio foliar, subdivisões nos feixes, logo na base do peciólulo, aumentam a vascularização.

Cada folha, em regra, apresenta uma gavinha com o ápice tripartido. A parte central do ápice é um prolongamento do peciólulo, enquanto as outras duas originam-se lateralmente, através de divisões periclinais que se iniciam na terceira camada celu-

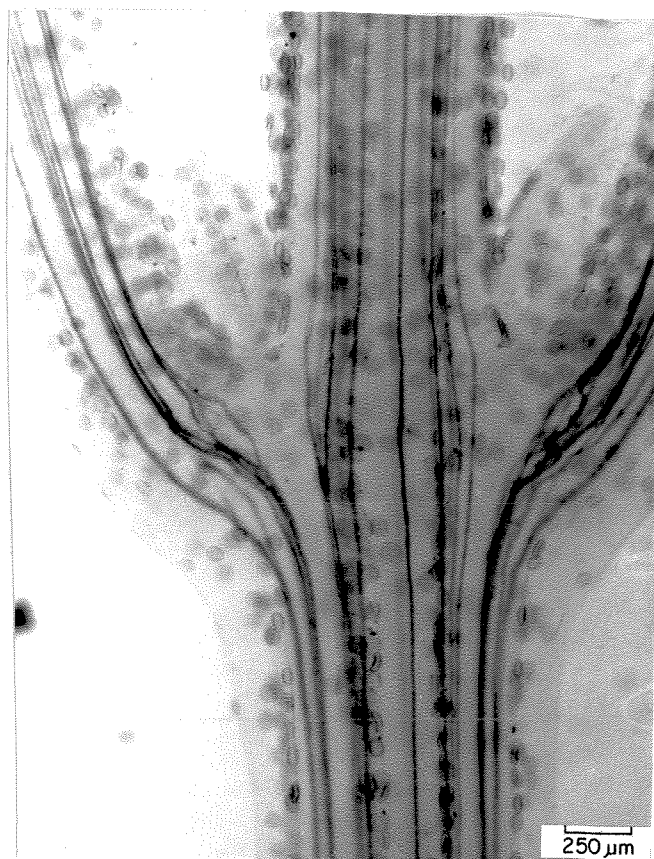


Figura 31: Caule jovem de *P. venusta*, diafanizado, mostrando a vascularização do pecíolo (2,5 X 1,25).

lar, dando origem a duas saliências. Divisões anticlinais e diferenciação celular promovem o alongamento das três partes do ápice. Também na gavinha, o procâmbio diferencia-se acropetamente; ele aparece, inicialmente, na base da gavinha e sua diferenciação e sua vacuolização prosseguem em direção ao ápice.

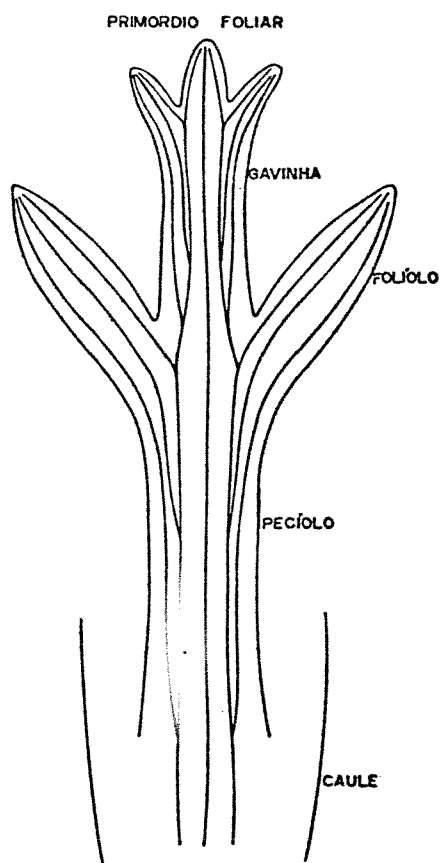


Figura 32: Esquema da vascularização do primórdio foliar de *P. venusta*.



Figura 33: Gavinha de *P. venusta*, diafanizada, mostrando a vascularização do ápice tripartido (2,5 X 1,25).

Ontogênese dos tricomas

Em *P. venusta*, ocorrem tricomas glandulares e não glandulares em todas as partes vegetativas aéreas da planta, sendo, entretanto, mais abundantes nas folhas. Estes tricomas são formados em estádios precoces da diferenciação foliar, razão pela qual são, aí, aparentemente mais abundantes do que nos estádios mais desenvolvidos.

Os tricomas não glandulares, unisseriados, são formados por divisão de uma célula da protoderme através de uma parede periclinal, dando origem a duas células; a célula mais interna constitui a célula basal e a externa pode dividir-se novamente. Assim, através deste processo formam-se tricomas que podem estar constituídos por duas a cinco células, cujas paredes externas, no final do processo de diferenciação, são revestidas pela cutícula, em continuidade com a cutícula da epiderme (Figura 37).

Na formação de um tricoma glandular, uma célula da protoderme, inicialmente, aumenta em volume na sua porção distal, expandindo-se em direção à superfície (Figura 34 a); o núcleo migra da porção basal para a região protuberante, ocorrendo, então, uma divisão por parede periclinal que dá origem à célula basal e a uma célula externa, geralmente maior. Esta última divide-se novamente em plano paralelo à epiderme (Figura 34 b), dando origem a duas células, a célula colar, mais interna, que no final da diferenciação estará maior que as demais e com conteúdo menos denso, e a célula mais externa, na qual ocorre uma alteração no plano das divisões celulares, que passam a se processar perpendicularmente à epiderme, originando, desta maneira, as células da cabeça do tricoma (Figura 34 b). A célula basal pode dividir-se novamente por paredes anticlinais, dando origem a um conjunto de duas ou mais células situadas ao nível da epiderme. Através deste processo podem ser formados dois tipos de tricomas glandulares. O tipo I é constituído por uma a três células basais, uma célula colar e uma cabeça formada por 12 a 18 células, atingindo um diâmetro médio de 95 μ m (Figura 35 a);

tricomas deste tipo são numerosos, ocorrendo com uma frequência média de cinco por milímetro quadrado. O tipo 2 é constituído por várias células basais (14 a 18), uma célula colar e uma cabeça pluricelular que atinge de 250 a 300 μm de diâmetro (Figura 35 b) contendo de 500 a 600 células; tricomas deste tipo são pouco numerosos, ocorrendo em número de 12 a 15, em média, por superfície foliolar; na epiderme abaxial ocorrem, geralmente, próximos da nervura principal, na base da lâmina. Com o desenvolvimento do folíolo, estes tricomas ficam em depressões da lâmina foliolar (Figuras 35 a, b e 38).

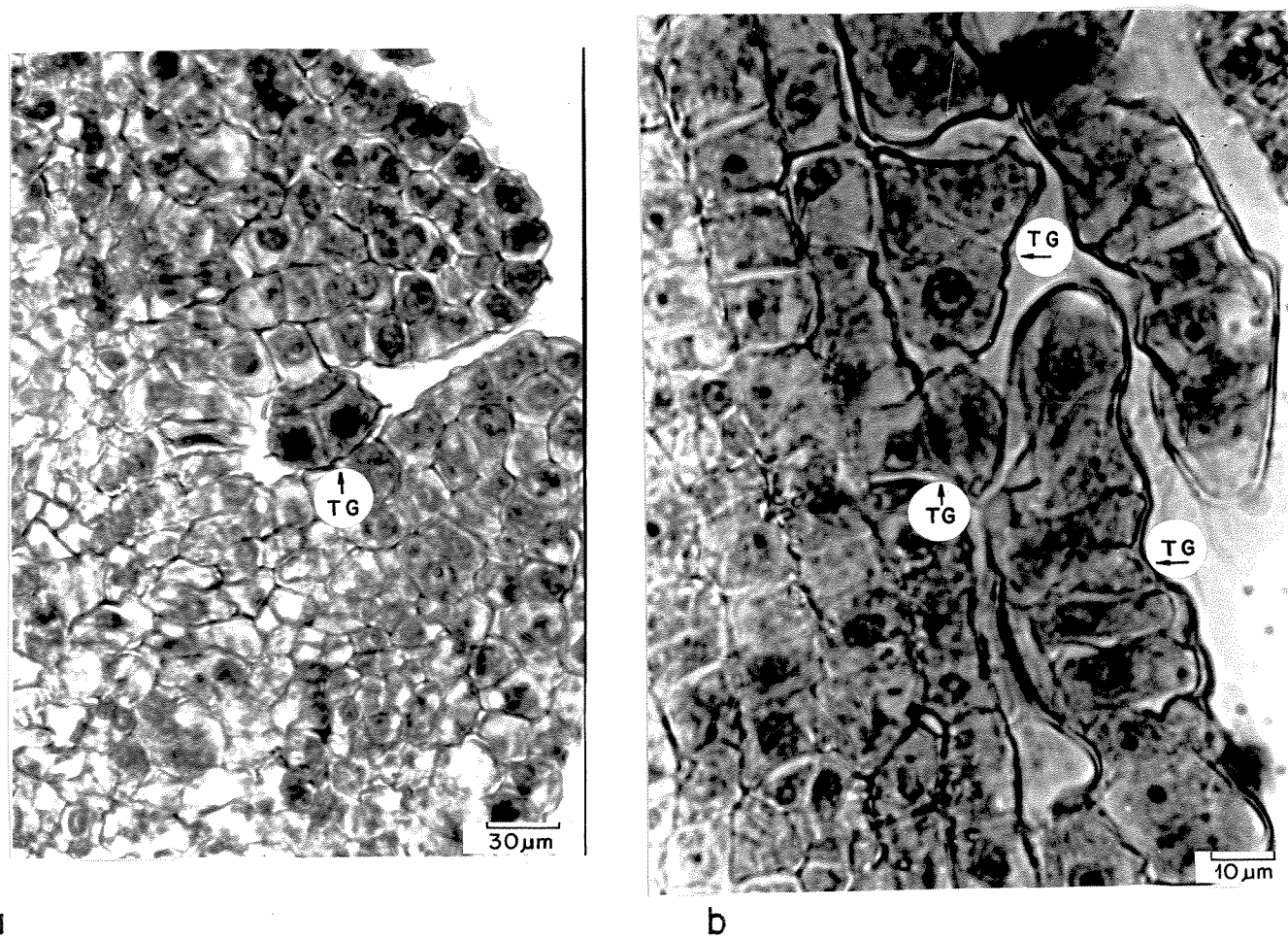


Figura 34: Cortes transversais de primórdios foliolares de *E. venusta*, mostrando algumas etapas da diferenciação de um tricoma glandular (a- 40,0 X 1,6; b- 40,0 X 2,0). (TG- tricoma glandular).

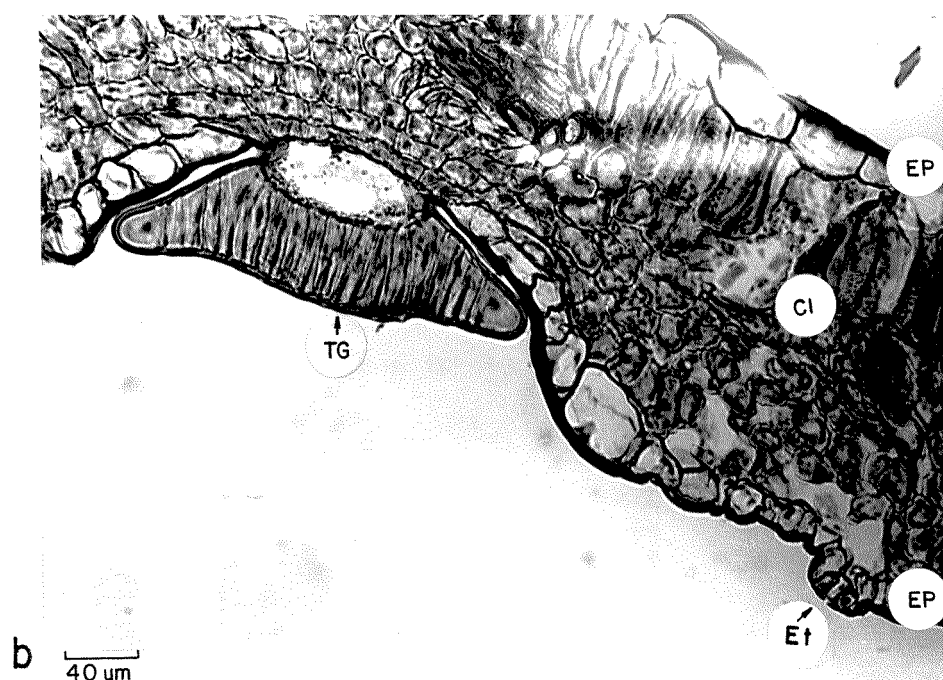
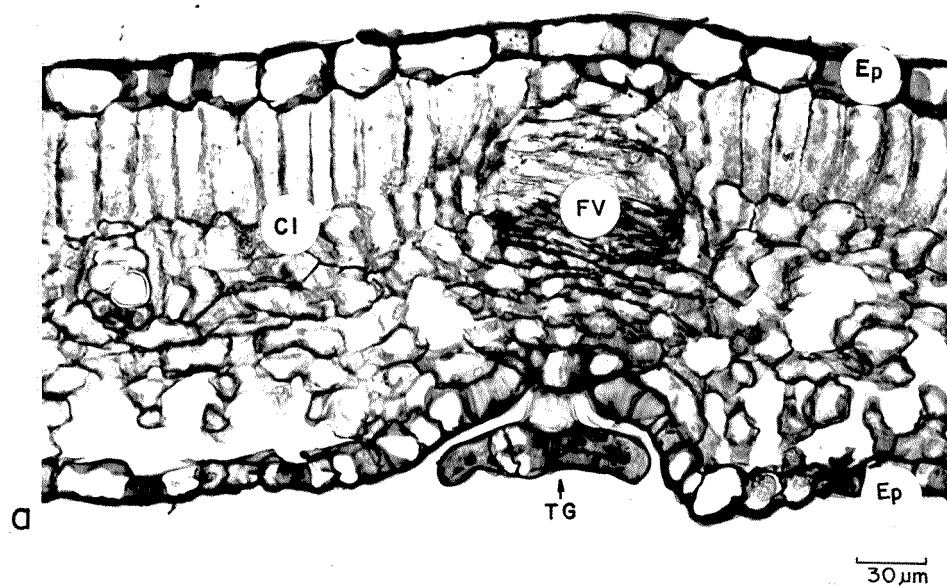


Figura 35: Tricomas glandulares observados em corte transversal do folíolo de *P. venusta* (a-16,0 X 1,6; b- 16,0 X 1,25). (Cl- clorênquima; Ep- epiderme; Et- estômato; FV- feixe vascular; TG- tricoma glandular).

Os primórdios foliolares mais jovens de *P. venusta* apresentam grande quantidade de tricomas glandulares e de tricomas unisseriados, mas não apresentam estômatos. Estes começam sua diferenciação quando o primórdio alcança 1,5 a 2,0 mm de comprimento. Entretanto, mesmo em folíolos mais velhos observam-se estômatos em diferentes fases de diferenciação (Figura 36c).

Nos primórdios foliolares mais jovens, a protoderme abaxial é constituída por células poligonais de contorno retilíneo, com quatro a seis lados, em vista frontal (Figura 36 a). Na diferenciação do estômato, uma célula da protoderme se divide desigualmente, via de regra "cortando" um dos cantos e originando, assim, uma célula menor, geralmente triangular (Figura 36 a). Esta célula é facilmente distinguível das demais células protodérmicas, não apenas pelo formato, mas por apresentar, também, citoplasma mais denso que as demais (Figura 36 b). Esta célula menor é a célula-mãe do estômato. Após um pequeno aumento em volume, que a torna mais arredondada, esta célula divide-se por parede anticlinal, dando origem às duas células-guarda (Figura 36 b). A medida que as duas células-guarda expandem-se, ocorre um gradual aumento na espessura da parede. Este aumento é diferencial, de maneira que, em corte transversal, as regiões medianas das paredes anticlinais ficam menos espessadas. Concomitantemente, ocorre a formação do ostíolo por afastamento mútuo das paredes celulares naquela região. Nas células-guarda, o citoplasma apresenta-se inicialmente denso, com o núcleo ocupando a posição central da célula e, mesmo antes da formação do ostíolo, já

se observam cloroplastos (Figura 36b). A medida que prossegue a diferenciação, as células-guarda adquirem o formato de crescente, ao mesmo tempo em que o citoplasma se torna vacuolizado. Em vista frontal, observa-se que na região de formação do ostíolo ocorre a deposição de uma massa lenticular de substâncias pécticas, pouco antes da separação das duas paredes celulares. Uma vez diferenciado o estômato, as células que o rodeiam não são morfologicamente distinguíveis das demais células epidérmicas, caracterizando, assim, um estômato anomocítico (Figura 36c). Em todas as observações efetuadas, verificou-se que há uma certa variação na distribuição dos estômatos, que podem ocorrer mais próximos ou mais distantes entre si, porém, sempre há, pelo menos, uma célula epidérmica comum entre as células-guarda de dois estômatos próximos.

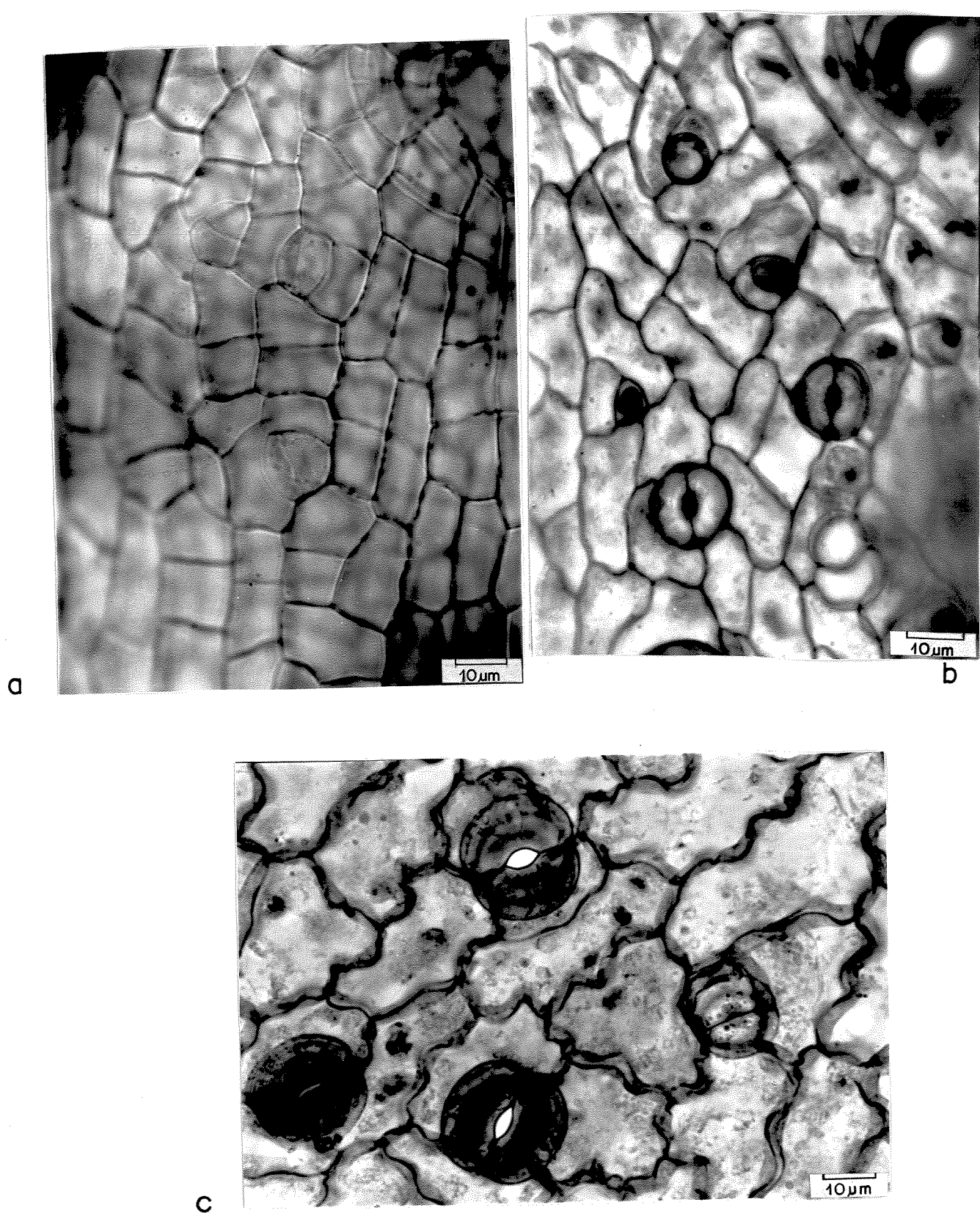


Figura 36: Estádios da formação de estômatos observados em vista frontal na epiderme abaxial do limbo de primórdios foliares de *P. venusta* (a,b,c- 63,0 X 1,25).

Epidermes: a epiderme adaxial, em vista frontal, é constituída por células poligonais de contorno retilíneo, com 4 a 7 lados (Figura 37). É desprovida de estômatos, apresentando os tricomas simples, unisseriados (Figura 41) e os tricomas glandulares (Figuras 37 e 38); nas regiões das nervuras, as células comuns tornam-se alongadas no sentido do eixo daquelas (Figura 37). Em corte transversal do folíolo, as células da epiderme mostram paredes celulares finas, apresentando tamanho variável e tendo suas paredes periclinais externas revestidas por uma cutícula estriada. Os tricomas unisseriados, já descritos anteriormente, apresentam suas paredes externas revestidas por uma espessa cutícula; localizam-se, preferencialmente, ao longo das nervuras (Figura 37). Os tricomas glandulares, localizados em depressões da epiderme e espalhados por toda a lâmina foliolar, são constituídos por uma a várias células basais situadas ao nível da epiderme, uma célula intermediária e uma cabeça pluricelular com a espessura de uma célula; o material secretado, constituído principalmente por açúcares, evidenciados pela solução de Fehling, fica armazenado no espaço subcuticular, sendo liberado pelo rompimento da cutícula (Figura 38); o tratamento com Sudan IV não evidenciou a presença de substâncias lipídicas nesse material secretado.

A epiderme abaxial é constituída por células que, em vista frontal, apresentam contorno sinuoso (Figura 39), suas paredes periclinais externas são revestidas por cutícula onde aparecem com maior nitidez as estrias cuticulares. Sobre as nervuras e no

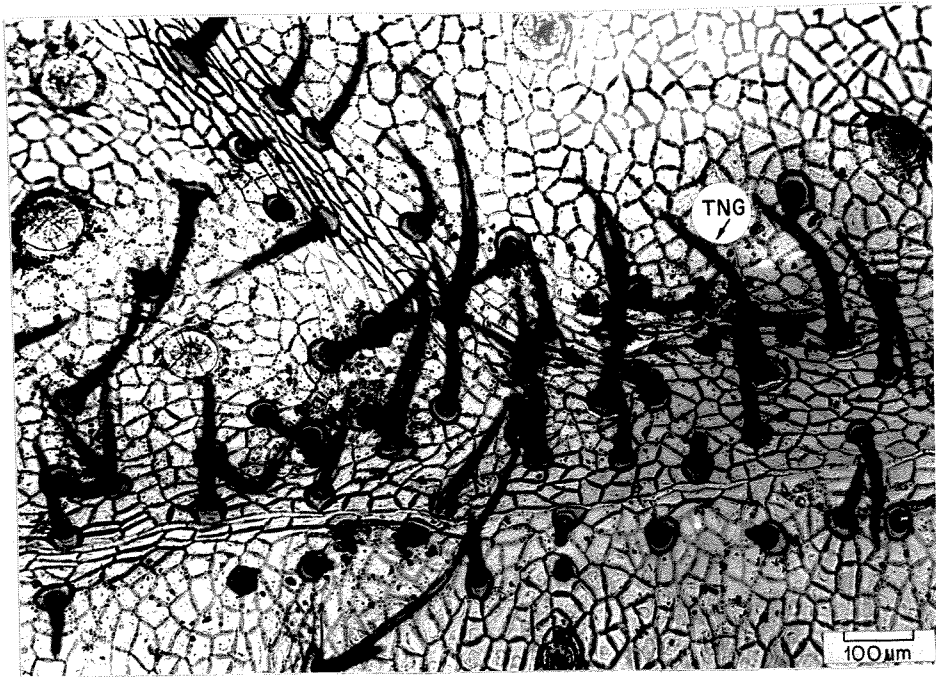


Figura 37: Vista frontal da epiderme adaxial do folíolo de *P. venusta* mostrando a distribuição de tricomas unisseriados (6,3 X 1,25). (TNG- tricoma não glandular).

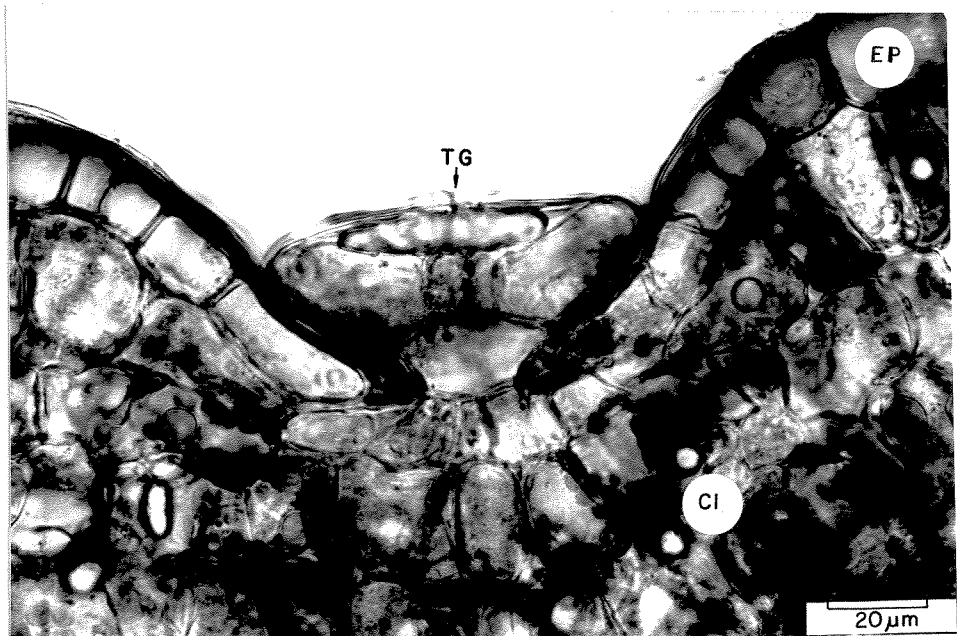


Figura 38: Corte transversal da lâmina foliolar de *P. venusta* mostrando um tricoma glandular com a secreção armazenada entre as células da cabeça e a cutícula (40,0 X 1,25). (CI- clorênquima; Ep- epiderme; TG- tricoma glandular).

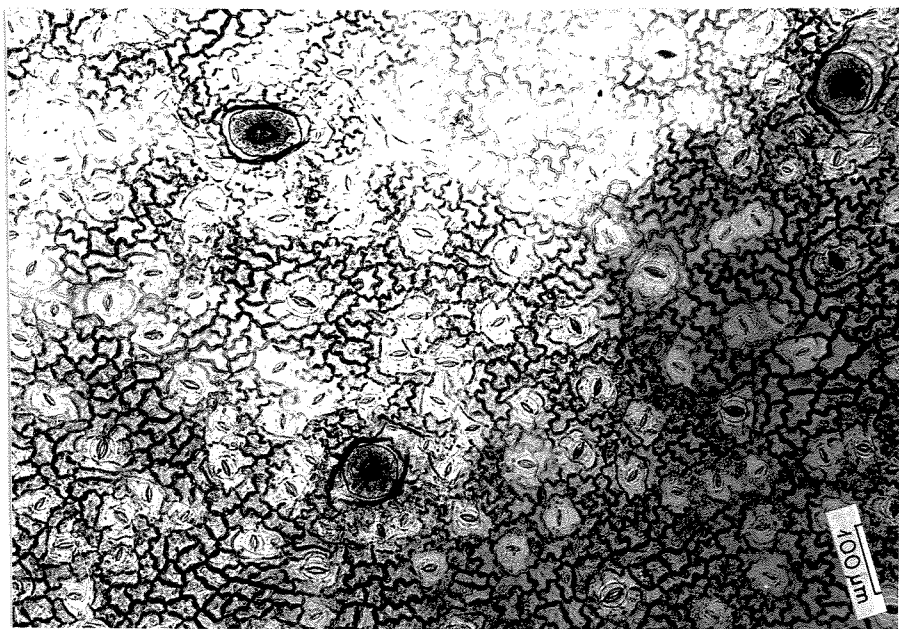


Figura 39: Vista frontal da epiderme abaxial do folíolo de *E. venusta* evidenciando os estômatos e alguns tricomas glandulares (6,3 X 1,25).

sentido destas, as células epidérmicas tornam-se mais alongadas e com contorno retilíneo. Nesta face localizam-se, também, tricomas simples, unisseriados, e tricomas glandulares (Figura 37). Os estômatos são do tipo anomocítico (Figuras 36 e 39), estando as células subsidiárias situadas no mesmo nível que as demais epidérmicas. Ocorrem com uma frequência média de 115 por milímetro quadrado, apresentando orientação totalmente irregular. Na figura 40, pode ser observada a estrutura do estômato em corte transversal e em corte longitudinal da célula-guarda respectivamente.

Mesofilo: o parênquima paliçádico é constituído por uma única fileira de células, ocupando cerca de 40% da espessura do mesofilo (Figuras 35 a e b e 41 a 44). Suas células são alongadas e com paredes finas e pectocelulósicas, ricas em cloroplastos e apresentando gotículas lipídicas (Figura 41). Grãos de amido

também estão presentes.

O parênquima lacunoso é constituído por células de formato irregular, geralmente unidas umas às outras pelos ângulos, deixando espaços entre si (Figuras 35 a e b e 40a e b a 44) e, também, apresentam gotículas lipídicas no citoplasma (Figura 41).

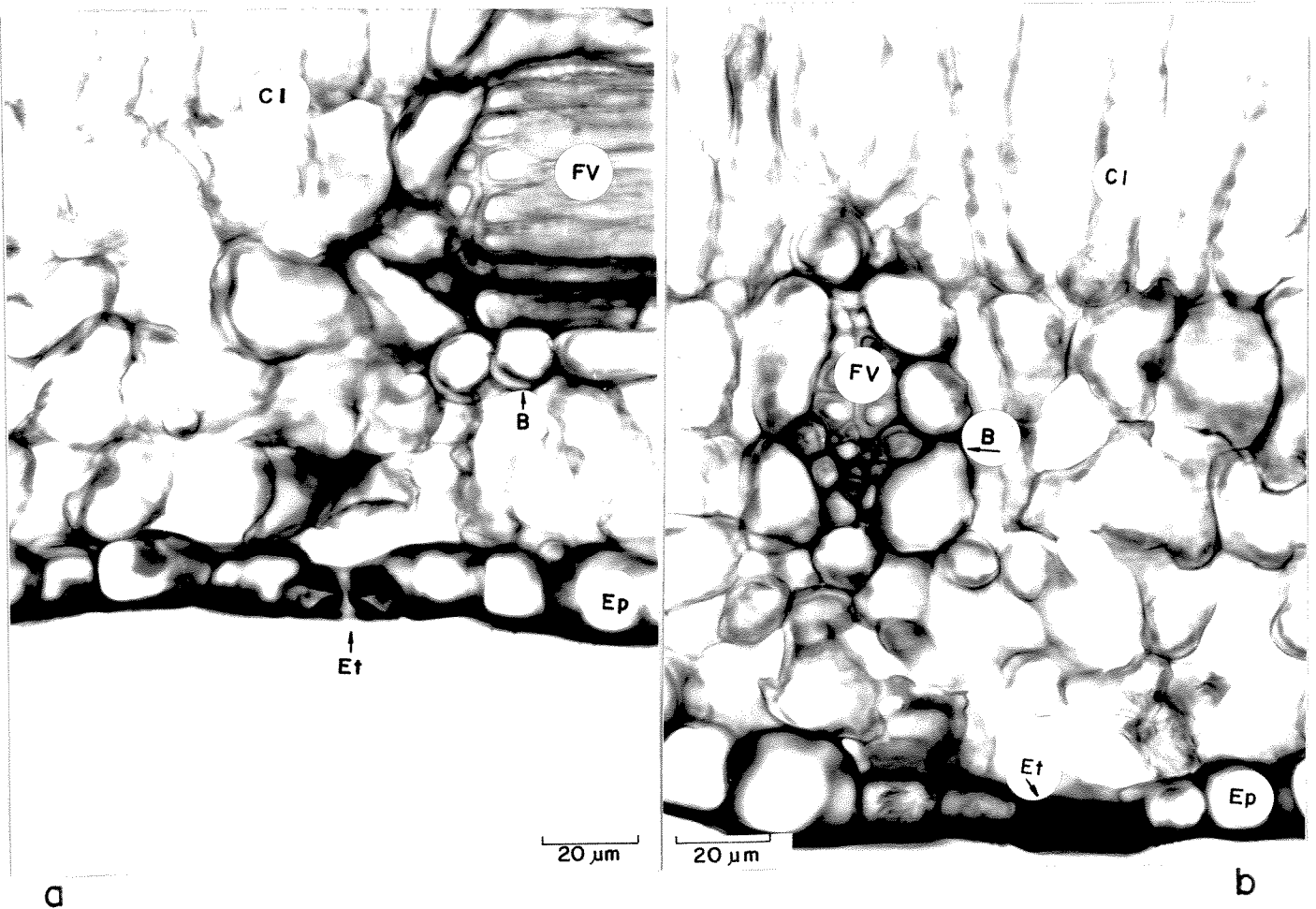


Figura 40: Cortes transversais da lâmina foliolar de *P. venusta* mostrando a bainha do feixe e estômato em: a- corte transversal mediano (40,0 X 1,25) e b- corte longitudinal da célula-guarda (40,0 X 1,25). (B- bainha; CI- clorênquima; Ep- epiderme; Et- estômato; FV- feixe vascular).

Na porção intermediária do mesofilo, ocorrem as nervuras secundárias e terciárias. Nestas, pode-se observar a ocorrência de uma bainha com células de tamanho variável, apresentando

sempre paredes pectocelulósicas finas (Figuras 40a e b e 42). É comum nas nervuras maiores ocorrer a diferenciação de fibras sobre o protoxilema e sobre o protofloema (Figura 42).

Os cortes transversais mostram que os folíolos apresentam os bordos ligeiramente afilados. Nesta região, as células epidérmicas são revestidas por uma cutícula mais espessa; logo abaixo da epiderme, ocorre tecido mecânico representado por um colênquima constituído por 3 a 5 camadas de células (Figura 43).

A nervura principal apresenta epiderme adaxial pilosa. Suas células, em vista frontal, são alongadas no sentido do eixo, e mais estreitas que as demais células epidérmicas. Em corte transversal, estas células aparecem menores que as demais epidérmicas, revestidas por uma fina cutícula (Figura 44). Abaixo da epiderme, ocorrem três a quatro camadas de colênquima, restrito à porção mediana da nervura. Abaixo do colênquima, ocorre uma camada parenquimática com células ricas em cloroplastos, que mantém continuidade com o parênquima paliçádico. A epiderme abaxial é constituída por células que, em corte transversal, apresentam-se pequenas, menores que as da epiderme adaxial, de formato subcircular, revestidas por cutícula fina. Acima da epiderme, ocorrem três a quatro camadas de colênquima que, nos bordos da nervura, se reduzem a uma única camada. Entre o colênquima e o floema, ocorrem cinco a sete camadas de parênquima. Entre esse parênquima e os elementos condutores do floema estão presentes feixes de fibras esclerenquimáticas (Figura 44).

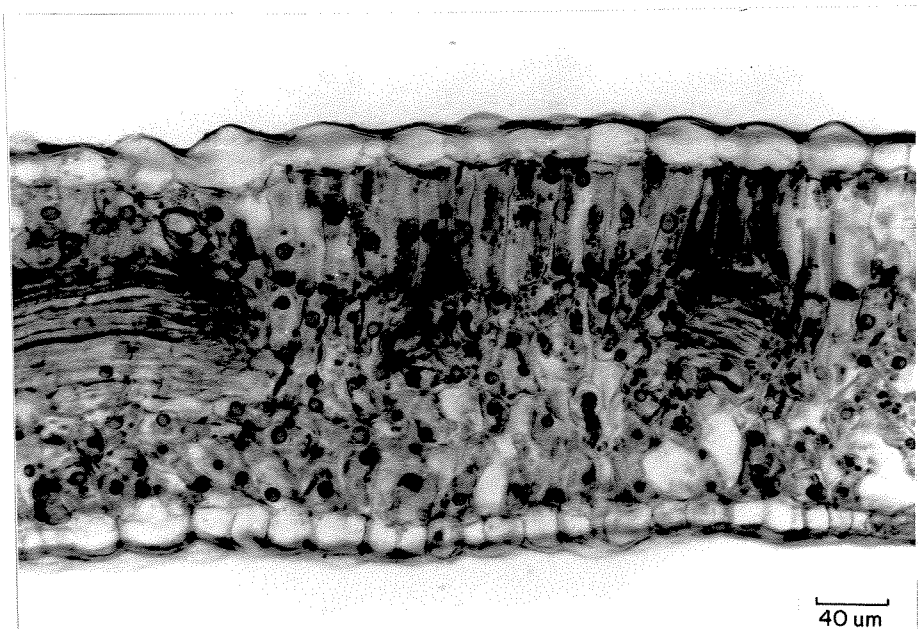


Figura 41: Corte transversal da lâmina foliolar de *P. venusta* mostrando gotículas lipídicas (16,0 X 1,25).

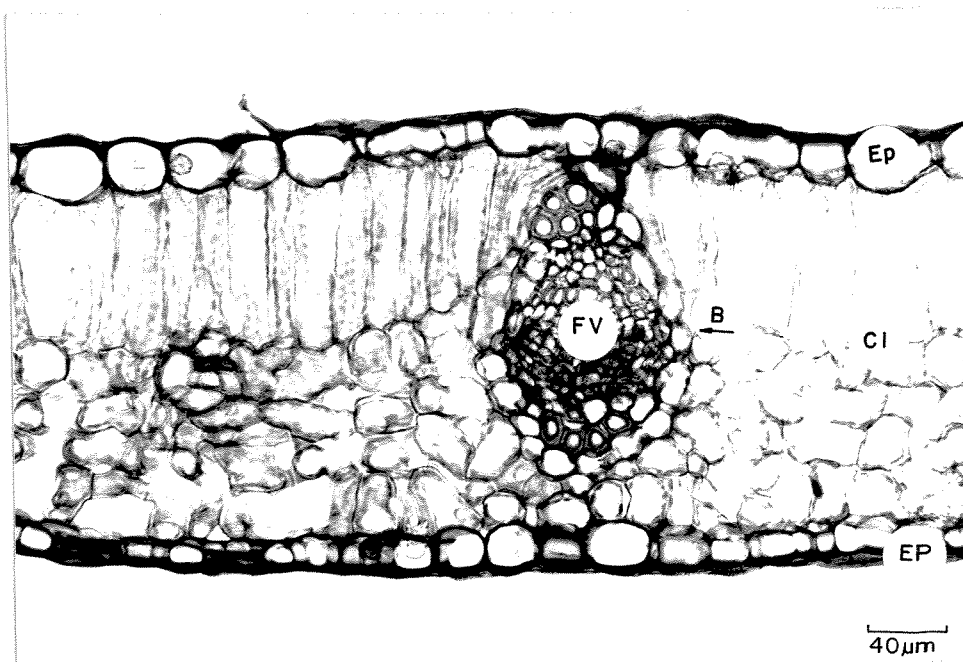


Figura 42: Corte transversal da lâmina foliolar de *P. venusta* mostrando duas nervuras com as respectivas bainhas (16,0 X 1,25). (B- bainha; Cl- clorênquima; Ep- epiderme; FV- feixe vascular).

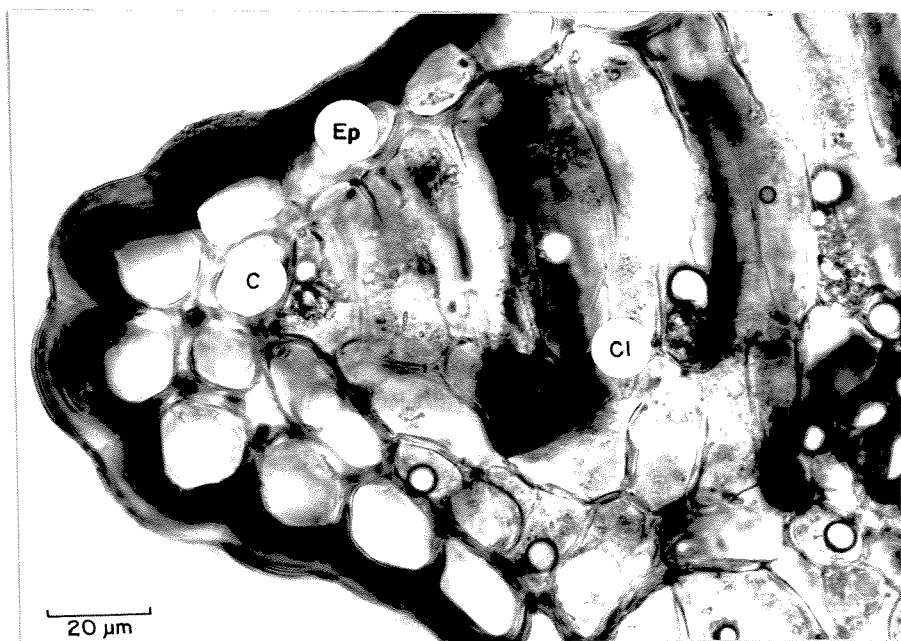


Figura 43: Corte transversal do bordo da lâmina foliolar de *P. venusta* mostrando o espessamento da cutícula e algumas células colenquimáticas subepidérmicas (40,0 X 1,25). (C- colênquima; Cl- clorênquima; Ep- epiderme).

Morfologia do folíolo e venação: o folíolo de *P. venusta* apresenta lâmina simétrica, com forma ovada a oblonga, com ápice acuminado e base arredondada, levemente cordada; as margens são inteiras e a textura é cartácea; os tricomas apresentam distribuição laminar (tipo 1) e base-laminar (tipo 2). O padrão de venação é do tipo campto-broquidódromo, apresentando uma única nervura primária, reta, de tamanho moderado, com as nervuras secundárias conspicuas, anastomosando-se por laços proeminentes; estas últimas, apresentam ângulo de divergência agudo moderado (entre 50 e 60 graus), com espessuras moderadas e cursos curvo-abruptos. As nervuras terciárias são reticuladas, com ângulos de anastomose variáveis. As nervuras terciárias unem-se com outras terciárias ou secundárias, mantendo, neste nível, um padrão reti-

culado. A venação marginal é incompleta. As aréolas variam de bem desenvolvidas a imperfeitas, com formato quadrangular a irregular; as vênulas são ramificadas. Na figura 45, podem ser observados detalhes da venação até, pelo menos, ao nível das nervuras terciárias. Na figura 46, pode-se observar os detalhes da venação da lâmina foliolar.

Anatomia do pecíolo

Cortes transversais de ápices caulinares mostram, também em corte transversal, pecíolos de primórdios foliares. Estes apresentam uma protoderme constituída por células aproximadamente isodiamétricas, às vezes pouco mais altas que largas; suas paredes, pectocelulósicas, são finas, sendo as periclinais externas levemente convexas; nesta fase, não se observa ainda a presença

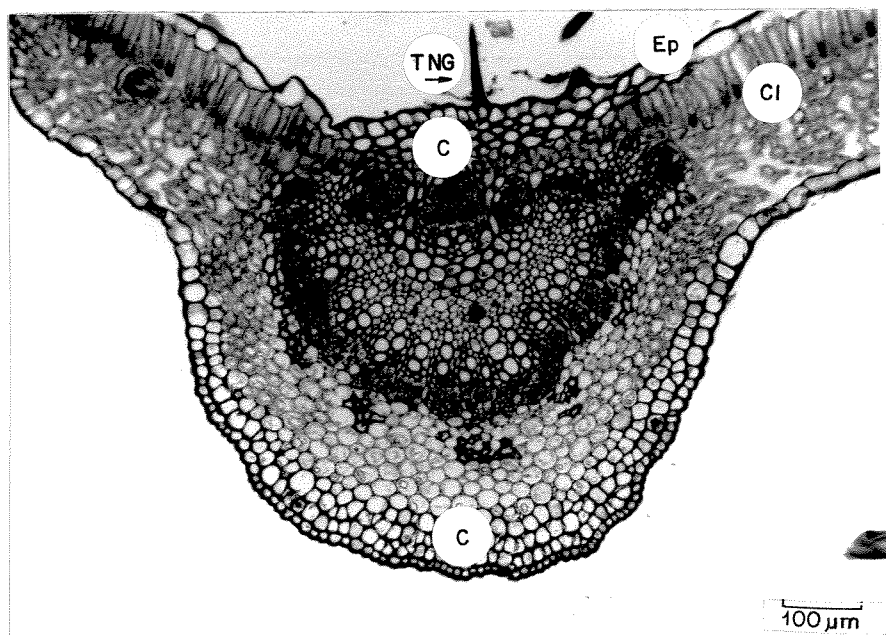


Figura 44: Corte transversal da lâmina foliolar de *E. venusta*, mostrando a nervura principal (6,3 X 1,25). (C- colênquima; Cl- clorênquima; Ep- epiderme; TNG- tricoma não glandular).

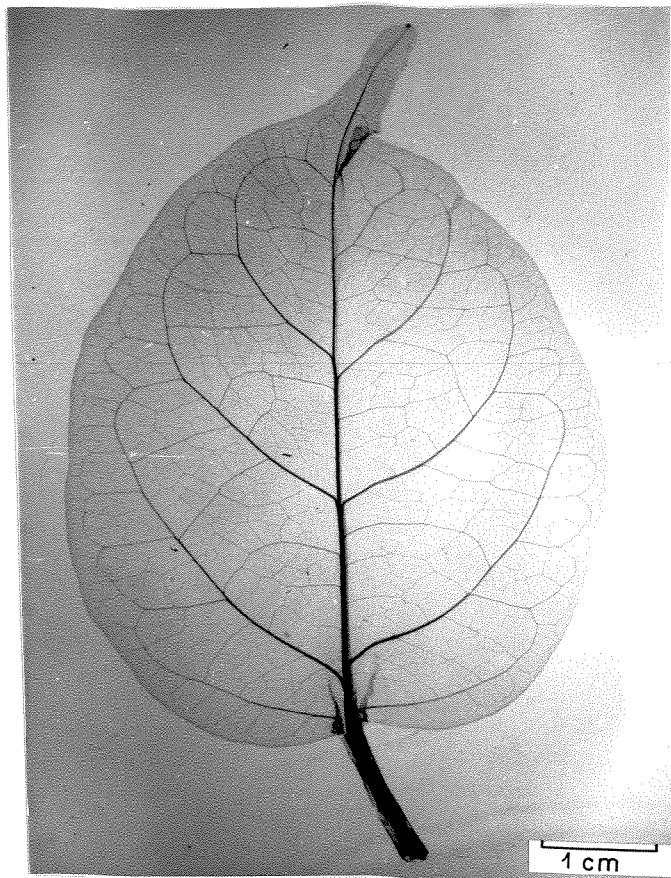


Figura 45: Folíolo diafanizado de *E. venusta* mostrando o padrão de venação do tipo campto-broquidódromo.

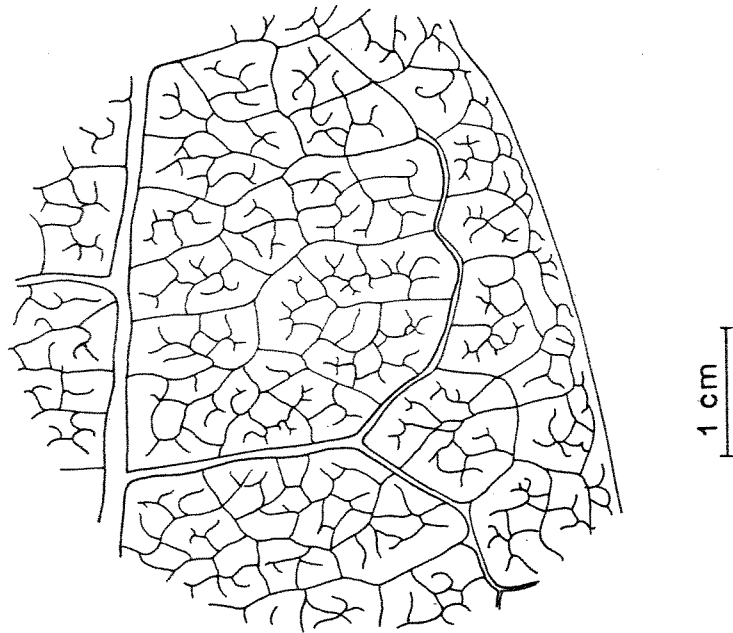


Figura 46: Detalhes do sistema vascular em região próxima ao ápice do folíolo de *E. venusta*.

da cutícula; o citoplasma já mostra uma certa diferenciação do vacuoma e o núcleo ocupa posições que variam de central a basal. É dotada de tricomas simples, unisseriados e de tricomas glandulares. Entre a protoderme e o cilindro procambial ocorrem 4 a 6 camadas de meristema fundamental, constituído por células mais ou menos isodiamétricas, de paredes finas. Na primeira ou nas duas primeiras camadas são raros os meatos aeríferos, presentes, por sua vez, nas camadas mais internas. Todas estas células corticais apresentam cloroplastos (Figura 47).

O sistema vascular não diferenciado é constituído por um cilindro de procâmbio, que possui células menores que as do meristema fundamental, de paredes finas e pectocelulósicas (Figuras 47 e 48). Neste cilindro, em cortes transversais medianos,

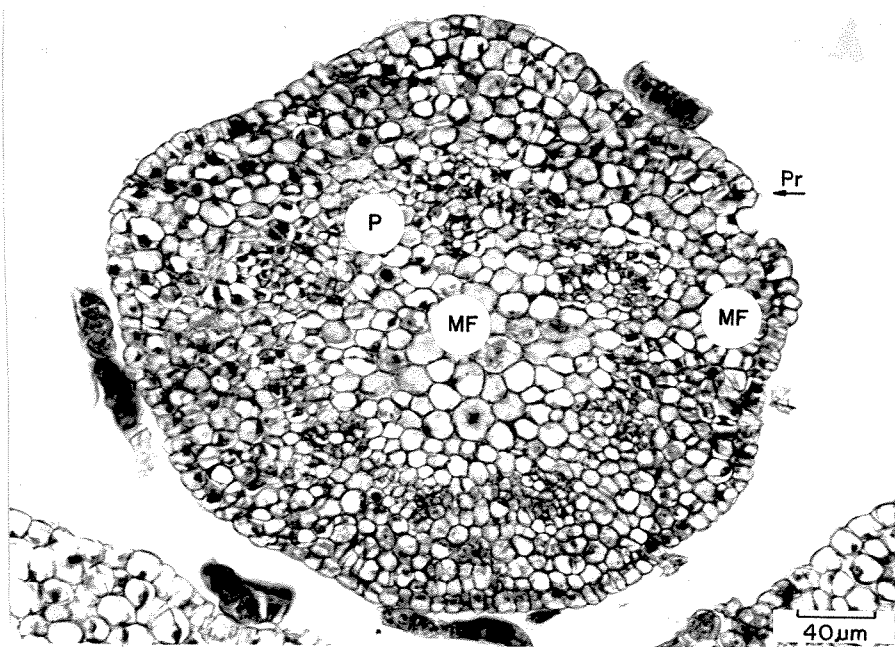


Figura 47: Corte transversal de pecíolo de primórdio foliar de *E. venusta* (16,0 X 1,25). (MF- meristema fundamental; P- procâmbio; Pr- protoderme).

observam-se 5 porções maiores que darão origem aos cinco feixes vasculares principais.

O meristema fundamental, envolvido pelo procâmbio e que formará a medula, encontra-se em estado de diferenciação mais avançado que o da região cortical: suas células de paredes finas e pectocelulósicas são maiores e mais arredondadas, delimitando meatos aeríferos conspícuos (Figura 47).

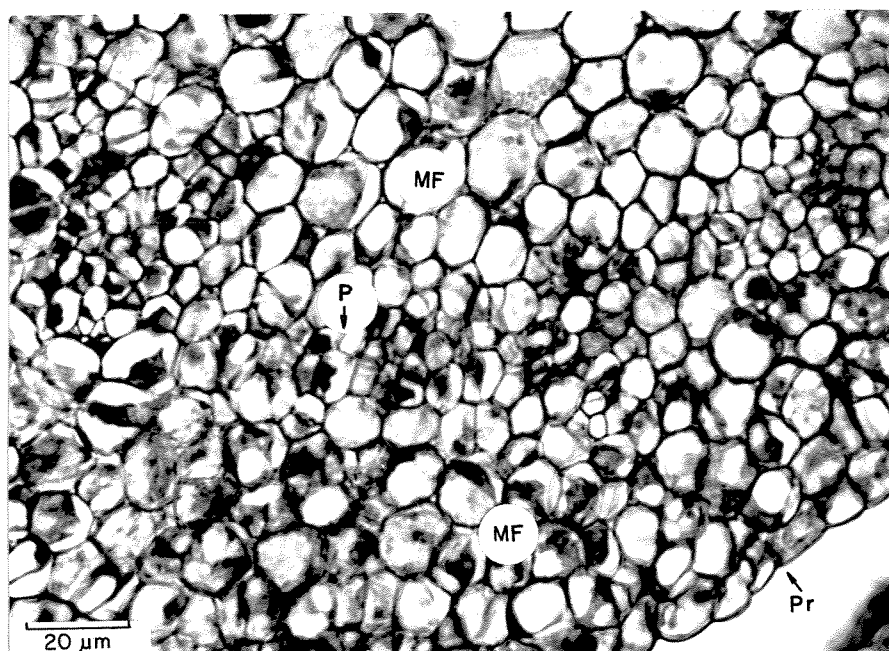


Figura 48: Corte transversal de pecíolo de primórdio foliar de *E. venusta* mostrando detalhes do procâmbio (40,0 X 1,25). (MF- meristema fundamental; P- procâmbio; Pr- protoderme).

Ao nível do quinto nó, o pecíolo apresenta um comprimento de cerca de 2 mm. Cortes transversais deste pecíolo mostram as células epidérmicas com as paredes periclinais externas já revestidas por uma cutícula, bem visível ao microscópio ótico

(Figura 49). As células epidérmicas apresentam-se maiores que na fase descrita anteriormente, mantendo, entretanto, a mesma forma; o vacuoma, bem desenvolvido, ocupa quase todo o volume celular, ficando o citoplasma restrito a uma camada parietal, com o núcleo ocupando a porção basal da célula. Abaixo da epiderme, ocorrem uma a três camadas celulares que caracterizam um colênquima em diferenciação cujas células apresentam paredes pectocelulósicas um pouco mais espessadas nos ângulos, sem meatos aeríferos visíveis. Seguem-se três a quatro camadas de células parenquimáticas de formato arredondado, dotadas de cloroplastos, apresentando numerosos meatos aeríferos. O cilindro vascular apresenta a forma do pecíolo, ou seja, arredondado com a face adaxial achatada, levemente invaginada. Os cinco feixes principais encontram-se mais desenvolvidos e, entre eles, novos feixes menores começam a diferenciar-se. Além destes, polos de floema, sem o xilema correspondente, aparecem na face externa do procâmbio (Figura 49). Em alguns cortes, observou-se que a continuidade do procâmbio é interrompida pela presença de células parenquimáticas maiores, dotadas de cloroplastos. A medula é parenquimática, cujas células de paredes pectocelulósicas apresentam cloroplastos (Figura 49); é comum a ocorrência de idioblastos cristalíferos, contendo em seu interior cristais prismáticos de oxalato de cálcio.

Ao nível do sexto nó, o pecíolo apresenta 12 a 13 mm de comprimento. Cortes transversais mostram a epiderme bem desenvolvida, revestida por uma cutícula espessa; a cutinização característica da parede periclinal externa atinge parcialmente as paredes anticlinais. O colênquima subepidérmico encontra-se mais diferenciado, rodeando todo o pecíolo. Na face externa do floema,

nos cinco feixes principais, ocorre o desenvolvimento de cordões de fibras de esclerênquima. Porções menores de esclerênquima podem ser diferenciadas na face externa dos demais polos de floema. O procâmbio divide-se sucessivamente por paredes periclinais, que aumentam, conseqüentemente, a espessura do cilindro vascular; a diferenciação celular é maior do lado do xilema, de

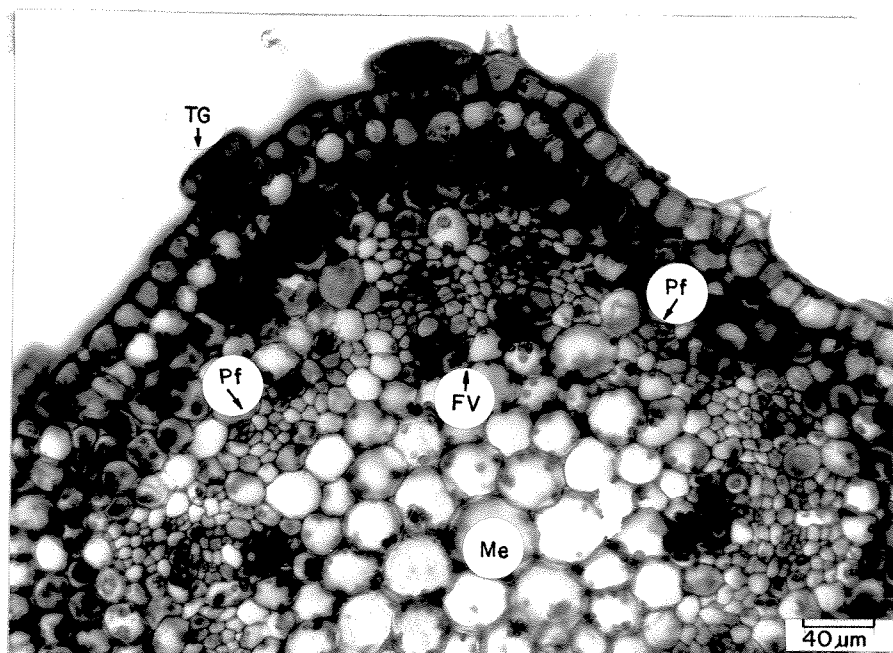


Figura 49: Corte transversal de pecíolo de *P. venusta*, mostrando três feixes maiores e polos de floema na face externa do procâmbio interfascicular (16,0 X 1,25). (FV- feixe vascular; Me- medula; Pf- protofloema; TG- tricoma glandular).

maneira que o floema permanece como uma faixa relativamente estreita. Nas regiões situadas entre os feixes principais, há uma maior diferenciação de fibras do que de elementos condutores do xilema. As vezes, várias células procambiais vizinhas se dividem concomitantemente por paredes periclinais, originando uma faixa cambial constituída por apenas uma camada celular em espessura (Figura 50).

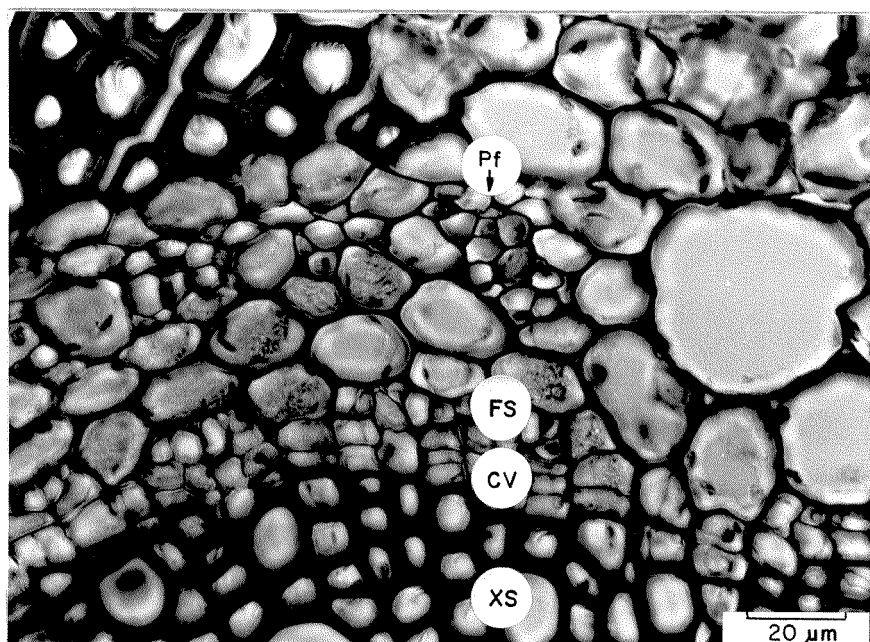


Figura 50: Corte transversal de pecíolo de *P. venusta* mostrando o início da formação do câmbio vascular (40,0 X 1,25). (CV- câmbio vascular; FS- floema secundário; Pf- protofloema; XS- xilema secundário).

A forma do pecíolo adulto, na porção mediana do mesmo, é pentagonal, correspondendo cada vértice do pentágono a um dos cinco feixes principais. Na epiderme, os estômatos ocorrem em pequeno número; muitas vezes, as células subsidiárias se elevam, formando, desta maneira, uma câmara subestomática de tamanho regular. As células-guarda, em corte transversal, são menores do que as subsidiárias e, às vezes, se situam na porção mediana destas últimas, formando um átrio externo. É bastante comum a formação de uma periderme de origem traumática em regiões limitadas do pecíolo, com o felogênio originando-se por desdiferenciação do colênquima subepidérmico. O córtex é constituído por duas camadas subepidérmicas de colênquima que, nos ângulos do pecíolo, atinge 3 camadas; seguem-se seis a nove camadas de células paren-

quimáticas. A porção central do pecíolo é ocupada pela medula, cujas células apresentam paredes esclerificadas, com numerosas pontuações simples. Observam-se diferenças no desenvolvimento do cilindro vascular em folhas com gavinha (Figura 51b) e desprovidas dela (Figura 51a): na região abaxial das folhas sem gavinha há o desenvolvimento de maior número de elementos condutores do xilema secundário em relação ao número de elementos mecânicos e parenquimáticos. Embora o cilindro vascular do pecíolo se apresente geralmente contínuo em corte transversal, alguns cortes na base do mesmo mostram que pode não ocorrer a diferenciação de tecido vascular nas regiões interfasciculares, especialmente na face adaxial do mesmo, de tal maneira que o cilindro vascular aí apresenta-se descontínuo (Figura 52). Na região basal do pecíolo, o colênquima subepidérmico apresenta-se bem diferenciado, com os espessamentos preferencialmente nos ângulos; é bastante homogêneo, caracterizando o tipo angular; entretanto, em alguns locais, alguns meatos aeríferos podem ser observados. O número de camadas colenquimáticas é maior na base do pecíolo, onde atinge de quatro a seis camadas celulares em espessura. Na face externa do floema, as paredes das fibras floemáticas são muito espessadas, reduzindo bastante o lume celular.

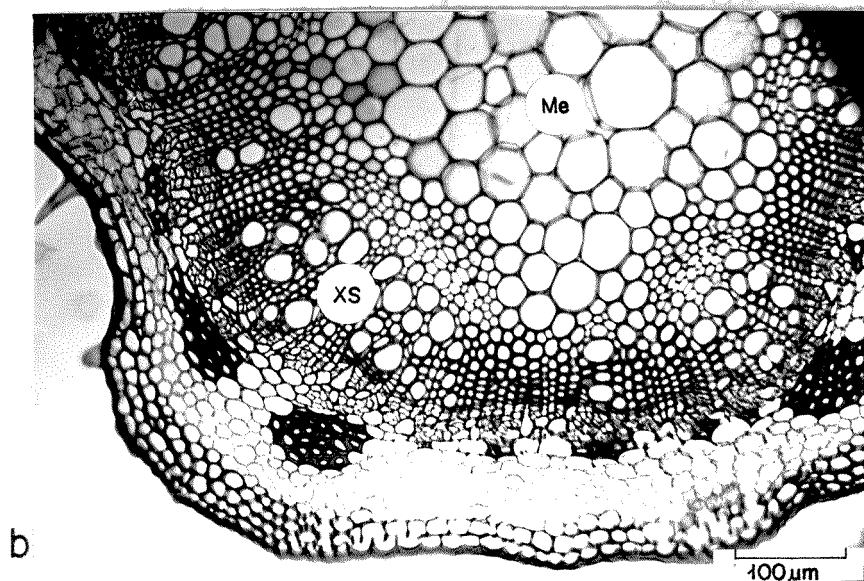
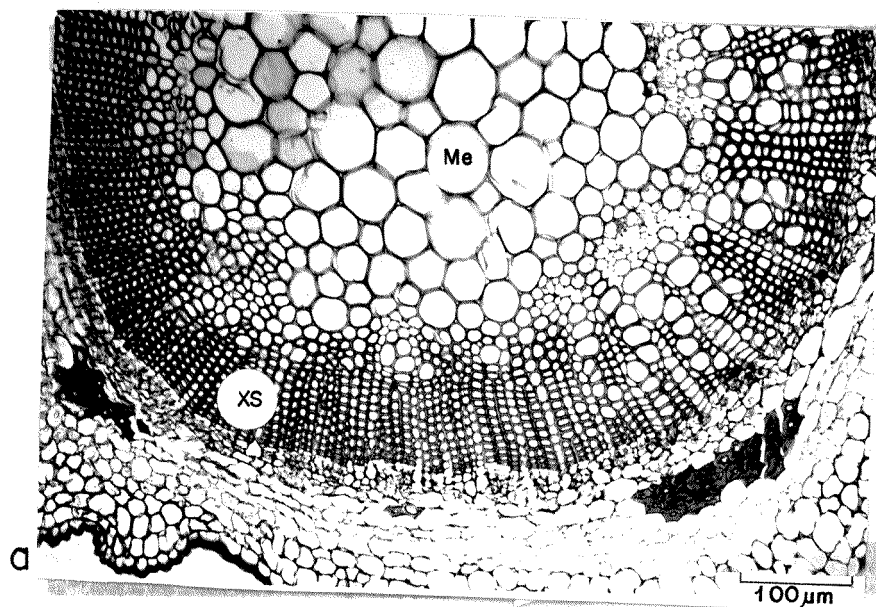


Figura 51: Cortes transversais da região mediana de pecíolos de *P. venusta*: a- pecíolo de folha sem gavinha (trifoliolada) (6,3 X 2,0); b- pecíolo de folha com gavinha (6,3 X 2,0). (Me- medula; XS- xilema secundário).

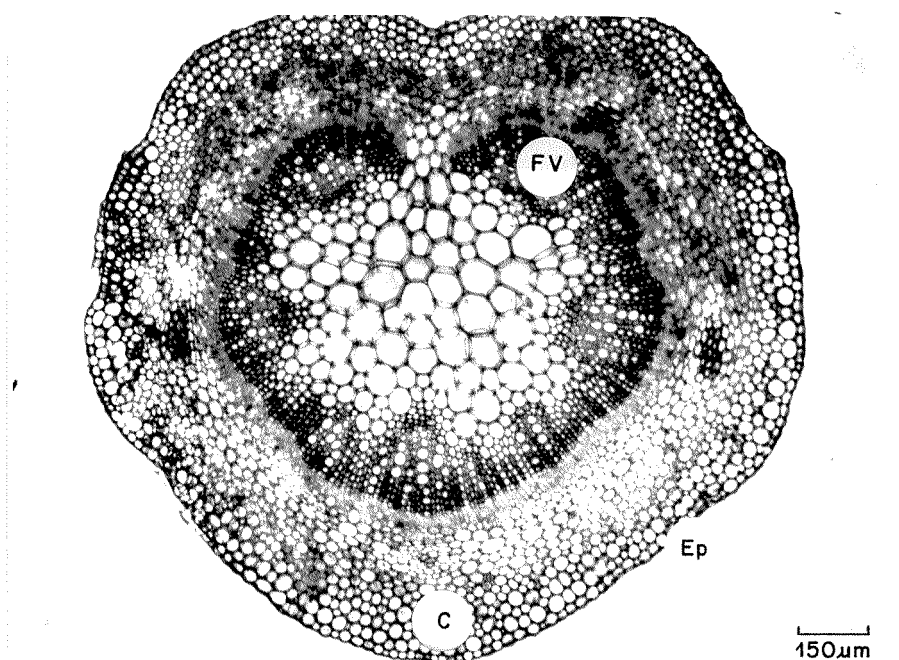


Figura 52: Corte transversal da região mediana de pecíolo de *E. venusta* mostrando o cilindro vascular descontínuo (2,5 X 2,0). (C- colênquima; Ep- epiderme; FV- feixe vascular).

Anatomia do peciólulo

O peciólulo apresenta, em sua porção proximal, seção transversal quase circular, iniciando em seguida, a formação de uma concavidade na região adaxial. Esta concavidade, inicialmente suave, se acentua um pouco mais à medida que se aproxima do limbo do folíolo.

Cortes transversais de primórdios peciolulares (Figura 53) mostram uma protoderme com as mesmas características da protoderme do primórdio peciolar, em estágio bastante inicial de cuticularização. Abaixo da protoderme, ocorrem uma ou duas camadas de meristema fundamental, cujas células apresentam um arranjo compacto e um espessamento inicial de suas paredes nos ângulos,

evidenciando um colênquima em diferenciação. Entre estas camadas e o cilindro vascular, ocorrem três a quatro camadas de células parenquimáticas também em diferenciação, já apresentando meatos aeríferos pequenos. Todas estas células corticais apresentam cloroplastos. O cilindro vascular apresenta um anel de procâmbio que, em alguns cortes, aparece interrompido por uma camada de células parenquimáticas. Neste anel, observam-se 5 feixes vasculares em diferenciação. Nas regiões interfasciculares ocorrem, na porção externa do procâmbio, polos de floema. A região central do peciôlulo é ocupada pela medula, nesta fase ainda em diferenciação, com as células apresentando-se arredondadas, devido à presença de meatos aeríferos; as paredes celulares são finas e pectocelulósicas, sendo comum a presença de idioblastos contendo cristais prismáticos de oxalato de cálcio.

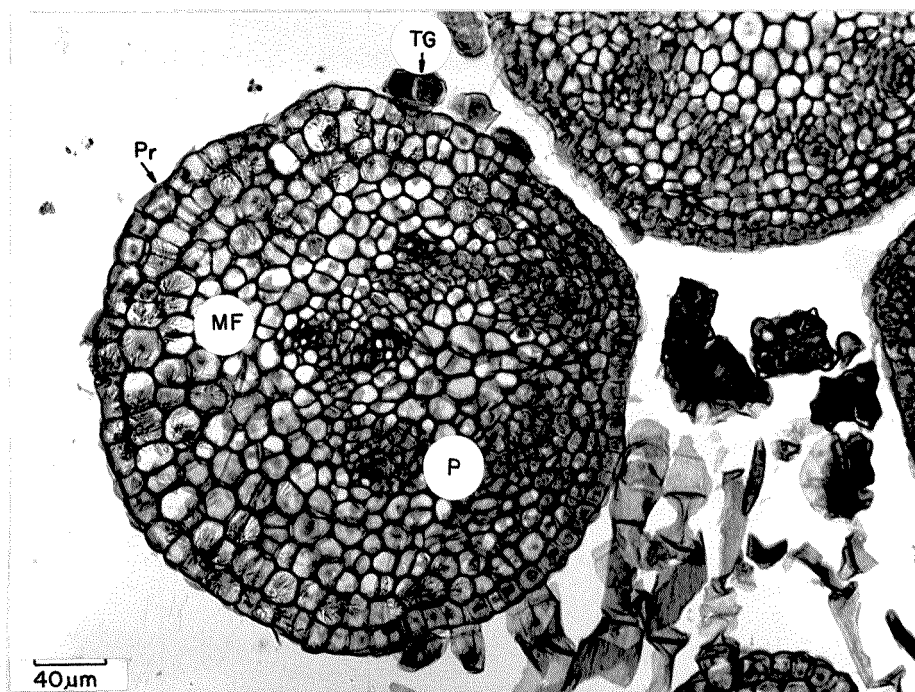


Figura 53: Corte transversal de peciôlulo de primórdio foliar de *E. venusta* mostrando anel procambial aberto (16,0 X 1,25). (MF- meristema fundamental; P- procâmbio; Pr- protoderme; TG- tricoma glandular).

A medida que progride a diferenciação dos tecidos, ocorre um aumento considerável no número de camadas celulares. No periclóculo adulto (Figura 54), a epiderme já se encontra totalmente diferenciada: suas paredes anticlinais e a periclinal interna são finas e pectocelulósicas e a periclinal externa é mais espessa, impregnada por cutina e revestida por cutícula; os estômatos são bem formados, funcionais, apresentando uma pequena câmara subestomática; a epiderme é dotada de tricomas unisseriados não glandulares e de tricomas glandulares. Abaixo da epiderme, ocorrem uma a duas camadas de colênquima de tipo intermediário entre o angular e o lacunar. O cilindro vascular completa seu desenvolvimento apresentando, então, sete feixes vasculares completos (Figura 54); nas regiões interfasciculares, ocorrem alguns polos de floema no lado externo e a diferenciação de fibras no lado interno do cilindro vascular; junto aos polos de protofloema, ocorrem cordões de fibras. Na região central, a medula já se apresenta lignificada, sendo bastante abundantes os idioblastos.

Anatomia da gavinha

A gavinha apresenta um comprimento variável entre 5 e 12 cm apresentando o ápice tripartido, do tipo unguiforme.

Cortes transversais de gavinhas bem jovens, em início de diferenciação, mostram uma protoderme constituída por células retangulares, pouco mais altas do que largas, com paredes pectocelulósicas, sendo as periclinais externas pouco mais espessadas. Essa protoderme é dotada de tricomas unisseriados não glandulares e de tricomas glandulares. O córtex apresenta-se constituído por

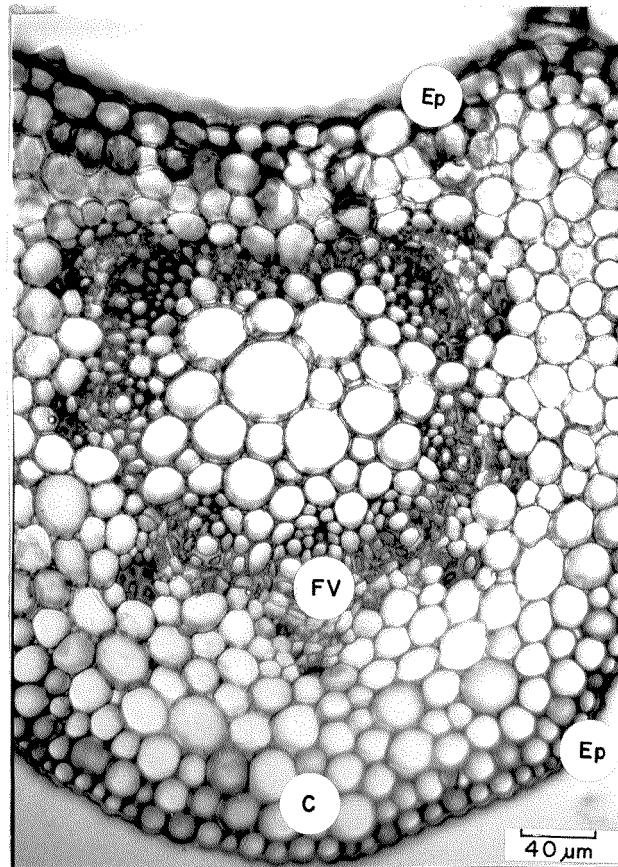


Figura 54: Corte transversal da região mediana de peciólulo de *E. venusta* mostrando os 7 feixes vasculares principais (16,0 X 1,25). (C- colênquima; Ep- epiderme; FV- feixe vascular).

cinco a seis camadas de meristema fundamental em diferenciação: nas camadas mais internas, começam a surgir alguns meatos aeríferos por afastamento das paredes celulares nos ângulos, adquirindo as células o formato arredondado. No cilindro vascular, o procâmbio forma um anel contínuo, com cinco feixes vasculares em diferenciação. Em alguns cortes, observa-se que a continuidade do procâmbio é interrompida por meristema fundamental. Nas regiões interfasciculares ocorrem alguns polos de protofloema sem a

correspondente diferenciação de elementos condutores do protoxilema. As células da medula encontram-se em estágio mais avançado de diferenciação, apresentando-se maiores e mais arredondadas, com meatos mais conspícuos e paredes pouco mais espessadas (Figura 55).

Cortes transversais da região basal da gavinha mostram um contorno lobado, com lobos pouco acentuados (Figura 57). Nesta região, na gavinha adulta, o colênquima subepidérmico apresenta-se com uma ou duas camadas celulares. A medida que se caminha em direção ao ápice da gavinha, esta adquire, em corte transversal, formato subcircular, com a região adaxial levemente achatada. A epiderme apresenta as paredes periclinais externas de suas células levemente convexas, mais espessadas que as demais, cutinizadas e cuticularizadas, dotadas de estômatos (Figura 56) e manten-

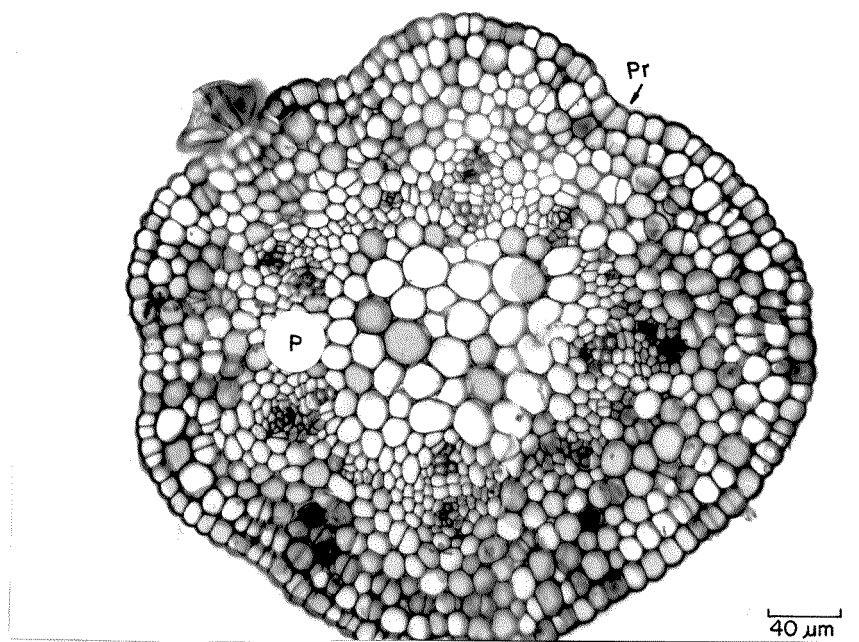


Figura 55: Corte transversal de gavinha jovem de *P. venusta* mostrando a interrupção do procâmbio por células parenquimáticas (16,0 X 1,25). (P- procâmbio; Pr- protoderme).

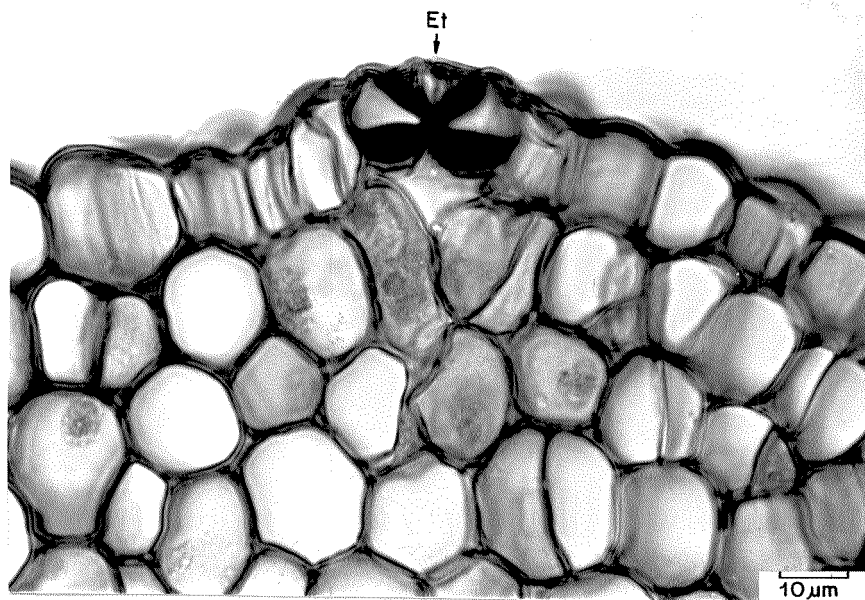


Figura 56: Corte transversal da região mediana da gavinha de *P. venusta* mostrando detalhes da epiderme (com estômato) (63,0 X 1,25). (Et- estômato).

do, em pequeno número, tricomas glandulares e tricomas unisseriados não glandulares. Algumas vezes, as células subsidiárias situam-se acima do nível das células epidérmicas ampliando a câmara subestomática (Figura 56). O colênquima subepidérmico é restrito a uma camada celular, às vezes duas, atingindo massa maior nos ângulos. Estas células colenquimáticas são dotadas de cloroplastos. O espessamento parietal ocorre preferencialmente nos ângulos, embora não seja muito acentuado, e os meatos aeríferos geralmente são pequenos e ocasionais. No cilindro vascular, ocorre a diferenciação completa dos cinco feixes vasculares; nas regiões interfasciculares, correspondentes ao xilema, ocorre a diferenciação de esclerênquima. Na região pericíclica, junto aos polos de floema, diferenciam-se cordões de fibras. O parênquima

cortical, rico em cloroplastos, é constituído por quatro a seis camadas celulares. A medula, no estágio adulto, apresenta-se com as paredes lignificadas, mantendo-as relativamente finas (Figura 57); são comuns os cristalíferos, com cristais prismáticos de oxalato de cálcio.

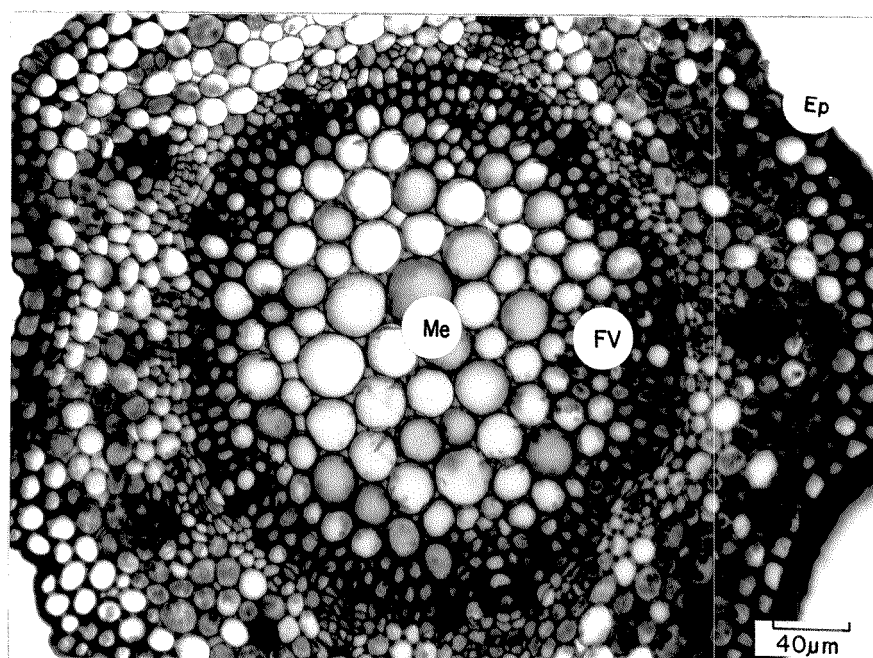


Figura 57: Corte transversal de gavinha adulta de P. venusta (16,0 X 1,25). (Ep- epiderme; FV- feixe vascular; Me- medula).

Apice da raiz e estrutura primária em diferenciação

Cortes longitudinais medianos de ápices de raízes (Figuras 58 e 59) e, também, do eixo do embrião de *P. venusta* (Figuras 2 a 4), mostram que o meristema subapical é formado por um pequeno número de células aproximadamente iguais em forma e tamanho, dispostas em três camadas celulares: a camada mais interna dá origem ao cilindro central, a mediana ao córtex e a camada mais externa origina a caliptra e a epiderme. Esta última camada, segundo Guttenberg (1960 *apud* ESAU 1965), é denominada dermatocaliptrógeno (Figura 59).

Recobrando o meristema subapical encontra-se a caliptra, cujas células originam-se por divisões periclinais do dermatocaliptrógeno; as primeiras três a cinco camadas celulares apresentam-se mais compactas e em arranjo tangencial, enquanto, nas camadas mais externas, as células, já em estado mais avançado de diferenciação, apresentam organização mais frouxa. Algumas derivadas imediatas mostram divisões por paredes anticlinais. A partir da sexta camada de derivadas, contadas a partir do dermatocaliptrógeno, não são mais observadas as divisões celulares freqüentes (Figuras 58 e 59).

A protoderme origina-se por divisões anticlinais das células do dermatocaliptrógeno. Suas células são retangulares, às vezes pouco mais altas que largas, em geral, porém, quase isodiamétricas; apresentam as paredes finas, pectocelulósicas, com citoplasma denso, sem vacuoma visível ao microscópio ótico, com

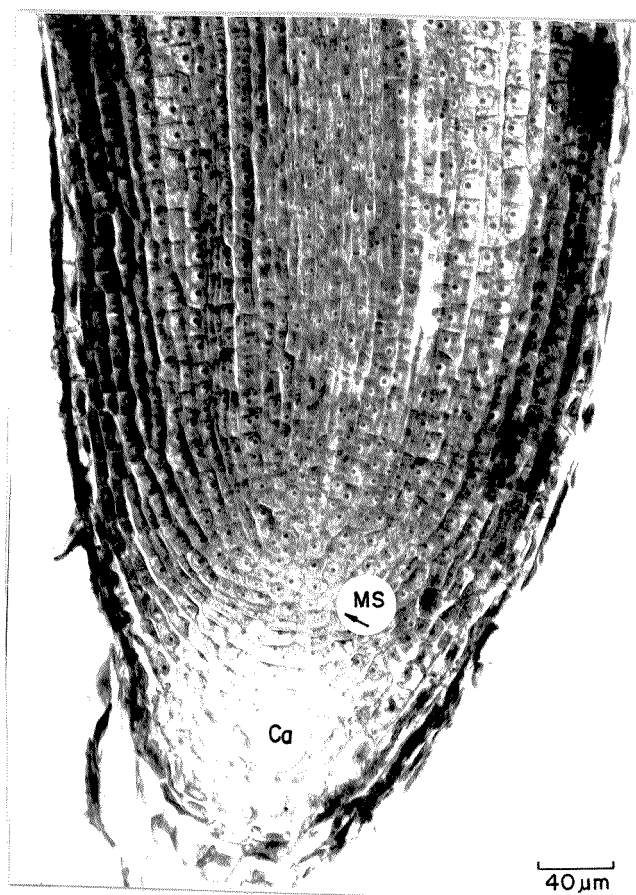


Figura 58: Corte longitudinal de ápice de raiz de *P. venusta*, mostrando a organização histológica daquela região (16,0 X 1,25). (Ca- caliptra; MS- meristema subapical).

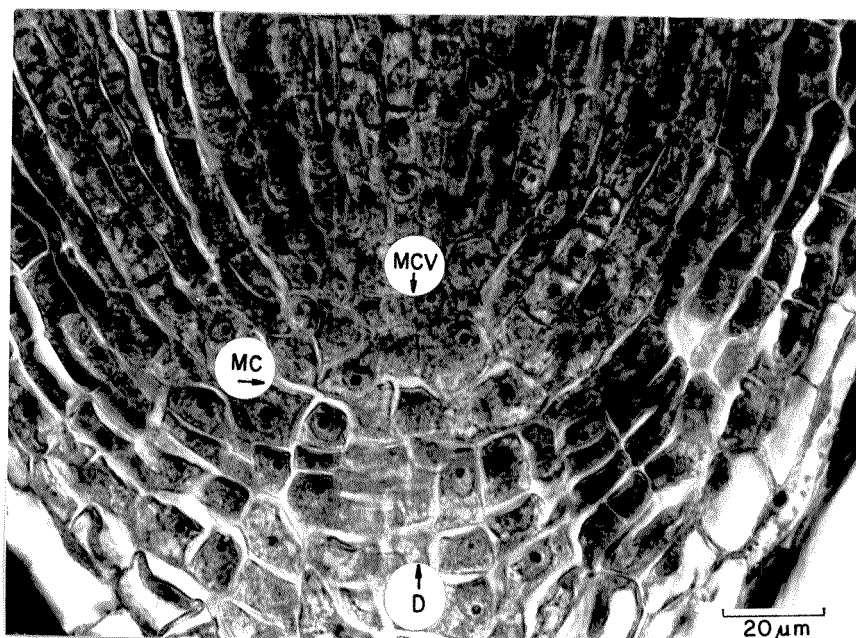


Figura 59: Corte longitudinal de ápice de raiz de *P. venusta*, mostrando a organização do meristema subapical (40,0 X 1,25). (D- dermatocaliptrógeno; MC- meristema do córtex; MCV- meristema do cilindro vascular).

núcleo grande e cromático.

Todo o córtex da raiz origina-se da camada intermediária do meristema subapical, inicialmente por divisões anticlinais de suas células, seguidas por divisões anticlinais e periclinais, acompanhando o crescimento em extensão e aumentando, proporcionalmente, o diâmetro da raiz. A camada mais interna do córtex dá origem à endoderme que, nos seus primeiros estádios de diferenciação, já apresenta as fitas de Caspary. Ao mesmo tempo, a camada cortical subepidérmica inicia sua diferenciação em exoderme, apresentando, como a endoderme, as fitas de Caspary, bem visíveis nas paredes anticlinais nos cortes transversais. Entre a exoderme e a endoderme, permanecem quatro a cinco camadas de meristema fundamental, cujas células tornam-se progressivamente arredondadas, apresentando meatos aeríferos pelo afastamento das paredes celulares nos ângulos, originando o parênquima cortical (Figura 60).

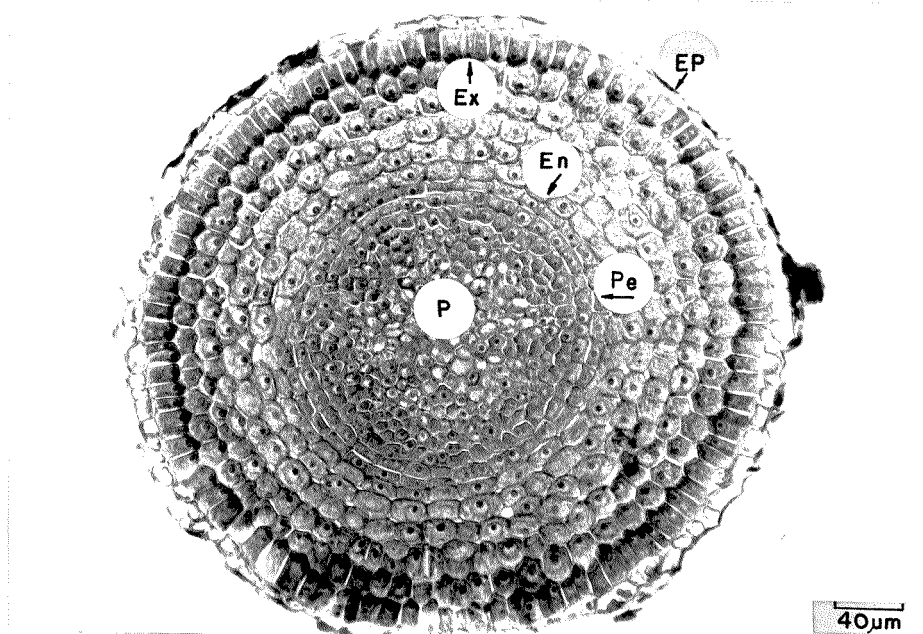


Figura 60: Corte transversal de raiz de *E. venusta*, próximo ao ápice, com estrutura primária em diferenciação (16,0 X 1,25). (En- endoderme; Ep- epiderme; P- procâmbio; Pe- periciclo).

O cilindro central origina-se da camada mais interna do meristema subapical. As células do procâmbio, inicialmente isodiamétricas, apresentam um processo inicial de diferenciação relativamente rápido. Assim, na zona de distensão, já se observa, abaixo da endoderme, uma camada de células pericíclicas. A seguir, as células procambiais apresentam-se mais alongadas e mais estreitas que as pericíclicas; na porção central das raízes tetrarcas e poliarcas, as células procambiais apresentam-se mais curtas e mais largas que as periféricas, mostrando a típica diferenciação em direção a parênquima. Nas raízes triarcas, entretanto, tal diferenciação pode não ocorrer, e a porção central da raiz é ocupada, então, pelo metaxilema.

Em todas as observações realizadas em cortes longitudinais, foi possível verificar que a atividade mitótica na região central do meristema subapical era muito reduzida ou mesmo nula, com as divisões celulares sendo mais frequentes a alguma distância dela.

Cortes transversais feitos a aproximadamente 2 mm do ápice da raiz alcançam o início da zona de absorção. Neste estágio, a epiderme é constituída por células de formato retangular, com suas paredes externas levemente convexas e destituídas de cutícula; é dotada de pêlos absorventes unicelulares (Figura 61). Em cortes longitudinais, as células epidérmicas são alongadas no sentido do eixo vegetativo; o protoxilema e parte do metaxilema encontram-se diferenciados; o córtex é constituído por seis a oito camadas parenquimáticas, com a endoderme e a exoderme exibindo apenas as fitas de Caspary. Entretanto, à medida que prossegue o processo de diferenciação, tanto as células da endoderme quanto as da exoderme apresentam a deposição de uma fina camada

de suberina nas faces internas de suas paredes celulares. Tanto as fitas de Caspary quanto as lamelas de suberina tornam-se bem evidenciadas em cortes tratados com Sudan IV. Na exoderme, algumas células situadas defronte aos pêlos absorventes não sofrem a deposição da lamela de suberina, o mesmo ocorrendo com algumas das células da endoderme situadas defronte aos polos de protoxilema, constituindo, desta forma, as células de passagem.

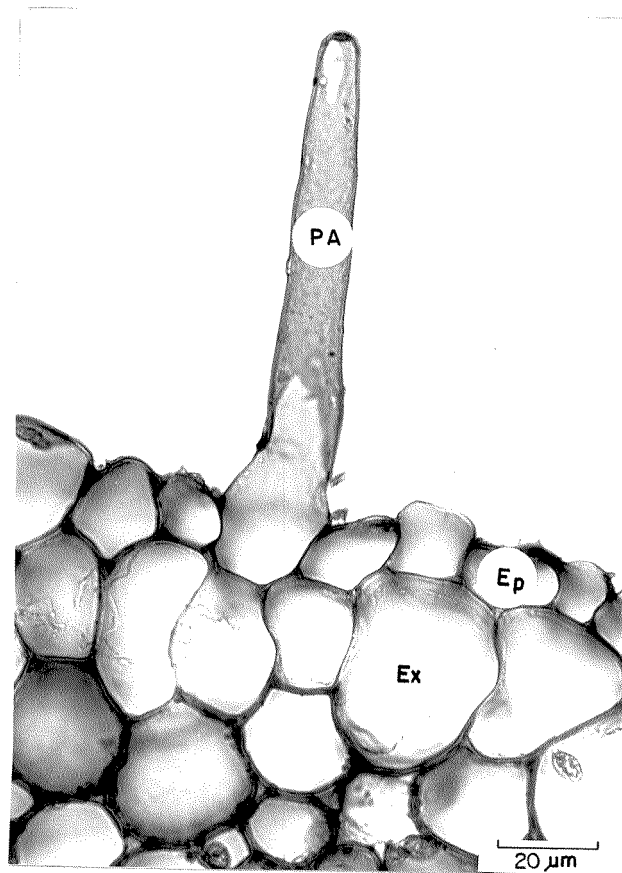


Figura 61: Corte transversal de raiz de *E. venusta*, na região de absorção, mostrando a epiderme com pêlo absorvente e a exoderme (40,0 X 1,25). (Ep- epiderme; Ex- exoderme; PA- pêlo absorvente).

Estrutura primária diferenciada

Na figura 62, pode-se observar um corte transversal de uma raiz com estrutura primária totalmente diferenciada. A epiderme é constituída por células pequenas, desprovidas de cutícula (Figuras 61 e 62).

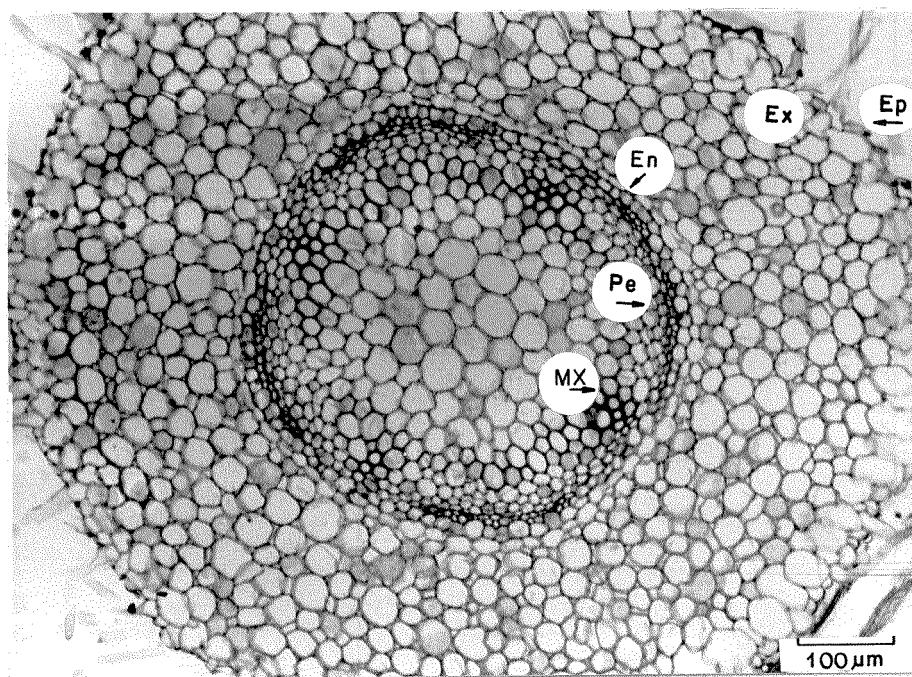


Figura 62: Corte transversal de raiz tetrarca de *P. venusta* com estrutura primária diferenciada (6,3 X 1,6). (En- endoderme; Ep- epiderme; Ex- exoderme; Pe- periciclo; Mx- metaxilema).

A exoderme, bastante característica, é constituída por células maiores do que as epidérmicas e do que as do parênquima cortical, apresentando, nesta fase, uma fina lamela de suberina revestindo internamente suas paredes. Abaixo da exoderme, ocorrem endoderme apresenta-se bem característica, com uma fina lamela de suberina revestindo internamente as paredes de suas células, com exceção de algumas situadas defronte aos polos de protoxilema, as células de passagem; tais células são menores que as corticais e facilmente distinguíveis daquelas (Figura 63).

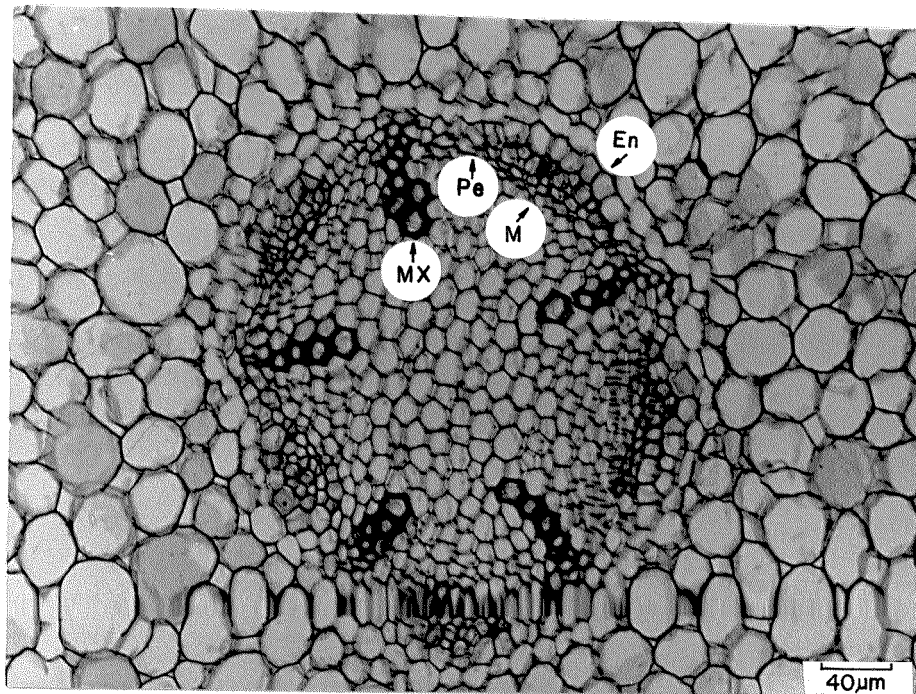


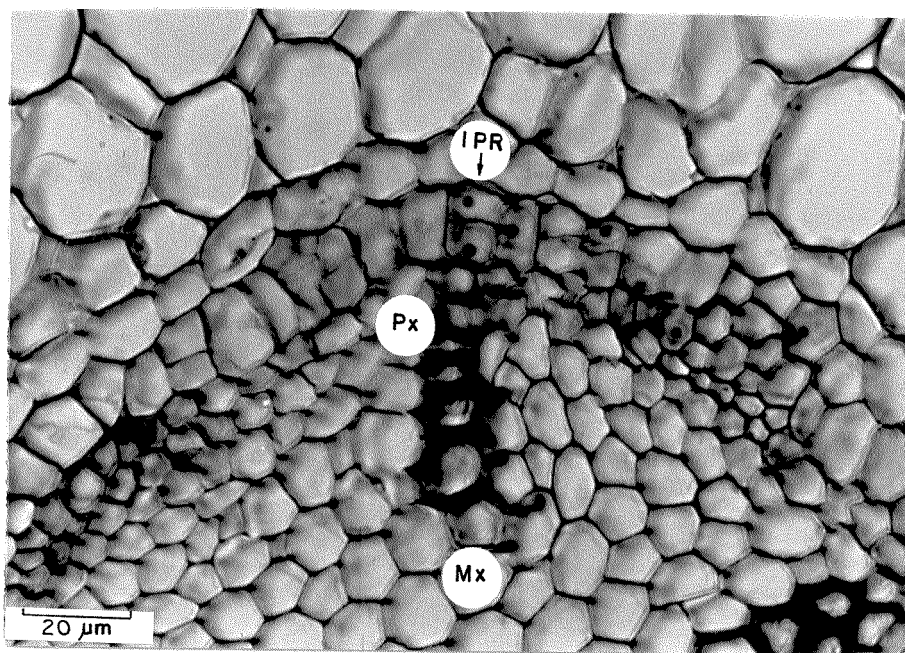
Figura 63: Corte transversal de raiz pentarca de *E. venusta*, com estrutura primária diferenciada (16,0 X 1,25). (En- endoderme; M- metafloema; Mx- metaxilema; Pe- periciclo; Pf- protofloema).

No cilindro vascular, logo abaixo da endoderme, o periciclo apresenta-se unisseriado (Figura 63). O número de polos de protoxilema é variável de planta para planta (Figuras 62 e 63); esta variação pode ocorrer entre as raízes de uma mesma planta e até mesmo em uma mesma raiz. Em geral, nas plantas com raízes poliarcas ou tetrarcas, as raízes secundárias mais espessas mantêm o mesmo número de polos de protoxilema, entretanto, nas raízes mais finas, secundárias ou terciárias, o número de polos é menor, apresentando-se tais raízes como triarcas e tendo sua porção central ocupada pelo metaxilema. Neste aspecto, mesmo as raízes tetrarcas e poliarcas, quando finas, podem apresentar metaxilema na porção central das mesmas. O número de polos varia de três a sete. As camadas procambiais limitam-se a faixas situadas na face interna do floema (Figura 63).

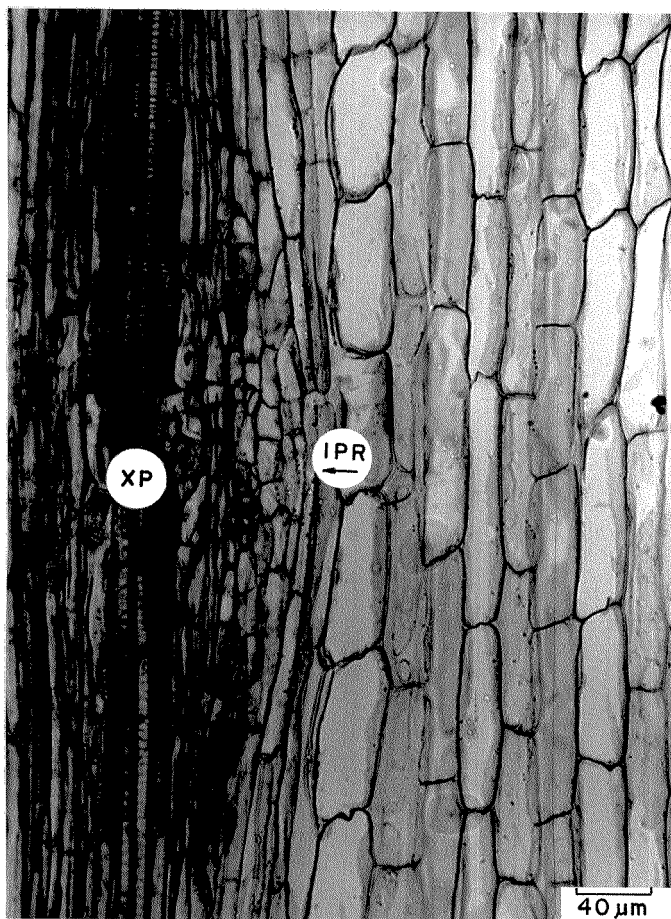
As raízes laterais originam-se a alguma distância do ápice da raiz principal, após a zona de absorção, no final da estrutura primária. Estas raízes têm início através de divisões, por paredes periclinais, de algumas células do periciclo situadas de frente aos polos de protoxilema (Figura 64a e b). Novas divisões por paredes periclinais, seguidas por outras em plano anticlinal, dão origem a uma pequena protuberância, o primórdio da raiz lateral. O prosseguimento da atividade mitótica e a diferenciação celular forçam o ápice do primórdio, através do córtex, em direção à periferia da raiz principal (Figura 65).

A endoderme não toma parte ativa na formação do primórdio, mas suas células, situadas sobre o mesmo, dividem-se por paredes anticlinais, formando uma camada junto à superfície do primórdio e acompanhando-o até sua saída na superfície da raiz principal.

O ápice do primórdio, antes de emergir na superfície da raiz principal, já apresenta a mesma organização histológica daquela.



a



b

Figura 64: Formação de raiz lateral em *P. venusta*: a- corte transversal da raiz principal (40,0 X 1,25); b- corte longitudinal da raiz principal (16,0 X 1,25). (IPR- início de primórdio radicular; Mx- metaxilema; Px- protoxilema).

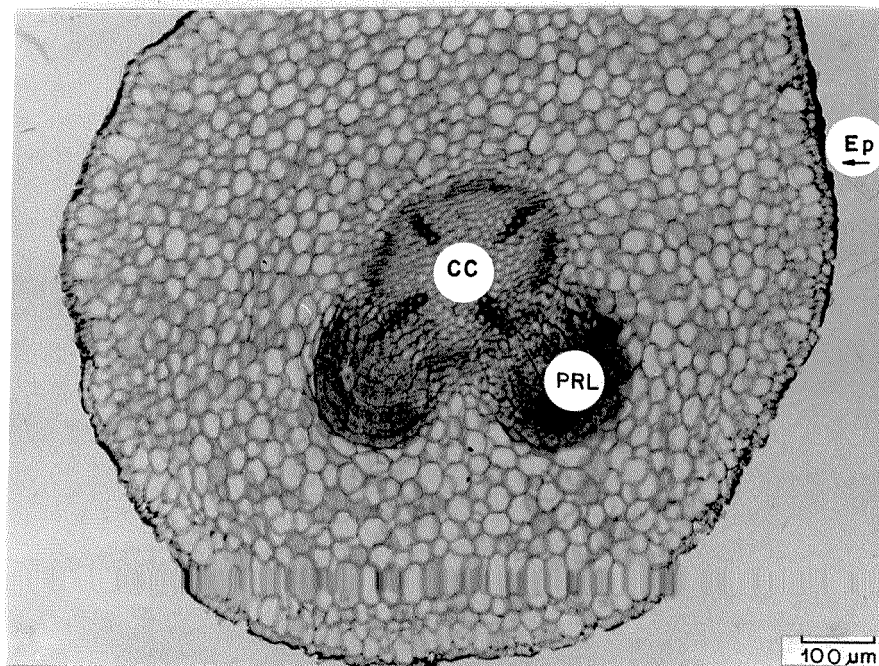


Figura 65- Corte transversal de raiz principal de *P. venusta*, mostrando 2 primórdios de raízes laterais (6,3 X 1,25). (CC- cilindro central; Ep- epiderme; PRL- primórdio de raiz lateral).

Estrutura secundária

A estrutura secundária tem início através de divisões de células do procâmbio remanescente, situadas na face interna do floema (Figura 66). Estas divisões dão origem a zonas cambiais que apresentam o formato de arcos invertidos. A seguir, as células do periciclo situadas sobre os polos de protoxilema se dividem formando faixas cambiais (Figura 67). A união destas faixas com as zonas cambiais dá origem a um câmbio contínuo (Figura 68). As porções do câmbio situadas na face interna do floema iniciam suas atividades antes daquelas situadas sobre os polos de protoxilema; assim, progressivamente, o floema é empurrado para a periferia. Concomitantemente, completa-se a diferenciação das fibras do floema primário; estas fibras podem ocorrer isoladas ou

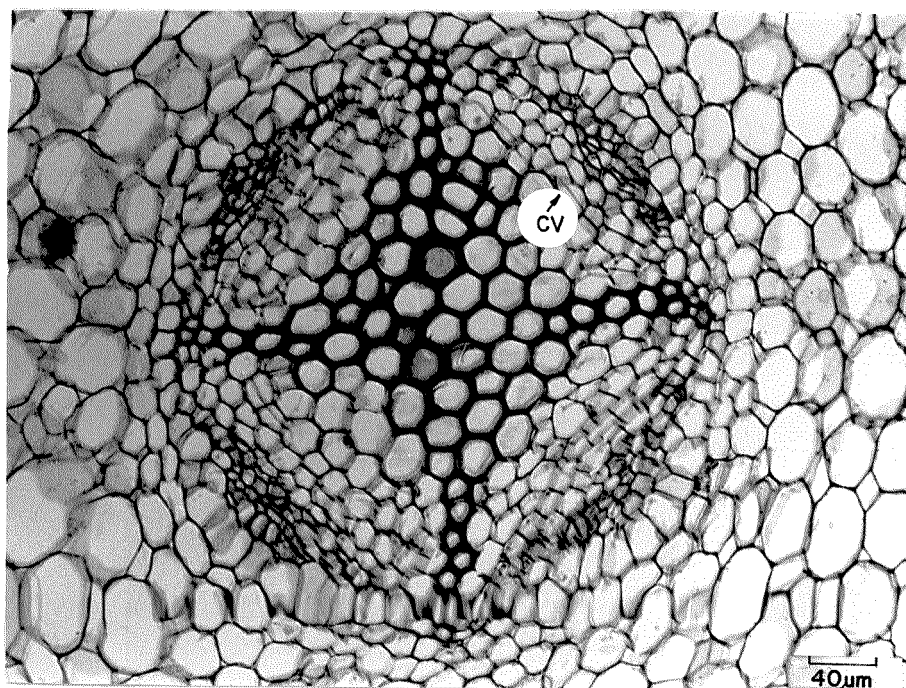


Figura 66: Corte transversal de raiz de *P. venusta*, mostrando fase inicial da formação do câmbio vascular (16,0 X 1,25). (CV- câmbio vascular).

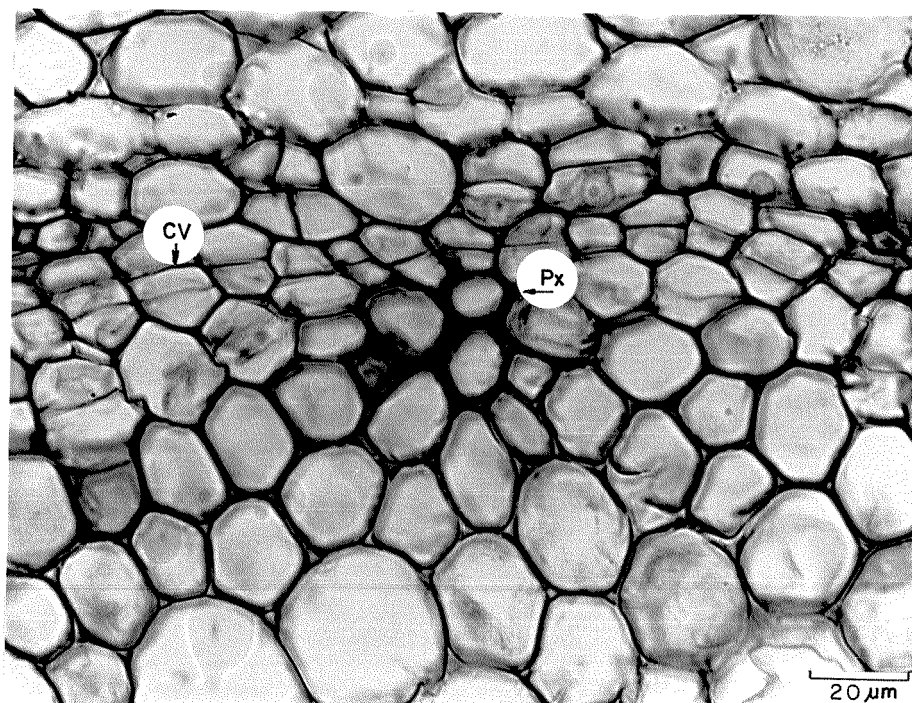


Figura 67: Corte transversal de raiz de *P. venusta*, mostrando o câmbio vascular (40,0 X 1,25). (CV- câmbio vascular; Px- protoxilema).

em pequenos grupos, junto ao periciclo ou mais internamente.

A produção de tecidos secundários leva, conseqüentemente, ao aumento em diâmetro da raiz. As células da epiderme apresentam uma série de divisões por paredes anticlinais, aumentando seu perímetro e, desta maneira, acompanhando o aumento em circunferência que todo o conjunto tem. Divisões celulares esparsas em diversos planos são observadas no córtex, enquanto no periciclo e na endoderme as mesmas se processam por paredes anticlinais.

Quando o cilindro lenhoso atinge aproximadamente 1 mm de diâmetro, inicia-se a formação do felogênio, através de divisões nas células da camada externa do periciclo (Figura 68). A atividade do felogênio, associada à atividade do câmbio vascular, propicia um aumento de volume que, por sua vez, pressiona as camadas corticais causando a obliteração de muitas de suas células. A continuidade da atividade do câmbio e do felogênio leva à eliminação do córtex e, conseqüentemente, da epiderme.

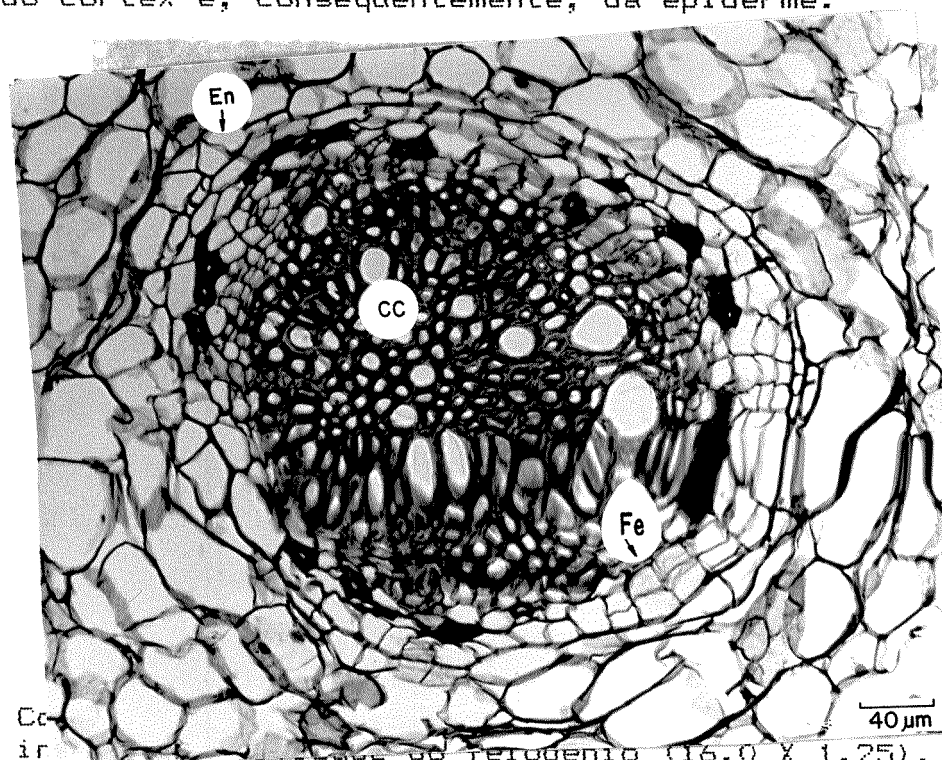


Figura 68: Corte transversal do felogênio (16,0 X 1,25). (CC- cilindro central; En- endoderme; Fe- felogênio).

Quanto à atividade do câmbio vascular, a quantidade de floema produzido é pequena em comparação à quantidade de xilema.

Estrutura secundária anômala

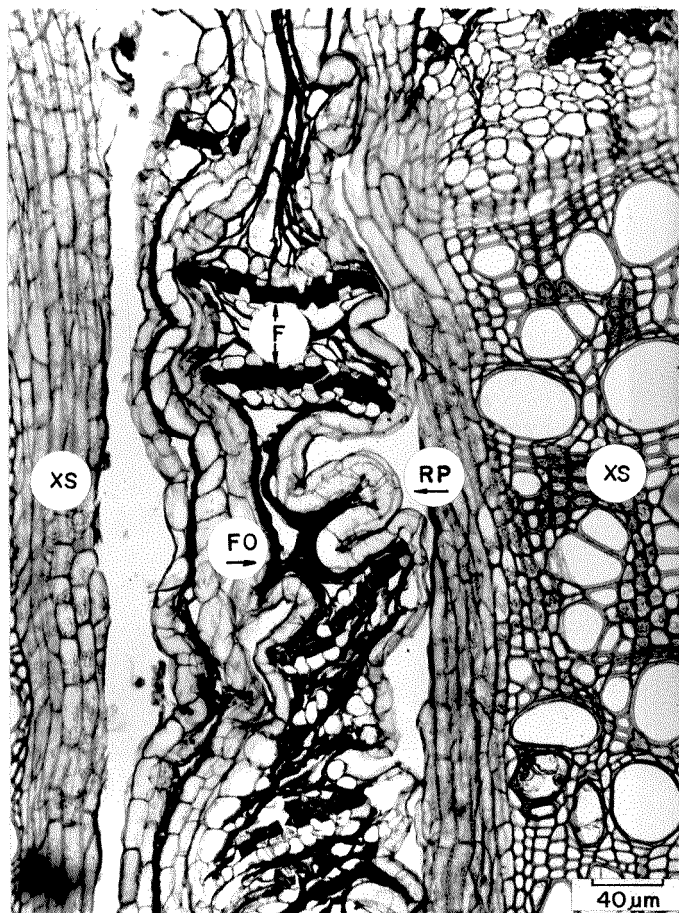
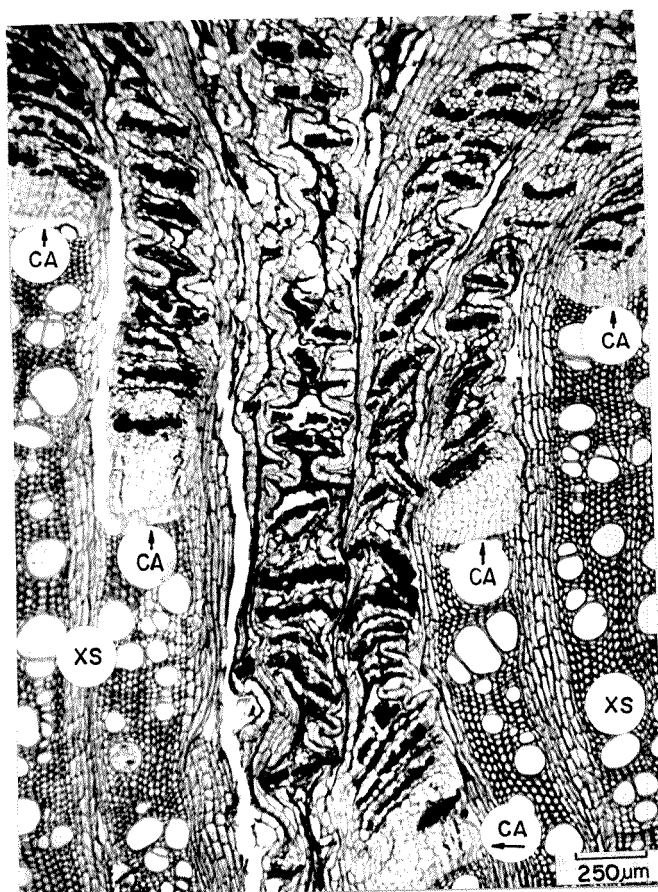
Quando o cilindro lenhoso atinge, em média, 3 mm de diâmetro, inicia-se o desenvolvimento da estrutura secundária anômala, através de alterações nas zonas cambiais originadas do procâmbio, que passam a produzir uma quantidade muito maior de floema do que de xilema, formando, assim, blocos de floema no xilema (Figura 69 a e b). Cada um dos blocos apresenta, nas suas laterais, parênquima radial: são raios largos, com até oito células de largura, sendo que as células das duas camadas situadas junto ao floema possuem paredes pectocelulósicas e as das demais, paredes lignificadas. Tanto os raios laterais aos blocos como os demais que atravessam o floema são contínuos com os raios xilemáticos.

O crescimento secundário leva à obliteração do proto e do metafloema. O câmbio anômalo produz, de espaço em espaço, fileiras tangenciais de fibras, com uma ou duas células de espessura, interrompidas pelas células do parênquima radial. O espaço entre duas fileiras consecutivas de fibras é ocupado por elementos condutores e parenquimáticos. Forma-se, assim, uma estrutura estratificada. Nestes blocos de floema, no início da estrutura secundária anômala, os seus elementos condutores são funcionais; entretanto, à medida que prossegue o desenvolvimento, com a produção de maior quantidade de tecidos pelo câmbio anômalo, os elementos condutores mais velhos do deuterofloema, bem como al-

guns elementos parenquimáticos, tornam-se obliterados. Com o prosseguimento do processo, o parênquima radial apresenta-se sinuoso e a maior parte do tecido condutor torna-se obliterada, apresentando-se em massas em arranjo desordenado, acompanhando, aproximadamente, as sinuosidades dos raios parenquimáticos. Nas margens dos blocos de floema, o parênquima radial pectocelulósico, devido às sinuosidades, separa-se do parênquima radial lignificado (Figura 69a e b).

A medida que aumenta o diâmetro do cilindro lenhoso, novas porções normais, situadas nos bordos dos blocos de floema passam a apresentar, também, atividade anômala, produzindo maior quantidade de floema do que de xilema. Quando estas novas porções de câmbio anômalo são formadas de ambos dos lados do bloco, o conjunto apresenta, mesmo a olho nu, o aspecto de um "V" (Figura 69a), recebendo, então, a denominação de "cunha".

Ocasionalmente, algumas faixas de câmbio anômalo podem cessar suas atividades. Com isso, as porções superiores de blocos de floema acabam sendo ocupadas pelo xilema em expansão, devido ao próprio crescimento secundário, produzindo, desta maneira, porções de floema inclusas no xilema (Figura 70).



a

b

Figura 69: Cortes transversais de raiz de *P. venusta* com estrutura secundária anômala bem desenvolvida: a- vista geral da cunha de floema (2,5 X 1,25); b- detalhe do floema anômalo (16,0 X 1,25). (CA- câmbio anômalo; FO- floema obliterado; RP- raio parenquimático; XS- xilema secundário).



Figura 70: Corte transversal de raiz de *P. venusta*, mostrando porção inclusa de floema (2,5 X 1,25). (FAI-floema anômalo incluído).

V- DISCUSSÃO

Devido à escassez de informações sobre a anatomia de espécies da família Bignoniaceae e, em particular, sobre o gênero Pyrostegia, discutimos neste capítulo os dados obtidos neste trabalho sobre Pyrostegia venusta, com outros relacionados ao assunto, dentro da família ou de famílias filogeneticamente próximas.

Ressaltamos que, de acordo com os levantamentos realizados (Index Kewensis, tomos I e II e suplementos 1 a 16), consideradas as sinonímias, constatamos a existência de sete espécies pertencentes ao gênero Pyrostegia: P. amabilis, P. cinerea, P. lauta, P. millingtonioides, P. ornata, P. pubescens e P. venusta. Entretanto, em todos os trabalhos consultados só encontramos referências sobre P. venusta.

Nesta discussão, procurou-se obedecer à mesma ordem em que os resultados foram apresentados.

A semente

Em relação à estrutura da semente das Bignoniaceae, Miers (apud BUREAU 1864) descreveu a presença de três tegumentos. BUREAU (1864) afirmou que a semente apresenta somente dois tegumentos, o externo ou testa, resultante da transformação da primina, e o tegumento interno ou tegmen, com origem à partir do nucelo e que corresponde, pela descrição, ao tegumento intermediário proposto por Miers.

Segundo CORNER (1976), as Bignoniaceae apresentam óvulo

anátropo ou hemianátropo, unitegumentado e tenuinucelado; o envoltório da semente é exotestal

O óvulo de *P. venusta* é dotado de apenas um tegumento, que dá origem à testa da semente, que é constituída por um parênquima revestido por uma epiderme. Entretanto, envolvendo externamente o endosperma, ocorre mais um envoltório, que provavelmente se origina do nucelo.

Em relação à ala da semente, formada basicamente pela testa, BUREAU (1864) citou que a mesma é constituída por células muito longas, situadas em um mesmo plano. BELTRATI & PICCOLO (1979) mostraram que a ala da semente de *Distictella mansoana* apresenta uma epiderme constituída por esclerócitos alongados, com paredes anticlinais espessadas e lignificadas e as paredes periclinais finas. ARMSTRONG (1985) citou que as alas hialinas e membranáceas das Bignoniaceae são formadas por células longas e estreitas, com delicados espessamentos secundários anelares ou helicoidais. *P. venusta* apresenta a epiderme da ala da semente constituída por células longas e estreitas, com as paredes periclinais finas e as anticlinais espessadas e lignificadas. Esses espessamentos são uniformes, abrangendo todas as paredes anticlinais; não foi encontrada nenhuma célula com espessamentos anelares ou helicoidais. As paredes periclinais permanecem pectocelulósicas, ocorrendo uma leve cutinização das paredes periclinais externas. Na epiderme adulta, as células são destituídas de conteúdo. Assim, esta estrutura confere à semente características que propiciam a sua disseminação pela água ou pelo vento, pois, ao baixo peso da ala associa-se a necessária resistência mecânica

conferida pelos espessamentos das paredes anticlinais.

Em nossas observações, constatamos a presença de uma fina camada de endosperma na semente de *P. venusta*. BUREAU (1864) afirmou que a semente das Bignoniaceae não o possui. Esta opinião foi adotada por vários taxonomistas, entre os quais LÖEFGREN (1917) que, ao separar as famílias da ordem Tubiflorae, utilizou esta característica como critério taxonômico para distinguir Bignoniaceae de Scrophulariaceae. WETTSTEIN (1927), WETTSTEIN *et al.* (1944), RENDLE (1952), LAWRENCE (1951) e HUTCHINSON (1973), entre outros, ao caracterizarem a semente das Bignoniaceae, afirmaram a ausência de endosperma nas mesmas. WETTSTEIN *et al.* (1944) mencionaram, também, a afinidade entre as famílias Bignoniaceae e Scrophulariaceae, separando-as pelo fato de as primeiras não apresentarem endosperma. Neste particular, alguns gêneros têm sido colocados em uma ou na outra família, tendo a presença ou a ausência de endosperma desempenhado um peso relativamente alto nesta definição. ARMSTRONG (1985) analisou um problema taxonômico relativamente antigo, que consiste na delimitação das famílias Bignoniaceae e Scrophulariaceae; neste trabalho, o autor citou textualmente que todos os membros da família Scrophulariaceae têm sementes com endosperma, um caráter que falta nas Bignoniaceae. Entretanto, MCLEAN & IVIMEY-COOK (1956) afirmaram que há apenas duas famílias nas quais não ocorre, efetivamente, o desenvolvimento do endosperma, as Orquidaceae e as Podostemaceae; em todas as outras famílias inicia-se o desenvolvimento do endosperma, embora em algumas ele seja apenas transiente e a semente madura não o apresente. Neste aspecto, MARTIN (1946), em trabalho sobre anatomia comparada de sementes, caracterizou as de Bigno-

niaceae como tendo embrião reto, cotilédones largos e endosperma ausente ou limitado. MELCHIOR (1964) afirmou que a semente madura de Bignoniaceae é destituída de endosperma, porém, citou que pode ocorrer a formação de endosperma do tipo celular. CORNER (1976) caracterizou as sementes de Bignoniaceae como exalbuminosas e exariladas; citou, porém, a formação de endosperma do tipo celular, referindo-se, evidentemente, à sua formação e exalbuminosas referindo-se à sua ausência na semente madura. CRONQUIST (1981) caracterizou a semente de Bignoniaceae como apresentando a formação de endosperma do tipo celular, e que o mesmo pode estar ausente ou presente na semente madura. Neste último caso, o autor citou apenas o gênero Paulownia, considerado por ARMSTRONG (1985) como pertencente à família Scrophulariaceae, conclusão a que chegou baseado não apenas na presença do endosperma, mas, principalmente, na anatomia floral.

Já em trabalhos anatômicos sobre algumas espécies de Bignoniaceae, a presença de um endosperma geralmente constituído por poucas camadas celulares tem sido uma constante. Assim, CRETE (1952), descreveu a sua presença em Amphicome arguta e Catalpa bignonioides, referindo-se também à Jacaranda mimosifolia. HYAKUTAKE & GROTTA (1965) descreveram a presença de um endosperma pouco desenvolvido em semente de Anemopaegma arvense, constituído por seis a oito fileiras de células de paredes finas, sem meatos, muitas delas incluindo pequenos grãos de amido. PANIZZA (1967) mostrou a ocorrência de endosperma em Jacaranda caroba. ALVES (1975) mostrou que, em Jacaranda brasiliana, o endosperma é constituído, geralmente, por células binucleadas. BELTRATI &

PICCOLO (1979) descreveram a presença de um endosperma em sementes de Distictella mansoana, constituído por um número variável de fileiras de células, geralmente irregulares, de paredes finas e com reservas lipoprotéicas, e observaram que o número de camadas celulares aumenta da periferia para o centro da semente, ocorrendo cinco a sete camadas celulares na região do eixo do embrião.

Em P. venusta, a existência de endosperma é bem evidente, embora seja um tecido relativamente escasso, com cerca de seis camadas celulares nas suas porções mais largas, dotado de grande quantidade de gotículas lipídicas.

Considerando a ocorrência de endosperma em vários géneros da família Bignoniaceae de espécies arbóreas, arbustivas e trepadeiras, esta característica não parece ser taxonomicamente consistente, mesmo considerando que as sementes de muitas espécies ainda não foram descritas.

Em geral, as sementes são bastante resistentes às condições externas, considerando-se o fato de estarem em um estado de desidratação. Assim, podem reter seu poder de germinação, ou viabilidade, por períodos de tempo consideráveis. O período de viabilidade é determinado por fatores genéticos e ambientais (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER 1963). Becquerel (1932, 1934 apud MAYER & POLJAKOFF-MAYBER 1963) determinou um período de viabilidade de 221 anos para sementes de Mimosa glomerata e períodos de 100 a 150 anos para várias leguminosas herborizadas. KOZLOWSKI (1971) também citou períodos de viabilidade entre 50 e 150 anos para vários géneros de leguminosas, e ressaltou que a viabilidade pode ser prolongada sob condições adequadas de armazenamento. Em con-

traste com aquelas sementes que mantêm sua viabilidade por um longo período, existem outras com períodos curtos ou muito curtos, de seis meses (Ulmus campestris e U. americanus), de uma semana (Acer sacharinum, Zigana aquatica, Salix japonica e S. pierotti) (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1963) e até mesmo de dois dias (Populus Linn.) (Engstrom 1948 apud KOZLOWSKI, 1971).

Em relação às Bignoniaceae, BUREAU (1864) afirmou que suas sementes perdem seu poder de germinação em cerca de um ano. ALVES (1975) citou que em Jacaranda brasiliiana as sementes "conservaram-se com boa higidez e capacidade de germinação" durante cerca de dois anos.

Segundo HESS (1975), a germinação não é possível sem a entrada de água na semente e a troca de gases com o meio. As barreiras que envolvem o embrião são mais ou menos impermeáveis à água e aos gases, e podem ser representadas pelo endosperma, pelo nucelo, pelos tegumentos ou pelas paredes do fruto. Na natureza esta permeabilidade é quebrada, particularmente, pela atividade de microorganismos, cujo processo é favorecido pelas condições ambientais de umidade e de temperatura.

Segundo BELTRATI & PICCOLO (1979), durante a embebição, as sementes de Distictella mansoana aumentaram em 141,9% o seu peso inicial. Os autores afirmaram que, nas sementes escarificadas, ao contrário das ilesas, a hidratação foi muito mais rápida; nas sementes ilesas, a penetração da água ocorreu principalmente pelo hilo, pois a epiderme externa do tegumento externo lhes confere impermeabilidade.

ALVES (1975) realizou experimentos mais completos em Jaca-

Jacaranda brasiliensis, para determinar a influência da posição da semente na câmara de germinação e da presença da ala sobre o processo de embebição, concluindo que, nessa espécie, a água pode penetrar por toda a superfície da semente. Além disso, seus resultados mostram não terem ocorrido diferenças significativas na porcentagem de embebição entre sementes íntegras e sementes com alas parcialmente removidas; não houve, entretanto, qualquer referência à velocidade de embebição.

Em nossos experimentos, não se observaram diferenças significativas na embebição, em relação à posição da semente na câmara de germinação ou à remoção parcial da ala da semente. A porcentagem de embebição obtida em P. venusta (128,02%) foi pouco menor, porém próxima à obtida por BELTRATI & PICCOLO (1979) para Distictella mansoana e bem diferente da obtida por ALVES (1975) para Jacaranda brasiliensis (14,68%).

Em relação à influência da luz na germinação, segundo HESS (1975), pode haver estímulo ou inibição desse processo, dependendo da espécie considerada. De acordo com MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1963), entre as plantas cultivadas existem poucas evidências da influência daquele fator. As sementes da maioria das plantas cultivadas germinam igualmente na luz ou no escuro. Em contraste, em outras plantas, muita variação tem sido observada. Aqueles autores apresentaram uma tabela com 54 espécies, cuja germinação é favorecida pela luz ou pelo escuro, ou que são indiferentes a este fator. ALVES (1975) relatou que as sementes de Jacaranda brasiliensis apresentam melhor germinação em temperaturas ao redor de 30 graus Celsius e que a variação da intensidade luminosa ora retardava, ora acelerava o processo de germinação. Afirmou também

o autor que a baixa temperatura e a fraca intensidade luminosa podem inibir a germinação.

Para a avaliação da germinação das sementes de P. venusta, foi utilizado, neste trabalho, o critério botânico (LABOURIAU, 1983), que considera germinada a semente em que uma das partes do embrião emergiu de dentro dos envoltórios. Segundo LABOURIAU (1983), "o critério de emergência, sem qualquer qualificação adicional, é insuficiente, mesmo para os estudos básicos de fisiologia da germinação", em virtude do fenômeno da "falsa germinação", já descrito anteriormente por DAU & LABOURIAU (1974). Neste particular, MELHEM (1975) mostrou que em Dipterix alata Vog. pode ocorrer a emissão da radícula por sementes mortas, fenômeno causado pela embebição e pelo alongamento celular. Em P. venusta ocorreu a embebição de sementes não viáveis; entretanto, não ocorreu a emergência da radícula em nenhuma delas.

As sementes de P. venusta, conservadas em condições ambientais, perdem totalmente seu poder de germinação em cerca de 5 meses, enquanto que, quando conservadas em geladeira a 4 graus Celsius, neste mesmo período de tempo, apresentam 86% de germinação. Além disso, as sementes mantida a 4 graus Celsius, embora com acentuada perda de viabilidade, conservaram-se por mais de três anos.

Morfologia da planta e da plântula

MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1963) não apresentaram, em suas

considerações, uma definição de plântula, mas afirmaram que ela é o resultado do processo de germinação. FONT QUER (1965) definiu plântula como sendo o embrião já desenvolvido, como consequência do processo de germinação. HESS (1975) considerou que o estágio de plântula termina com o estabelecimento do aparelho fotossintetizante, portanto, com a transição para a autotrofia. FERRI et al. (1981) definiram plântula como o "embrião vegetal que começa a desenvolver-se na germinação da semente"; ou ainda: "pequena planta recém-nascida". ALVES (1975) citou ser bem conhecido o fato de que em representantes do gênero Citrus L. o embrião já é verde, mesmo quando as sementes se encontram encerradas no fruto sendo, portanto, potencialmente capaz de realizar a fotossíntese.

No conceito de plântula que utilizamos neste trabalho, a passagem à autotrofia não implica apenas no desenvolvimento do aparelho fotossintetizante, mas, também, no desenvolvimento dos órgãos e no estabelecimento dos processos fisiológicos primordiais que viabilizam um novo indivíduo, dentro de suas características fundamentais. Concordamos, pois, em conjunto, com as definições apresentadas acima, pois ao nosso ver elas se complementam. Assim, o estágio de plântula, em nosso conceito, termina com o estabelecimento dos três órgãos vegetativos da espécie, o que ocorre com o desenvolvimento do primeiro par de eófilos.

Segundo van Steenis (1978 apud GENTRY 1980), as plântulas das Bignoniaceae tendem a uma uniformidade em todas as tribos. Entretanto, há, aparentemente, uma distinção dentro das tribos Bignonieae e Crescentieae, entre aquelas que apresentam germinação hipogéia e epigéia

MARTIN (1946) reconheceu 12 tipos de embriões entre as espermatófitas. De acordo com sua classificação, os embriões de Bignoniaceae enquadram-se no tipo "investing", apresentando embrião axial, usualmente reto, com cotilédones apenas recobrimdo e escondendo o diminuto eixo hipocótilo-radícula, pelo menos até a metade de seu comprimento.

Para BARROSO (1979), o embrião transverso-oblongo, típico das Bignoniaceae, apresenta o eixo hipocótilo-radícula curto, cilíndrico ou obcônico e os cotilédones finos, membranáceos, mais largos que longos, profundamente bilobados no ápice.

Segundo EAMES (1961), há dois tipos de germinação, a epigéia e a hipogéia, ressaltando que a germinação hipogéia é claramente mais evoluída. O autor descreveu que os cotilédones são semelhantes às folhas em relação ao eixo - na estrutura vascular, na ontogenia e na estrutura histológica pormenorizada - quando se tornam órgãos fotossintetizantes; afirmou, também, que cotilédones semelhantes à folha que servem apenas como órgãos temporários de reserva, são, indubitavelmente, do tipo primitivo.

DUKE (1965) propôs o uso dos termos "phanerocotylar", para o processo de germinação no qual os cotilédones emergem da semente e "cryptocotylar", para aquele no qual não há emergência dos cotilédones. Ele sugeriu que o tipo "cryptocotylar" corresponde à germinação hipogéia. DUKE (1969) caracterizou as Bignoniaceae como apresentando germinação geralmente "phanerocotylar", cotilédones bilobados enervados a plinervados, profundamente emarginados ou bilobados, cordados a auriculados; eófilos supra-cotiledonares geralmente opostos e decussados com os cotilédones,

simples, denteados ou compostos. Enallagma foi o único gênero estudado pelo autor que apresentou germinação "cryptocotylar"; embora neste caso os cotilédones "escapem" com o apodrecimento da testa, estes apresentam coloração marrom-escura e não são fotossintetizantes. Neste último trabalho, o autor citou que embriões do tipo "investing" não são comuns, mas frequentemente associados com a germinação "cryptocotylar".

NG (1978) propôs a continuidade do uso dos termos hipogéia e epigéia, acrescentando, ainda, os tipos semi-hipogéia e duriana; na germinação semi-hipogéia, não ocorre o desenvolvimento do hipocótilo, porém os cotilédones são expostos e na germinação duriana, ocorre o desenvolvimento do hipocótilo, entretanto, não ocorre a exposição dos cotilédones.

Na tribo Bignonieae, GENTRY (1980) citou nove gêneros com germinação hipogéia, entre os quais o gênero Pyrostegia, e três gêneros com germinação epigéia. Afirmou também que esta diferença pode ser facultativa, como em Callichlamys, que tem cotilédones fotossintetizantes que permanecem dentro dos envoltórios da semente e que algumas vezes se apresentam elevados.

ALVES (1975) descreveu que, em Jacaranda brasiliensis, os cotilédones permanecem, inicialmente, sob os tegumentos, "surtingo somente no segundo ou no terceiro dia subsequente à germinação, ocasião em que o hipocótilo já se torna bem delineado". Afirmou, também, que "o hipocótilo, como a radícula, apresenta um desenvolvimento bastante rápido, porém seu alongamento é menor que o da radícula".

BELTRATI & PICCOLO (1979) citaram que os cotilédones da semente de Distictella mansoana permaneceram no interior dos

tegumentos, sob o solo, servindo, portanto, apenas como órgãos de reserva, não se tornando fotossintetizantes.

E. venusta apresenta semente com embrião reto, do tipo "investing" (MARTIN, 1946), cotilédones bilobados de coloração variável entre o pardo e o marrom oliva (SMITHE, 1974,1975). Na germinação, a radícula emerge primeiro, em cerca de sete dias após a semeadura. Quando a planta atinge cerca de dez dias de idade, os cotilédones apresentam coloração verde, devido ao desenvolvimento de cloroplastos. O crescimento do hipocótilo é praticamente nulo, permanecendo os cotilédones junto ao substrato, dentro dos envoltórios, sendo, portanto, a germinação hipogéia. Com cerca de 15 dias de idade ocorre a emergência do epicótilo juntamente com um par de eófilos compostos. Os cotilédones não apresentam, a olho nu, uma venação conspícua. Através de diafanização e coloração, verifica-se que, após a germinação, seu sistema vascular é constituído por três nervuras principais, formando um sistema pseudopalmado, que se encaixa no tipo plinervado proposto por DUKE (1969).

EAMES (1961) afirmou que a folha composta constitui um tipo avançado, tendo originado pela subdivisão evolutiva da folha simples.

DUKE (1969) citou exemplos de plantas nas quais a seqüência de eófilos sofre mudanças graduais, de simples a compostos, como em muitas espécies de Fabaceae, Meliaceae, Sapindaceae etc., nas quais a adição de folíolos é gradual, e outros exemplos onde a seqüência muda abruptamente, como em Mimosaceae.

FOSTER & GIFFORD JR.(1974) citaram que o tipo mais complexo

de organização da lâmina foliar ocorre em folhas compostas, caracterizado pela formação de pinas ou folíolos separados, os quais são ligados de vários modos a uma porção do eixo da folha, conhecido como ráquis.

Na tribo Bignonieae é muito comum a ocorrência de espécies em cujas plântulas as primeiras folhas são simples, como em *Distictella mansoana*, seguindo-se, então, as folhas compostas. SAMPAIO (1934) citou diversas espécies desta tribo que apresentam folhas simples e compostas no mesmo indivíduo, em algumas como caráter juvenil, em outras ocorrendo apenas no primeiro ano de vida da planta.

Segundo GENTRY (1980), a gavinha tem sido utilizada como um excelente caráter taxonômico ao nível de gênero para a família Bignoniaceae, uma vez que seu ápice pode apresentar-se simples, trifurcado, com ou sem "garras" ou formando discos adesivos. O padrão de venação e textura das folhas são caracteres específicos importantes em muitos gêneros. Citou também o autor a importância do indumento na taxonomia da família.

Nas plântulas de *P. venusta*, as primeiras folhas apresentavam-se trifolioladas. A partir do sétimo nó, nas condições do experimento, já começam a aparecer folhas na quais o folíolo mediano é substituído por uma gavinha de ápice tripartido. Das 72 plantas mantidas em casa de vegetação apenas três apresentaram gavinha; destas, a menor apresentava 7 nós e uma altura de 22,5 cm. Entre as plantas sem gavinha, apenas uma apresentava 9 nós e altura maior que aquela (24,7 cm). As observações no campo mostraram que, nas rebrotas, os ramos jovens podem apresentar as primeiras folhas trifolioladas, e as subsequentes com gavinhas.

Os fatos parecem indicar, claramente, uma certa correlação entre o comprimento do caule e sua fixação a um substrato, e o aparecimento da gavinha.

JAIN (1978) caracterizou a folha de *P. venusta* como tendo forma ovada a oblonga, com ápice curto a abruptamente acuminado, base cuneada, margem inteira, textura cartácea, com venação campto-eucamptódroma.

Nossos resultados contrastam com os apresentados por JAIN (1978), em relação à nervação e à forma da base do folíolo. Quanto à nervação, as nervuras secundárias apresentam diâmetros menores nas extremidades, porém unem-se e formam arcos evidentes (Figura 45). Segundo HICKEY (1973), no tipo campto-eucamptódromo, não há a formação de arcos ("loops") proeminentes. Em relação à base do folíolo, a análise das primeiras folhas de uma planta jovem obtida pela germinação de semente, ou de um jovem ramo na rebrota, mostra a ocorrência de folíolos menores, com base assimétrica ou levemente atenuada, tendendo a cuneada; entretanto, a maioria das folhas adultas apresenta folíolo com base levemente cordada.

Anatomia do caule

Em relação ao meristema apical das Angiospermas, várias teorias têm sido propostas para explicar sua organização, das quais a da túnica-corpo, apresentada por Schmidt (1924 *apud* GIFFORD JR. 1954), teve ampla aceitação inicial, em virtude de não se poder determinar precisamente a origem dos tecidos primários a

partir dos histógenos propostos por Hanstein (1868 apud FOSTER 1941) na sua teoria da histogênese. Buvat (1952 apud GIFFORD JR. & CORSON JR. 1971) propôs um outro conceito sobre a organização desse meristema apical, reconhecendo uma zona relativamente quiescente, o "méristème d'attente", equivalente à região central do meristema, o "anneau initial", que é uma zona periférica ativa e o meristema medular. Atualmente, a zonação histológica tem sido um dos aspectos fundamentais na análise de meristemas caulinares apicais; entretanto, segundo GIFFORD JR. & CORSON JR. (1971), o conceito túnica-corpo é reconhecido e utilizado considerando-se, apenas, seu valor topográfico.

SISTRUNK & TUCKER (1974) descreveram o meristema apical do caule de Doxantha unguis-cati como zonado. Uma túnica de duas camadas celulares cobre uma zona central de células-mãe e um meristema periférico lateral. As folhas são iniciadas aos pares, em lados opostos do meristema apical, em um padrão decussado de filotaxia. O primórdio foliar inicia sua formação através de divisões na terceira camada celular abaixo da superfície do meristema, seguida por divisões na quarta camada do mesmo. Esta mesma descrição foi apresentada por DOBBINS (1969), que concluiu ser melhor utilizar o termo "mantle" em lugar de túnica, de acordo com o conceito de POPHAM & CHAN (1950), devido a divisões celulares ocasionais, por paredes periclinais, na camada interna da túnica.

ALVES (1975) descreveu o meristema apical do caule de Jacaranda brasiliiana como apresentando uma túnica constituída por três estratos celulares. Abaixo do corpo, o autor descreveu

uma região meristemática estratificada, em cujas laterais inicia-se a diferenciação do procâmbio.

Segundo TORREY (1967), a diferenciação do procâmbio é contínua e acrópeta. Camadas procambiais diferenciam-se geralmente na região do promeristema e ao primeiro sinal de formação de um novo primórdio pode-se ver, associada a ele, a camada de procâmbio que penetra no primórdio à medida que este se desenvolve. Disse ainda o autor que, muitas vezes, é difícil estabelecer o que se diferencia primeiro - o primórdio foliar ou o procâmbio. Esau (1942 apud ESAU 1965) mostrou que, em Linum perene, a diferenciação do procâmbio ocorre praticamente junto com a iniciação do primórdio foliar, abaixo de e em continuidade com o mesmo.

ALVES (1975) afirmou que "sob a região em que se acham localizados os primórdios foliares, o procâmbio já se apresenta perfeitamente caracterizado, revelando inclusive alguns elementos condutores em diferenciação".

O meristema apical de P. venusta assemelha-se à descrição apresentada por SISTRUNK & TUCKER (1974) para Doxantha unguis-cati. Os primórdios foliares de P. venusta iniciam sua formação lateralmente, em lados opostos do meristema apical, em padrão decussado de filotaxia, através de divisões celulares nos terceiro e quarto estratos celulares abaixo da superfície. Difere, entretanto, da apresentada por ALVES (1975) para Jacaranda brasiliiana em relação ao número de camadas da túnica e por não apresentar uma estratificação do meristema medular. A diferenciação do procâmbio inicia-se logo abaixo do ponto de inserção do primeiro par de primórdios foliares, na face interna do meristema periférico.

Segundo ESAU (1965), as características do grupo central de células-mãe - relativamente grandes e com coloração mais suave - são algumas vezes limitadas ao corpo ou a parte dele; algumas vezes ocorrem, também, nas camadas da túnica.

Os cortes longitudinais do ápice caulinar de *P. venusta* (Figuras 14, 28 e 29) mostram que as células da porção axial da túnica e as da região central do corpo apresentam-se maiores e menos coradas que as células das regiões laterais. Estas características observadas evidenciam uma diferença de atividade mitótica nestas regiões, menor na porção central do meristema e maior nas zonas periféricas. Assim, cortes transversais desta região mostrariam duas zonas que poderiam, perfeitamente, ser interpretadas como o "méristème d'attente" e o "anneau initial", segundo Buvat (1952 apud GIFFORD JR. & CORSON JR. 1971).

De acordo com TORREY (1967), o padrão de tecidos vasculares primários no caule está, inevitavelmente, relacionado com a iniciação da folhas no ápice. Vistos em corte transversal, os tecidos vasculares primários do caule podem estar distribuídos em feixes distintos, dispostos em anel e separados por tecido parenquimático, ou em um anel contínuo com tecido parenquimático interno (medula) e externo (córtex). O autor, entretanto, não faz nenhuma referência sobre a teoria do estelo, proposta por Jeffrey (1896 apud SCHMID 1982).

Bailey & Nast (1948 apud SCHMID 1982) utilizaram o termo pseudo-sifonostelo para caracterizar um sistema vascular com porções interfasciculares, porém tendendo a ser mais ou menos frouxo e uniformemente distribuído. Este pseudo-sifonostelo é,

segundo BECK et al. (1982) e SCHMID (1982), um tipo de eustelo.

ALVES (1975) descreveu o sistema vascular primário de Jacaranda brasiliana como formado por um cilindro contínuo de floema e xilema. Este mesmo tipo de estrutura foi descrito por HYAKUTAKE & GROTTA (1965) para Anemopaegma arvense, por PANIZZA (1967) para Jacaranda caroba e por DOBBINS (1981) para Doxantha unguis-cati.

Segundo BECK et al. (1982), em alguns casos é mais conveniente (ou necessário) usar camadas provasculares (procâmbio) e/ou camadas de protoxilema do que os feixes vasculares primários maduros como base para a determinação dos padrões estelares.

Os cortes transversais de caule de P. venusta mostram, no início da estrutura primária, 8 feixes vasculares, separados por regiões interfasciculares aparentes, pois o procâmbio, que é contínuo, apresenta, desde o início, uma atividade diferencial, produzindo os 8 feixes citados e formando faixas interfasciculares que são distintas dos tecidos parenquimáticos internos e externos e dos feixes vasculares, por serem constituídas por células pequenas e menos diferenciadas; nestas regiões ocorre, com o desenvolvimento, a diferenciação de novos feixes vasculares. Além disso, o exame de cortes transversais em uma região pouco mais jovem, onde ainda não ocorreu a diferenciação de elementos condutores, mostra que realmente o procâmbio forma um cilindro contínuo, tratando-se, pois de uma estrutura sifonostélica. A ocorrência, no cilindro vascular, de cordões de floema isolados também foi descrita por Col (1904 apud DOBBINS 1969) para Bignonia capreolata e por DOBBINS (1969) para Doxantha unguis-cati.

Segundo ESAU (1965), a forma das células epidérmicas está, algumas vezes, relacionada com diferenças na posição das mesmas no órgão da planta. Células epidérmicas alongadas são geralmente encontradas em estruturas tais como caules, pecíolos, nervuras e em folhas de muitas Monocotiledôneas. Células epidérmicas alongadas também ocorrem próximas a tricomas e estômatos.

De acordo com METCALFE & CHALK (1950), em Bignoniaceae, o córtex primário apresenta-se algumas vezes colenquimatoso, citando como exemplo Catalpa bignonioides Walt.. Citaram, também, cordões de esclerênquima presentes nos ângulos em Eccremocarpus, Pithecoctenium e Pleonotoma, e a ocorrência de cordões de esclerênquima no periciclo.

No caule de Gimnospermas e de Angiospermas, o conceito de periciclo é, geralmente, inconsistente, sendo mais topográfico que ontogenético. Neste sentido, Blyth (1958 apud FAHN 1982) sugeriu a não utilização do termo periciclo nos caules de Angiospermas, porque em muitas espécies por ele estudadas, as assim chamadas fibras pericíclicas eram, na verdade, fibras do floema primário.

Embora na família Asteraceae ocorra endoderme com fita de Caspary no caule, geralmente não há entre as Angiospermas uma endoderme diferenciada, pelo menos sob o ponto de vista morfológico. Segundo FAHN (1982), a camada cortical mais interna em caules jovens de Dicotiledôneas geralmente contém grãos de amido, sendo por isso denominada bainha amilífera e, devido à sua posição, considerada homóloga da endoderme.

HYAKUTAKE & GROTTA (1965), estudando a anatomia de Anemo-

paegama arvense descreveram a epiderme caulinar em corte transversal do órgão, como constituída por células retangulares, alongadas no sentido tangencial, com cutícula espessa e finamente granulosa; colênquima subepidérmico constituído por duas a três fileiras de células com espessamentos celulósicos nos cantos. Descreveram, também, a presença de uma endoderme sem estrias de Caspary, com muitas de suas células possuindo grãos de amido, e de um periciclo descontínuo cujas células posteriormente tornam-se fibrosas.

Estudando a estrutura caulinar de Jacaranda caroba, PANIZZA (1967) verificou que a sua epiderme é constituída por células de formato retangular, revestida por uma cutícula espessa e estriada, e é dotada de pêlos tectores e estômatos. O autor descreveu a ocorrência de uma endoderme sem estrias de Caspary e de um periciclo fibroso limitando inicialmente a região floemática.

MENEZES et al. (1969) mostraram que a epiderme caulinar de Pfaffia jubata (Amaranthaceae) é constituída por células alongadas no sentido do eixo, com tricomas pluricelulares e estômatos, estes situados sempre em posição deprimida em relação às células subsidiárias.

ALVES (1975), em suas observações sobre a estrutura caulinar de Jacaranda brasiliiana, descreveu a epiderme como constituída por células de formato ligeiramente arredondado, revestida por fina cutícula, dotada de pêlos unicelulares de paredes estriadas e de diversos tipos de pêlos glandulares capitados, pluricelulares. Os estômatos são raros e de dimensões reduzidas, correspondendo a cada um uma pequena câmara subestomática. Na descrição da estrutura primária em diferenciação, o autor afir-

mou que "as células da endoderme e do periciclo podem ser reconhecidas apenas topograficamente, pois não apresentam características especiais". Colênquima subepidérmico predominantemente lamelar e grupos de fibras perivasculares são descritos na estrutura primária diferenciada.

A epiderme caulinar de P. venusta, em corte transversal, apresenta as mesmas características descritas por ALVES (1975) para Jacaranda brasiliiana. Entretanto, alguns detalhes da epiderme caulinar de P. venusta estão relacionados com a forma do caule, uma vez que as células epidérmicas apresentam formatos diferentes nas regiões de "saliências" e nas de "reentrâncias". Os tricomas unisseriados ocorrem em pequeno número; os tricomas glandulares podem ocorrer ao longo de toda a periferia, porém os estômatos localizam-se preferencialmente nas regiões das "reentrâncias". Na literatura consultada, encontramos citações a esta variação de forma de células epidérmicas apenas em Juncus (CUTTLER, 1969); nesta Ordem, o gênero Ecdeiocolea apresenta 2 ou 3 tipos de células epidérmicas, as situadas nas reentrâncias do colmo sendo 2 a 3 vezes mais longas que largas; nestas reentrâncias estão situados os estômatos, enquanto nas saliências ocorre esclerênquima subepidérmico. Estes dados sugerem a possibilidade de proteção, em relação à perda d'água pelos estômatos, especialmente nas partes mais jovens do caule, onde as reentrâncias são proporcionalmente maiores. Uma outra possibilidade relaciona-se com a facilidade de trocas gasosas, pois nas reentrâncias não ocorre colênquima subepidérmico e, apenas, um parênquima clorofiliano.

O caule de *P. venusta*, no início da estrutura primária, apresenta colênquima predominantemente do tipo angular. Abaixo dos cordões de colênquima, e separados destes por uma camada parenquimática, ocorrem os cordões de esclerênquima floemáticos em desenvolvimento nas regiões das "saliências", portanto sobre os 8 feixes vasculares maiores, em estágio mais jovem de diferenciação; assim, não se distinguem morfológicamente nesta espécie nem endoderme, nem periciclo.

Um outro aspecto interessante, no desenvolvimento do córtex do caule de *P. venusta*, reside no desenvolvimento dos tecidos mecânicos, representado pelos cordões de colênquima e de esclerênquima. Embora o desenvolvimento completo desses tecidos só ocorra após o estabelecimento do câmbio vascular, desde o início, a diferenciação do colênquima é mais rápida que a do esclerênquima, o que, pelo menos teoricamente, confere uma maior flexibilidade a um ramo em crescimento, aspecto importante relacionado com o hábito escandente.

A estrutura secundária em *P. venusta* tem início com a diferenciação do câmbio vascular, que ocorre aproximadamente ao nível do oitavo entrenó, inicialmente, nas regiões fasciculares e, posteriormente, nas interfasciculares. Este tipo de desenvolvimento está de acordo, em grande parte, com o proposto por DOBBINS (1971) para *Doxantha unguis-cati*, diferindo desta apenas em relação ao entrenó em que a mesma tem início, pois em *Doxantha unguis-cati* o câmbio vascular surge sempre após o décimo entrenó (entre o décimo-primeiro e o décimo-sexto).

Na família Bignoniaceae, um dos aspectos mais notáveis entre as lianas é a ocorrência de vários tipos de estrutura

secundária anômala. Em diversos gêneros, entre os quais Pyrostegia, ocorre a formação de "cunhas" de floema no xilema (METCALFE & CHALK, 1950). BOUREAU (1957) denominou este tipo de estrutura anômala de interrompida, explicando que o câmbio divide-se em setores com arcos inativos que se alternam com outros que continuam a produzir normalmente o lenho secundário; formam-se, assim, sulcos profundos; o câmbio localiza-se no sulco, mas falta nas faces radiais onde se encontram raios lenhosos. Segundo PHILIPSON et al. (1971), em lianas pertencentes a várias famílias, mais notavelmente às Bignoniaceae, Hippocrateaceae, Icacinaceae, Apocynaceae, Acanthaceae e Passifloraceae, a formação do xilema cessa ou é grandemente retardada em curtos arcos de câmbio; a superfície externa do caule permanece aproximadamente cilíndrica, mas a superfície do xilema torna-se profundamente sulcada; à medida que o caule aumenta em diâmetro, os sulcos podem aumentar em largura, pela parada de produção de xilema em arcos cambiais adjacentes. O câmbio, que permanece na superfície externa do xilema na base do sulco, produz derivadas externas suficientes para preenchê-lo. Assim, desde que o floema é formado na sua base, deve ocorrer movimento do mesmo em relação ao xilema que forma as laterais do sulco, ocasionando o aparecimento de espaços. DOBBINS (1970, 1971) descreveu a formação da estrutura secundária anômala em caule de Clytostoma callistegoides, com filotaxia decussada, e em Doxantha unguis-cati. O desenvolvimento da estrutura secundária anômala em P. venusta segue o mesmo padrão de desenvolvimento descrito por DOBBINS (1970, 1971). Embora HYAKUTAKE & GROTTA (1965) não tenham descrito a estrutura

secundária anômala de *Anemopaegma arvense*, pela ilustração apresentada, esta espécie parece seguir o mesmo padrão de desenvolvimento acima citado. Outro aspecto comum a várias espécies de Bignoniaceae, mencionado por METCALFE & CHALK (1950), é a estratificação do floema devido a produção alternada de elementos condutores e parenquimáticos e de elementos fibrosos. Além disso, a produção contínua de floema pelas faixas cambiais anômalas, em virtude da rigidez do xilema lateral, causa um deslocamento centrífugo do floema, que provoca o rompimento dos raios parenquimáticos nos limites laterais entre os dois tecidos condutores que aparecem, assim, ligeiramente separados.

O estabelecimento da estrutura secundária completa-se com a formação da periderme. FAHN (1982) afirmou que o desenvolvimento da periderme começa após a produção dos tecidos vasculares secundários ter atingido dimensões consideráveis, e que nos caules em desenvolvimento o felogênio pode ter origem em diferentes camadas celulares externas ao câmbio vascular. METCALFE & CHALK (1950) citaram a formação de felogênio mais profundo em *Tabebuia*, mas não indicaram precisamente o local de origem do mesmo. Em *Anemopaegma arvense* (HYAKUTAKE & GROTTA 1965) e em *Jacaranda caroba* (FANIZZA 1967), o felogênio se forma "logo abaixo da epiderme", logo após o início da estrutura secundária. Para ALVES (1975), em *Jacaranda brasiliana*, o felogênio começa a surgir em plantas de aproximadamente 45 dias de idade, a uma ou duas camadas celulares abaixo da epiderme.

A formação do felogênio, em *P. venusta*, apresenta um padrão que difere dos descritos para os outros gêneros da família Bignoniaceae, pois o mesmo inicia sua formação pela desdiferenciação

de células parenquimáticas do floema situadas sob os cordões esclerenquimáticos, rodeando-os e prosseguindo, depois, paralelamente à epiderme, uma a duas camadas celulares abaixo dela.

Como se observa na literatura, a estrutura nodal das Angiospermas tem sido bastante analisada sob o ponto de vista filogenético. Nas Bignoniaceae, TRIVEDI *et al.* (1977) e JAIN (1977) apresentaram estudos sobre a anatomia nodal em vários gêneros e, embora com algumas discordâncias com relação ao número de traços foliares, todos os gêneros analisados apresentam nó unilacunar, o que concorda com nossas observações em *P. venusta*. Em relação ao número de traços, foram descritos gêneros com um traço foliar e gêneros com três traços foliares, ambos os autores citados discordando em relação a *P. venusta*; JAIN (1977) alegou que esta espécie apresenta apenas um traço foliar, que se divide em três logo após deixar o cilindro vascular, e que TRIVEDI *et al.* (1971) teriam examinado material muito jovem. Entretanto, nossas observações, através de cortes transversais seriados tanto em material jovem como em regiões que já apresentavam alguma estrutura secundária desenvolvida, considerando especialmente a localização dos polos de protoxilema, não deixam dúvidas sobre a condição unilacunar com três traços foliares em *P. venusta*. Esta condição é reforçada pela estrutura do nó cotiledonar, considerada conservativa (BAILEY 1956), que também se apresenta com três traços. Deve-se relevar que vários autores, entre os quais Money *et al.* (1950 *apud* JAIN 1977) têm sugerido que traços foliares em forma de arcos largos representam camadas concrescentes, e que o caule de *P. venusta* apresenta uma estrutura sifonostélica.

TRIVEDI et al. (1977) descreveram a anatomia peciolar de vários gêneros de Bignoniaceae, dividindo-os em quatro tipos, dos quais ressaltaremos apenas dois. No tipo I, que ocorre em Pyrostegia, três traços partem de uma lacuna comum no caule e penetram na base do pecíolo; os dois traços laterais logo bifurcam, ficando o pecíolo com cinco feixes vasculares. Para Tecoma jasminoides, tipo II, o autor considera o nó unilacunar com cinco traços, os dois laterais subdividindo-se na base do pecíolo que fica, assim, com sete feixes vasculares. JAIN (1977) descreveu para Pandorea jasminoides (sin. Tecoma jasminoides) apenas um traço foliar que ao penetrar no pecíolo pode dividir-se novamente.

Em nossas observações, o número de feixes no pecíolo de P. venusta, em corte transversal, pode ser de cinco ou sete, dependendo do nível em que o corte observado se encontre, uma vez que o feixe mediano é contínuo até o ápice da gavinha e os três feixes que penetram nos peciólulos resultam de divisões dos feixes laterais. Na gavinha os fatos se repetem, de maneira que a vascularização das porções apicais laterais da mesma recebem, cada uma, três feixes vasculares. Este mesmo padrão de subdivisões, esquematizado na figura 32, foi descrito por TRIVEDI et al. (1977) para Tecoma jasminoides, que apresenta dois pares de folíolos, além do folíolo terminal. Estes fatos parecem indicar, em Bignoniaceae, uma homologia entre folhas com dois folíolos e gavinha trifurcada e folhas com 2 pares de folíolos mais o folíolo terminal.

TRIVEDI et al. (1977) descreveram a anatomia peciolar de vários gêneros de Bignoniaceae, dividindo-os em quatro tipos, dos quais ressaltaremos apenas dois. No tipo I, que ocorre em Pyrostegia, três traços partem de uma lacuna comum no caule e penetram na base do pecíolo; os dois traços laterais logo bifurcam, ficando o pecíolo com cinco feixes vasculares. Para Tecoma jasminioides, tipo II, o autor considera o nó unilacunar com cinco traços, os dois laterais subdividindo-se na base do pecíolo que fica, assim, com sete feixes vasculares. JAIN (1977) descreveu para Pandorea jasminioides (sin. Tecoma jasminioides) apenas um traço foliar que ao penetrar no pecíolo pode dividir-se novamente.

Em nossas observações, o número de feixes no pecíolo de P. venusta, em corte transversal, pode ser de cinco ou sete, dependendo do nível em que o corte observado se encontre, uma vez que o feixe mediano é contínuo até o ápice da gavinha e os três feixes que penetram nos peciólulos resultam de divisões dos feixes laterais. Na gavinha os fatos se repetem, de maneira que a vascularização das porções apicais laterais da mesma recebem, cada uma, três feixes vasculares. Este mesmo padrão de subdivisões, esquematizado na figura 32, foi descrito por TRIVEDI et al. (1977) para Tecoma jasminioides, que apresenta dois pares de folíolos, além do folíolo terminal. Estes fatos parecem indicar, em Bignoniaceae, uma homologia entre folhas com dois folíolos e gavinha trifurcada e folhas com 2 pares de folíolos mais o folíolo terminal.

ESAU (1965), ao discorrer sobre a localização do câmbio vascular nos vegetais, afirmou que ele também ocorre em muitos pecíolos e nervuras foliares que mostram estrutura secundária. Na maioria dos trabalhos consultados sobre anatomia foliar em espécies da família Bignoniaceae, não havia nenhuma referência à anatomia do pecíolo. Entretanto, GUIMARÃES *et al.* (1979) mostraram a ocorrência de um câmbio vascular contínuo no pecíolo de Pseudocalymma elegans. O pecíolo de P. venusta apresenta estrutura secundária limitada ao cilindro vascular, produzida por um câmbio originado do procâmbio.

Na região abaxial ou dorsal do cilindro vascular de folhas com gavinha, ocorre uma redução no número de elementos condutores, em relação à mesma região nas folhas trifolioladas, e que pode ser notada com bastante nitidez no xilema. WANGERMANN (1967) verificou que a excisão da lâmina foliar bem jovem de Coleus blumei faz cessar, virtualmente, a diferenciação do xilema primário nos traços vasculares da folha tratada, e que a substituição da lâmina excisada por pasta de auxina faz com que a diferenciação do xilema se processe normalmente. Em P. venusta a substituição do folíolo terminal pela gavinha exerce um efeito semelhante ao detectado por WANGERMANN (1967) nos experimentos de excisão da lâmina foliar com C. blumei.

Em relação ao desenvolvimento dos folíolos, a ontogênese em P. venusta concorda, basicamente, com as descrições apresentadas por SISTRUNK & TUCKER (1974) para Doxantha unguis-cati e por ALVES (1975) para Jacaranda brasiliensis. Em Doxantha unguis-cati, na formação do parênquima paliçádico ocorrem divisões celulares

por paredes periclinais, originando três camadas de paliçada; estas divisões periclinais não ocorrem em *E. venusta* e em *Jacaranda brasiliiana*, ambas apresentando uma paliçada de uma só camada de células. Além disso, segundo SISTRUNK & TUCKER (1974), a camada abaxial de células do mesofilo, originada das iniciais submarginais, contribui com células para a camada mediana, enquanto em *E. venusta* verificou-se uma situação oposta, bastante semelhante à que ocorre em *Nicotiana tabacum* (Avery 1963 apud FOSTER 1936), onde a camada mediana, que origina o procâmbio, contribui com células para a formação do parênquima lacunoso.

Segundo METCALFE & CHALK (1950), na família Bignoniaceae a epiderme foliar pode apresentar cutícula lisa, estriada ou com espessamentos verrucosos, podendo apresentar tricomas glandulares e não glandulares; os estômatos estão confinados à superfície inferior da lâmina, e podem ser do tipo anomocítico, paracítico ou diacítico.

E. venusta apresenta ambas as epidermes revestidas por cutícula estriada. A presença de estrias cuticulares também foi citada por PANIZZA (1967) em *Jacaranda caroba* e por PANIZZA & SCAVONE (1975) em *Cybistax antisiphilitica*. Os estômatos, em *E. venusta*, limitam-se à superfície inferior da lâmina, ocorrendo com frequência bastante próxima à descrita por GUIMARAES et al. (1979) para *Pseudocalymma elegans*, e consideradas por aqueles autores como relativamente altas. Tricomas glandulares, aparentemente do mesmo tipo dos que ocorrem em *E. venusta*, foram descritos por HYAKUTAKE & GROTTA (1965) e por MILANEZ & ONISHI (1967) em folhas de *Anemopaegma arvense* var. *petiolata* e, também, por estes últimos autores na variedade *pubescens* daquela mesma

espécie; por PANIZZA (1967) em Jacaranda caroba, por PANIZZA & SCAVONE (1975) em Cybistax antisiphilitica e por GUIMARAES et al. (1979) em Pseudocalymma elegans.

A ocorrência de células epidérmicas com paredes periclinais mais espessadas, bem como cutícula mais espessa e colênquima subepidérmico, na região do bordo do folíolo, características estas que ocorrem em P. venusta, foram apontadas por HYAKUTAKE & GROTTA (1965) em Anemopaegma arvense var. petiolata e por GUIMARAES et al. (1979) em Pseudocalymma elegans.

Em P. venusta, as nervuras secundárias e terciárias sempre apresentam bainha parenquimática, sendo comum nas nervuras secundárias a diferenciação de elementos mecânicos, esclerenquimáticos, sobre os polos de protofloema e de protoxilema. Não ocorrem, aqui, bainhas esclerenquimáticas bem desenvolvidas, como as descritas por GUIMARAES et al. (1979) em Pseudocalymma elegans. É interessante ressaltar que P. venusta, embora ocorrendo também em áreas de cerrado, apresenta em seus folíolos caracteres tipicamente mesomorfos, como cutícula fina, organização dorsiventral do mesófilo, com uma só camada de parênquima paliçádico, pouca quantidade de tecido esclerenquimático como tecido mecânico, na região da nervura principal e nos bordos dos folíolos, representado pelo colênquima, tricomas tectores escassos e restritos quase que exclusivamente às regiões das nervuras e estômatos sem qualquer outro tipo de proteção contra a perda d'água.

PATEL & INAMDAR (1971), estudando a estrutura e a ontogenia dos estômatos em algumas Polemoniales, descreveram três modos de desenvolvimento dos mesmos. Os autores utilizaram as denominações propostas por Florin (1935 apud PATEL & INAMDAR 1971) e por Pant (1965 apud PATEL & INAMDAR 1971), verificando que o tipo sindetoqueflico ou mesógeno forma estômatos anisocíticos e paracíticos; que o tipo haploqueflico ou perígeno origina estômatos anomocíticos; e o tipo sindeto-haploqueflico ou mesoperígeno forma estômatos paracíticos e diacíticos. Verificaram a ocorrência de estômatos com uma só célula-guarda e estômatos contíguos, e concluíram que o estômato varia em diferentes órgãos da planta em forma, número, orientação e no arranjo das células subsidiárias. Estes mesmos tipos de anomalia, além de estômatos superpostos, foram detectados por PATEL & SHAH (1971) em folhas de Capsicum annuum e de Solanum melongena.

SHAH & GOPAL (1971) verificaram que, em alguns membros de Caesalpinaceae, o desenvolvimento dos estômatos segue uma sequência variada no curso da ontogenia e, com frequência, os estádios de desenvolvimento estão associados a estruturas já maduras. Estes autores encontraram estômatos de diferentes tipos em uma mesma superfície e constataram as mesmas anomalias observadas por PATEL & INAMDAR (1971) em Polemoniales.

STEVENS & MARTIN (1978) propuseram uma nova classificação de tipos ontogenéticos, uma vez que o sistema proposto por Pant (1965 apud PATEL & INAMDAR 1971) indica com clareza a origem das células subsidiárias, mas não identifica a presença de células

vizinhas. Na verdade, o sistema proposto consiste na subdivisão dos tipos propostos por Pant (1965 apud PATEL & INAMDAR - 1971). Neste mesmo sentido, PAYNE (1979) apresentou um novo sistema ontogenético de classificação, bem mais complexo, que admite três tipos principais, diamerfístico, paramerfístico e anomomerfístico, considerando os planos de divisão da célula-mãe das células-guarda. Também neste trabalho, PAYNE (1979) rejeitou o conceito de estômato perígeno, uma vez que se constatou que uma célula meristemática (célula meristemóide) sofre uma ou mais divisões para produzir uma célula-mãe de células-guarda, de tal maneira que pelo menos uma das células que rodeiam o estômato foi derivada do mesmo precursor.

ALVES (1975) mostrou que a diferenciação dos estômatos em Jacaranda brasiliiana ocorre cedo no desenvolvimento do folíolo, ressaltando que o primeiro sinal de formação do estômato consiste na condensação do citoplasma em um dos ângulos de uma célula protodérmica. Uma divisão por parede oblíqua dá origem a uma célula menor, triangular, a célula-mãe do estômato. Uma nova divisão da célula-mãe dá origem às duas células-guarda, formando, por este processo, um estômato do tipo anomocítico. O autor citou, também, a ocorrência de estômatos anômalos, nos quais uma das células-guarda sofre nova divisão, originando uma terceira célula-guarda.

Em relação ao desenvolvimento dos estômatos em P. venusta, a ontogênese inicia-se quando o folíolo alcança de 1,5 a 2,0 mm de comprimento, bastante cedo, portanto. Em folíolos adultos, não ocorre a diferenciação de novos estômatos, como indicado por SHAH

& GOPAL (1971) e por ALVES (1975). A diferenciação inicial e o desenvolvimento em *P. venusta* verificam-se de acordo com a descrição apresentada por ALVES (1975) para *Jacaranda brasiliana*. Os estômatos de *P. venusta* são do tipo anomocítico e, de acordo com PATEL & INAMDAR (1971), do tipo sindetoqueflico ou perígeno. Entretanto, sua formação inicia-se com a divisão de uma célula protodérmica que origina a célula-mãe das células-guarda, e uma célula-irmã adjacente. Esta condição leva à situação proposta por PAYNE (1979), que rejeita o conceito de estômato perígeno. Mesmo assim, parece-nos acertada a colocação de FRYNS-CLAESSENS & VAN COTTHEM (1973), admitindo que um tipo ontogenético realmente perígeno não existe, mas que preferiram restringir o termo meristemóide para designar a derivativa da célula protodérmica que se divide imediatamente, ou após divisões preliminares, para produzir as células-guarda. Desta forma, consideramos, de acordo com o exposto acima, perígenos os estômatos de *P. venusta*.

Tricomas

Os tricomas originam-se pelo alongamento de células epidérmicas, seguidas ou não de divisões celulares posteriores, formando apêndices epidérmicos uni ou pluricelulares; as paredes do tricoma geralmente são celulósicas e cuticularizadas, podendo, também, ser lignificadas, espessadas ou impregnadas por sílica ou carbonato de cálcio (ESAU, 1965; FAHN, 1982).

Vários autores têm descrito a presença de tricomas glandulares e não glandulares na família Bignoniaceae. As primeiras descrições de nectários nesta família foram feitas por BUREAU

(1864), referindo-se a eles como glândulas de ocorrência geral em caules, folhas, gemas, brácteas, cálices, corolas, ovários e frutos; entretanto, o autor não fez nenhuma referência à natureza química da secreção, ou ainda, às suas possíveis funções. SOLEREDER (1908) afirmou que as glândulas de Bignonia brasiliensis (sin. Jacaranda brasiliensis) funcionam como hidatódios.

SEIBERT (1948) analisou o uso dos tricomas glandulares como um caráter taxonômico dentro da família Bignoniaceae. O autor ressaltou que vários tipos de glândulas são encontrados entre as lianas, mais do que entre árvores, podendo ocorrer como glândulas interpeciolares, neuroaxilares, campos glandulares, glândulas em domáceas, glândulas peciolares, glândulas no cálice, na corola etc.. Descreveu, também, a presença de glândulas translúcidas e de campos glandulares em Pyrostegia.

METCALFE & CHALK (1950) descreveram a presença de tricomas glandulares em vários gêneros, citando que em Cremastus a secreção torna a folha pegajosa; em Tabebuia, os tricomas secretam carbonato de cálcio; em Jacaranda e em Spathodea, servem como hidatódios. Citaram, também, que tricomas similares, mas com acúmulo de material secretado entre a cutícula e as paredes celulósicas das células da cabeça, foram detectados em Dolichandrone e em Stizophyllum, originando, algumas vezes, pontos transparentes nas folhas.

MILANEZ & ONISHI (1967) citaram a ocorrência de glândulas nas folhas de Anemopaegma arvense, tanto na variedade pubescens como na petiolata, descrevendo-as como produções tricomatosas de contorno subcircular, levemente imersas na epiderme e constituf-

das de número variável de células, entre 12 e 24 (mais comumente de 15 a 19). Os autores nada afirmaram sobre a função destes tricomas, relacionando-os "talvez, com a absorção da água condensada durante a noite, sobre a superfície foliar".

Inamdar (1969 apud ELIAS & GELBAND 1976) descreveu a ontogênese de nectários foliares de Anemopaegma chamberlaynii, originando-se de uma simples célula epidérmica e que na maturidade consiste de uma base uniestratificada, um pedúnculo com duas camadas celulares e de um epitélio secretor com uma a duas camadas de células em paliçada.

A presença de açúcares redutores em nectários pateliformes do cálice de Adenocalymma comosum foi demonstrada por LAROCHE (1974) com o uso de solução de Fehling.

GENTRY (1974) descreveu a associação entre espécies da família Bignoniaceae e formigas; estas são atraídas pela secreção dos nectários extraflorais e, por sua vez, fornecem proteção contra o ataque de herbívoros.

ELIAS & GELBAND (1975) descreveram a ocorrência de cinco sistemas distintos de nectários em Campsis radicans, quatro dos quais são extraflorais (superfície adaxial do pecíolo, superfície externa do cálice, superfície externa da corola na base dos lobos, e espalhados no fruto). Afirmaram os autores que estes sistemas são visitados regularmente por formigas.

ELIAS & FRANCE (1978) descreveram a ocorrência de nectários do tipo pateliforme em frutos de Crescentia cujete, bastante semelhantes aos que ocorrem na lâmina foliolar de Anemopaegma chamberlaynii, postulando sua função como proteção anti-herbívoros. Segundo os autores, os nectários de frutos de Bignoniaceae

podem ser divididos em duas categorias, pateliforme e cupular. Os nectários pateliformes não são vascularizados, têm a forma de um disco achatado (ou de um "prato raso"), circulares e com uma só célula basal (ex. Crescentia). Os nectários cupulares apresentam as bordas curvadas para cima, formando uma estrutura com forma de cúpula; neste tipo, várias células basais estão presentes abaixo das células secretoras (ex. Campsis).

P. venusta apresenta dois tipos de tricomas: os não glandulares (unisseriados) e os glandulares, cujos desenvolvimentos seguem os padrões gerais já descritos. Neste trabalho, os tricomas glandulares foram divididos em dois tipos, de acordo com o tamanho, posição, número de células da cabeça e o número de células basais. A nomenclatura utilizada na descrição da estrutura difere da de ELIAS & PRANCE (1978), que consideraram como células basais aquelas situadas entre a cabeça do tricoma e a epiderme. Em P. venusta, nesta posição, ocorre apenas uma célula - a célula colar - e, neste caso, estes tricomas seriam equivalentes ao tipo pateliforme de ELIAS & PRANCE (1978), que não fizeram nenhuma referência às células situadas ao nível da epiderme.

Considerando a estrutura dos tricomas glandulares de P. venusta, não é possível supor uma função de absorção de água como sugerido por MILANEZ & ONISHI (1976) em Anemopaegma arvense, ou de hidatódios, como proposto por SOLEREDER (1908) para Jacaranda brasiliensis e por METCALFE & CHALK (1950), para Jacaranda e Spathodea, uma vez que estas estruturas não são vascularizadas e apresentam toda a sua superfície externa revestida por cutícula

sem estômatos ou poros visíveis ao microscópio ótico. Por outro lado, a análise do material destes tricomas, isolados da epiderme, com o uso da solução de Fehling, indicou a presença de açúcares o que concorda com os resultados de LAROCHE (1974) para Adenocalymma comosum. Além disso, várias vezes verificou-se a presença de formigas nas folhas e ramos de plantas de E. venusta, o que permite supor que estes tricomas desempenhem realmente a função de nectários extraflorais.

Segundo ELIAS & GELBAND (1976), nectários extraflorais de anatomia e morfologia semelhantes foram descritos em aproximadamente 60% dos gêneros de Bignoniaceae, estimando os autores sua ocorrência em, pelo menos, 90% de todas as Bignoniaceae.

A análise da anatomia dos tricomas que ocorrem em Adenocalymma, Anemopaegma, Campsis, Crescentia e Pyrostegia mostra que, apesar das diferenças existentes, principalmente em relação ao tamanho da cabeça secretora, número de células intermediárias e número de células basais, há, de fato, uma grande semelhança entre eles. Esta semelhança, somada ao fato de estes tricomas terem sido descritos apenas para a família Bignoniaceae, reforça o conceito desta como uma unidade natural, como enfatizou SCHUMANN (1895).

De acordo com a teoria da histogênese, proposta por Hanstein (1868 apud CLOWES 1961) para as Angiospermas, o conceito de célula apical foi substituído por três histógenos, o pleroma, o periblema, e o dermatogênio. Para alguns tipos de raízes, um quarto histógeno, o caliptrógeno, que origina a coifa ou calíptrá, foi proposto por Janczewski (1874 apud ALVES 1975).

SCOTT (1935), descrevendo a germinação da semente de Chilopsis linearis, afirmou que a radícula, logo que surge, é um pequeno cone de tecido indiferenciado. Quando atinge o comprimento de 1 a 3 mm, o cilindro procambial, com seus cordões, já está delineado. Com o uso de solução de Fehling e adição de hidróxido de sódio em ebulição, o autor ressaltou ser possível diferenciar o cilindro procambial do pleroma e do periblema.

Segundo EAMES & MACDANIELS (1947), o meristema apical da raiz é curto, comparado com o do caule. A especialização em zonas é concentrada, com os estádios mais iniciais ocorrendo no primeiro milímetro após a coifa. Em número, as iniciais variam de uma a muitas. Quando as iniciais são mais que uma, elas estão arranjadas em um a quatro grupos distintos, unisseriados. Em cada grupo, há de uma a várias iniciais que são distinguidas das demais apenas pela posição central que ocupam, de maneira que o número de iniciais pode ser determinado apenas aproximadamente. Ainda, segundo aqueles autores, nas Angiospermas há três, raramente quatro, grupos de iniciais; nas Dicotiledôneas, o grupo distal forma a coifa e o dermatogênio, o grupo mediano origina o periblema, e o mais interno, o pleroma. Chamaram também a atenção

para o fato de que, em algumas plantas, a distinção entre os três histógenos não pode ser feita e, em outras, essas regiões não têm nenhum significado morfológico; o pleroma pode formar apenas a medula ou todo o cilindro central e parte do córtex, o periblema pode formar o córtex e os tecidos externos do estelo, ou apenas parte do córtex. Mesmo em eixos homólogos da mesma planta, os histógenos podem formar partes diferentes da estrutura.

Segundo FAHN (1982), embora as pesquisas sobre o desenvolvimento dos histógenos tenham demonstrado a sua não existência no caule, muitos autores continuam usando os termos dermatogênio, periblema e pleroma, embora com significado algo diferente do utilizado por Hanstein (1868 apud CLOWES 1961). Considerando os mesmos problemas discutidos por EAMES & MACDANIELS (1947), e também que as células-mãe dos diferentes tecidos podem ser substituídas, a intervalos relativamente longos, por novas células derivadas das iniciais permanentes comuns, aquele autor sugeriu ser preferível utilizar os termos protoderme, meristema do córtex e meristema do cilindro vascular, para os derivados do promeristema, isto é, da zona de iniciais permanentes e temporárias do ápice da raiz.

ALVES (1975) afirmou que o meristema subapical da raiz de Jacaranda brasiliensis é formado por um grupo de células aproximadamente iguais em forma e em tamanho, recoberto pela caliptra. Na zona meristemática, o autor observou divisões nas células da porção distal, enquanto as da porção proximal permaneceram iguais em forma e em tamanho, sem se dividirem, e sugeriu que as primeiras correspondem ao promeristema e as últimas ao centro quiescen-

te. O autor não identificou a presença de uma zonação que permitisse correlacionar grupos de iniciais aos meristemas primários delas originados; afirmou, porém, ter identificado duas camadas de células na parte inferior do centro quiescente, das quais, provavelmente, originam-se o córtex e a epiderme e que corresponderiam a um dos tipos propostos por Pillai (1969 *apud* ALVES 1975) que considerou duas zonas de iniciação: uma para a epiderme e para a caliptra e outra para o córtex e para o estelo.

SWAMY & KRISHNAMURTHY (1978) afirmaram que uma das características mais distintas das raízes de Gimnospermas e de Angiospermas é a presença de uma zona quiescente, caracterizada por uma menor taxa de divisão celular, que ocupa o centro geométrico do meristema. CLOWES (1967) caracterizou as células do centro quiescente por sua menor afinidade por corantes básicos, menor conteúdo de RNA, núcleo, nucléolo e complexo de Golgi menores, menor quantidade de mitocôndrias e paredes relativamente mais espessas.

Em *E. venusta*, a organização do ápice da raiz concorda com as apresentadas por SCOTT (1935) e por EAMES & MACDANIELS (1947), no que concerne à diferenciação relativamente precoce dos meristemas primários e à zonação histológica. Difere, entretanto, da apresentada por ALVES (1975) para *Jacaranda brasiliana*, pois em *E. venusta* são perfeitamente distinguíveis três camadas celulares no ápice da região meristemática, a proximal originando o meristema do cilindro central, a mediana formando o meristema do córtex, e a distal, que origina a protoderme e a caliptra, razão pela qual adotamos para ela a denominação de dermatocaliptrógeno, proposta por Guttenberg (1960 *apud* ESAU 1965). Embora, neste trabalho, não tenham sido feitas observações detalhadas das divi-

sões celulares nos meristemas, nos cortes longitudinais de ápices de raízes adultas, foi possível observar, logo abaixo das iniciais do cilindro central, uma zona pequena, de formato subcircular, cujas células apresentavam uma coloração menos intensa que as demais e com forma e tamanho aproximadamente iguais, na qual não foram observadas divisões celulares ou indícios de sua ocorrência; as poucas divisões detectadas o foram nos bordos desta região que parece, assim, corresponder ao centro quiescente. Discorda-se da colocação de ALVES (1975) que considera promeristema e centro quiescente como regiões separadas no ápice da raiz, uma vez que ambos fazem parte da mesma região meristemática e, portanto, o promeristema engloba o centro quiescente e as iniciais dos histógenos. Esta colocação concorda perfeitamente com FAHN (1982), que cita que "recentes pesquisas têm mostrado que as células da porção central do promeristema apresentam atividade mitótica muito baixa. Esta parte é denominada centro quiescente...".

Segundo EAMES & MACDANIELS (1947), as mais marcantes características da epiderme da raiz são as paredes não cutinizadas, a ausência da cutícula e a presença de pêlos que são estruturas especializadas em absorção. Na grande maioria das plantas, os pêlos absorventes estão confinados a alguma distância do ápice da raiz, onde o alongamento cessou. ESAU (1965) afirmou que as células da epiderme da raiz são dotadas de paredes finas, geralmente sem cutícula; se a epiderme persiste, ela pode tornar-se conspicuamente cutinizada ou suberizada. Segundo FAHN (1982), os pêlos absorventes são alongamentos tubulares das células e-

pidérmicas que, apenas em muito poucas plantas aparecem ramificados. Afirmou que o início de sua formação é o aparecimento de uma pequena protuberância próxima à extremidade apical da célula epidérmica; o pêlo absorvente alonga-se por sua extremidade, onde a parede é mais fina e mais delicada. Segundo Sievers (1963 *apud* ESAU 1965), a extremidade do pêlo em crescimento contém citoplasma denso e o núcleo pode permanecer em uma posição constante próxima ao ápice. Segundo FAHN (1982), "no pêlo absorvente a parede do ápice em crescimento é mais delicada do que a da região proximal. Parece conter substâncias pécticas e calose, além de celulose. O endurecimento do ápice do pêlo radicular ao fim de seu crescimento é atribuído à calcificação das substâncias pécticas ou a alterações dos componentes celulósicos da parede".

ESAU (1965) afirmou que o córtex pode apresentar uma estrutura homogênea e simples ou conter vários tipos de células e que nas Angiospermas que apresentam estrutura secundária, é constituído principalmente por parênquima; a camada cortical mais interna diferencia-se como endoderme, ocorrendo também, em muitas raízes, o desenvolvimento de uma exoderme abaixo da epiderme ou do velame. Citou a autora que há três estádios reconhecíveis no desenvolvimento da endoderme: a formação da fita de Caspary, a deposição de uma lamela de suberina no lado interno das células e a deposição de uma espessa camada de celulose, algumas vezes especialmente nas paredes tangenciais internas. Segundo Guttenberg (1943 *apud* ESAU 1965), a diferença entre a segunda e a terceira fases não é muito nítida. Em relação à exoderme, ESAU (1965) afirmou ser histoquímica e estruturalmente semelhante à endoderme; as células da exoderme podem ter fita de Caspary, mas

mais comumente são descritas como apresentando a lamela de suberina na face interna da parede primária e que, geralmente, essa lamela pode ser coberta por camadas celulósicas, podendo atingir considerável espessura e ser lignificada.

PANIZZA (1967) descreveu a epiderme de raiz de Jacaranda caroba, em seção transversal, como constituída por células irregulares na forma e no tamanho, alongadas no sentido transversal ou radial, com cutícula espessa e estriada; a endoderme é constituída por células de diferentes tamanhos, que contêm grãos de amido.

ALVES (1975) mostrou que a epiderme de Jacaranda brasiliensis, em cortes feitos a 5 mm da extremidade da raiz de uma planta jovem, é constituída de células irregulares e provida de pêlos simples, unicelulares. Ressaltou, também, que nesta fase a epiderme não apresenta cutícula; a endoderme é formada por células menores que as do córtex.

Em P. venusta, cortes transversais a cerca de 2 mm do ápice da raiz, no início da zona de absorção, mostram que a epiderme é constituída por células de paredes finas, desprovidas de cutícula, no que concorda com ESAU (1965), ALVES (1975) e FAHN (1982). O córtex é todo parenquimático, com a endoderme e a exoderme distintas, facilmente reconhecíveis pela presença da fita de Caspary. Segundo ALVES (1975), na raiz de Jacaranda brasiliensis em fase correspondente de diferenciação, a endoderme só pode ser reconhecida topograficamente, pois sua diferenciação só se processa a nível superior; além disso, não ocorre a presença de exoderme. No final da estrutura primária, em P. venusta, tanto a

endoderme quanto a exoderme apresentam as suas células, exceto as de passagem, com uma fina lamela de suberina revestindo internamente suas paredes, atingindo, portanto, de acordo com Guttenberg (1943 apud ESAU, 1965), a segunda fase de diferenciação.

Segundo ESAU (1965), na iniciação de uma raiz lateral de uma Angiosperma, um grupo de células do periciclo sofre uma série de divisões periclinais e anticlinais, resultando na formação de uma protrusão, o primórdio da raiz lateral. Segundo a autora, em muitas plantas, a endoderme da raiz-mãe participa do crescimento inicial da raiz lateral, podendo formar uma ou mais camadas celulares sobre a superfície do primórdio, camadas estas que morrem antes ou logo após a emergência do mesmo. Afirmou, também, que, em raízes com mais de dois polos de xilema, as raízes laterais se formam diante destes polos.

As raízes laterais, em *F. venusta*, originam-se no periciclo, defronte aos polos de protoxilema. A endoderme não toma parte ativa na formação do primórdio, mas divide-se anticlinalmente e acompanha o primórdio até a sua saída na superfície da raiz-mãe.

De acordo com EAMES & MACDANIELS (1947), o número de cordões de xilema e de floema é constante para algumas espécies, mas, na maioria das espécies, mostra uma considerável variação, mesmo em raízes diferentes de um mesmo indivíduo. Neste sentido, FAHN (1982) afirmou existir uma correlação entre o diâmetro do cilindro vascular e o número de grupos de protoxilema e a presença ou a ausência da medula. Se o diâmetro da raiz é grande, a medula está geralmente presente e o número de grupos de protoxilema é grande.

Em relação ao cilindro central de raízes de Bignoniaceae, HYAKUTAKE & GROTTA (1965) citaram que, em *Anemopaegma arvense*, a estrutura é protostélica, radiada e tetrárquica. PANIZZA (1967) fez a mesma descrição para raiz jovem de *Jacaranda caroba*, e ALVES (1975) afirmou que em *Jacaranda brasiliiana*, a estrutura é tetrárquica, não especificando, todavia, se a região central é ocupada pela medula ou pelo metaxilema; entretanto, este último autor, afirmou que, na estrutura primária em início de diferenciação, a porção central da raiz é ocupada por um maciço de células procambiais.

Em *P. venusta*, da mesma maneira que o descrito por ALVES (1975), a porção central de uma raiz no início do processo de diferenciação é ocupada por um cilindro procambial. Entretanto, nesta espécie ocorre uma variação bastante grande na organização do estelo, que pode se apresentar de triarco a heptarco, variação esta que ocorre não apenas entre plantas diferentes ou em raízes diferentes de uma mesma planta, no que concorda com as citações de ESAU (1965) e de FAHN (1982), mas que ocorre até em uma mesma raiz. Neste último caso, nas porções mais finas da raiz, o número de polos é menor. Em relação à presença da medula, nas raízes triarcas a estrutura é protostélica, porém nas poliarcas a medula está presente, ocupando a parte central da raiz.

O desenvolvimento da estrutura secundária da raiz em *P. venusta* segue o padrão geral descrito por CUTTER (1987), com o câmbio sendo formado, inicialmente, sob o metafloema, a partir de células procambiais remanescentes e, posteriormente, unindo-se às faixas originadas do periciclo, sobre os polos de protoxilema. O

felogênio só se forma após o cilindro lenhoso atingir cerca de 1 mm de espessura, portanto, após a produção de uma certa quantidade de tecido vascular secundário.

HYAKUTAKE & GROTTA (1965) descreveram a estrutura secundária anômala do cilindro vascular da raiz de *Anemopaegma arvense*, como formada por quatro cunhas de floema e quatro de xilema, "razão pela qual a raiz apresenta xilema em forma de cruz; o floema localizado entre as cunhas consta de abundante parênquima, tubos crivados, células companheiras e fibras formando grupos dispostos em séries concêntricas". Os autores atribuíram a formação da estrutura anômala a uma atividade irregular do câmbio vascular.

Em *P. venusta*, o desenvolvimento da estrutura secundária anômala na raiz segue, basicamente, o mesmo padrão descrito para o caule, e que concorda com as descrições apresentadas por BOUREAU (1957) e por PHILIPSON *et al.* (1971). Em raízes não muito espessas, geralmente são encontradas quatro cunhas de floema, como o descrito por HYAKUTAKE & GROTTA (1965) para *Anemopaegma arvense*. Entretanto, com o aumento em diâmetro da raiz, não só ocorre um aumento em largura das cunhas iniciais, pelo acréscimo de novas porções cambiais nas regiões laterais superiores das mesmas, o que justifica a denominação de cunha, mas surgem também novas cunhas entre as já existentes, de maneira que o conjunto pode tomar um aspecto estrelado. Ao mesmo tempo, este aumento em diâmetro pode causar o aparecimento de porções inclusas de floema, devido à parada na atividade das faixas cambiais anômalas ou devido às pressões laterais causadas pelo desenvolvimento celular dos elementos do xilema, que terminam por ocluir a

extremidade superior de um bloco ou de uma cunha; neste último caso, provavelmente, ocorrem alterações na atividade daquela porção de câmbio anômalo, que cessa toda a produção de novas derivadas.

VI- CONCLUSÕES

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo principal de analisar anatomicamente a semente e as diversas fases de desenvolvimento das partes vegetativas de *Pyrostegia venusta* (Ker.) Miers.

Para complementar os estudos anatômicos da semente procurou-se, através de experimentos, determinar algumas de suas características, como a capacidade de embebição, a viabilidade em diferentes condições de armazenamento e, pelo menos quantitativamente, avaliar suas substâncias de reserva.

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- 1- o período de viabilidade da semente é de cerca de 5 meses para aquelas conservadas em condições ambientais e de mais de 2 anos para as conservadas em geladeira, a 4 graus Celsius;
- 2- durante a embebição, a semente absorve até 128,02% de água, em relação ao seu peso inicial. Todo o tegumento mostra-se permeável, não havendo locais preferenciais para a entrada de água;
- 3- a germinação é hipogêia ou criptocotilar, com os cotilédones permanecendo dentro dos envoltórios da semente. As condições de iluminação influenciaram, inicialmente, na germinação, retardando o processo na ausência de luz; entretanto, nenhuma diferença significativa foi observada após 15 dias da semeadura;
- 4- as reservas da sementes estão representadas principalmente por lipídios (20,95 a 21,30%) e por proteínas (12,06 a 18,90%);
- 5- anatomicamente, a semente consta de um tegumento, a testa,

- formada pela epiderme de células alongadas periclinalmente e por um parênquima subjacente; a ala da semente é uma expansão da testa. Envolvendo todo o endosprema, ocorre o envoltório interno, originado do nucelo. Os cotilédones são bilobados e justapostos, recebendo, cada um, três traços cotiledonares;
- 6- no desenvolvimento da planta ocorre, inicialmente, o fenômeno da heterofilia, com as primeiras folhas apresentando-se trifolioladas; as folhas com gavinhas surgem a partir do sétimo nó;
 - 7- o ápice caulinar apresenta-se topograficamente zonado, com uma túnica constituída por duas camadas celulares, que recobre uma zona central de células-mãe, o corpo, e um meristema lateral;
 - 8- a epiderme caulinar é dotada de tricomas não glandulares unisseriados, tricomas glandulares e estômatos, em pequeno número; o caule é lobado e, nas regiões das saliências, as células epidérmicas apresentam-se mais alongadas que as situadas nas regiões das reentrâncias onde se localizam, preferencialmente, os tricomas e os estômatos;
 - 9- no caule, nas regiões das saliências, abaixo da epiderme ocorrem três a cinco camadas de colênquima; mais abaixo, e separado deste por uma a três camadas de células parenquimáticas, ocorrem cordões de esclerênquima de origem floemática;
 - 10- a estrutura do cilindro central do caule é sifonostélica, com 8 feixes principais. O câmbio vascular forma-se a partir do oitavo entrenó; o felogênio surge, a partir do décimo-oitavo entrenó, após o início da estrutura secundária anômala e forma-se, parte às custas de células parenquimáticas do floema e em parte às custas do tecido cortical;

- 11- a região nodal é unilacunar, com três traços foliares;
- 12- ainda no caule, a estrutura secundária anômala está relacionada com 4 dos 8 feixes principais, diretamente com aqueles que vão constituir os traços foliares laterais dos pecíolos;
- 13- a diferenciação vascular na folha, pelo menos ao nível da nervura central, é acrópeta;
- 14- na diferenciação do primórdio foliar, a camada mediana, originada das iniciais submarginais, forma o procâmbio e contribui com células para o parênquima lacunoso;
- 15- os estômatos são anomocíticos e do tipo perígeno quanto à sua origem, estando presentes apenas na epiderme abaxial;
- 16- os tricomas glandulares produzem secreção rica em açúcares e atuam como nectários extraflorais. Na folha, ocorrem dois tipos de tricomas glandulares, que podem ser diferenciados pelo tamanho da cabeça secretora, pelo número de células basais e pela posição que ocupam na lâmina foliolar;
- 17- o padrão de vascularização é do tipo campto-broquidódromo;
- 18- o pecíolo apresenta estrutura secundária pouco desenvolvida do cilindro vascular, restrita à atividade de um câmbio vascular;
- 19- ocorrem diferenças no desenvolvimento do xilema na face abaxial de pecíolos de folhas com e sem gavinha; a substituição do folíolo pela gavinha diminui o número de vasos do xilema naquela região;
- 20- o meristema subapical da raiz é protegido pela caliptra. A estrutura da raiz pode variar de triarca a heptarca; nas raízes triarcas a estrutura é protostélica e nas poliarcas é sifonostélica;

- 21- pode ocorrer variação no número de polos de protoxilema ao longo de uma mesma raiz;
- 22- no desenvolvimento da estrutura secundária anômala da raiz, porções de floema anômalo podem ficar inclusas no lenho.

VII- RESUMO

Pyrostegia venusta (Kerr.) Miers apresenta sementes aladas, alongadas lateralmente, com coloração variável entre o pardo e o marrom-oliva; são dotadas de dois envoltórios que são permeáveis, sendo a ala uma expansão da testa; a epiderme da ala é constituída por células longas e estreitas, com as paredes anticlinais espessadas e lignificadas; o endosperma é celular e escasso e as reservas da semente são lipoprotéicas. Durante a embebição, elas absorvem até 128,02% de água. O seu período de viabilidade é de cinco meses, quando mantidas em condições ambientais e de mais de dois anos, quando conservadas a 4 graus Celsius. A germinação é hipogéia. O embrião é reto e do tipo "investing". No desenvolvimento da planta, as primeiras folhas são trifolioladas; posteriormente, surgem folhas nas quais o folíolo central é substituído por uma gavinha. O promeristema caulinar apresenta-se topograficamente zonado, com uma túnica bisseriada, um corpo e um meristema periférico. No caule em estrutura primária, os cordões de esclerênquima associados aos feixes vasculares são de origem floemática e a estrutura do cilindro central é sifonostélica, com oito feixes principais. A estrutura nodal é unilacunar, com três traços foliares. Os locais de início da estrutura secundária anômala do caule estão diretamente relacionados com quatro dos oito feixes vasculares principais, que constituirão os traços foliares laterais; o felogênio forma-se após o início da formação da estrutura anômala, parte às custas do parênquima do floema e parte às custas do tecido cortical. A diferenciação vascular da folha é acrópeta; ela apresenta estrutura dorsiventral com uma

camada de parênquima paliçádico e várias de lacunoso; a epiderme é dotada de tricomas não glandulares unisseriados e de dois tipos de tricomas glandulares; os estômatos são anomocíticos e períge-nos quanto à origem, estando presentes apenas na epiderme aba-xial; o padrão de venação é campto-broquidódromo; o cilindro vascular do pecíolo apresenta estrutura secundária pouco desen-volvida; há diferenças no desenvolvimento da região vascular dorsal de pecíolos de folhas com e sem gavinha. O meristema subapical da raiz é zonado, sendo distinguíveis o dermatocalip-trógeno, o meristema do córtex e o meristema do cilindro vascu-lar; a estrutura do cilindro central pode variar de tri a heptar-ca; sendo que variações no número de polos de protoxilema e protofloema foram detectadas em uma mesma raiz; raízes triarcas, geralmente, são protostélicas e as poliarcas, sifonostélicas; as raízes laterais originam-se defronte aos polos de protoxilema. A estrutura secundária anômala da raiz segue o mesmo padrão descri-to para o caule. Entretanto, com seu aumento em diâmetro, porções de floema podem ficar inclusas no xilema.

VIII- SUMMARY

The seeds of *Pyrostegia venusta* (Kerr.) Miers are winged, laterally elongate, with color varying from drab to olive-brown. They are unitegmic, and the wings are expansions of the testa. The epidermal cells of the wings are long and narrow with the anticlinal walls thickened and lignified. The endosperm is cellular and scant, the reserve lipoproteic in nature. The teguments are permeable and seeds absorb up to 128.02% of water during the imbibing period. The seeds remain viable for about 5 months if they are left in natural conditions but this period extends to ca. 2 years when they are kept under low temperatures of ca. 4 degrees Celsius. Germination is hypogeous. The embryo is straight and of the "investing" type. The first leaves are typically trifoliolate but later the central leaflet develops into a tendril. The vegetative shoot apex is topographically zonate, made up by a bisseriate tunica, corpus and a periferal zone or flank meristem. The primary structure of the shoot has the sclerenchyma associated with vascular bundles and are floematic in origin. The structure of the central cilinder is siphonostelic, consisting of 8 main bundles. The nodal structure is unilacunar with three vascular traces. The development of anomalous secondary growth in the stem is directly related to four of the 8 vascular bundles, those will be the lateral leaf traces. The felogen starts its differentiation soon after the beginning of the development of the anomalous structure, partly from the parenchymatous cells of the phloem and partly from the cortical tissue. The vascular differentiation of the leaf vascularization

is acropetal. The leaf is dorsiventral, with a single layer of palisade and several layers of spongy parenchyma. The epidermis has uniserial non-glandular trichomes and two types of glandular ones, the stomata are anomocytic and perigenous in origin. The venation pattern is brochydromous, and the vascular cylinder of the petiole presents a poorly developed secondary structure. There are differences in development of the dorsal vascular region of leaves with and without tendrils. The subapical meristem of the roots are zoned and constituted by the dermatocalyp-trogen, cortex meristem and vascular cylinder meristem. The structure of the central cylinder varies from tri to heptarc; variation in the number of poles of protoxylem and protophloem were recorded in a single root. Triarc roots generally are protostelic and poliarcs roots are siphonostelic. The lateral roots develop in front of the protoxylem poles. The anomalous secondary growth of the roots has a similar pattern of development to that described for the shoot. However, as they increase in diameter, portions of the phloem can become included inside xylem.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLEN, S.E., GRIMSHAW, H.M., PARKINSON, J.A., QUARMBY, C. & ROBERTS, J.D. 1976. Chemical analysis. In: CHAPMAN, S.B., ed. Methods in plant ecology. Blackwell Scientific Publications, p.451-453.
- ALTSCHUL, S.V.R. 1973. Drugs and foods from little-known plants. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. p.274.
- ALVES, J.L. de H. 1975. Anatomia do desenvolvimento de Jacaranda brasiliiana (Lam) Pers. (Bignoniaceae). Tese de Doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo.
- ARMSTRONG, J.E. 1985. The delimitation of Bignoniaceae and Scrophulariaceae based on floral anatomy and the placement of problem genera. Amer.J.Bot. 72(5): 755-66.
- ASSUMPTO, R.M.V. & MORITA, T. 1968. Manual de soluções, reagentes & solventes. Sao Paulo, Ed. Edgar Blücher Ltda. p.300.
- ASSUMPTO, W.R.C. d'. 1974/76. Estudo anatômico de Zeyhera digitalis (Vell.) Hoehne. I. Oréades 7/9: 51-60.
- ASSUMPTO, W.R.C. d'. 1976. Estudo anatômico de Zeyhera digitalis Vell - II. Cerrado 31: 14-16.
- BAILEY, I.W. 1956. Nodal anatomy in retrospect. Jour.Arnold Arb. 37: 269-87.
- BECK, C.B., SCHMID, R. & ROTHWELL, G.W. 1982. Stelar morphology and the primary vascular system of seed plants. Bot. Rev. 48(4): 692-815.
- BELTRATI, C.M. & PICCOLO, A.L.G. 1979. Consideraciones sobre la semilla, la germinación y la plantula de Distictella mansoa-

Cienc. 46(2): 311-22.

- DE CANDOLLE, A. 1845. Bignoniaceae. Prodomus Systematis Naturalis regnis vegetabilis. Paris, Treuttel et Wurtz. Pars IX, p. 142-248.
- DOBBINS, D.R. 1969. Studies on the anomalous cambial activity in Doxantha unguis-cati (Bignoniaceae). I. Development of the vascular pattern. Can.J.Bot. 47: 2101-06.
- DOBBINS, D.R. 1970. The influence of the leaves on anomalous cambial activity in the "cross vine". Am.J.Bot. 57(6): 735 (abstr.).
- DOBBINS, D.R. 1971. Studies on anomalous cambial activity in Doxantha unguis-cati (Bignoniaceae). II. A case of differential production of secondary tissues. Am.J.Bot. 58(8): 697-705.
- DOBBINS, D.R. 1981. Anomalous secondary growth in lianas of the Bignoniaceae is correlated with the vascular pattern. Am. J. Bot. 68(1): 142-4.
- DUKE, J.A. 1969. On tropical tree seedlings. I- Seedlings, systems and systematics. Ann. Missouri Bot. Gard. 56(2): 125-61.
- EAMES, A.J. 1961. Morphology of the angiosperms. Bombay, New Delhi, Tata MacGraw-Hill Publishing Co. Ltd.
- EAMES, A.J. & MACDANIELS, L.H. 1947. An introduction to plant anatomy. New York, MacGraw-Hill Book Company.
- ELIAS, T.S. & GELBAND, H. 1975. Nectar: its production and function in trumpet creeper. Science 189: 289-91.
- ELIAS, T.S. & GELBAND, H. 1976. Morphology and anatomy of floral and extrafloral nectaries in Campsis (Bignoniaceae). Am. J.

- Bot. 63(10): 1349-53.
- ELIAS, T.S. & FRANCE, G.T. 1978. Nectaries on the fruit of Crecentia and other Bignoniaceae. Brittonia 30(2): 175-81.
- ESAU, K. 1965. Plant anatomy. New York, John Wiley & Sons Inc.
- FABRIS, H.A. 1965. Bignoniaceae. In: Flora Argentina. Revista del Museo de La Plata 7(43): 279-419.
- FAHN, A. 1982. Plant anatomy. 3. ed. Oxford, Pergamon Press.
- FELIPPE, G.M. & ALENCASTRO, F.M.M.R. 1966. Contribuição ao estudo da nervação das compostas dos cerrados. I- Tribus Helenieae, Heliantheae, Inuleae, Mutisieae e Senecioneae. An. Acad. Bras. Ciên. 38(supl.): 125-57.
- FERRI, M.G., MENEZES, N.L. & MONTEIRO, W.R. 1981. Glossário ilustrado de botânica. São Paulo, Livraria Nobel S.A.
- FONT QUER, P. 1973. Diccionario de botánica. Barcelona, Editorial Labor S.A.
- FOSTER, A.S. 1936. Leaf differentiation in angiosperms. Bot. Rev. 2: 349-72.
- FOSTER, A.S. 1941. Comparative studies on the structure of the shoot apex in seed plants. Bull. Torrey Bot. Club 68(6): 339-50.
- FOSTER, A.S. 1949. Practical plant anatomy. New York, Van Nostrand,
- FOSTER, A.S. & GIFFORD JR., E.M. 1974. Comparative morphology of vascular plants. San Francisco, W.H. Freeman.
- FRYNS-CLAESSENS, E. & VAN COTTHEN, W. 1973. A new classification of the ontogenetic types of stomata. Bot. Rev. 39(1): 71-138.
- GENTRY, A.H. 1973. Generic delimitations of Central American Bignoniaceae. Brittonia 25: 226-42.

- GENTRY, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotropica, 6: 64-68.
- GENTRY, A.H. 1977. Bignoniaceae. In: Flora of Ecuador, 7: 1-172.
- GENTRY, A.H. 1979. Distribution patterns of neotropical Bignoniaceae: some phytogeographic implications. In: KAI-LARSEN & LAURITZ B. HOLM-NIELSEN, eds. Tropical botany. Academic Press, p.339- 354.
- GENTRY, A.H. 1980. Bignoniaceae - Part I (Crescentieae and Tourrettiae). In: Flora Neotropica, New York, The New York Botanical Garden. Monografia n. 25.
- GIFFORD JR., E.M. 1954. The shoot apex in angiosperms. Bot. Rev. 20(8): 477-529.
- GIFFORD JR., E.M. & CORSON JR., G.E. 1971. The shoot apex in seed plants. Bot. Rev. 37(2): 143-229.
- GOMES JR., J.C. 1955. Contribuição à sistemática das Bignoniaceae brasileiras. Arquivos do Serviço Florestal 9: 261-96.
- GUIMARAES, D.J., OLIVEIRA, B.A., MARGUILE, O., MAGALHAES, H.G. & MONTEIRO NETO, H. 1979. Contribuição ao estudo anatômico de plantas tóxicas brasileiras: Pseudocalymma elegans (Vell.) Kuhlmann. Rev. Bras. Biol. 39(4): 817-22.
- HESS, D. 1975. Plant physiology. New York, Heidelberg, Berlin, Springer Verlag.
- HICKEY, L.S. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. Am. J. Bot. 60(1): 17-33.
- HOEHNE, F.C. 1939. Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais. São Paulo, Sec. Agric. São Paulo.
- HOEHNE, F.C., KUHLMANN, M. & HANDRO, O. 1941. O jardim botânico

- SMITHE, F.B. 1975. Naturalist's color guide. New York, The American Museum of Natural History.
- STEVENS, R.A. & MARTIN, E.S. 1978. A new ontogenetic classification of stomatal types. Bot. J. Linn. Soc. 77: 53-64.
- SWAMY, B.G.L. & KRISHNAMURTHY, K.V. 1978. Certain conceptual aspects of meristems. III- A model. Phytomorphology, 28(1): 1-7.
- SOLEREDER, H. 1908. Systematic anatomy of the dicotyledons. Oxford, At the Clarendon Press. 2v.
- TORREY, J.G. 1967. Development in flowering plants. London, The Macmillan Company.
- TRIVEDI, M.L., KANNA, V. & SHAILJA. 1976. Nodal anatomy of certain members of Bignoniaceae. Proc. Indian Acad. Sci., sect. B, 84(1): 31-6.
- TRIVEDI, M.L., SHAILJA, & KANNA, V. 1977. Petiolar anatomy of certain members of Bignoniaceae. Proc. Indian Acad. Sci., sect. B, 85(2): 57-66.
- WANGERMAN, E. 1967. The effect of the leaf on the differentiation of primary xylem in the internode of Coleus blumei Benth. New Phytol. 66: 747-54.
- WETTSTEIN, R. 1927. Botanica sistematica. Torino, Unione Tipografico-Editrice Torinese. 2v.
- WETTSTEIN, R., HIRMER, M. & SUSSENGUTH, K. 1944. Tratado de Botanica Sistematica. Barcelona, Editorial Labor.