

174  
175  
176

ANATOMIA DAS PLANTAS  
COM SEMENTES

BC / UFRPE
N.º Patrimônio
134.600
ACERVO BIBLIOGR
1140   15-05-96

see. 15

FICHA CATALOGráfICA

E72a Esau, Katherine, 1898-  
Anatomia das plantas com sementes; tradução: Berta Lange de Morretes. São Paulo, Edgard Blücher, 1974, 1976 reimpressão.  
p. ilustr.  
Bibliografia.  
1. Botânica - Anatomia 2. Plantas - Células e tecidos I. Título.

73-0978

CDD-581.4  
-581.8

Índices para catálogo sistemático:

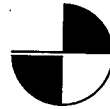
1. Anatomia vegetal : Botânica 581.4
2. Botânica : Anatomia 581.4
3. Citologia e histologia : Botânica 581.8
4. Histologia e citologia : Botânica 581.8
5. Plantas : Anatomia : Botânica 581.4
6. Plantas : Histologia e citologia : Botânica 581.8

KATHERINE ESAU  
Professora de Botânica, University of California, EUA

# ANATOMIA DAS PLANTAS COM SEMENTES

Tradução:

BERTA LANGE DE MORRETES  
Professora de Botânica do Instituto de Biociências da  
Universidade de São Paulo



EDITORA EDGARD BLÜCHER LTDA.

<b>LIVRO</b>	
ACEFVNO:	29932
Cód. Ex.:	955749 Ex 1
Data:	24/10/2008

título original:  
ANATOMY OF SEED PLANTS

a edição em língua inglesa foi publicada por  
John Wiley and Sons, Inc., EUA

copyright © 1960 by John Wiley and Sons, Inc.

*direitos reservados*  
*para a língua portuguesa pela*  
*Editora Edgard Blücher Ltda.*  
**1974**

12.<sup>a</sup> Reimpressão 1993

*É proibida a reprodução total ou parcial*  
*por quaisquer meios*  
*sem autorização prévia da editora*

**EDITORA EDGARD BLÜCHER LTDA.**  
Fax: (011) 852-2707  
Caixa Postal 5450  
01061-970 - S. Paulo - SP Brasil

Impresso no Brasil Printed in Brazil

<b>BC / UFRPE</b>
N.º Patrimônio
<b>ACERVO FIEBIGER</b>

## Conteúdo

PREFÁCIO À EDIÇÃO BRASILEIRA .....	XIII
PREFÁCIO .....	XV
<b>Capítulo 1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
Organização interna do corpo vegetal .....	1
Sumário dos tipos de células e tecidos .....	3
<i>Epiderme</i> .....	3
<i>Periderme</i> .....	3
→ <i>Parênquima</i> .....	3
→ <i>Colênquima</i> .....	3
→ <i>Esclerênquima</i> .....	3
→ <i>Xilema</i> .....	4
→ <i>Floema</i> .....	4
<i>Estruturas secretoras</i> .....	4
Referências bibliográficas .....	4
<b>Capítulo 2. O EMBRIÃO</b> .....	<b>6</b>
Embrião das dicotiledôneas .....	6
Partes do embrião .....	6
Origem e desenvolvimento das partes .....	6
Início da organização dos tecidos .....	9
Meristemas apicais .....	9
Embrião das monocotiledôneas .....	10
Embrião de <i>Allium cepa</i> (cebola) .....	11
Embrião das gramíneas .....	12
Referências bibliográficas .....	14
<b>Capítulo 3. DO EMBRIÃO À PLANTA ADULTA</b> .....	<b>16</b>
Meristemas e origem dos tecidos .....	16
Diferenciação e especialização .....	19
Expressões da organização no corpo vegetal .....	20
Crescimento primário e secundário .....	22
Referências bibliográficas .....	22
<b>Capítulo 4. PARÊNQUIMA</b> .....	<b>23</b>
Formato das células .....	23
Parede celular .....	23
Conteúdo .....	27
Plastídios .....	28
Mitocôndrios .....	29
Substâncias ergásticas .....	29
Referências bibliográficas .....	31

Capítulo 10. CÂMBIO VASCULAR.....	90
Organização do câmbio.....	90
Mudanças evolutivas na camada inicial.....	92
Referências bibliográficas.....	95
Capítulo 11. FLOEMA.....	97
Tipos de células.....	97
Elementos crivados.....	97
<i>Paredes e áreas crivadas</i> .....	98
<i>Células crivadas e elementos de tubos crivados</i> .....	99
<i>Protoplastos</i> .....	101
* Células companheiras.....	103
Células esclerenquimáticas.....	103
Células de parênquima.....	104
Floema primário.....	104
Floema secundário.....	105
Floema das coníferas.....	105
Floema das dicotiledôneas.....	106
Referências bibliográficas.....	112
Capítulo 12. PERIDERME.....	113
Estrutura da periderme e tecidos relacionados.....	113
<i>Poliderme</i> .....	116
<i>Ritidoma</i> .....	116
Desenvolvimento da periderme.....	117
<i>Periderme de cicatrização</i> .....	120
<i>Tecidos protetores das monocotiledôneas</i> .....	120
Aspectos externos da cortiça em relação a sua estrutura.....	120
Lenticelas.....	121
Referências bibliográficas.....	123
Capítulo 13. ESTRUTURAS SECRETORAS.....	125
Estruturas secretoras externas.....	125
Tricomas e glândulas.....	125
Nectários.....	126
Hidatódios.....	128
Estruturas secretoras internas.....	128
Células secretoras.....	128
Cavidades e canais secretores.....	129
Laticíferos.....	131
Referências bibliográficas.....	134
Capítulo 14. A RAIZ: ESTÁGIO PRIMÁRIO DO CRESCIMENTO.....	135
Tipos de raízes.....	135
Estrutura primária.....	135
Epiderme.....	136
Córtex.....	136
<i>Endoderme</i> .....	137
<i>Exoderme</i> .....	138
Cilindro vascular.....	138
Coifa.....	142
Desenvolvimento.....	142

Capítulo 5. COLÊNQUIMA.....	33
Parede celular.....	33
Distribuição na planta.....	35
Estrutura em relação à função.....	35
Referências bibliográficas.....	37
Capítulo 6. ESCLERÊNQUIMA.....	38
Parede celular.....	38
Esclereídeos.....	42
<i>Esclereídeos nos caules</i> .....	44
<i>Esclereídeos em folhas</i> .....	44
<i>Esclereídeos em frutos</i> .....	44
<i>Esclereídeos em sementes</i> .....	45
Fibras.....	45
Fibras econômicas.....	45
Desenvolvimento dos esclereídeos e das fibras.....	47
Referências bibliográficas.....	48
Capítulo 7. EPIDERME.....	49
Composição da epiderme.....	49
Parede celular.....	50
* Estômatos.....	52
Tricomas.....	57
Referências bibliográficas.....	57
Capítulo 8. XILEMA: ESTRUTURA GERAL E TIPOS DE CÉLULAS.....	59
Estrutura geral do xilema secundário.....	59
Sistemas axial e radial.....	59
Camadas de crescimento.....	60
Alburno e cerne.....	61
Tipos de células do xilema secundário.....	61
Elementos traqueais.....	61
Fibras.....	60
Especialização filogenética dos elementos traqueais e fibras.....	67
Células de parênquima.....	69
Xilema primário.....	70
Protóxilema e metaxilema.....	70
Paredes secundárias nos elementos traqueais primários.....	72
Referências bibliográficas.....	73
Capítulo 9. XILEMA: VARIAÇÃO NA ESTRUTURA DO LENHO.....	75
Lenho das coníferas.....	75
Lenho das dicotiledôneas.....	79
Lenho estratificado e não-estratificado.....	80
Distribuição dos vasos.....	82
Distribuição do parênquima axial.....	82
Estrutura dos raios.....	83
Tiloses.....	84
Canais e cavidades intercelulares.....	85
Lenho de reação.....	85
Chave para identificação de madeiras.....	85
Referências bibliográficas.....	89

Coníferas .....	192
Dicotiledóneas lenhosas .....	193
Dicotiledóneas herbáceas .....	193
Dicotiledóneas trepadeiras .....	195
Dicotiledóneas com crescimento secundário anômalo .....	196
Monocotiledóneas .....	199
<i>Caulé de gramineas</i> .....	199
<i>Crescimento secundário</i> .....	199
Referências bibliográficas .....	200

Capítulo 18. A FOLHA: ESTRUTURA BÁSICA E DESENVOLVIMENTO .....	201
Morfologia externa .....	201
Histologia da folha das angiospermas .....	201
Epiderme .....	201
Mesófilo .....	203
Sistema vascular .....	203
Desenvolvimento .....	208
Início de primórdios foliares .....	208
Crescimento apical e marginal .....	208
Crescimento intercalar .....	209
Diferenciação do mesófilo .....	213
Desenvolvimento do tecido vascular .....	213
Abscissão .....	214
Referências bibliográficas .....	214

Capítulo 19. A FOLHA: VARIAÇÕES DA ESTRUTURA .....	216
Estrutura foliar e ambiente .....	216
<i>Xeromorfia</i> .....	216
<i>Estrutura da folha e posição na planta</i> .....	219
Folhas de dicotiledóneas .....	219
<i>Varição na estrutura do mesófilo</i> .....	219
<i>Tecido de sustentação</i> .....	221
<i>Pectolo</i> .....	222
Folhas das monocotiledóneas .....	223
<i>Folha das gramineas</i> .....	223
Folhas de gimnospermas .....	225
Referências bibliográficas .....	230

Capítulo 20. A FLOR .....	232
Estrutura .....	232
Partes florais e sua disposição .....	232
Sépalas e pétalas .....	232
Estame .....	233
Gineceu .....	234
Anatomia vascular .....	239
Desenvolvimento .....	239
Meristema floral .....	239
Origem e desenvolvimento das peças florais .....	241
Referências bibliográficas .....	244

Meristema apical .....	142
Crescimento do ápice radicular .....	144
Diferenciação primária .....	145
Raízes laterais .....	145
Referências bibliográficas .....	148
Capítulo 15. A RAIZ: ESTÁGIO SECUNDÁRIO DO CRESCIMENTO E RAÍZES ADVENTÍCIAS .....	150
Tipo comum de crescimento secundário .....	150
<i>Dicotiledóneas herbáceas</i> .....	153
<i>Espécies lenhosas</i> .....	154
Variações do crescimento secundário .....	155
<i>Raízes de reserva</i> .....	155
Raízes adventícias .....	158
Referências bibliográficas .....	159

Capítulo 16. O CAULE: ESTÁGIO PRIMÁRIO DE CRESCIMENTO .....	160
O caule como parte da planta .....	160
Estrutura primária .....	160
Epiderme .....	161
Córtex e medula .....	162
Sistema vascular .....	163
<i>Traços e lacunas foliares</i> .....	164
<i>Disposição das folhas e organização vascular</i> .....	164
<i>Traços e lacunas de ramos</i> .....	167
<i>Conceito de estelo</i> .....	168
Desenvolvimento .....	169
Meristema apical .....	170
<i>Meristema apical com células apicais</i> .....	170
<i>Organização túnica-corpo</i> .....	171
<i>Zonação citotológica</i> .....	172
<i>Conceito de promeristema quiescente</i> .....	174
Origem das folhas .....	176
Origem das gemas .....	176
<i>Gemas axilares</i> .....	177
<i>Gemas adventícias</i> .....	177
Crescimento primário do caule .....	178
Diferenciação vascular .....	178
<i>Origem do procâmbio</i> .....	179
<i>Origem do floema e do xilema</i> .....	183
Referências bibliográficas .....	183

Capítulo 17. O CAULE: ESTÁGIO SECUNDÁRIO DE CRESCIMENTO E TIPOS ESTRUTURAIS .....	186
Crescimento secundário .....	186
Localização e extensão do câmbio vascular .....	186
Efeitos do crescimento secundário no corpo primário .....	188
<i>Efeitos nas lacunas e traços foliares</i> .....	190
Atividade estacional e câmbio vascular .....	191
Cicatrização e enxertia .....	192
Tipos de caules .....	192

Capítulo 21. O FRUTO .....	246
Histologia da parede do fruto .....	246
Parede dos frutos secos .....	247
<i>Parede dos frutos deiscuentes</i> .....	247
<i>Parede dos frutos indúscuentes</i> .....	248
Parede dos frutos carnosos .....	250
Exemplos .....	250
<i>Desenvolvimento</i> .....	251
Periderme e lenticelas .....	253
Abscissão .....	253
Referências bibliográficas .....	254
Capítulo 22. A SEMENTE .....	256
Tegumento da semente .....	256
Endosperma .....	260
Referências bibliográficas .....	262
GLOSSÁRIO .....	265
ÍNDICE .....	286

## Prefácio à edição brasileira

Berta Lange de Morretes como eu, foi discípula de Felix Rawitscher. Visto que eu entrara na Faculdade antes dela, durante algum tempo fui seu professor e, assim, conheço-a de longa data. Tornamo-nos, depois, colegas, ambos assistentes de Rawitscher.

Sob orientação deste eminente cientista fez sua tese de doutoramento intitulada: "Ciclo evolutivo de *Pilacella delectans* Möll". Essa tese ela defendeu em 1948 tendo sido publicada, no ano seguinte, nos Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, da Universidade de São Paulo, 100(7): 1 - 34.

Quando Rawitscher, por motivo de saúde deixou o Departamento de Botânica, regressando para a Alemanha, assumi a chefia do mesmo e mantive Berta Lange de Morretes como assistente. Desde então mantivemos permanente contacto e, assim, posso dizer que conheço muito bem a pessoa de quem estou tratando: minha prezada amiga Berta.

Segui-lhe os passos de perto, no ensino e na pesquisa. No ensino dividimos tarefas, na pesquisa fomos co-autores de alguns trabalhos.

Um dia auxiliiei Berta a obter bolsa de estudos da Rockefeller Foundation para os Estados Unidos. Para lá seguiu a fim de aprimorar seus conhecimentos em Anatomia Vegetal, juntamente com Esau, a autora deste excelente livro que hoje é oferecido ao público em tradução primorosa de Berta Lange de Morretes.

Regressando dos Estados Unidos, Berta incrementou, no Departamento de Botânica, então pertencente ainda à Faculdade de Filosofia, hoje abrangido pelo Instituto de Biociências, as pesquisas em Anatomia. Aparelhou laboratórios adequados e estimulou a um bom número de jovens a se dedicarem a estudos dessa disciplina.

Inúmeros são os discípulos que se encontram hoje de volta a seus estados de origem, não de Doutor, discípulos esses que se encontram hoje de volta a seus estados de origem, não faltando entre eles, alguns provenientes de outros países.

Se Berta é boa pesquisadora e excelente professora, é também, e principalmente, posuidora das melhores qualidades pessoais: prestativa ao extremo, acolhe a quantos a procuram, mesmo com sacrifício de suas próprias atividades; sua ajuda não se limita à vida universitária, mas amplia-se mesmo até ao auxílio nas atividades particulares das pessoas que dela se acercam. Mas há três qualidades de seu caráter que me agradam de modo especial: fidelidade total para com os amigos, exato sentido de ética universitária, dignidade que a faz sofrer resignada, sem queixas, as injustiças com que tem sido atingida.

Por todo o exposto recebo como um privilégio o convite para fazer este Prefácio. Do livro mesmo e de sua autora Katherine Esau, nada preciso dizer, por se tratar de obra básica para quantos se dedicam aos estudos e pesquisas de Anatomia das plantas.

Traduzido para diversos idiomas, surge agora em português, edição brasileira feita conjuntamente pela Editora da Universidade de São Paulo e pela Editora Edgard Blücher Ltda. Servirá a um imenso número de estudantes de Botânica, nos cursos de História Natural, Ciências, Ciências Biológicas e Agronomia. Será útil, também, a professores do secundário

e aos estudantes que se preparam para o vestibular das escolas que exigem conhecimentos de Ciências Biológicas.

Sua excelente qualidade gráfica torna-o ainda mais útil.

Quero felicitar Berta Lange de Morretes por seu magnífico trabalho como tradutora; as Editoras que patrocinaram a publicação deste livro, e, principalmente, os que se dedicam ou pretendam se dedicar a este importante ramo da Botânica, por terem agora à sua disposição, em língua portuguesa, esta obra fundamental no campo da Anatomia das plantas.

## 1 Introdução

Este livro trata da estrutura interna de plantas com sementes, ainda existentes na atualidade. É dada ênfase às angiospermas, embora alguns dos caracteres dos órgãos vegetativos das gimnospermas também sejam revistos. No que diz respeito às angiospermas, a anatomia da flor, do fruto e da semente é descrita nos capítulos finais.

A planta produtora de sementes possui corpo altamente evoluído, apresentando evidências de uma especialização funcional e estrutural expressa pela diferenciação externa em órgãos e interna, por várias categorias de células, tecidos e sistemas de tecidos. Três órgãos da vida vegetativa são comumente reconhecidos: raiz, caule e folha; a flor é interpretada como uma associação de órgãos dos quais alguns estão relacionados com o fenômeno da reprodução (estames e carpelos) e outros são estéreis (sépalas e pétalas). Em relação à estrutura interna, salientam-se os caracteres distintivos das células e tecidos e estabelecem-se alguns tipos à base destas diferenças.

A subdivisão do corpo vegetal e a conseqüente classificação de seus órgãos constituem abordagens lógicas e convenientes para o estudo da planta porque focalizam as especializações estruturais e funcionais dos órgãos, mas não deverão ser salientadas a ponto de obscurecer a sua unidade essencial. Esta unidade é claramente perceptível se a planta for estudada do ponto de vista de seu desenvolvimento, método que revela o gradual aparecimento dos órgãos e tecidos a partir de um corpo relativamente pouco diferenciado, que é o do embrião jovem. Mudanças semelhantes, isto é, do menos ao mais diferenciado, do menos ao mais particularizado, ocorreram no processo de evolução das plantas de sementes, de tal maneira que raiz, caule, folhas e órgãos florais são considerados filogeneticamente inter-relacionadas e as diferentes células e tecidos como derivados de células não-especializadas do tipo atualmente denominado parenquimático. Uma simples visão estática das partes componentes de uma planta adulta revela a sua unidade e interdependência; os mesmos sistemas de tecidos são comuns a todas essas partes.

Por esses motivos a separação da planta em órgãos só pode ser feita de forma aproximada. É impossível, por exemplo, fazer uma demarcação clara entre haste e raiz e entre caule e folha; a própria flor, sob muitos aspectos, lembra o ramo vegetativo. Do mesmo modo a estrutura interna não é nitidamente delimitada e as diversas categorias de células e tecidos mostram formas de transição.

### ORGANIZAÇÃO INTERNA DO CORPO VEGETAL

O corpo vegetal é constituído de unidades morfológicamente reconhecíveis, as células; cada célula apresenta sua própria parede e está ligada a outra por meio de uma substância intercelular cimentante. Dentro dessas massas celulares, certos grupos de células divergem de outros, estrutural ou funcionalmente ou ainda de ambas as maneiras. Estes agrupamentos são denominados *tecidos*. As variações estruturais dos tecidos baseiam-se nas diferenças

São Paulo, março de 1974.

Mário Guimarães Ferri

Professor Titular — Depto. de Botânica  
Instituto de Biociências da Universidade  
de São Paulo.

das células componentes e na maneira de como elas se interligam. Alguns tecidos possuem estrutura simples, pois são constituídos de apenas um tipo de célula; outros, contêm mais de um tipo, podendo apresentar maior ou menor complexidade.

A disposição dos tecidos na planta como um todo, bem como nos seus órgãos principais, revela organização estrutural e funcional definida. Tecidos relacionados com condução de alimento e água — os tecidos vasculares — formam um sistema coerente que se estende através dos órgãos de toda a planta. Estes tecidos ligam regiões de absorção de água e síntese de alimentos com regiões de crescimento, desenvolvimento e reserva. Tecidos não-vasculares também são contínuos e sua disposição é indicadora de inter-relações específicas (tais como as que existem entre os tecidos vasculares e os de reserva) e funções especializadas (sustentação e reserva). Para enfatizar a organização de tecidos em entidades maiores, revelando a unidade básica do corpo da planta foi adotada a expressão *sistema de tecidos*.

Como foi exposto no início do presente capítulo, a classificação de células e tecidos é um tanto arbitrária em vista da freqüente ocorrência de formas intermediárias entre as diversas categorias de células e tecidos. No entanto, o estabelecimento destas categorias é necessário para a descrição ordenada da estrutura da planta. Além disso, se as classificações se desenvolverem a partir de estudos comparativos amplos, nos quais a variabilidade e transição de caracteres sejam claramente reveladas e interpretadas com propriedade, elas não serão úteis apenas em sentido descritivo, como ainda refletirão as relações naturais existentes entre as entidades classificadas.

Em concordância com Sachs (1875), os principais tecidos de uma planta vascular são agrupados, neste livro, de acordo com uma base de continuidade topográfica, em três sistemas: *dérmico, vascular e fundamental*. O primeiro compreende a epiderme, isto é, o tecido de revestimento do corpo vegetal em estrutura primária e a *periderme*, tecido de proteção que substitui a epiderme nos órgãos que apresentam crescimento secundário em espessura. O sistema vascular é formado por dois tipos de tecido condutor: *floema* (transporte de alimento) e *xilema* (condução de água).

O sistema fundamental inclui tecidos que formam o fundamento do corpo vegetal mas que, ao mesmo tempo apresentam vários graus de especialização: o principal tecido fundamental é o *parênquima*, com todas as suas variações; *colênquima*, tecido de sustentação de paredes espessadas, relacionado com o parênquima e *esclerenquima*, tecido de sustentação mais resistente, cujas células apresentam paredes espessas, freqüentemente lignificadas.

No corpo vegetal os vários sistemas de tecidos distribuem-se segundo padrões característicos de acordo com o órgão considerado, o grupo vegetal ou ambos. Basicamente os padrões se assemelham no seguinte: o sistema vascular é envolvido pelo sistema fundamental e o tecido dérmico reveste a planta. As principais variações de padrão dependem da distribuição relativa do sistema vascular no tecido fundamental. Nas dicotiledôneas, por exemplo, o tecido vascular do caule forma um cilindro ôco que apresenta em seu interior tecido fundamental (medula); o mesmo tecido fundamental é encontrado entre os tecidos de revestimento e vascular (côrtex). Na folha, o tecido vascular forma um sistema anastomosado, mergulhado no tecido fundamental, aqui diferenciado em mesófilo. Na raiz, o cilindro vascular pode ou não incluir medula, mas o côrtex está presente.

As células e os tecidos da planta derivam do zigoto (algumas vezes da oosfera) através dos estágios intermediários representados pelo embrião. No entanto, o estágio embrionário não é completamente superado após a transformação do embrião em planta adulta. As plantas apresentam crescimento aberto, propriedade impar, resultante da presença de zonas de tecidos embrionários, os *meristemas*, nos quais novas células são formadas, enquanto outras partes da planta atingem a maturidade. Os *meristemas apicais* das raízes e caules produzem células derivadas se diferenciam em novas partes destes órgãos.

Este tipo de crescimento é chamado *primário* e o corpo vegetal resultante é o corpo primário ou seja, a estrutura primária. Em muitas plantas, caule e raiz crescem em espessura, por adição de tecido vascular ao corpo primário. O crescimento de espessura é decorrente de atividades do *câmbio vascular*, sendo denominado crescimento secundário. Geralmente, este condiciona a formação de uma periderme às expensas do *felogênio*. *Câmbio vascular* e *felogênio* são também denominados *meristemas laterais*, em virtude de sua posição paralela à superfície do caule e da raiz.

## SUMÁRIO DOS TIPOS DE CÉLULAS E TECIDOS

A literatura referente à anatomia vegetal, publicada na edição do primeiro livro pela autora do presente (Esau, 1953) não necessita de uma revisão profunda dos tipos de células e tecidos referidos naquele. O mesmo sumário, levemente revisado, é apresentado abaixo.

**Epiderme.** As células da epiderme formam uma camada contínua que reveste a superfície do corpo vegetal em estágio primário. Elas apresentam várias características, relacionadas com sua posição superficial. As células epidérmicas, em sua maior parte, variam em formato, mas freqüentemente são tabulares. Outras células que integram a epiderme são as *estomáticas* e vários tricomas, inclusive pêlos absorventes radiculares. A epiderme pode conter células secretoras e esclerenquimáticas. A característica distintiva mais importante das células epidérmicas das partes aéreas da planta é a presença da cutícula na parte celular externa e a cutinização desta e de algumas ou todas as outras paredes. O tecido fornece proteção mecânica e está relacionado com a restrição da transpiração e com a aeração. Em caules e raízes que apresentam crescimento secundário, a epiderme é comumente substituída pela periderme.

**Periderme.** A periderme compreende o tecido suberoso ou *felenia*, o câmbio do súber ou *felogênio* e a *feloderme*. O *felogênio* ocorre nas proximidades da superfície dos órgãos, apresentando crescimento secundário, e é secundário quanto à origem. Surge na epiderme, no côrtex, no floema ou no periciclo, produzindo súber em direção à periferia e feloderme em direção ao interior. A feloderme pode formar-se em pequena quantidade ou estar ausente. As células de súber têm geralmente forma tabular, são compactamente dispostas; raramente apresentam protoplastos quando maduras, tendo paredes suberizadas. A feloderme é geralmente constituída de células parenquimáticas.

**Parênquima.** As células do parênquima, formam camada tissular contínua no côrtex do caule e da raiz e no mesófilo foliar. Também ocorrem como feixes verticais e raios no tecido vascular. As células são primárias quanto a origem, no côrtex, medula e folha e primárias ou secundárias no tecido vascular. Com freqüência, tais células são vivas, capazes de crescer e dividir-se. Variam em formato, geralmente são poliédricas, podendo no entanto ser estreladas ou muito alongadas. Amplitude suas paredes são primárias, podendo também ocorrer paredes secundárias. O parênquima está relacionado com a fotossíntese, reserva de várias substâncias, cicatrização e origem de estruturas adventícias. As células do parênquima podem especializar-se como células secretoras ou estruturas excretoras.

**Colênquima.** As células de colênquima ocorrem em feixes ou cilindros contínuos na superfície do côrtex em caules e pecíolos e ao longo das nervuras das folhas. O colênquima é pouco comum em raízes. É tecido vivo, intimamente relacionado com o parênquima; com efeito, e usualmente interpretado como uma forma de parênquima especializado em tecido de sustentação, nos órgãos jovens. O formato das células varia de prismático curto a muito alongado. O caráter mais marcante é o espessamento desigual das paredes primárias.

**Esclerenquima.** As células do esclerenquima podem formar massas contínuas, ocorrer em pequenos grupos ou ainda individualmente entre outras células. Podem desenvolver-se em alguns ou todos os órgãos do corpo vegetal, em estrutura primária ou secundária. São



elementos de sustentação de órgãos vegetais maduros. As células do esclerênquima apresentam paredes secundárias espessas, frequentemente lignificadas, podendo quando maduras não possuir protoplasto. São distinguíveis dois tipos de células: escleréides e fibras. Os escleréides variam em formato, de poliedricos a alongados, podendo ser muito ramificados. Fibras são geralmente células longas e delgadas.

**Xilema.** As células do xilema formam um tecido estrutural e funcionalmente complexo, associado ao floema, distribuindo-se sem interrupção pelo corpo vegetal. Estão relacionadas com a condução de água, armazenamento e sustentação. Quanto à origem, o xilema pode ser primário ou secundário. As principais células condutoras de água são os traqueídeos e os elementos de vaso. Estes se juntam ponta a ponta formando o vaso lenhoso. A reserva ocorre em células de parênquima que se dispõem em fileiras verticais e, no xilema secundário, também nos raios. Células mecânicas são fibras e escleréides.

**Floema.** As células do floema formam um tecido complexo. O floema ocorre ao longo de todo o corpo vegetal, junto com o xilema, podendo ser primário ou secundário quanto à origem. Está relacionado com transporte e armazenamento de alimentos e com a sustentação. As principais células condutoras são as crivadas e os elementos de vaso crivado, ambos enucleados quando maduros. Os elementos de vaso crivado se justapõem ponta a ponta, originando o vaso crivado e estão associados a células companheiras de natureza parenquimática especial. Outras células do parênquima floemático ocorrem em fileiras verticais. O floema secundário também contém parênquima, em forma de raios. Células de sustentação são fibras e escleréides.

**Estruturas secretoras.** Células secretoras — células produzindo variedade de secreções — não formam um tecido claramente definido, mas ocorrem entre outros tecidos, primários ou secundários, como células isoladas, grupos ou séries de células ou também, em formações mais ou menos organizadas, na superfície da planta. As principais estruturas secretoras da superfície do corpo vegetal são células epidérmicas glandulares, pêlos e várias glândulas, como por exemplo, nectários florais e extraflorais, certos hidatódios e glândulas digestivas. Geralmente as glândulas estão diferenciadas em células secretoras de posição superficial e não secretoras, que as sustentam. Estruturas secretoras internas são células secretoras, cavidades intercelulares ou canais revestidos de células secretoras (ductos resiníferos, ductos de óleo) e cavidades secretoras resultantes da desintegração de células (cavidades oleíferas). Os laticíferos podem ser incluídos entre as estruturas secretoras internas, podem ser células isoladas (laticíferos não-articulados, usualmente muito ramificados) ou séries de células unidas pela dissolução parcial das paredes (laticíferos articulados). Os laticíferos contêm um fluido chamado látex, que pode ser rico em borracha e são geralmente multinucleados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As citações bibliográficas que aparecem no fim dos Caps. 2 a 22, foram selecionadas em grande parte de literatura mais recente mas, a longa lista dada em *Plant Anatomy* de Esau (1953), também foi usada para a interpretação dos assuntos. Este capítulo introdutório fornece uma lista selecionada de livros que tratam de anatomia e morfologia vegetais. A maioria deles diz respeito a plantas com sementes mas alguns que tratam da estrutura de plantas inferiores também foram incluídos.

Aleksandrov, V. G. *Anatomia rastenii*. [Anatomy of plants.] Moskva, Sovetskaja Nauka, 1954.

Bailey, I. W. *Contributions to plant anatomy*. Waltham, Massachusetts, Chronica Botanica Company, 1954.

Biebl, R., e H. Germ. *Praktikum der Pflanzenanatomie*. Wien, Springer, 1950.

## Introdução

Boureaux, E. *Anatomie végétale*. 3 vols. Paris, Presses Universitaires de France, 1954, 1956, 1957.

Chamberlain, C. J. *Gymnosperms, structure and evolution*. Chicago, University of Chicago Press, 1935.

De Bary, A. *Comparative anatomy of the vegetative organs of the phanerogams and ferns*. (English translation by F. O. Bower e D. H. Scott.) Oxford, Clarendon Press, 1884.

Deysson, G. *Éléments d'anatomie des plantes vasculaires*. Paris, Sedes, 1954.

Eames, A. J. *Morphology of vascular plants. Lower groups*. New York, McGraw-Hill Book Company, 1936.

Eames, A. J., e L. H. MacDaniels. *An introduction to plant anatomy*. 2.ª ed. New York, McGraw-Hill Book Company, 1947.

Esau, K. *Plant anatomy*. New York, John Wiley and Sons, 1953.

Foster, A. S. *Practical plant anatomy*. 2.ª ed. Princeton, D. Van Nostrand Company, 1949.

Foster, A. S., e E. M. Gifford, Jr. *Comparative morphology of vascular plants*. San Francisco, W. H. Freeman and Company, 1959.

Haberlandt, G. *Physiological plant anatomy*. London, Macmillan and Company, 1914.

Hasman, M. *Bitki anatomisi*. [Plant anatomy.] Istanbul, Matbaasi, 1955.

Hayward, H. E. *The structure of economic plants*. New York, The Macmillan Company, 1938.

Hector, J. M. *Introduction to the botany of field crops*. 2 vols. Johannesburg, South Africa, Central News Agency Ltd, 1938.

Jackson, B. D. *A glossary of botanic terms*. 4.ª ed. New York, Hafner Publishing Co, 1953.

Jane, F. W. *The structure of wood*. New York, The Macmillan Company, 1956.

Jeffrey, E. C. *The anatomy of woody plants*. Chicago, University of Chicago Press, 1917.

Kister, E. *Pathologische Pflanzenanatomie*. 3.ª ed. Jena, Gustav Fischer, 1925.

Linsbauer, K. *Handbuch der Pflanzenanatomie*. Vol. 1 and Following. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1922-1943.

Mansfield, W. *Histology of medicinal plants*. New York, John Wiley and Sons, 1916.

Metcalfe, C. R., e L. Chalk. *Anatomy of the dicotyledons*. 2 vols. Oxford, Clarendon Press, 1950.

Molish, H. *Anatomie der Pflanze*. 6.ª ed. Revisada por K. Höfler. Jena, Gustav Fischer, 1954.

Popham, R. A. *Developmental plant anatomy*. Columbus, Ohio, Long's College Book Company, 1952.

Raub, W. *Morphologie der Nutzpflanzen*. Heidelberg, Quelle und Meyer, 1950.

Record, S. J. *Identification of the timbers of temperate North America*. New York, John Wiley and Sons, 1934.

Reuter, L. *Protoplasmatische Pflanzenanatomie*. In: *Protoplasmatologia*. Vol. XI. pp. 1-113. Wien, Springer, 1955.

Sachs, J. *Textbook of botany*. Oxford, Clarendon Press, 1875.

Smith, G. M. *Cryptogamic botany*. Vol. 2: *Bryophytes and Pteridophytes*. New York, McGraw-Hill Book Company, 1938.

Solender, H. *Systematic anatomy of the dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press, 1908.

Solender, H., e F. J. Meyer. *Systematische Anatomie der Monokotyledonen*. Berlin, Gebrüder Borntraeger, N.º 1, 1933; N.º 3, 1928; N.º 4, 1929; N.º 6, 1930.

Stover, E. L. *An introduction to the anatomy of seed plants*. Boston, D. C. Heath and Company, 1951.

Troll, W. *Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie*. Parte 1; *Der vegetative Aufbau*. Parte 2; *Die blühende Pflanze*. Jena, Gustav Fischer, 1954 e 1957.

## O embrião

O estudo da embriogênese ou formação do embrião revela a origem das partes vegetativas da planta e o início da organização dos tecidos. A embriogenia, por este motivo, presta-se como introdução ao estudo da estrutura de plantas adultas. Entretanto, a formação do embrião, não é um tópico simples para ser apresentado. O seu desenvolvimento varia consideravelmente nos diversos grupos de plantas e muitas discordâncias existem quanto às divisões iniciais do embrião jovem e a interpretação de determinadas partes do mesmo. Por outro lado, enquanto existe volumosa literatura tratando dos estágios iniciais do desenvolvimento do embrião, encontram-se apenas informações esparsas no que se refere aos estágios mais avançados, durante os quais os sistemas de tecidos e os meristemas apicais atingem sua organização embrionária final.

De início o termo embrião foi empregado em botânica para designar o esporófito jovem, no interior da semente, mas, posteriormente, tornou-se mais amplo servindo para designar qualquer planta em seus estágios iniciais de desenvolvimento (cf. Wardlaw, 1955). Neste livro, a discussão é limitada ao embrião das angiospermas.

### EMBRIÃO DAS DICOTILEDÔNEAS

#### Partes do embrião

As partes básicas de um embrião maduro de dicotiledônea são o seu eixo e as duas primeiras estruturas foliares, os cotilédones. Visto que o eixo se situa abaixo (do grego *hupos*) dos cotilédones, é referido, ao menos em parte, como hipocótilo (Fig. 2.1E). A qualificação "em parte" é necessária porque, em sua porção terminal inferior o eixo do embrião dá origem à raiz incipiente da nova planta. Esta entidade é representada frequentemente apenas por um meristema apical de raiz revestido pela coifa mas, algumas vezes, a porção terminal do eixo adquire certas características de raiz antes que a semente germine. Uma raiz embrionária deste tipo também é denominada *radícula*. Como nem sempre é óbvio que ocorra uma radícula ou apenas um meristema apical, o eixo do embrião pode ser chamado de eixo do hipocótilo-raiz.

No embrião maduro, a parte do tecido meristemático permanece em reserva no ápice do eixo, entre os dois cotilédones. Este tecido é o meristema da futura gema apical do caule (Fig. 2.1E). Algumas vezes uma gema apical pequena, com um ou mais primórdios foliares, desenvolve-se a partir deste meristema antes do embrião amadurecer. A gema resultante é chamada epicótilo (*epi* — acima), termo algumas vezes empregado em lugar de plúmula.

#### Origem e desenvolvimento das partes

O embrião desenvolve-se no interior do óvulo, geralmente a partir da oosfera fertilizada ou zigoto. Embora pareça que o crescimento inicial do embrião siga um plano

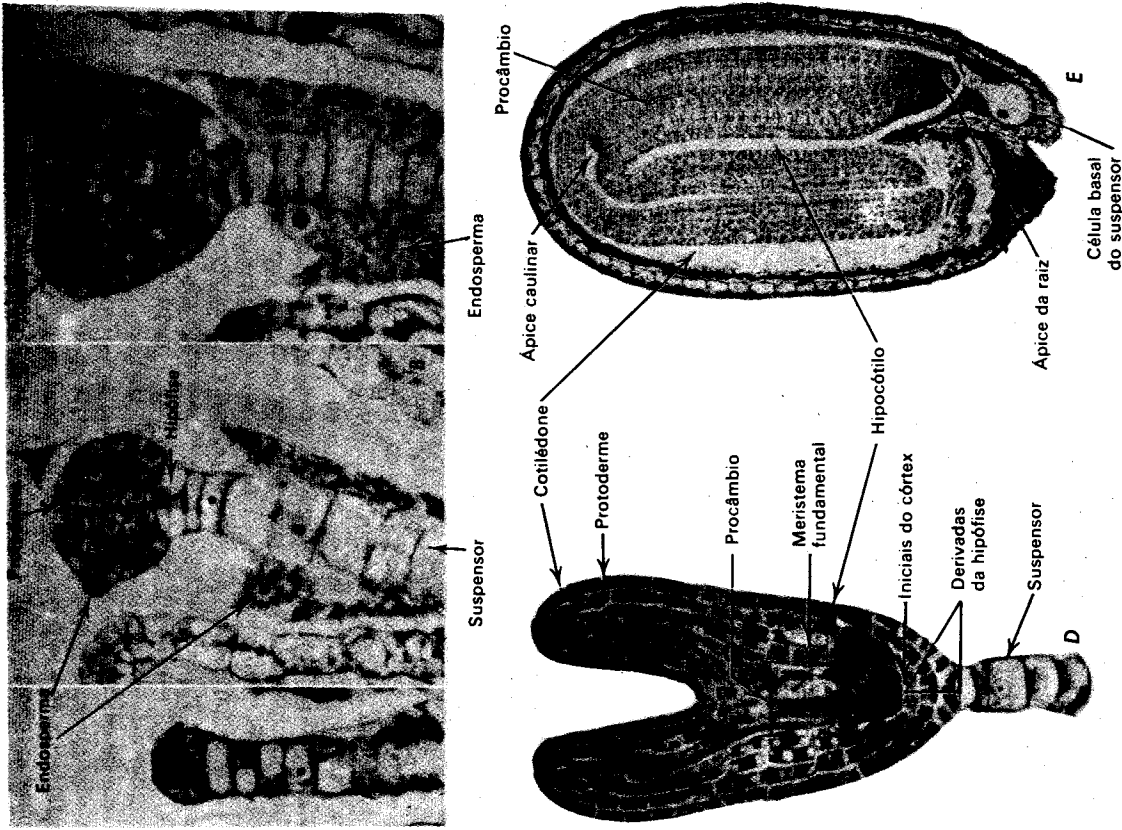


Figura 2.1 Embriões de *Capsella* em diferentes estágios de desenvolvimento. Em A, a disposição das células na porção superior das duas fileiras indica o início do desenvolvimento do corpo do embrião, já com forma distinta da do suspensor. Em B, o corpo do embrião é esférico, apresentando protoderme; a célula superior do suspensor é uma hipófise — isto é, uma célula que participa na formação do embrião. Em C foi estabelecida a simetria bilateral um pouco antes da emergência dos cotilédones. D, embrião com todas as regiões de tecidos básicos, delimitadas. E, embrião quase maduro. (A-D,  $\times 435$ ; E,  $\times 64$ . A, D de A. S. Foster e E. M. Gifford Jr., *Comparative Morphology of Vascular Plants*, San Francisco, W. H. Freeman and Company, 1959. B, C, E, cortesia de E. M. Gifford Jr)

