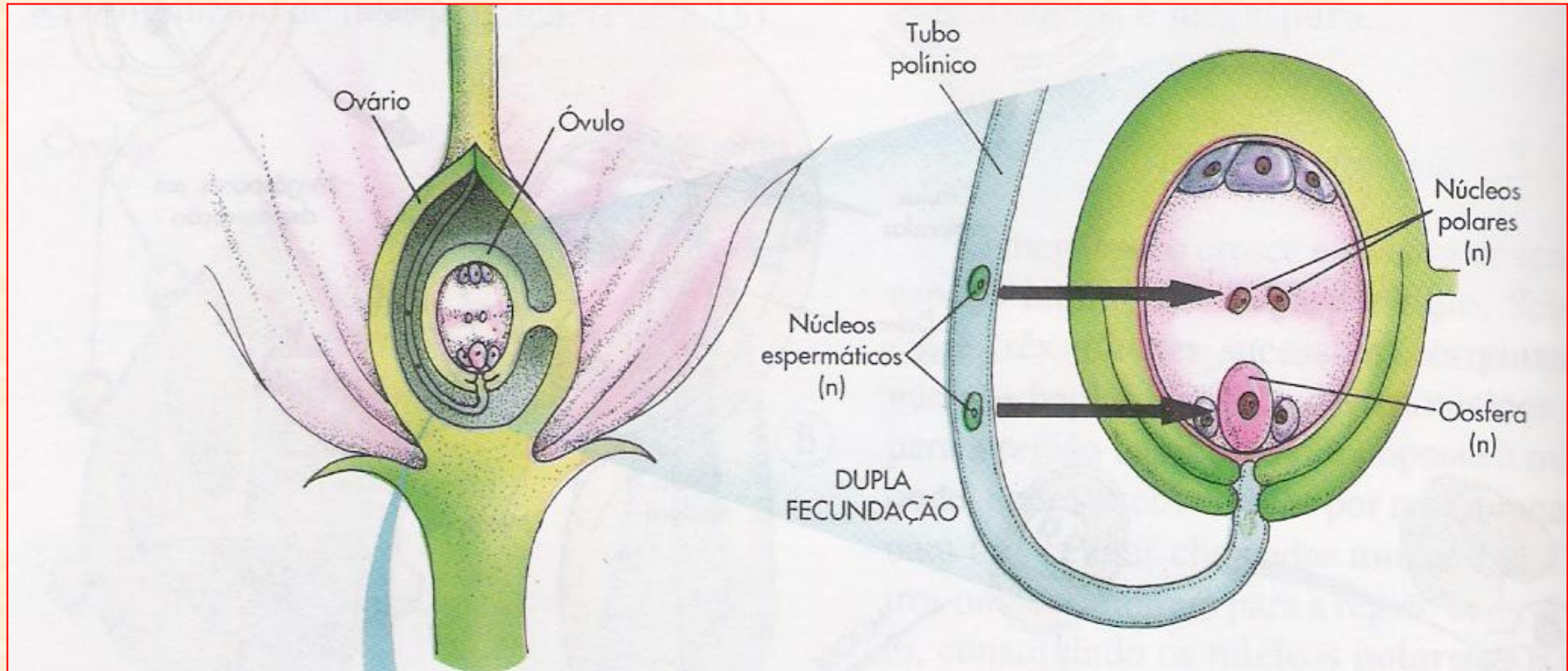


Germinação e Dormência de Sementes

Dupla-fecundação



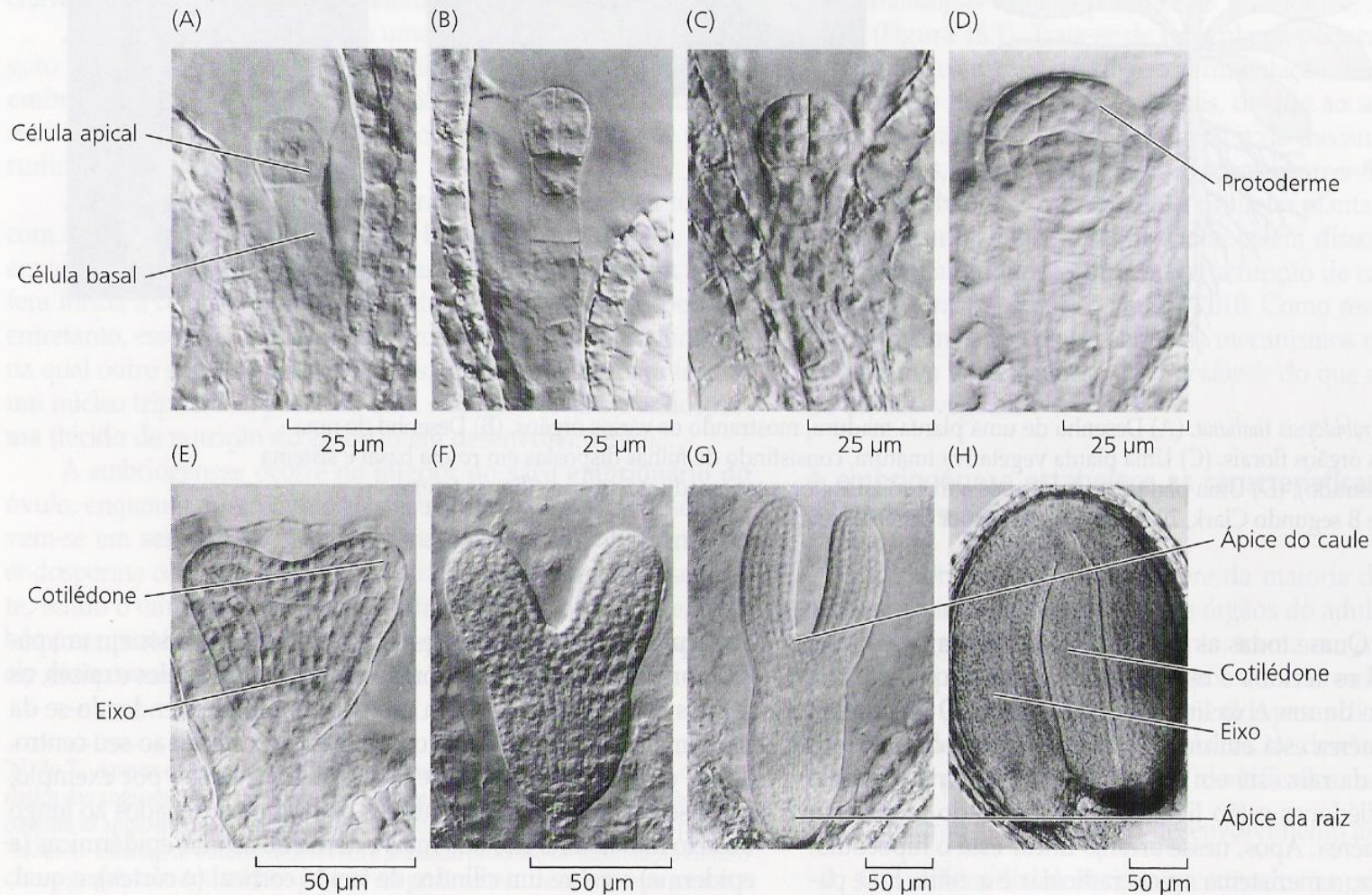
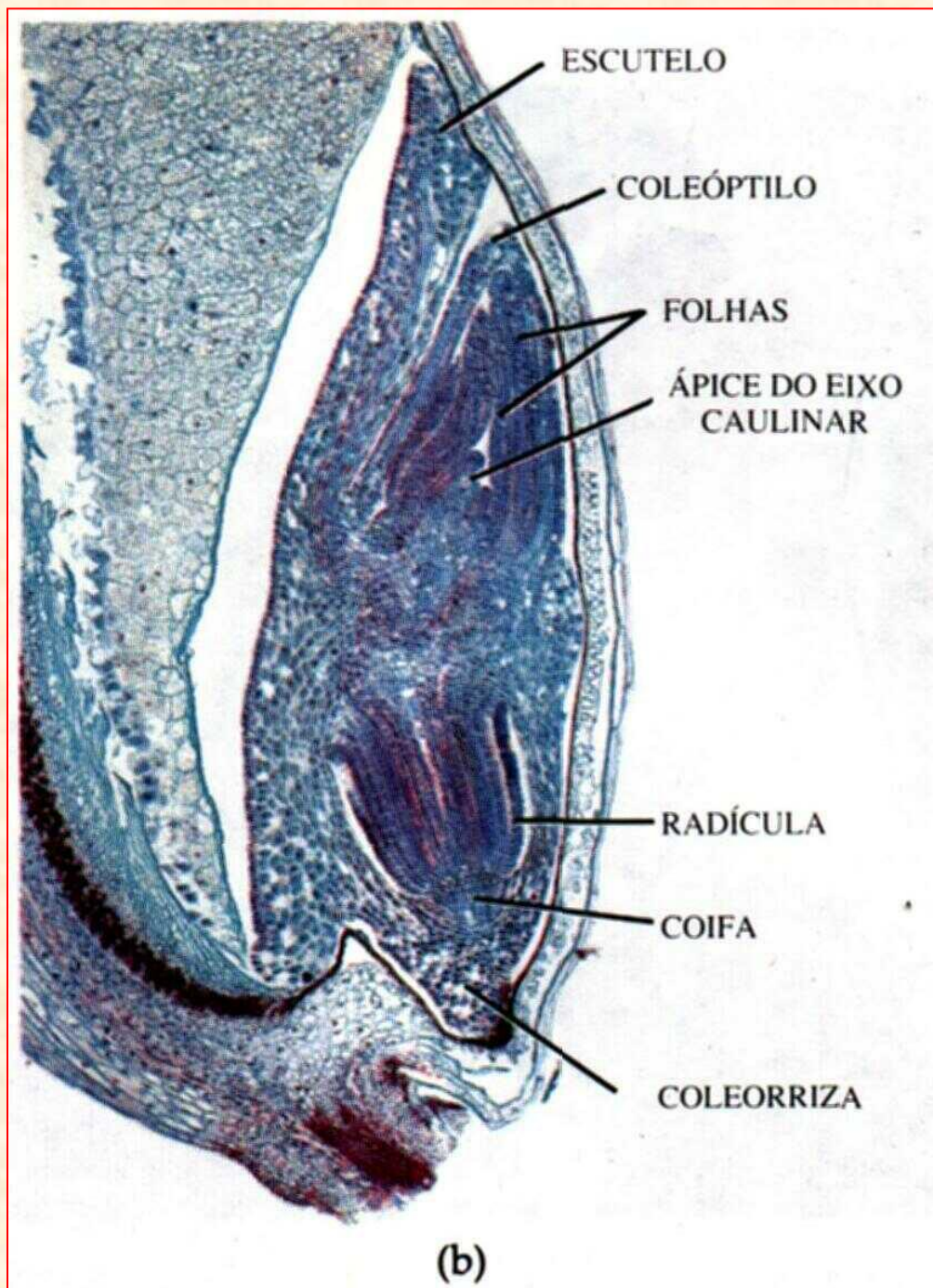
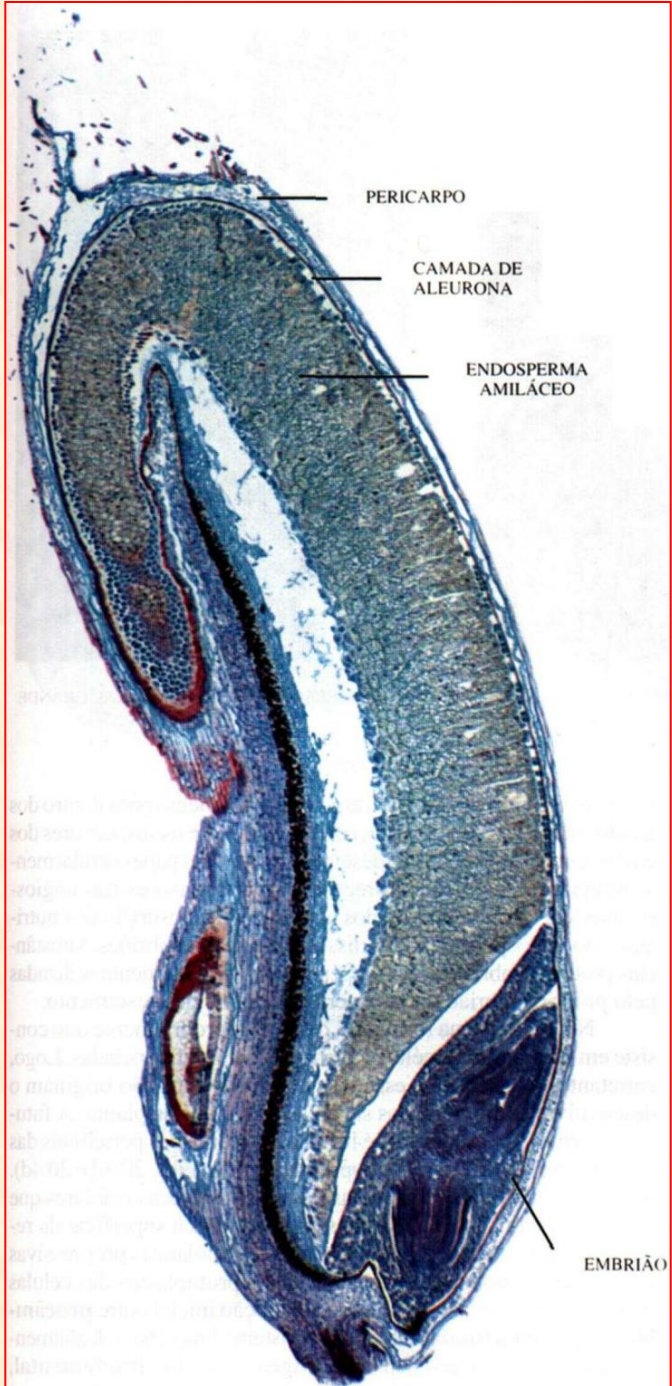
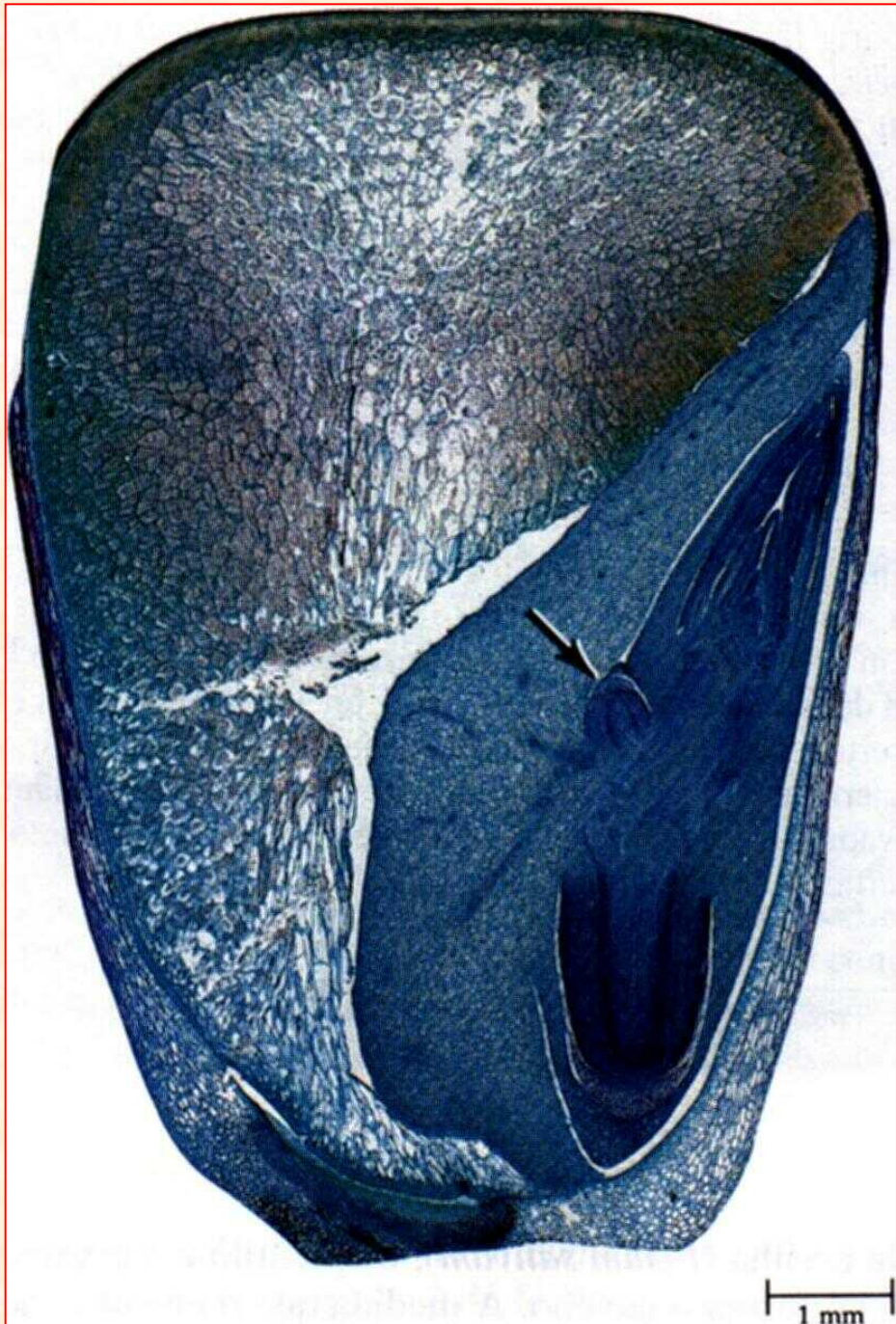


FIGURA 16.3 A embriogênese de *Arabidopsis* é caracterizada por um padrão definido de divisões celulares. Os estádios sucessivos da embriogênese estão aqui representados. (A) Embrião de uma célula após a primeira divisão do zigoto, formando as células apical e basal; (B) embrião de duas células; (C) embrião de oito células; (D) estádio globular inicial, que desenvolveu uma protoderme distinta (camada da superfície); (E) estádio de coração inicial; (F) estádio de coração tardio; (G) estádio de torpedo; (H) embrião maduro (West e Harada, 1993, fotografias de K. Matsudaira Yee; cedidas por John Harada, © American Society of Plant Biologists, impresso com permissão).

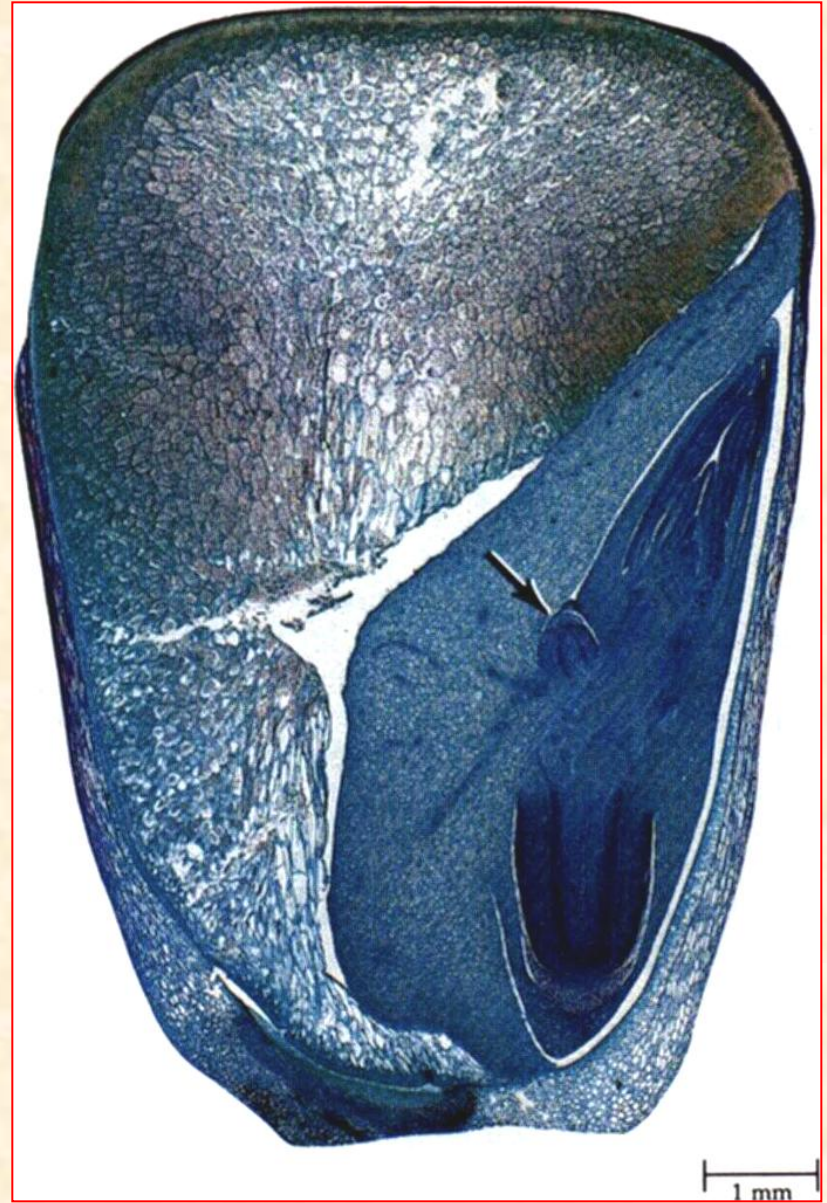
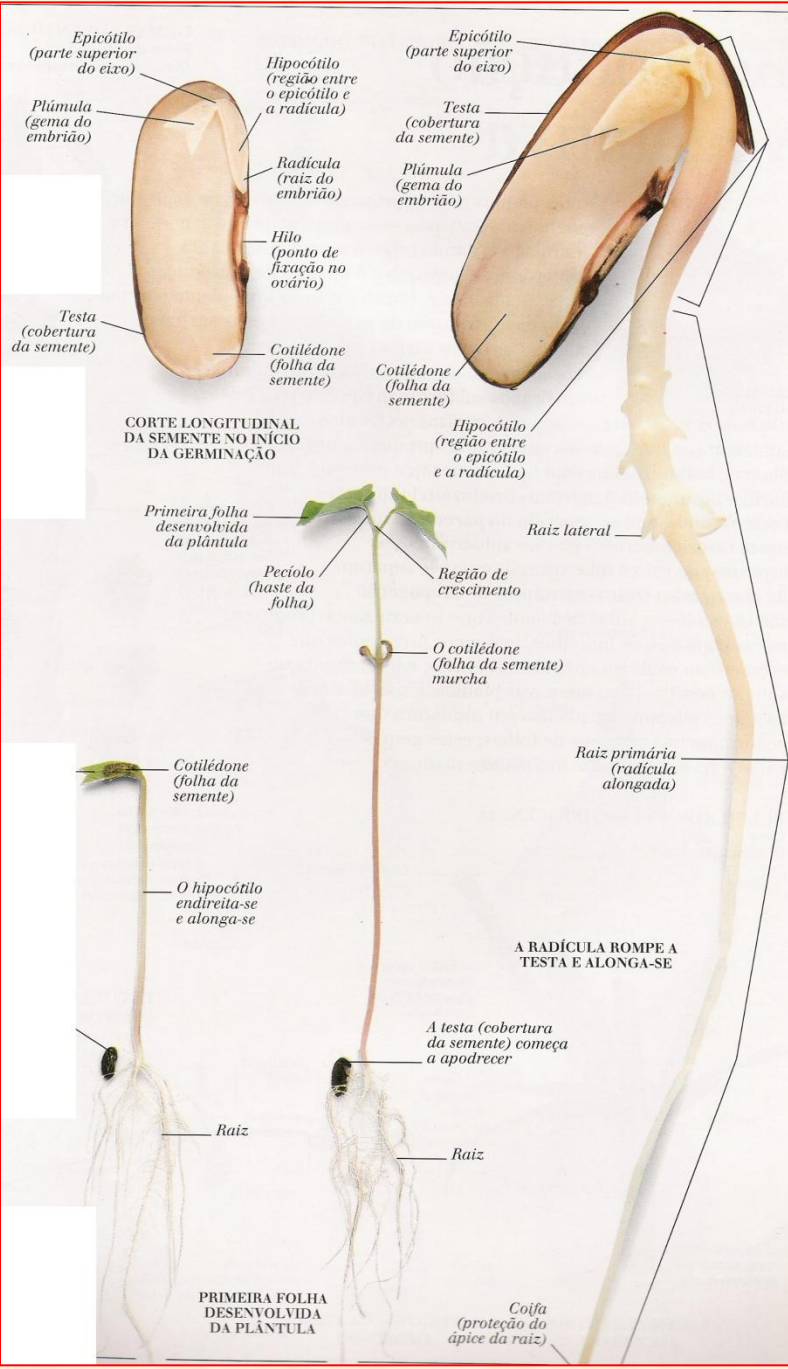
*N. de T. Segundo a nomenclatura atual, o meristema pró-vascular origina o sistema vascular primário, sem menção do termo procâmbio.





20.7

Secção longitudinal do grão maduro, ou cariopse do milho (*Zea mays*). Por comparação com o diagrama do grão de milho na Fig. 20.6b e com as fotomicrografias do grão e embrião do trigo (*Triticum aestivum*) na Fig. 20.2, você será capaz de identificar o pericarpo, o endosperma e várias partes do embrião. Embriões dos grãos comumente contêm duas ou mais raízes adventícias seminais (semente). Uma raiz adventícia seminal pode ser vista nesta secção (seta). Embora inicialmente direcionadas para cima, estas raízes tornam-se inclinadas para baixo com o crescimento posterior.



Milho: albuminosa (endosperma)
Feijão: exalbuminosa (cotilédone)

Semente de *Bauhinia monandra* Kurz

(Eudicotiledônea com semente albuminosa)

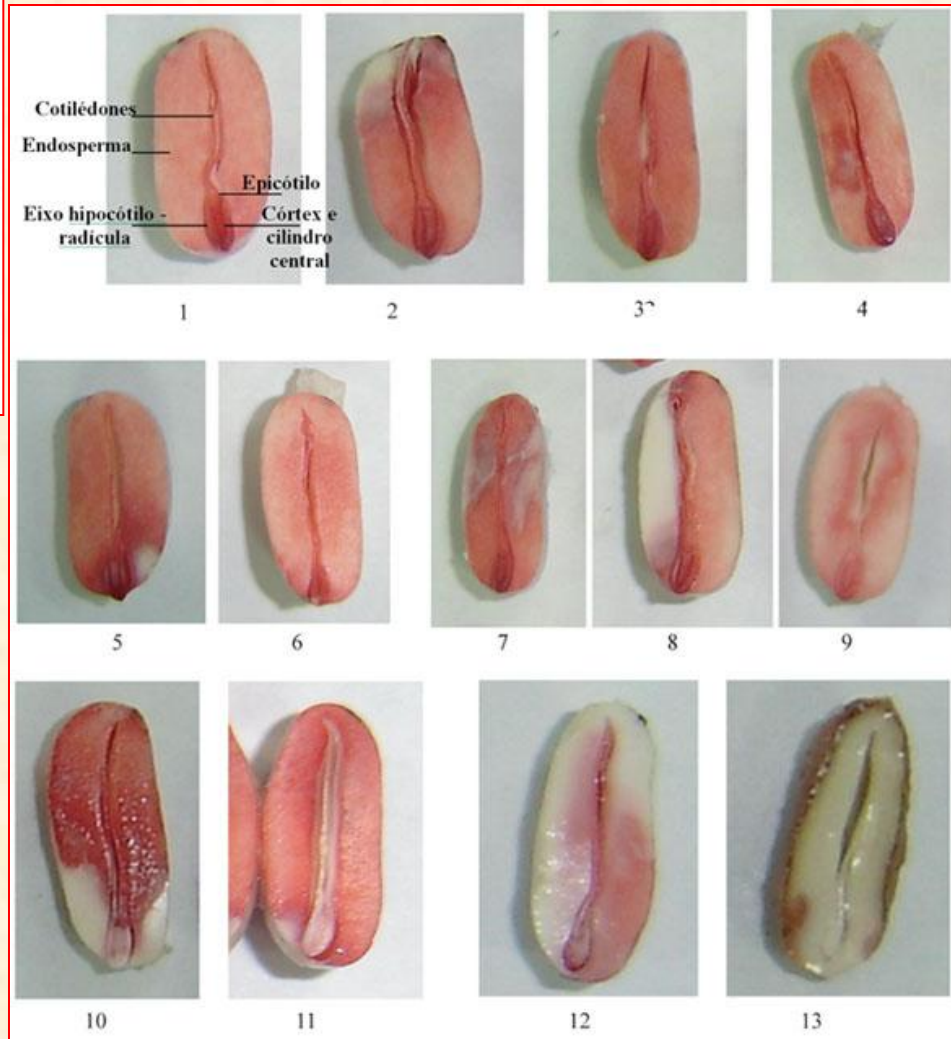
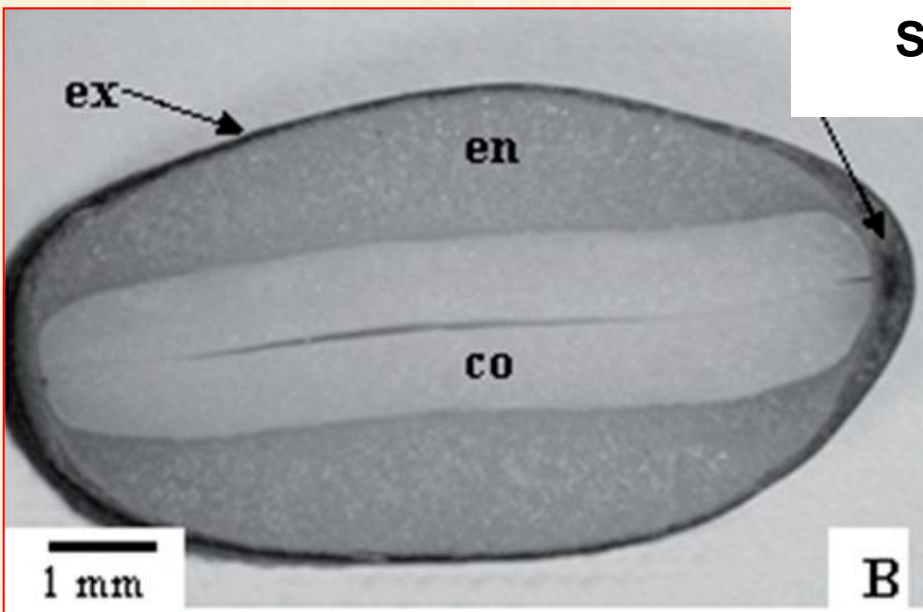
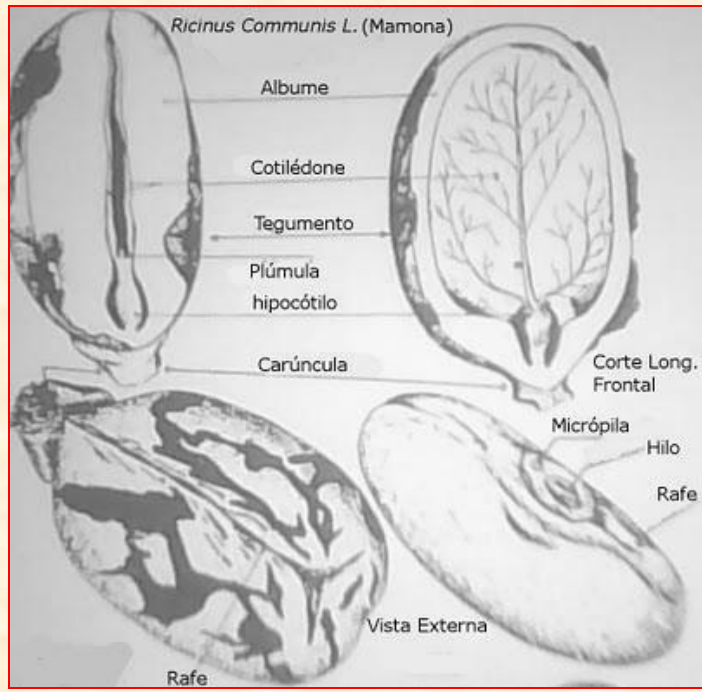
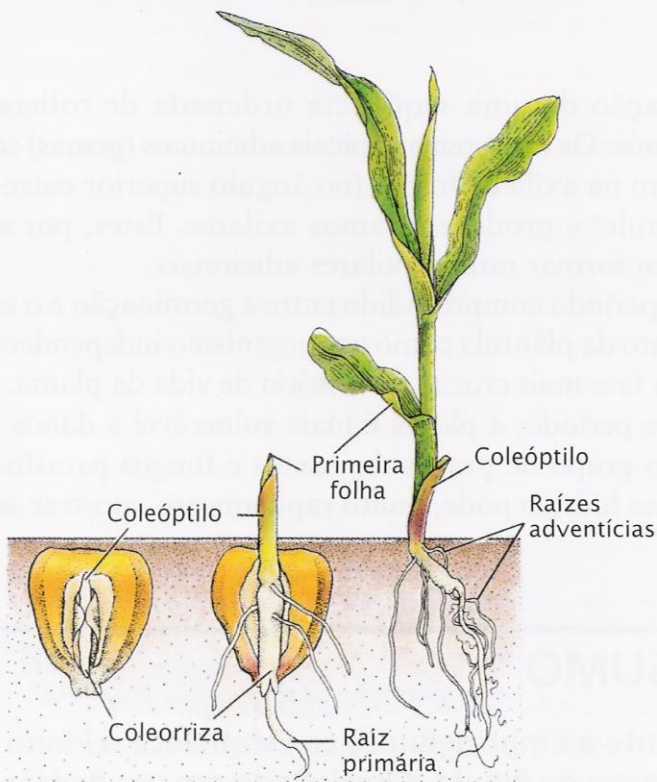


FIGURA 1. Sementes de mamoneira após o teste de tetrazólio. 1-8 Sementes viáveis: (1 - estruturas do embrião bem desenvolvidas, intactas e com cor rosa a vermelha; 2, 3 - pequenas necroses nos cotilédones; 4, 5 - pequenas necroses em outras áreas que não na junção do eixo embrionário e dos cotilédones; 6 - pequenas necroses na ponta extrema da radícula; 7, 8 - menos da metade da área do endosperma não colorida); 9-13 Sementes não viáveis: (9, 10, 11 - ausência de coloração nos cotilédones e/ou eixo hipocótilo-radícula; 12, 13 - mais da metade das áreas do endosperma e embrião sem coloração).



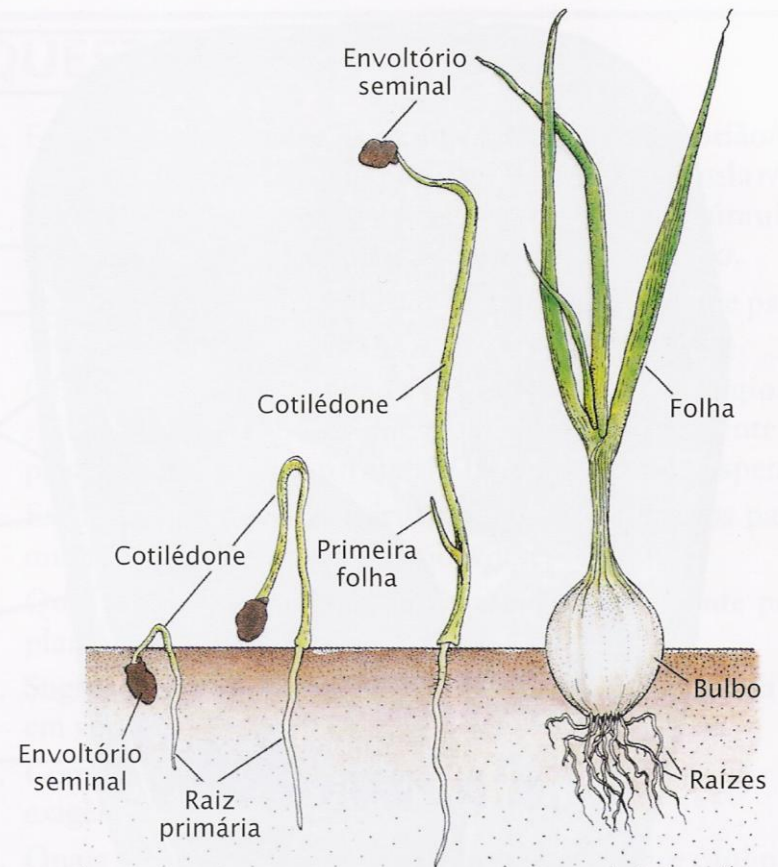
Hipógea:



(b) Milho

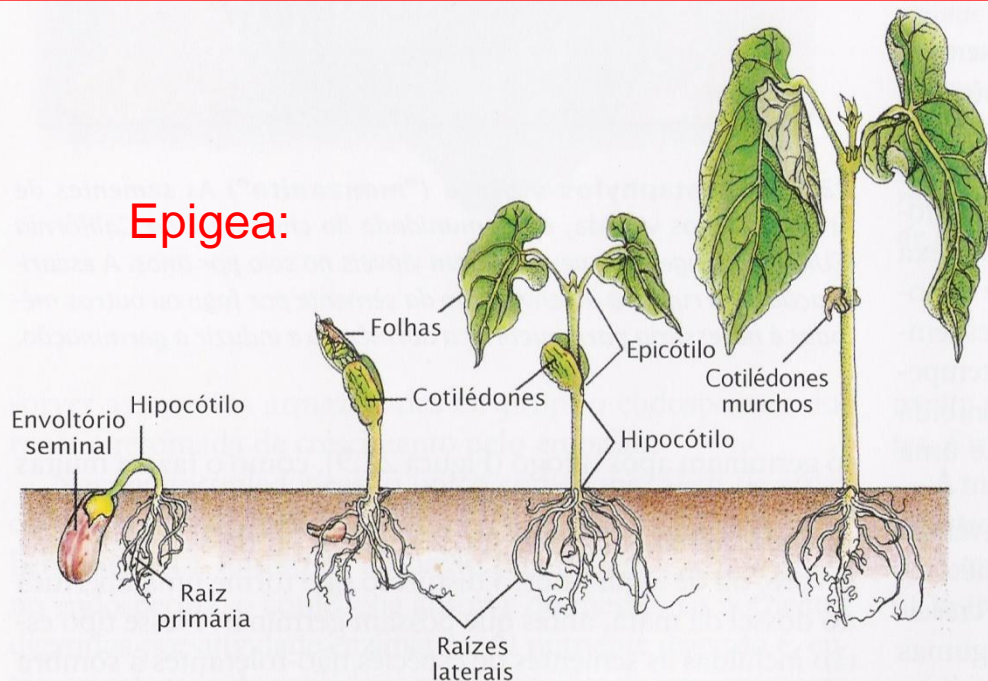
22.12 Estágios na germinação de duas monocotiledôneas comuns (a) A germinação da semente em cebola (*Allium cepa*) é epígea; (b) em milho (*Zea mays*), a germinação é hipógea.

Epígea:

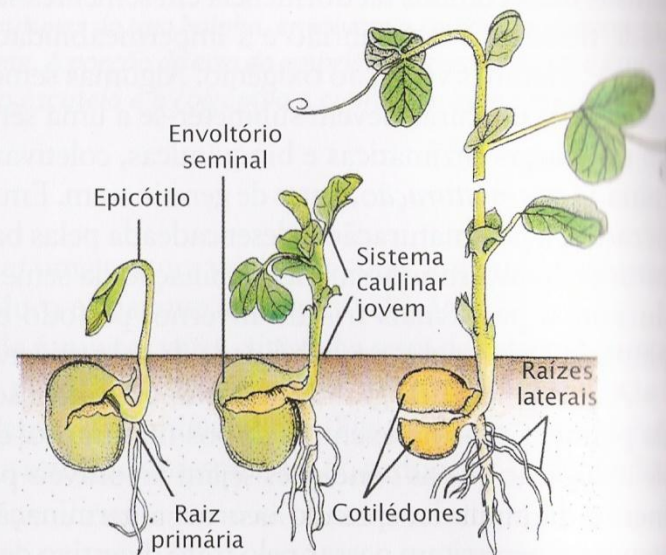


(a) Cebola

Epigea:



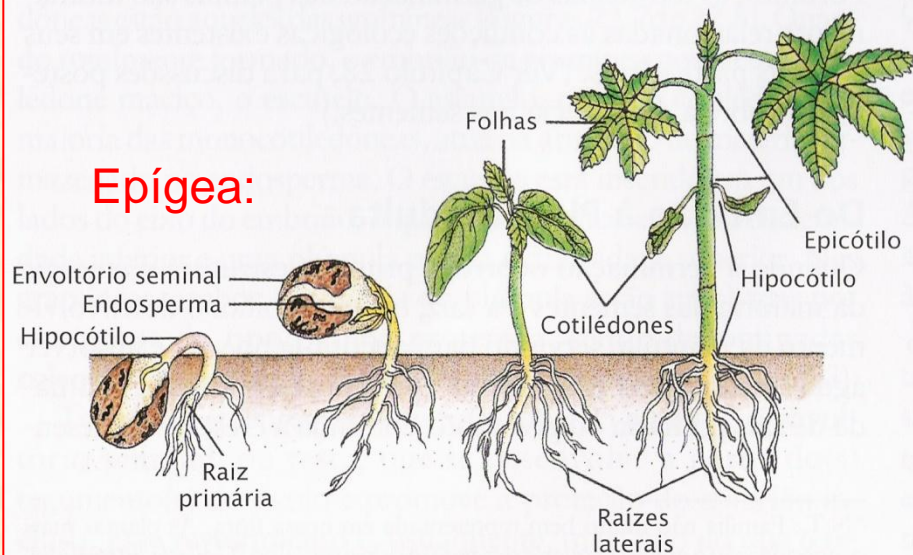
(a) Feijão



(c) Ervilha

Hipógea:

Epígea:



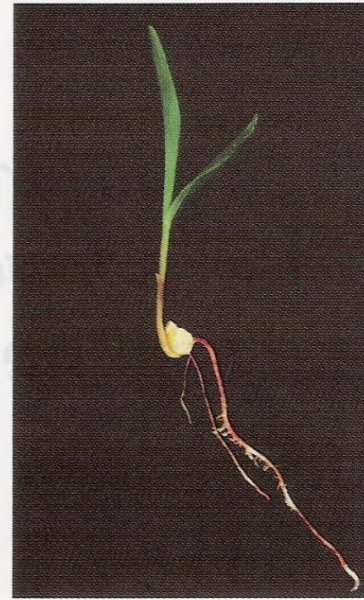
(b) Mamona

22.11 Estágios na germinação de algumas eudicotiledôneas comuns A germinação da semente tanto do (a) feijão (*Phaseolus vulgaris*) quanto da (b) mamona (*Ricinus communis*) é epígea, ou acima do nível do solo. Durante a germinação, os cotilédones são levados para acima do solo pelo alongamento do hipocótilo. Note que, em ambas as plântulas, o alongamento do hipocótilo forma um gancho, o qual ao se desdobrar leva consigo os cotilédones e a plúmula ou o ápice caulinar acima do solo. (c) Diferentemente, a germinação da semente da ervilha (*Pisum sativum*) é hipógea, ou abaixo do nível do solo. Os cotilédones permanecem abaixo do nível do solo, e o hipocótilo não se alonga. Na germinação hipógea, exemplificada pela plântula de ervilha, é o epicótilo que se alonga e forma o gancho, o qual, ao se desdobrar, eleva a plúmula acima do nível do solo.

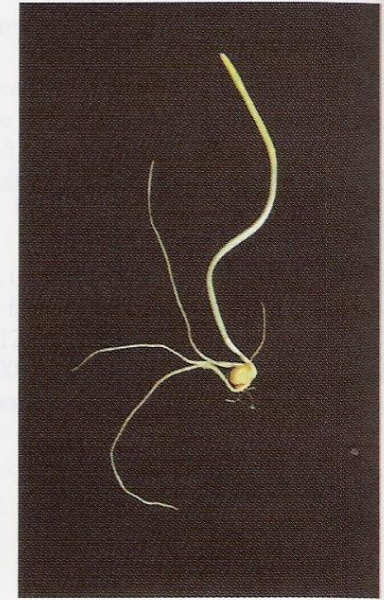
FIGURA 17.1 Plântulas de milho (*Zea mays*) (A e B) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) (C e D) cultivadas à luz (A e C) ou no escuro (B e D). Os sintomas de estiolamento no milho, um monocotiledônea, incluem a ausência de esverdeamento, redução no tamanho das folhas, falha no desenrolamento das folhas e alongamento do coleóptilo e mesocótilo. No feijoeiro — uma dicotiledônea —, os sintomas do estiolamento incluem ausência de esverdeamento, tamanho reduzido das folhas, alongamento do hipocótilo e manutenção do gancho plumular (fotos © M. B. Wilkins).

A fotossíntese não pode ser a força motora dessa transformação, pois as clorofilas não estão presentes durante esse período. O completo desestiolamento requer alguma fotossíntese, porém as mudanças rápidas iniciais são induzidas por uma resposta luminosa nitidamente diferente, chamada de **fotomorfogênese** (do latim, significando literalmente “início da forma à luz”).

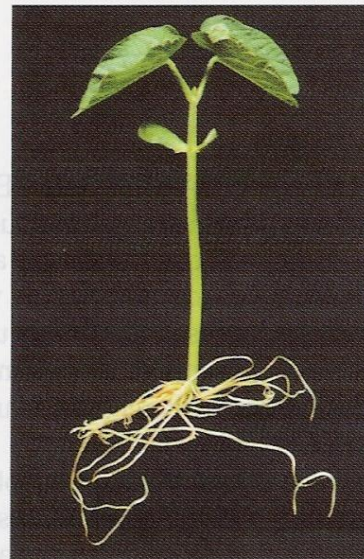
(A) Milho cultivado à luz



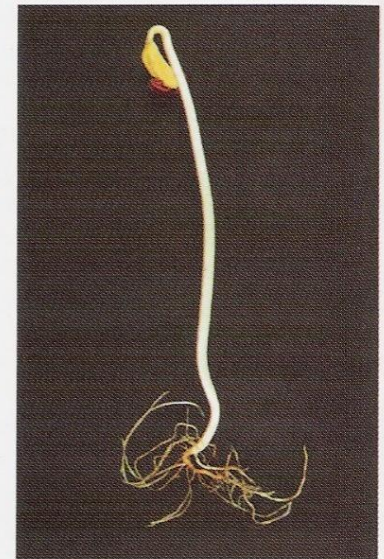
(B) Milho cultivado no escuro



(C) Feijoeiro cultivado à luz



(D) Feijoeiro cultivado no escuro



Biossíntese de Amido e Sacarose

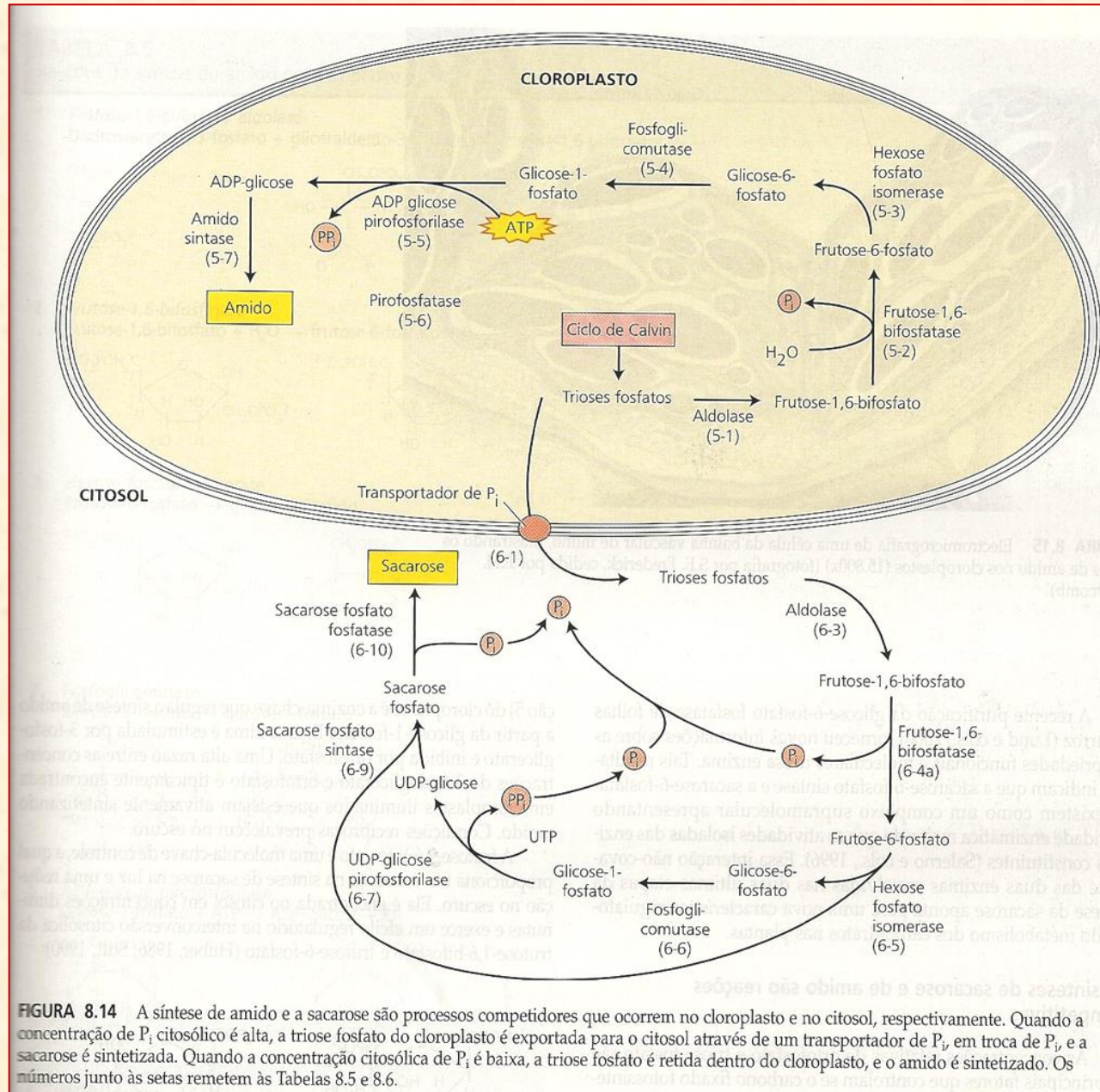
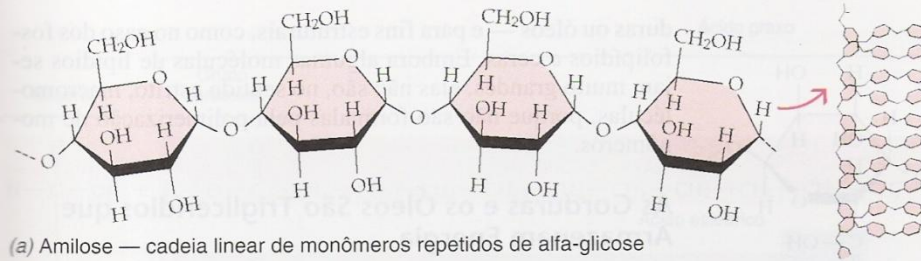
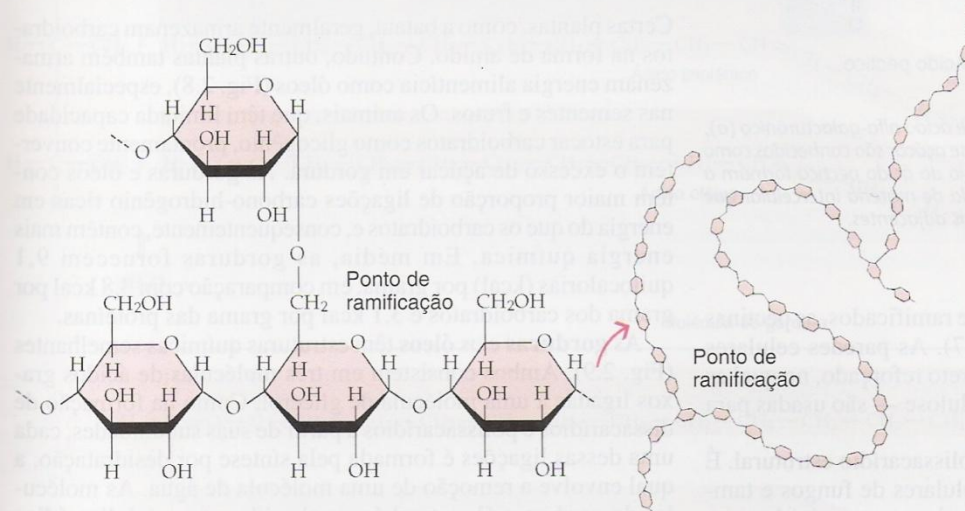


FIGURA 8.14 A síntese de amido e a sacarose são processos competidores que ocorrem no cloroplasto e no citosol, respectivamente. Quando a concentração de P_i citosólico é alta, a triose fosfato do cloroplasto é exportada para o citosol através de um transportador de P_i , em troca de P_i , e a sacarose é sintetizada. Quando a concentração citosólica de P_i é baixa, a triose fosfato é retida dentro do cloroplasto, e o amido é sintetizado. Os números junto às setas remetem às Tabelas 8.5 e 8.6.



(a) Amilose — cadeia linear de monômeros repetidos de alfa-glicose



(b) Amilopectina — cadeia ramificada de monômeros repetidos de alfa-glicose

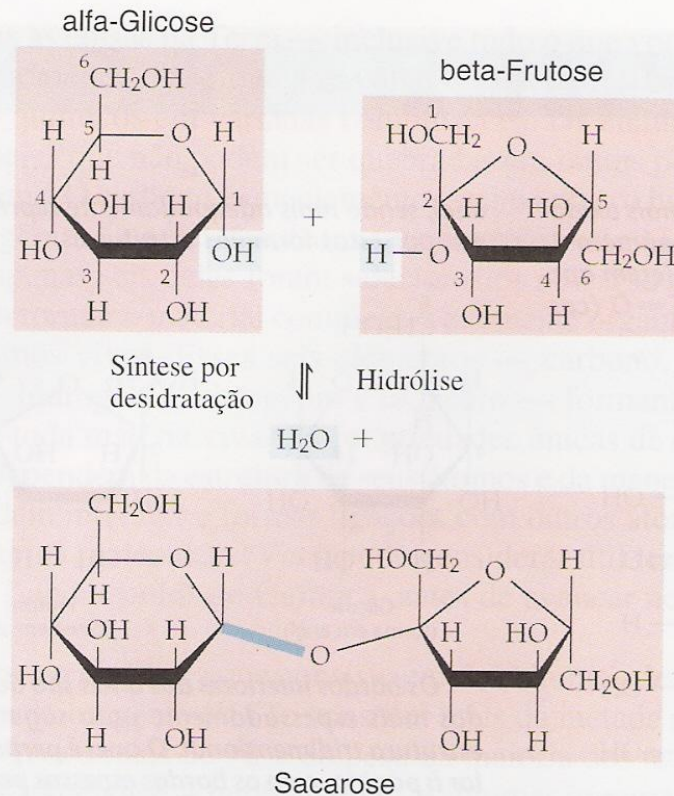


(c)

20 μm

2.4

Na maioria das plantas, os açúcares acumulados são armazenados na forma de amido. O amido ocorre em duas formas: não-ramificada (amilose) e ramificada (amilopectina). (a) Uma única molécula de amilose pode conter 1.000 ou mais monômeros de alfa-glicose, com o carbono 1 de uma glicose ligado ao carbono 4 da seguinte (ligação conhecida como 1,4), numa longa cadeia, não-ramificada, que se enrola, formando uma espiral uniforme. (b) Uma molécula de amilopectina pode conter de 1.000 a 6.000 ou mais monômeros de alfa-glicose; cadeias curtas de cerca de 8 a 12 monômeros de alfa-glicose divergem da cadeia principal, formando ramificações, mais ou menos em intervalos de 12 a 25 monômeros de alfa-glicose. (c) Talvez devido à sua natureza espiralada, as moléculas de amido tendem a se agregar em grãos. Nessa elétron-micrografia de uma única célula de armazenamento de batata (*Solanum tuberosum*), as estruturas esféricas são grãos de amido.



2.3

O açúcar é geralmente transportado nas plantas como o dissacarídeo sacarose. A sacarose é composta de duas subunidades de monossacarídeos, uma alfa-glicose e uma beta-frutose, ligadas numa união 1,2 (o carbono 1 da glicose liga-se ao carbono 2 da frutose). A formação da sacarose envolve a remoção de uma molécula de água (síntese por desidratação). A nova ligação química formada no curso dessa reação é mostrada em azul. Nas células, a formação dessa ligação, chamada ligação glicosídica, sempre envolve um monômero ativado (como a uridina-difosfato-glicose, ou UDP), sendo portanto um processo de muitas etapas e mais complicado do que aqui se sugere. A reação inversa — a cisão da sacarose em seus monossacarídeos constituintes — requer a adição de uma molécula de água (hidrólise). A formação de sacarose a partir de glicose e frutose requer um fornecimento de energia de 5,5 kcal por mol (ver Apêndice A) pela célula. A hidrólise libera a mesma quantidade de energia.

TABELA 11.3

Ácidos graxos comuns em tecidos de vegetais superiores

Nome ^a	Estrutura
Ácidos graxos saturados	
Ácido láurico (12:0)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CO}_2\text{H}$
Ácido mirístico (14:0)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CO}_2\text{H}$
Ácido palmítico (16:0)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}_2\text{H}$
Ácido esteárico (18:0)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$
Ácidos graxos insaturados	
Ácido oléico (18:1)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$
Ácido linoléico (18:2)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$
Ácido linolênico (18:3)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$

^aCada ácido graxo tem uma abreviatura numérica. O número antes dos dois pontos representa o número total de carbonos; o número depois dos dois pontos é o número de ligações duplas.

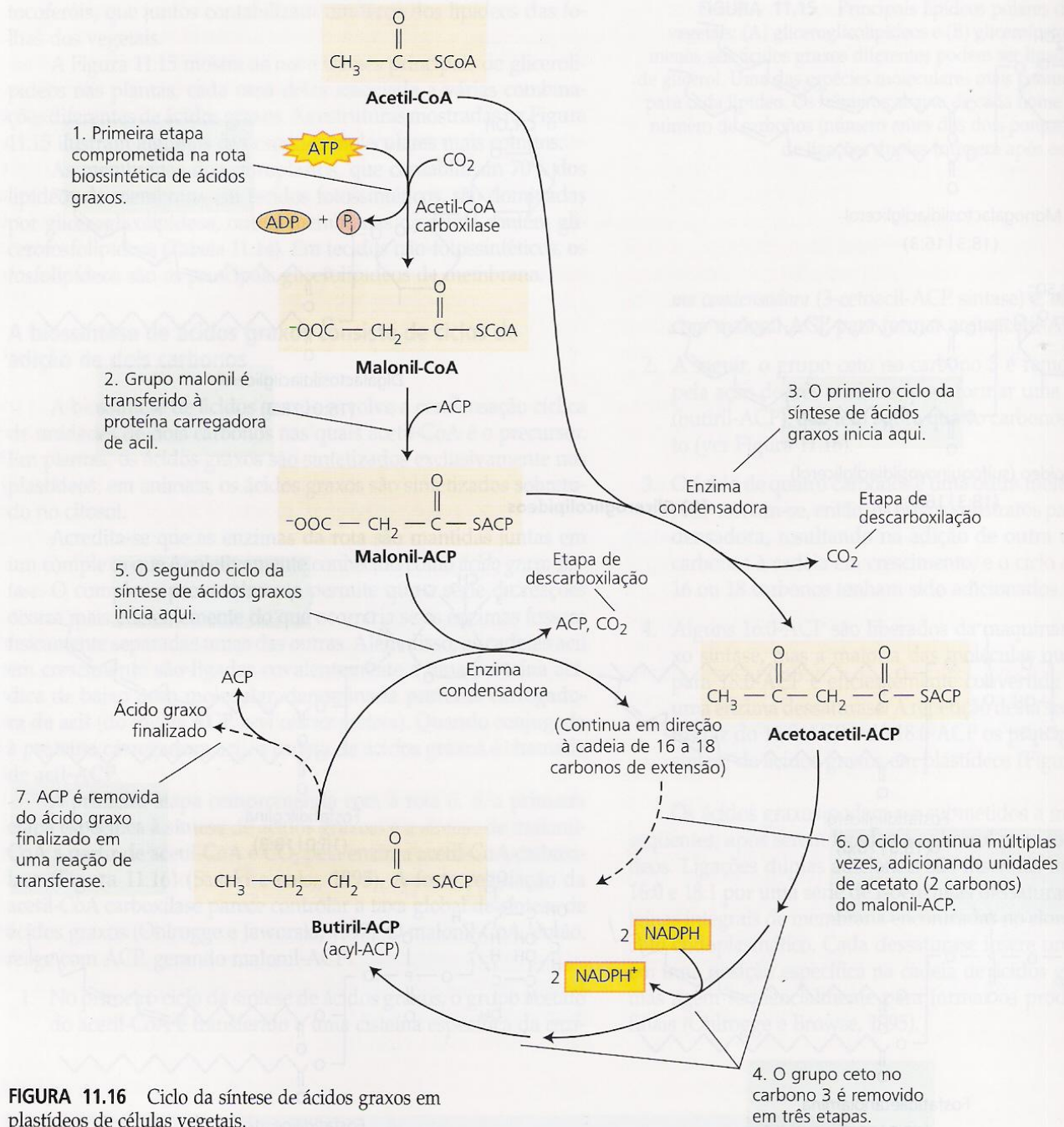


FIGURA 11.16 Ciclo da síntese de ácidos graxos em plastídeos de células vegetais.

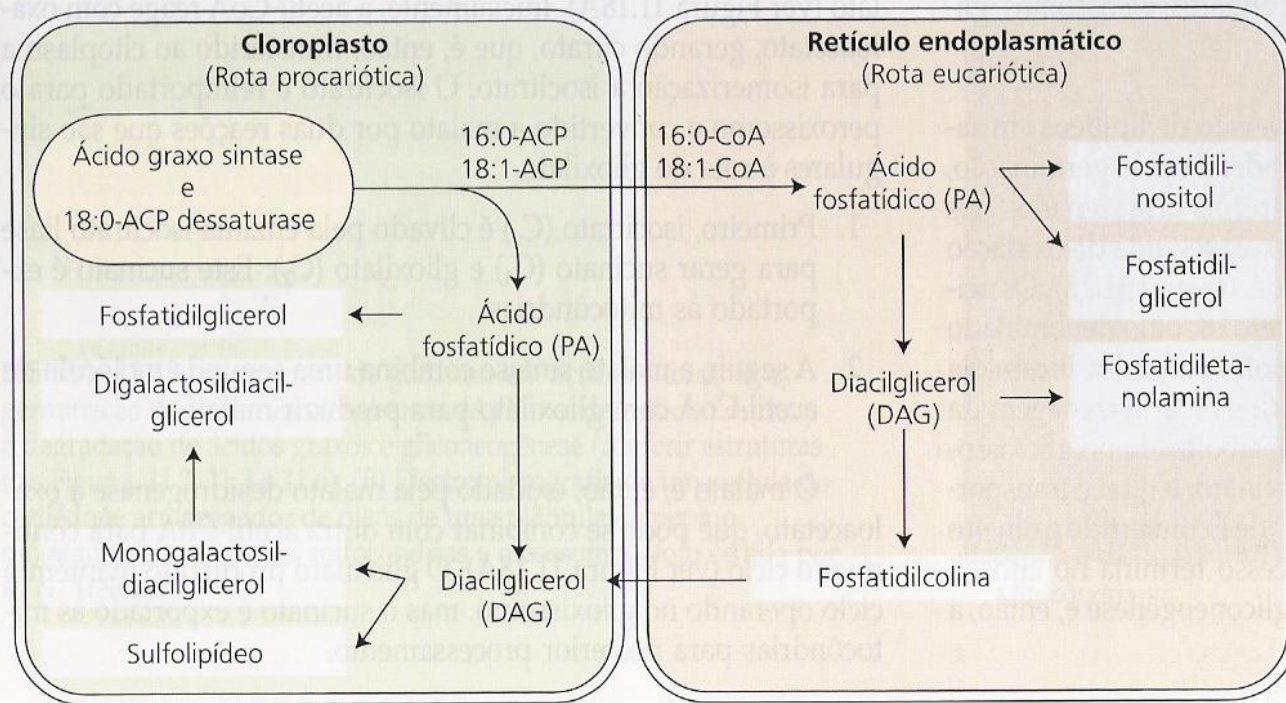


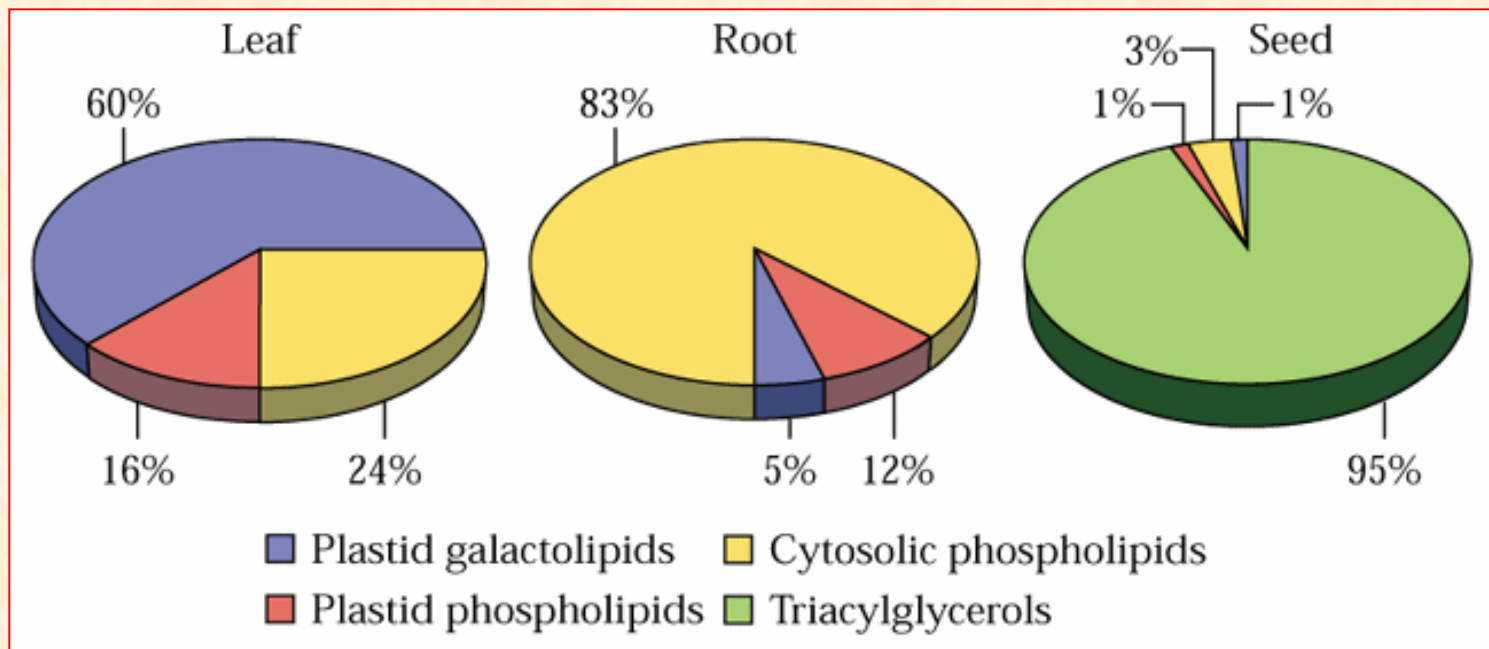
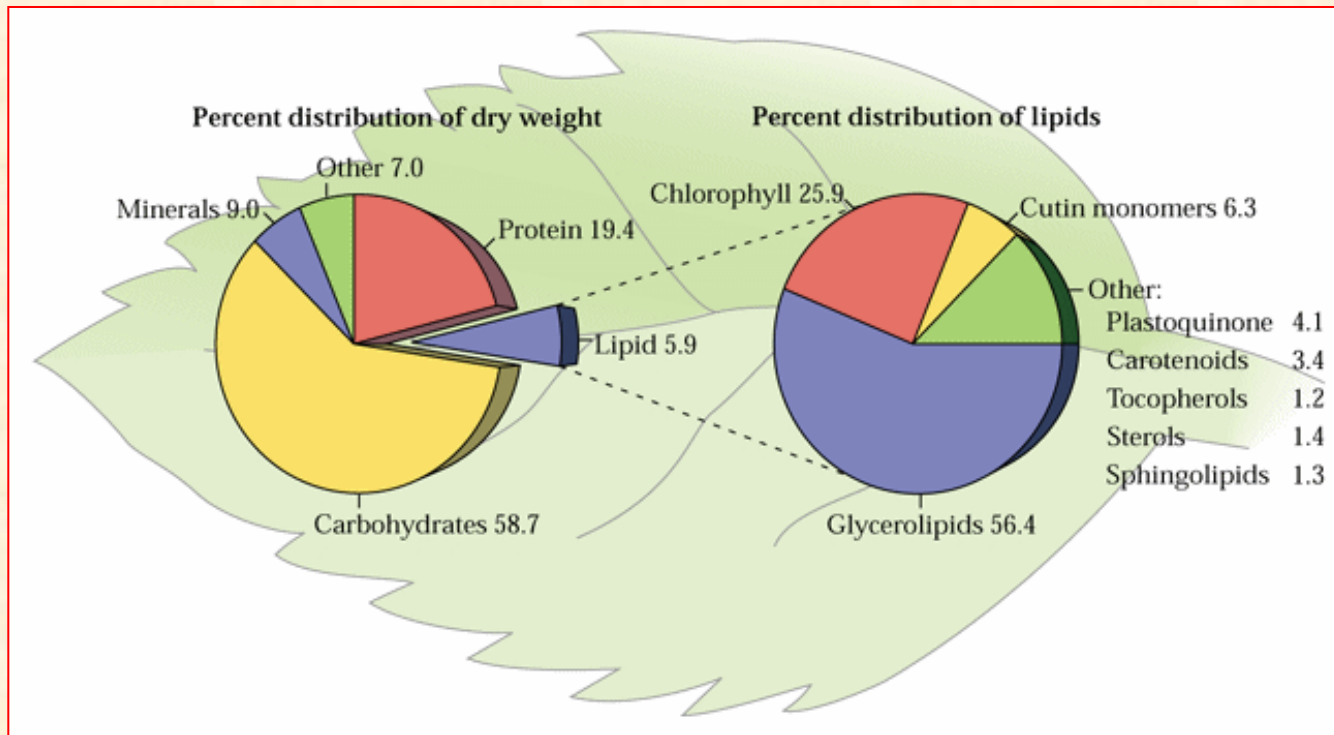
FIGURA 11.17 As duas rotas de síntese de glicerolípídeos no cloroplasto e no retículo endoplasmático de células foliares de *Arabidopsis*. Os principais componentes de membrana são mostrados nas caixas de texto. O glicerolípídeos perdem a saturação no cloroplasto e as enzimas no retículo endoplasmático convertem os ácidos graxos 16:0 e 18:1 nos ácidos graxos mais altamente insaturados mostrados na Figura 11.15.

Tabela 2. Faixa de variação da composição de ácidos graxos de amostras de óleos vegetais refinados (soja, girassol, canola e milho) comercializados no Estado de São Paulo, entre os anos de 2005 e 2007.

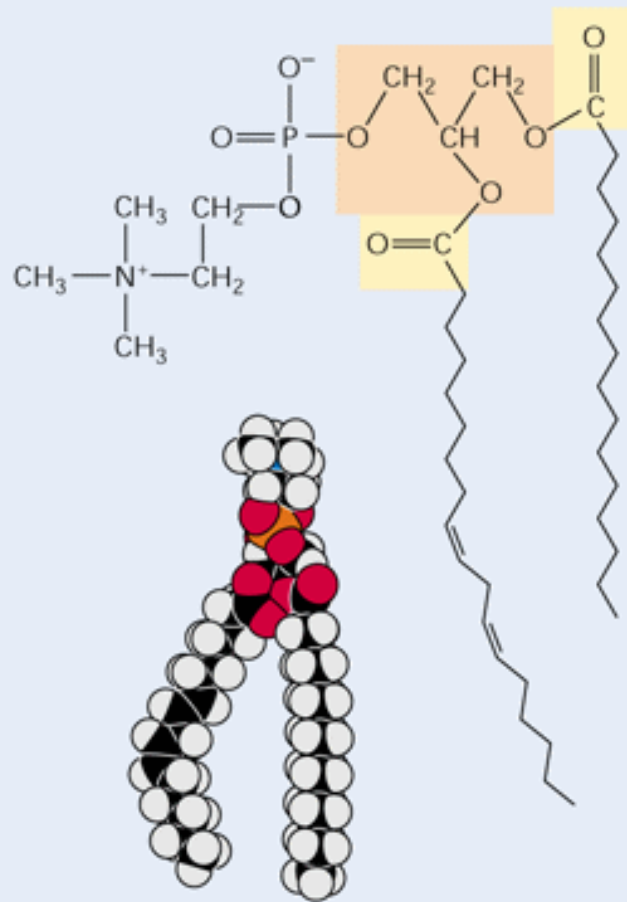
Ácido graxo	Óleo de soja	Óleo de girassol	Óleo de canola	Óleo de milho
	(n = 34)	(n = 7)	(n = 2)	(n = 6)
Valores expressos em % p/p de ésteres metílicos				
14:0	0,07-0,09	0,07-0,14	0,06-0,07	0,04-0,05
15:0	0,01-0,02	ND*-0,02	0,02	ND*-0,01
16:0	10,27-12,17	6,34-8,51	5,00-5,38	12,65-13,43
16:1	0,08-0,10	0,11	0,21-0,24	0,13-0,17
17:0	0,07-0,09	0,04-0,06	0,05	0,08
17:1	0,03-0,05	0,03	0,05-0,06	0,04
18:0	2,67-4,77	3,10-3,97	2,69-2,71	2,37-2,49
18:1 <i>cis</i>	22,57-25,82	18,44-28,10	59,88-60,85	34,44-35,68
18:1 <i>trans</i>	ND*-0,18	0,02-0,49	0,06-0,07	ND*-0,05
18:2 <i>cis</i>	48,11-54,65	55,66-63,11	19,83-20,85	42,23-44,90
18:2 <i>trans</i>	0,29-2,75	0,22-5,10	1,06-1,08	0,20-1,20
20:1	0,12-0,93	0,01-0,29	1,03-1,22	0,05-0,06
22:0	0,04-0,50	0,59	0,27-0,28	0,17-0,28
24:0	ND*-0,16	0,22-0,30	0,15-0,16	0,16-0,21
Valores expressos em g por porção de óleo				
Ácidos graxos <i>trans</i>				
18:1 <i>trans</i>	ND-0,02	ND- 0,06	0,007-0,008	ND-0,006
18:2 <i>trans</i>	0,03- 0,33	0,03-0,60	0,125-0,127	0,02-0,14
18:3 <i>trans</i>	0,04-0,32	0,003-0,06	0,25-0,38	0,006-0,05
<i>trans</i> total	0,07-0,67	ND-0,72	0,007-0,515	ND-0,196

ND: não detectado (ND* <0,01%). n: número de amostras. Porção = 13 mL de óleo.

14:0 – Ác. Mirístico
 16:0 – Ác. Palmítico
 18:0 – Ác. Esteárico
 18:1 – Ác. Oléico
 18:2 – Ác. Linoléico
 18:3 – Ác. Linolênico



(A) Phosphatidylcholine



(B) Triacylglycerol

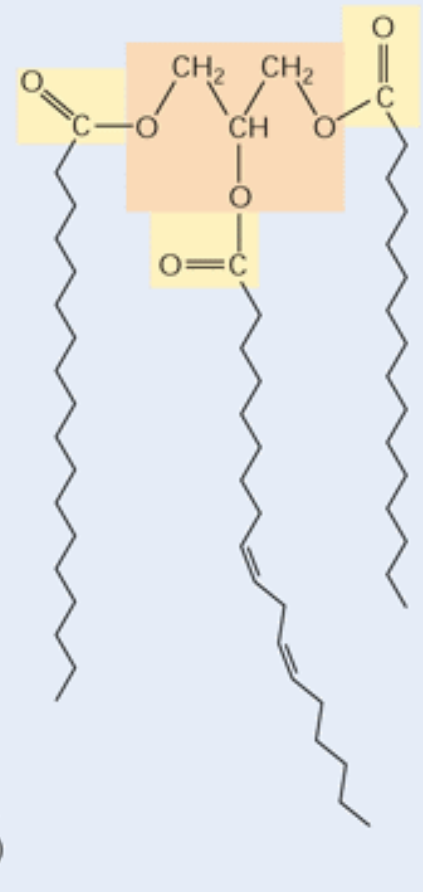


Figure 10.5

Space-filling and conformational models of (A) the phospholipid phosphatidylcholine and (B) triacylglycerol.

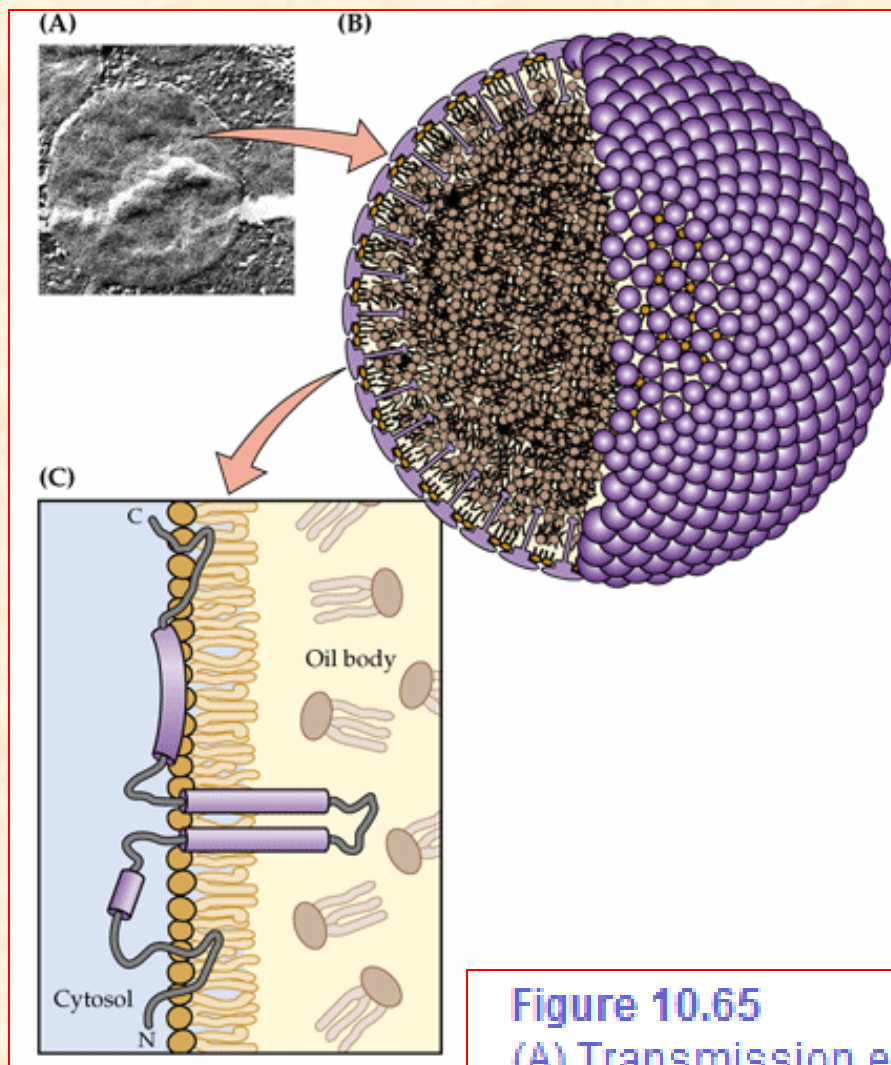


Figure 10.65

(A) Transmission electron micrograph close-up of oil body. (B) Scale-model of a maize oil body. (C) Proposed model of the conformation of a maize 18-kDa oleosin.

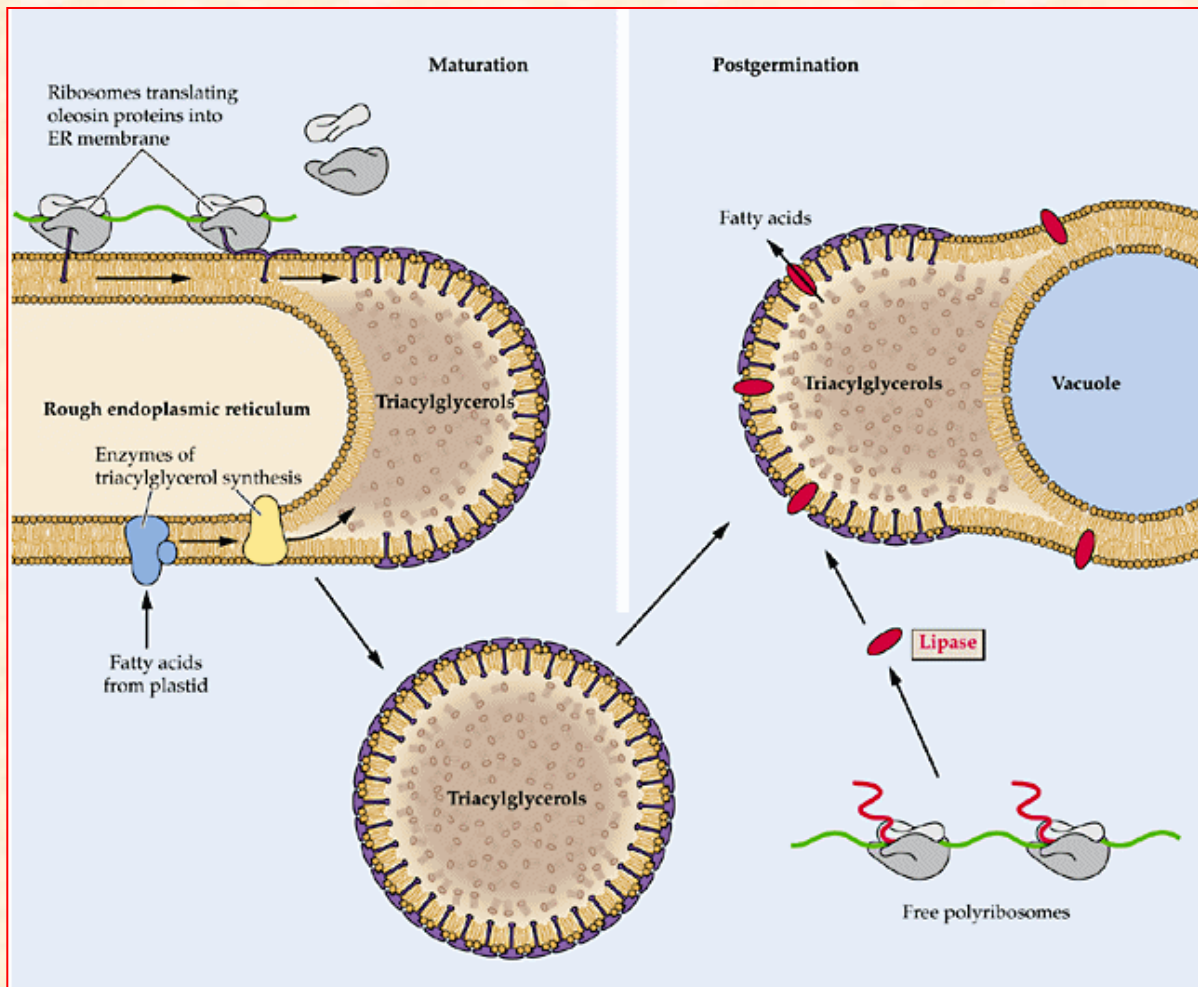


Figure 10.66
 Model of the synthesis and degradation of an oil body in a maize embryo during seed maturation and postgermination.

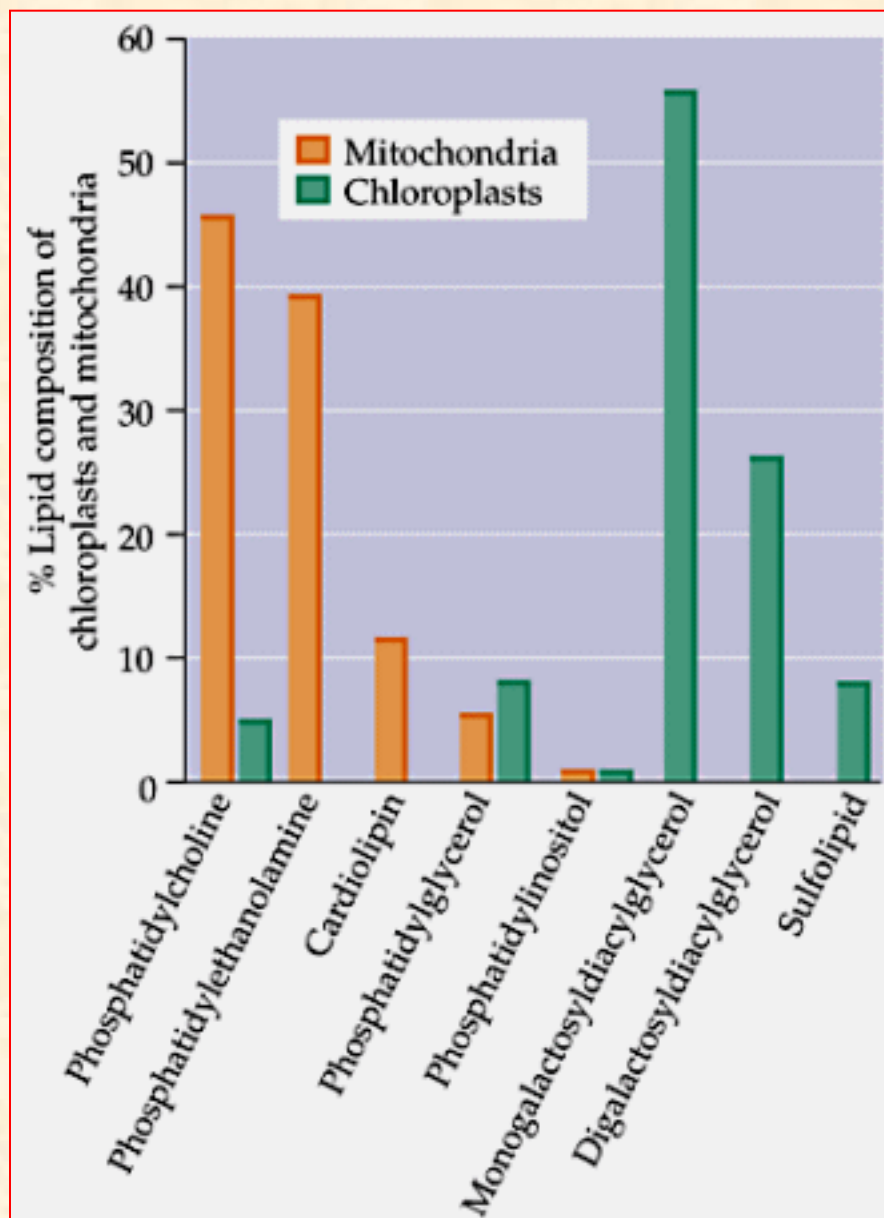
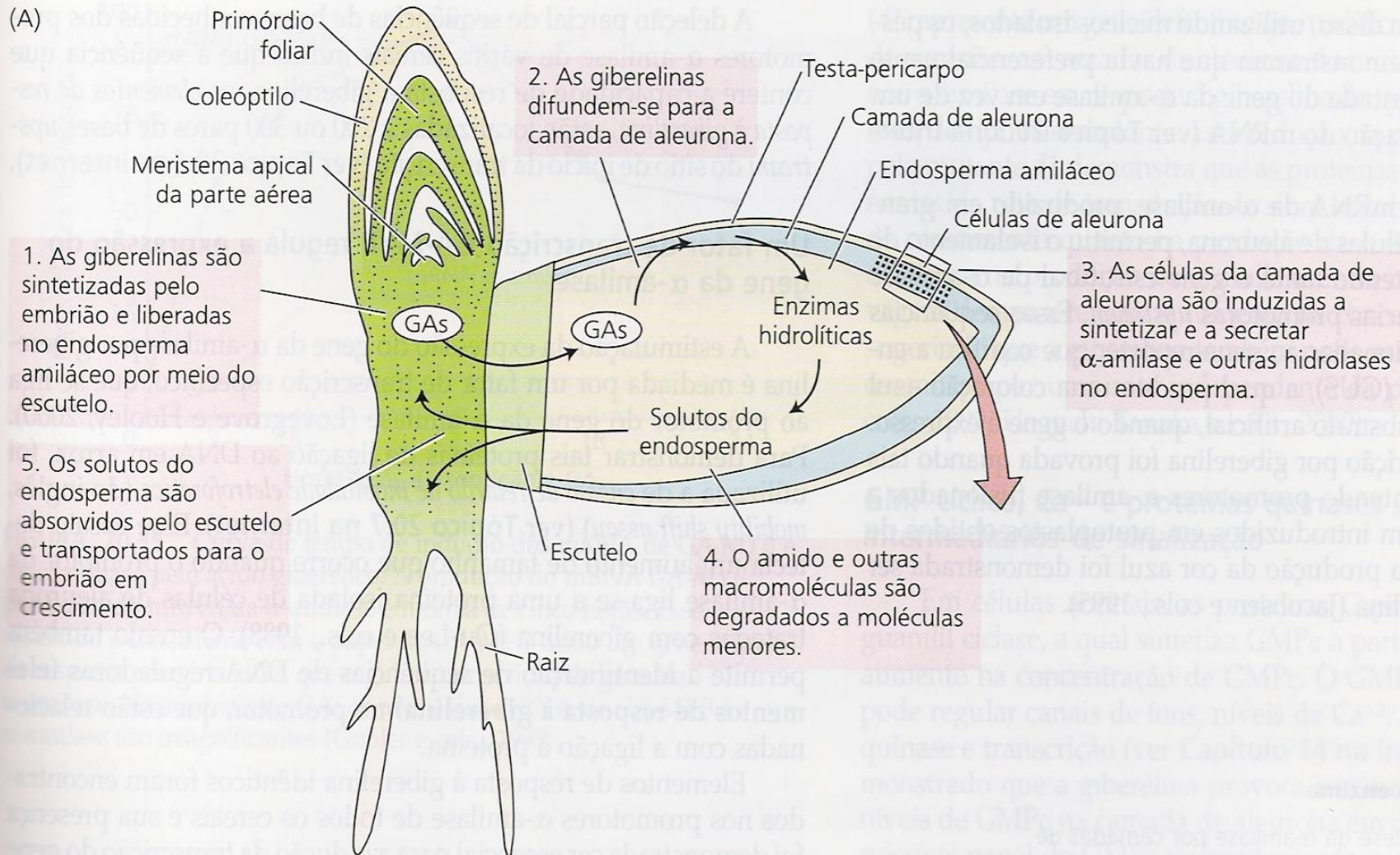


Figure 10.42

Comparison of the lipid compositions of chloroplasts and mitochondria

Germinação em Sementes de Cereais



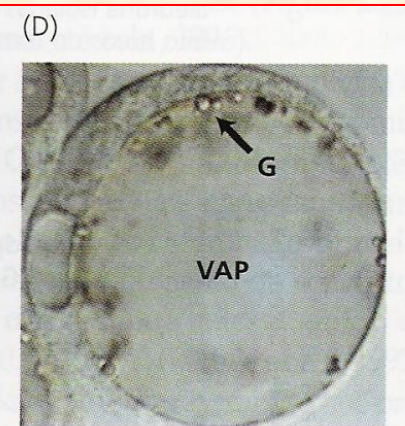
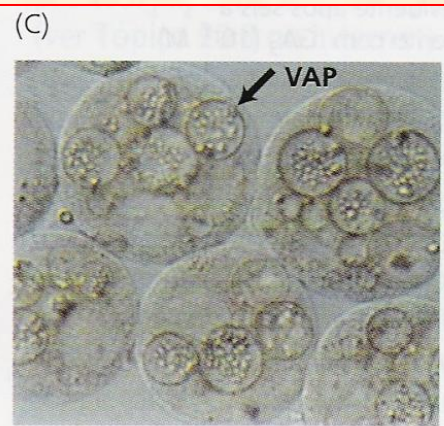
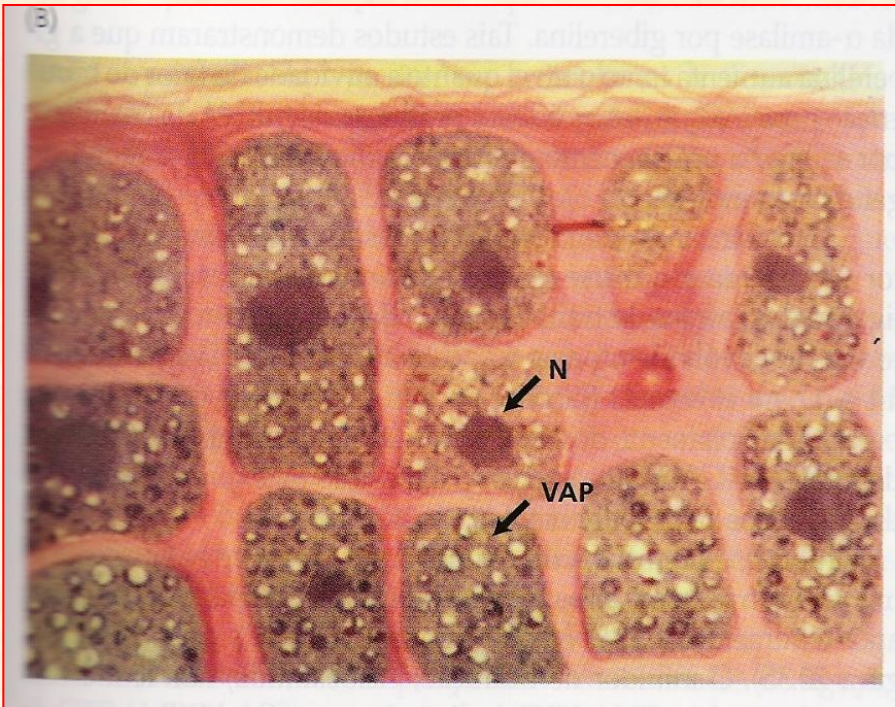
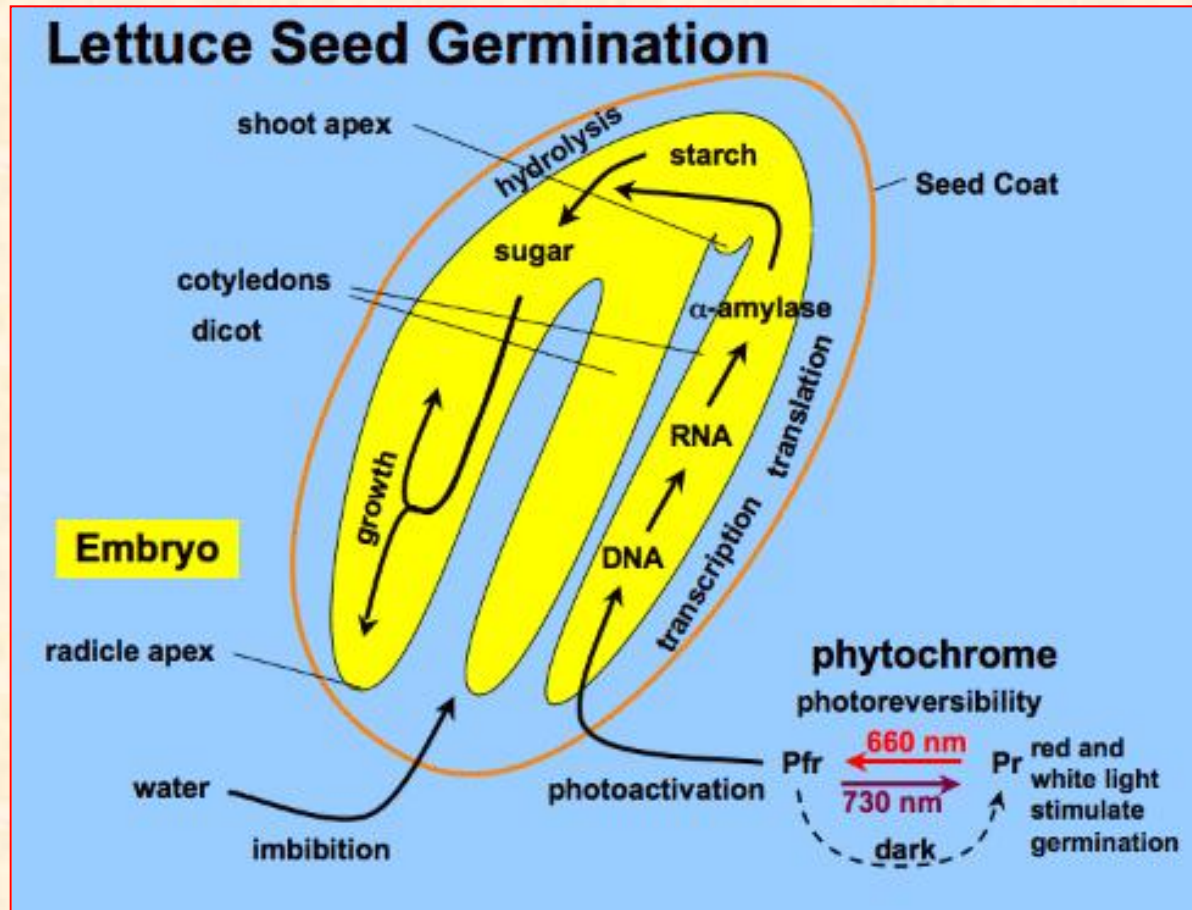
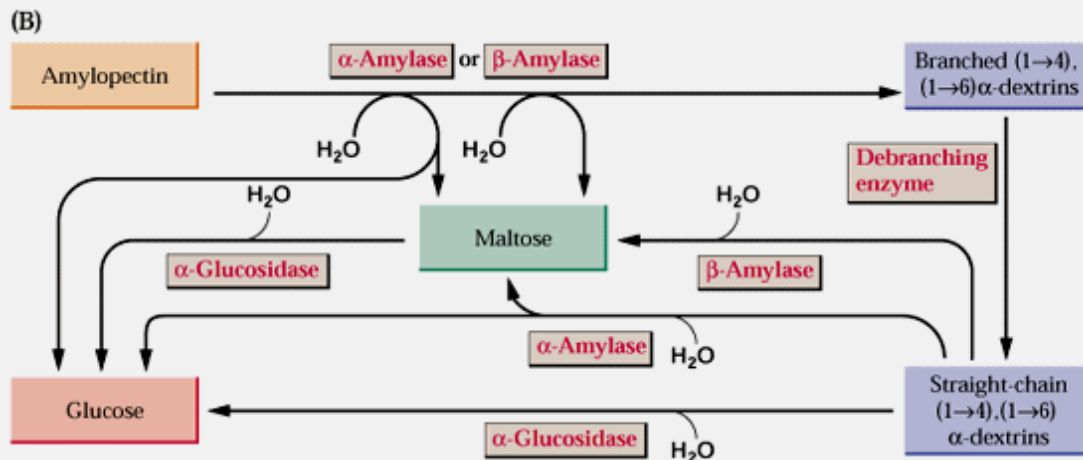
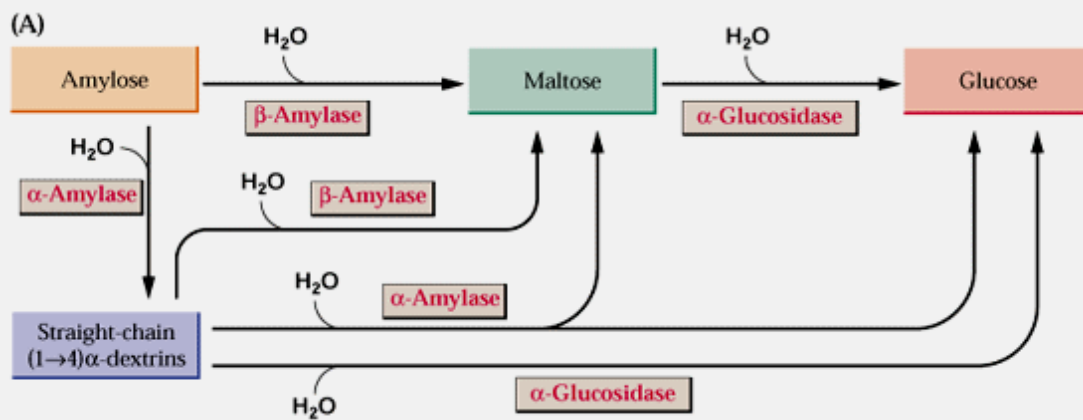


FIGURA 20.33 Estrutura de um grão de cevada e as funções de vários tecidos durante a germinação (A). Fotomicrografias da camada de aleurona de cevada (B) e protoplastos obtidos a partir da camada de aleurona de cevada nos estádios inicial (C) e tardio (D) de produção de amilase. As vesículas de armazenamento de proteínas (VAP) podem ser visualizadas em cada célula. G = fitina globóide; N= núcleo (fotografias de Bethke e cols., 1997, cedidas por P. Bethke).

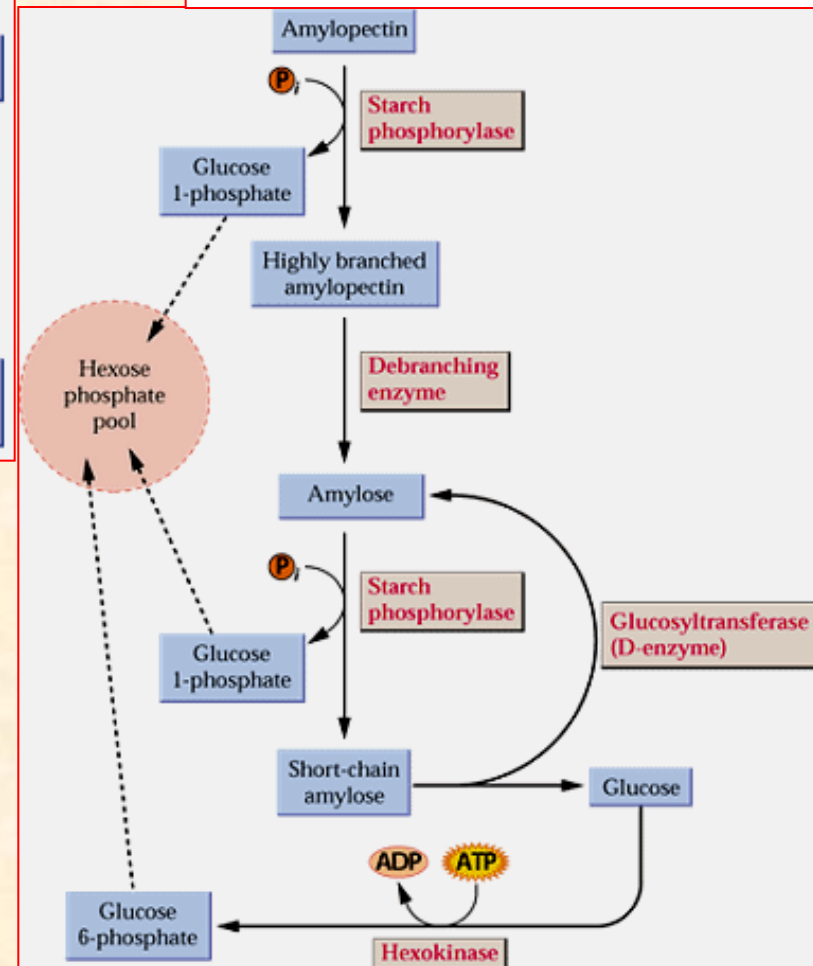


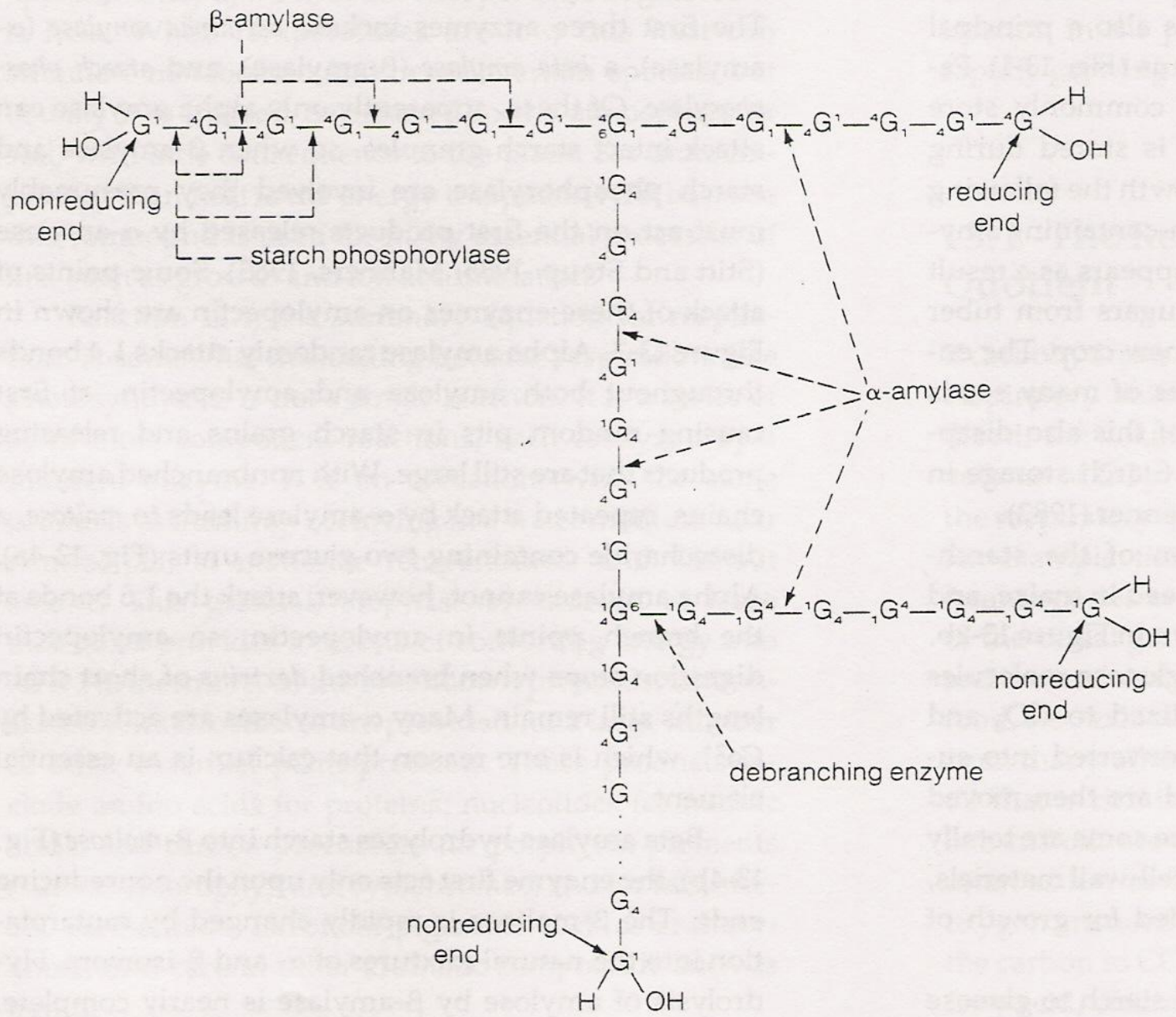
Seed germination in lettuce follows a similar mechanism, however it appears that gibberellins are rather less-important. The main signal stimulating gene expression of amylase and other germination-initiating enzymes is light. Thus the photoactivation is achieved by phytochrome in its Pfr form.



Degradação hidrolítica do amido

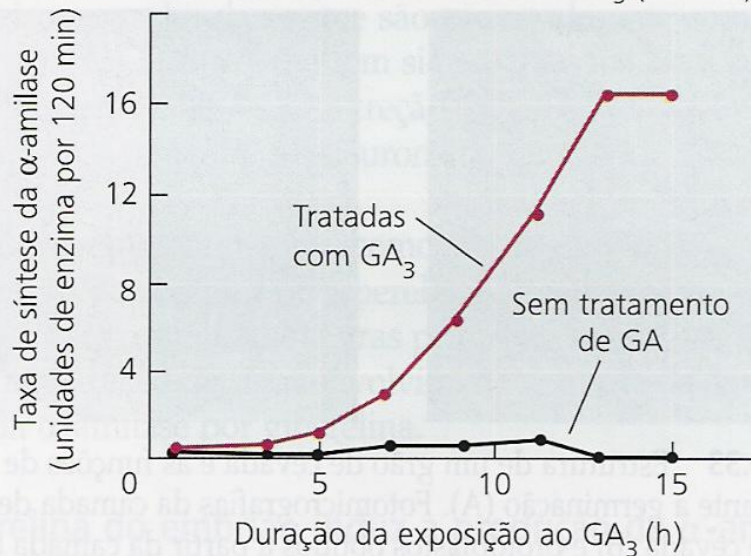
Degradação fosforolítica do amido





(A) Síntese da enzima

A síntese da α -amilase por camadas de aleurona isoladas é evidente após seis a oito horas de tratamento com GA_3 (10^{-6} M).



(B) Síntese do mRNA

Um aumento induzido por giberelina do mRNA da α -amilase a ser traduzido precede em várias horas a liberação desta enzima das células de aleurona.

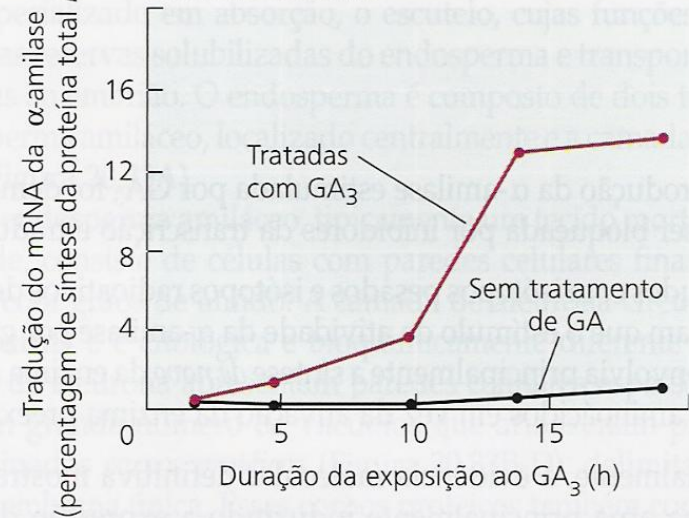


FIGURA 20.34 Efeitos da giberelina na síntese da enzima e do mRNA. Nesse caso, o mRNA da α -amilase foi medido pela produção *in vitro* dessa enzima como uma porcentagem de proteína total produzida (Higgins e cols., 1976).

Quebra de Lipídios - Gluconeogênese

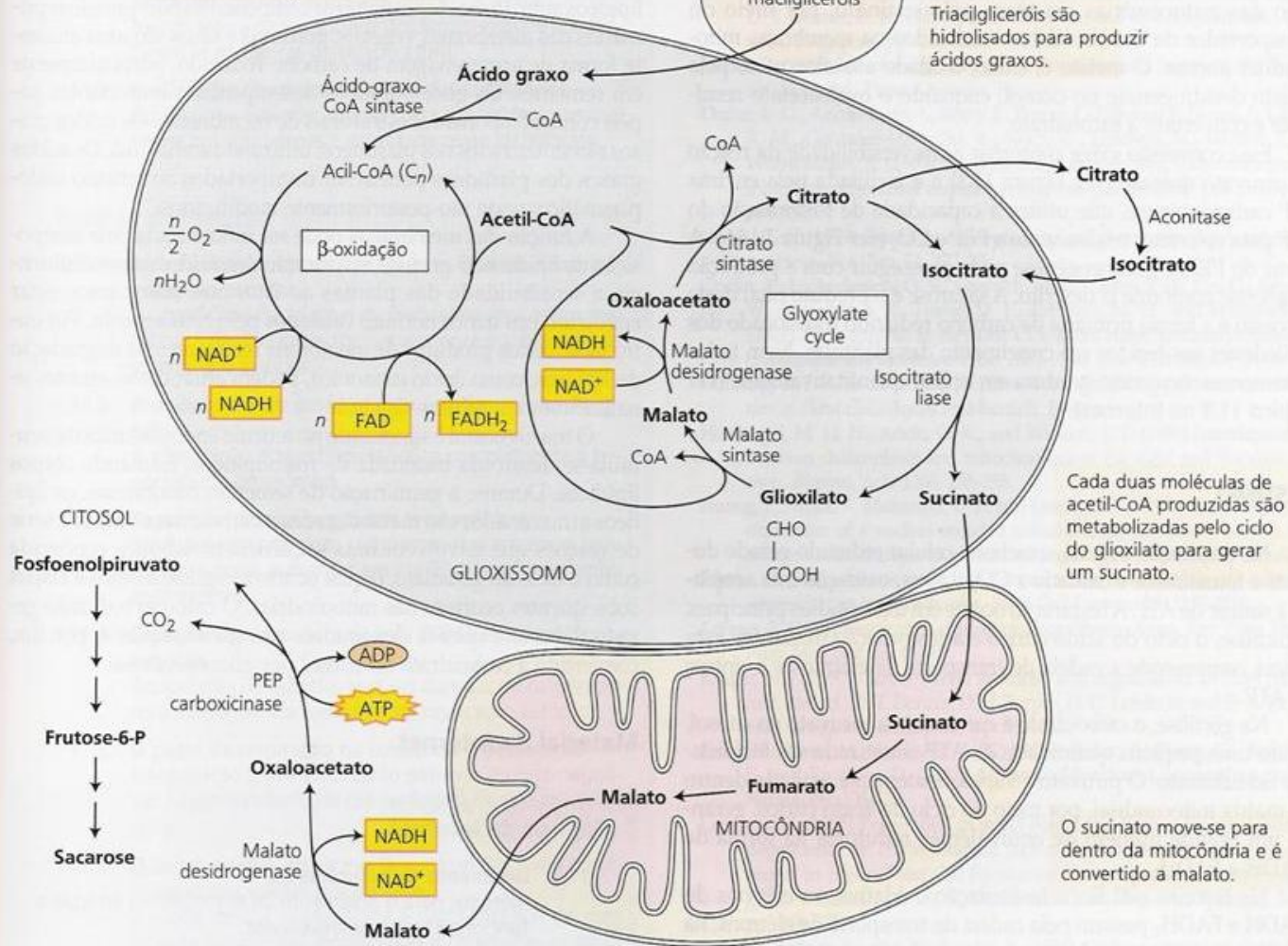
(A)

Ácidos graxos são metabolizados por β -oxidação a acetil-CoA no glioxissomo.

Lipase

OLEOSSOMO
Triacilgliceróis

Triacilgliceróis são hidrolisados para produzir ácidos graxos.



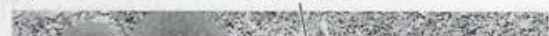
Cada duas moléculas de acetil-CoA produzidas são metabolizadas pelo ciclo do glioxilato para gerar um sucinato.

O sucinato move-se para dentro da mitocôndria e é convertido a malato.

O malato é transportado para o citosol e oxidado a oxaloacetato, o qual é convertido a fosfoenolpiruvato pela enzima carboxiquinase. O PEP resultante é, então, metabolizado para produzir sacarose pela rota gliconeogênica.

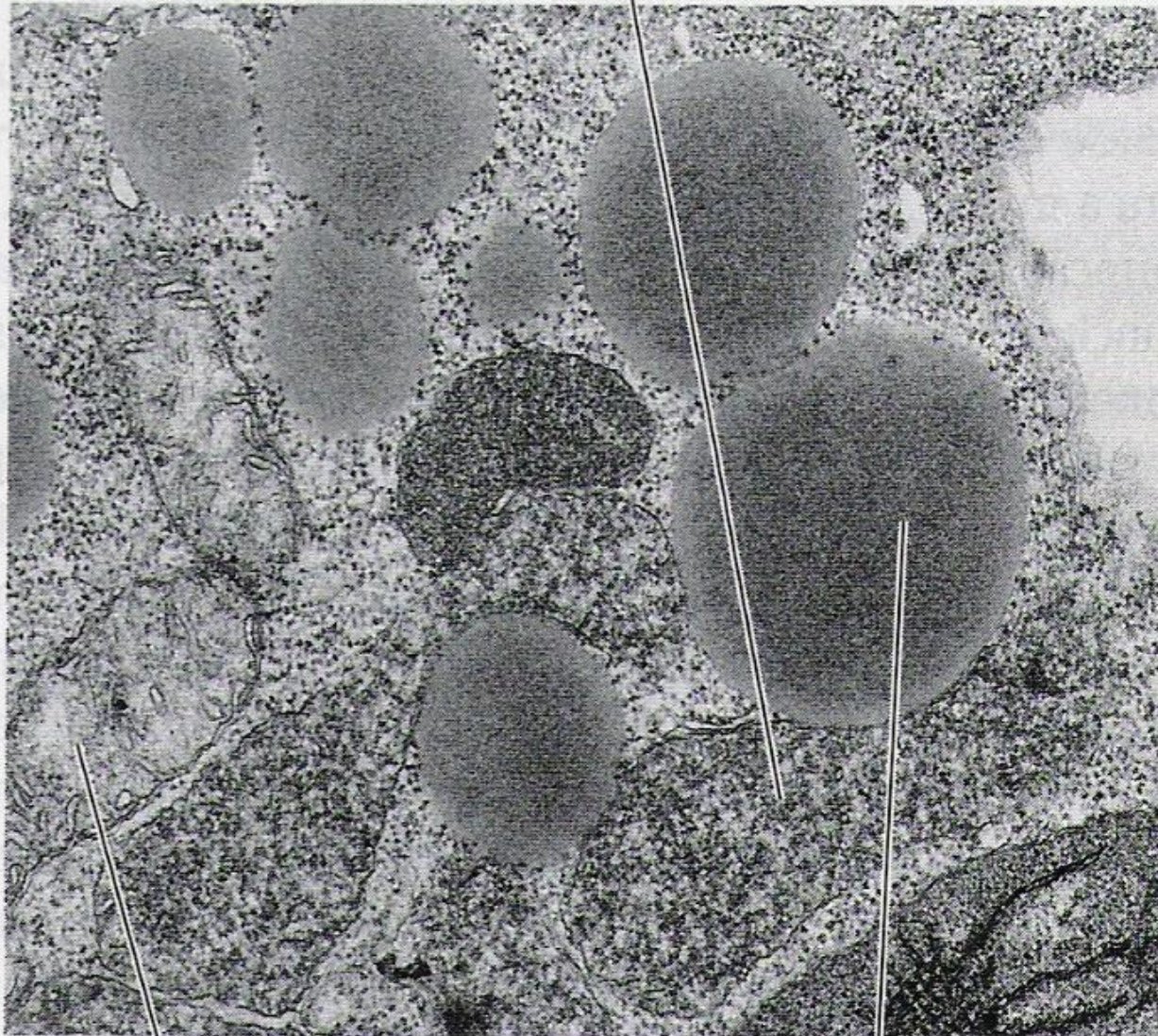
(B)

Glioxissomo



(B)

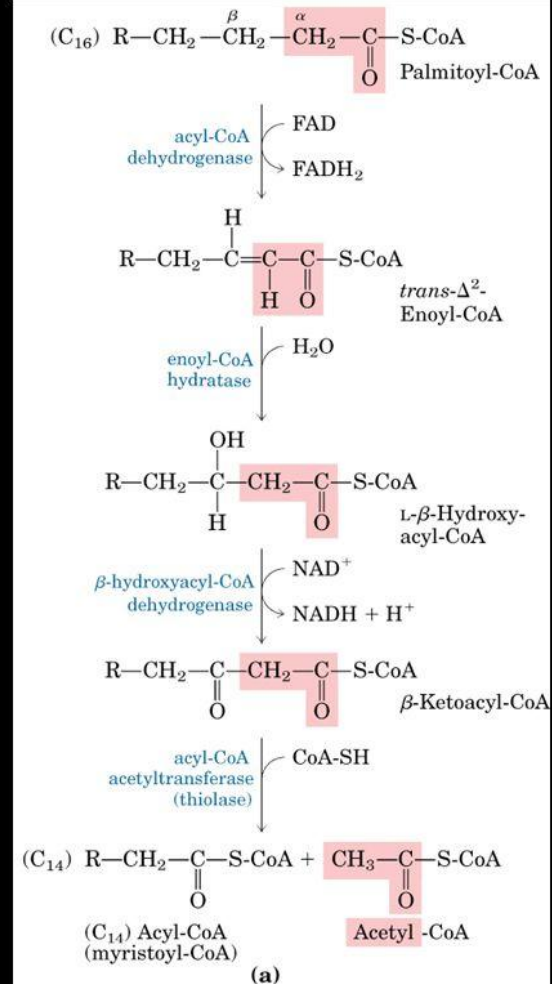
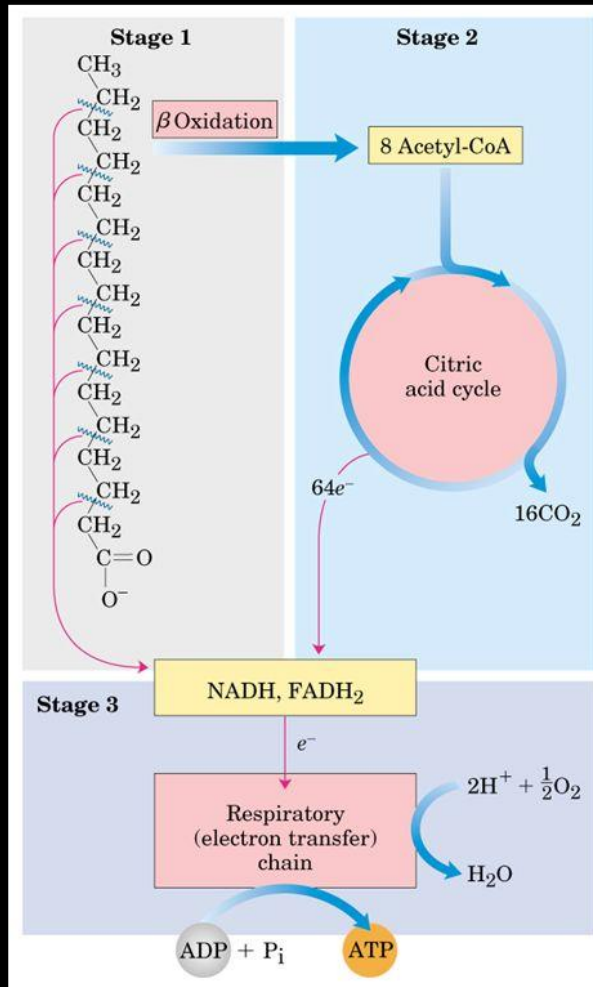
Glioxissomo



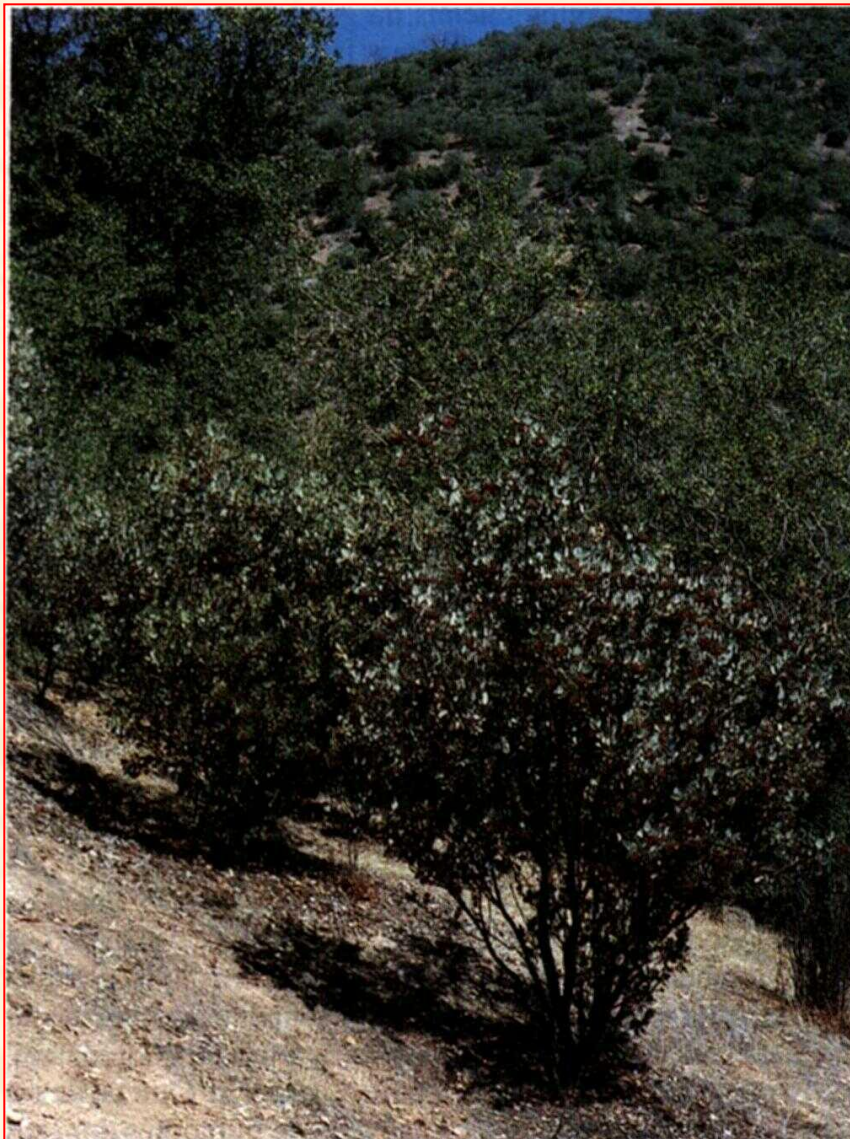
Mitocôndria

Oleossomo

BETA-OXIDAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS



Dormência em Sementes

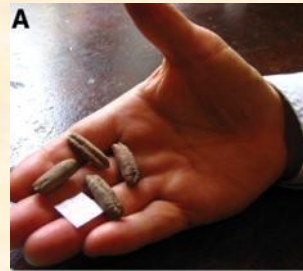


20.5

Manzanita (Arctostaphylos viscida) da comunidade chaparral da Califórnia. As sementes de vida longa da manzanita permanecem viáveis no solo por anos. A escarificação ou quebra do tegumento da semente pelo fogo ou outros meios é necessária para quebrar a dormência e induzir a germinação.

Uma vez dormentes e secas, as sementes podem permanecer viáveis por tempos muito longos

Estas sementes de tamareira datam de aproximadamente 2000 anos, mas ainda são viáveis e aptas à germinação. Sementes de lótus de 500 anos de idade também apresentam sucesso na germinação. Ter um tegumento espesso pode ajudar estas super sementes a manter a viabilidade.



Tamareira crescendo a partir de sementes com 2000 anos de idade.



Tratamentos recomendados para quebrar a dormência das sementes em algumas espécies arbóreas.

Espécie	Nome Científico	Tratamento
Amendoim- do campo	<i>Pterogyne nitens</i>	Ácido Sulfúrico - 5 min
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>	Desponte com tesoura de poda manual
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>	Água (70o C) - 5 min
Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i>	Água (80o C) - 5 min
Candíuva	<i>Trema micrantha</i>	Água (50o C) - 5 min
Candíuva	<i>Trema micrantha</i>	Ácido Sulfúrico - 5 min
Copaíba	<i>Copaifera languisdorffii</i>	Escarificação Mecânica
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	Água (80o C) - 5 min
Fava barbatimão	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Ácido Sulfúrico - 15 min
Fava barbatimão	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Água - Ambiente - 12:00 h
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>	Água (90o C) -1 min
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>	Escarificação Mecânica
Guatambu	<i>Aspidosperma ramiformum</i>	Imersão em água parada por 4:00 h
Ipê-felpudo	<i>Zeyhera tuberculosa</i>	Imersão em água parada por 15:00 h
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Escarificação com lixa
Leucena	<i>Leucena leucocephala</i>	Ácido Sulfúrico - 20 min
Leucena	<i>Leucena leucocephala</i>	Água - Ambiente - 12:00 h
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Ácido Sulfúrico - 5 min
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Água (90o C) -1 min
Olho-de-dragão	<i>Adenanthera pavonina</i>	Escarificação Mecânica
Olho-de-dragão	<i>Adenanthera pavonina</i>	Ácido Sulfúrico - 35 min
Olho-de-cabra	<i>Ormosia arborea</i>	Escarificação Mecânica
Olho-de-cabra	<i>Ormosia arborea</i>	Ácido Sulfúrico - 35 min
Orelha de negro	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Ácido Sulfúrico - 90 min
Orelha de negro	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Escarificação Mecânica
Pau ferro	<i>Caesalpinia leiostachya</i>	Ácido Sulfúrico - 45 segundos
Pau marfim	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Escarificação Mecânica
Sabão-de-soldad	<i>Sapindus saponaria</i>	Ácido Sulfúrico - 1:00 h
Saguaragi	<i>Colubrina glandulosa</i>	Água (90o C) - 1 min
Sangra D'Água	<i>Croton urucurana</i>	Choque Térmico
Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>	Retirar o arilo
Topa	<i>Ochroma pyramidales</i>	Água (80o C) - 15 segundos

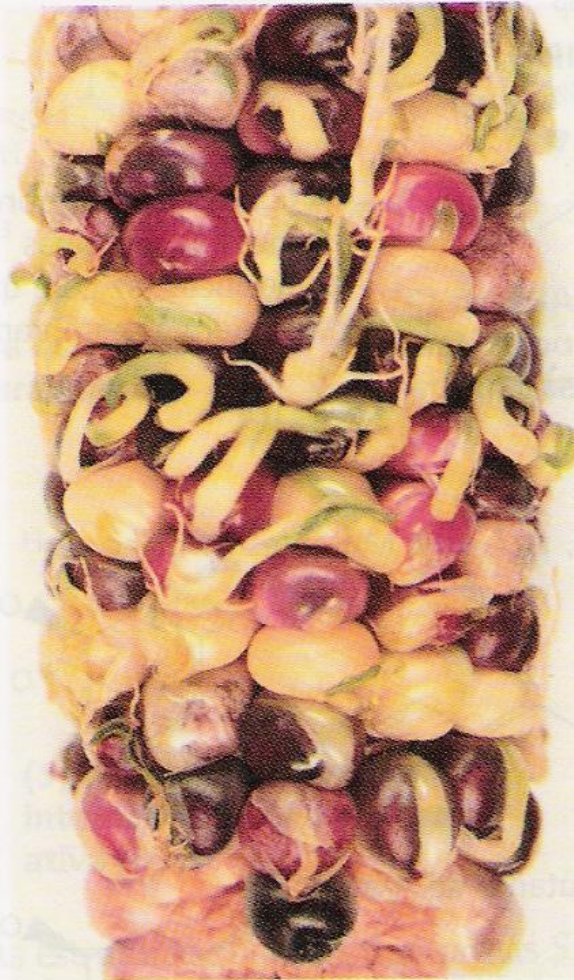
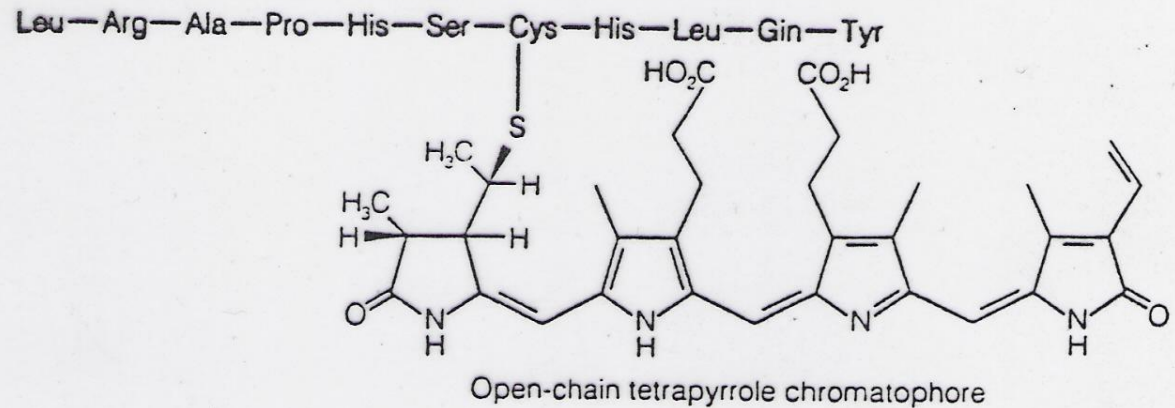


FIGURA 23.3 Germinação precoce do mutante de milho *vp14* ABA-deficiente. A proteína VP14 catalisa a clivagem dos 9-*cis*-epóxi-carotenóides para formar xantoxal, um precursor do ABA (cortesia de Bao Cai Tan e Don McCarty).

Fotoblastismo

FIGURE 20.5. Structure of the Pr chromophore and the peptide region bound to the chromophore through a thioether linkage. Amino acid abbreviations: Leu, leucine; Arg, arginine; Ala, alanine; Pro, proline; His, histidine; Ser, serine; Cys, cysteine; Gln, glutamine; Tyr, tyrosine. (From Lagarias and Rapoport, 1980.)



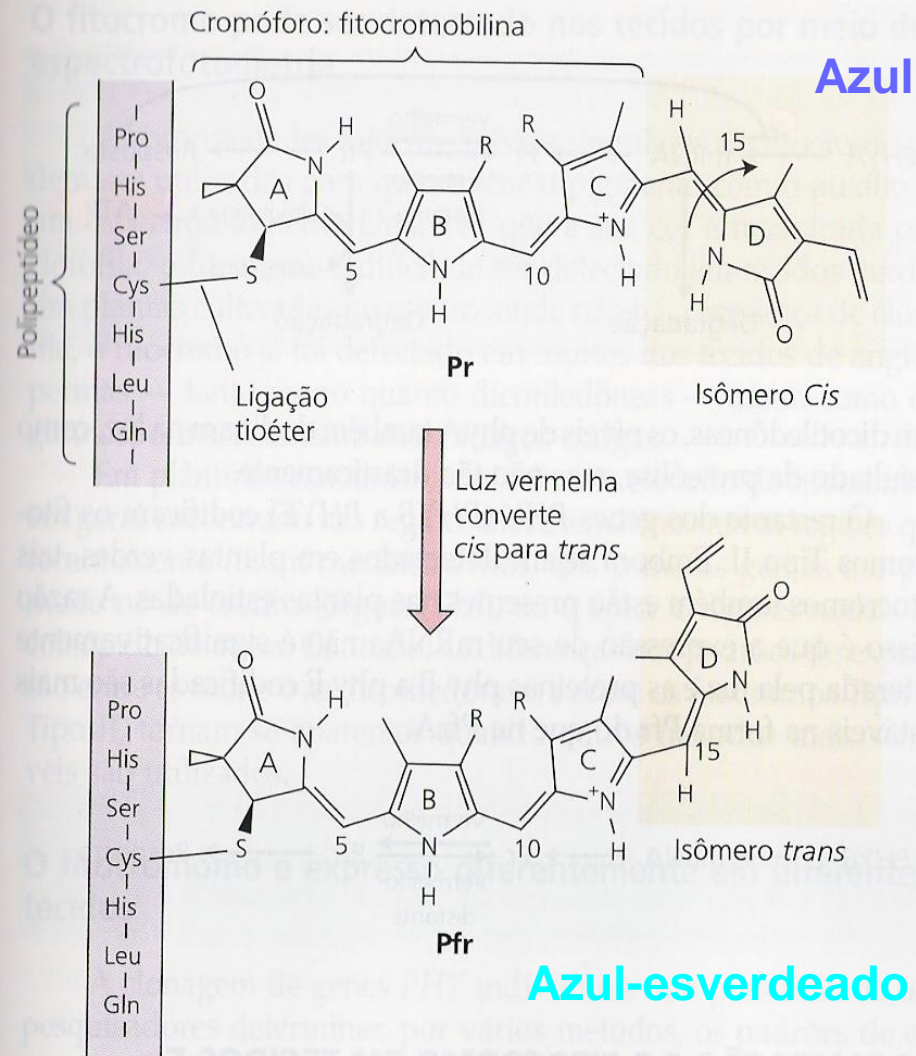


FIGURA 17.4 Estrutura das formas Pr e Pfr do cromóforo (fitocromobilina) e a região do peptídeo ligada ao cromóforo através de uma ligação tioéter. O cromóforo é submetido a uma isomerização *cis-trans* no carbono 15, em resposta à luz vermelha e vermelho-distante (Andel e cols., 1997).

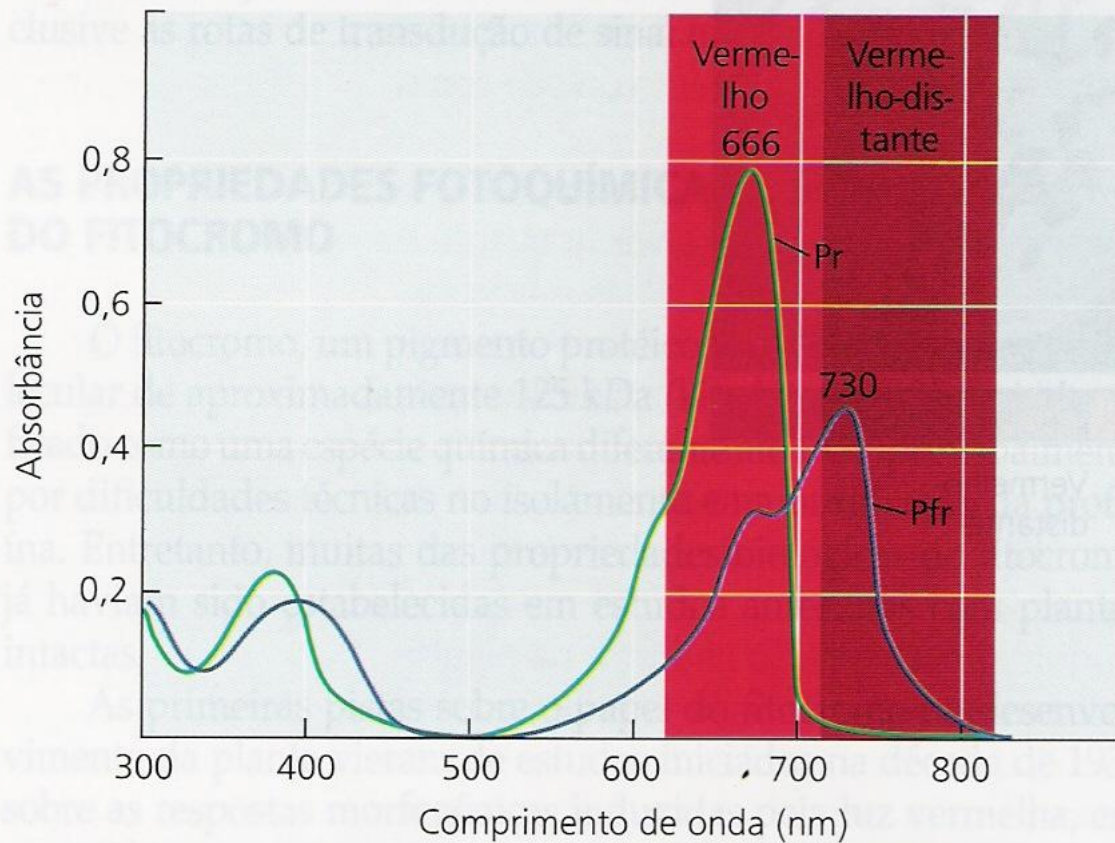


FIGURA 17.3 Os espectros de absorção de fitocromos purificados de aveia, nas formas Pr (linha verde) e Pfr (linha azul), sobrepõem-se (Vierstra e Quail, 1983).



Escuro



Vermelho



Verme- Vermelho-
lho distante



Verme Vermelho- Vermelho-
lho lho-dist lho-
tante



Verme Vermelho Vermelho Vermelho-
lho lho-dist lho lho-dist
tante

FIGURA 17.2 A germinação de sementes de alface é uma típica resposta fotorreversível controlada pelo fitocromo. A luz vermelha promove a germinação das sementes, porém seu efeito é revertido pela luz vermelho distante. Sementes embebidas (umedecidas) foram submetidas a tratamentos alternados de luz vermelha seguida de vermelho distante. O efeito do tratamento de luz depende do último tratamento aplicado (fotos © M. B. Wilkins).

- Semente é fotoblástica negativa
- Escarificação elimina o fotoblastismo negativo
- O tegumento atua como filtro de radiação aumentando a quantidade de VL
- O F_{VL} fica abaixo do limiar mínimo

Maxixe (*Cucumis anguria*)

