

Crescimento e Desenvolvimento de Plantas

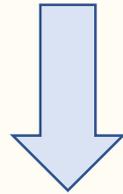
Biociclo Vegetal

CRESCIMENTO x DESENVOLVIMENTO

Crescimento: aumento no número de células → divisão e alongamento celular

Desenvolvimento: especialização celular

Desenvolvimento vegetal: *relacionado com a diferenciação celular*



*“É o processo pelo qual as células adquirem **propriedades metabólicas, estruturais e funcionais distintas** daquelas de suas **células progenitoras**”*

CRESCIMENTO x DESENVOLVIMENTO

➤ Conjunto de processos que envolvem:

- Divisão celular

- Alongamento Celular

- Diferenciação celular

CINCO ETAPAS



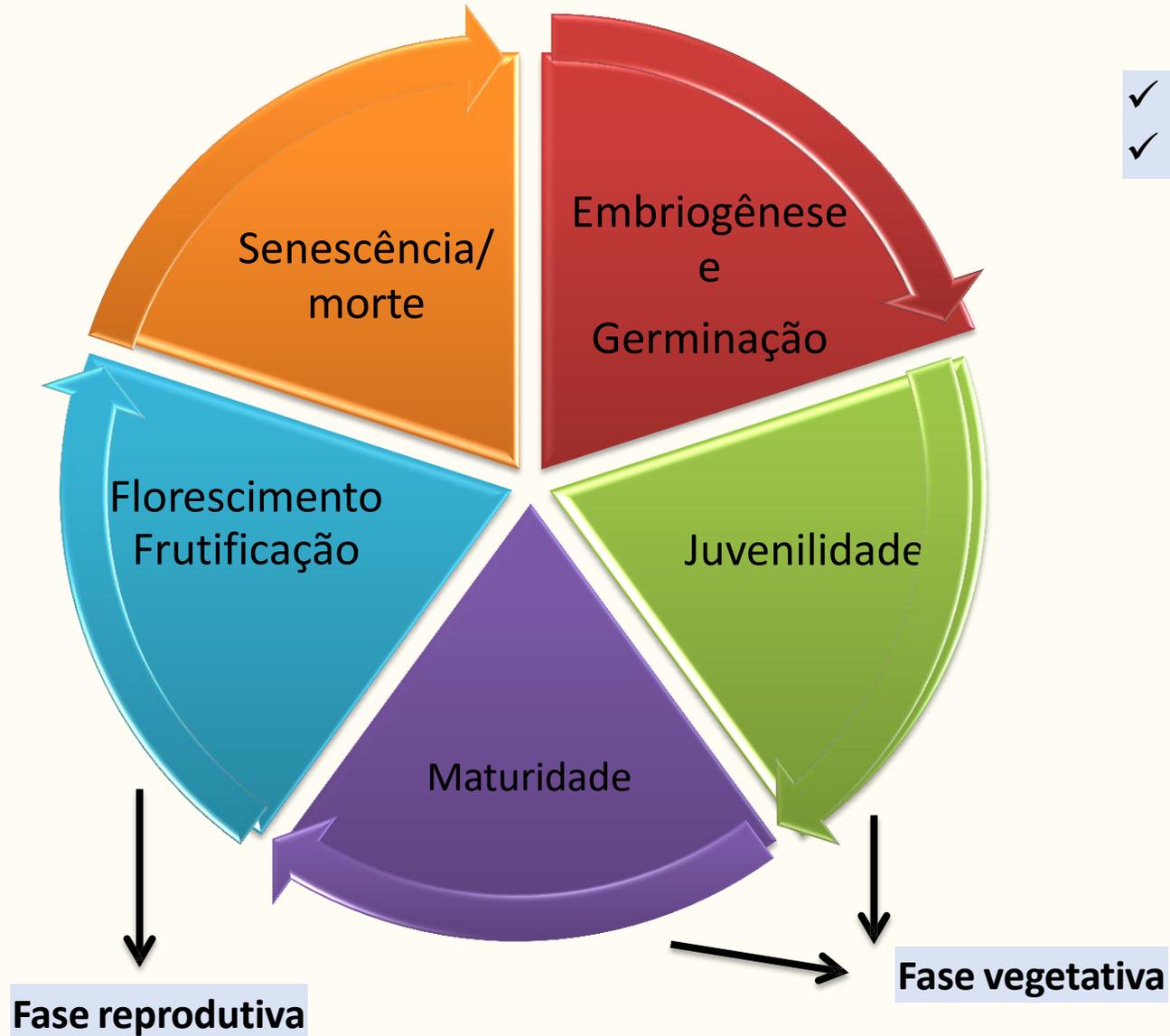
- Desenvolvimento embrionário
- Germinação e crescimento inicial
- Fase vegetativa (Juvenilidade e Maturidade)
- Fase reprodutiva (Florescimento e Frutificação)
- Senescência

BIOCICLO VEGETAL

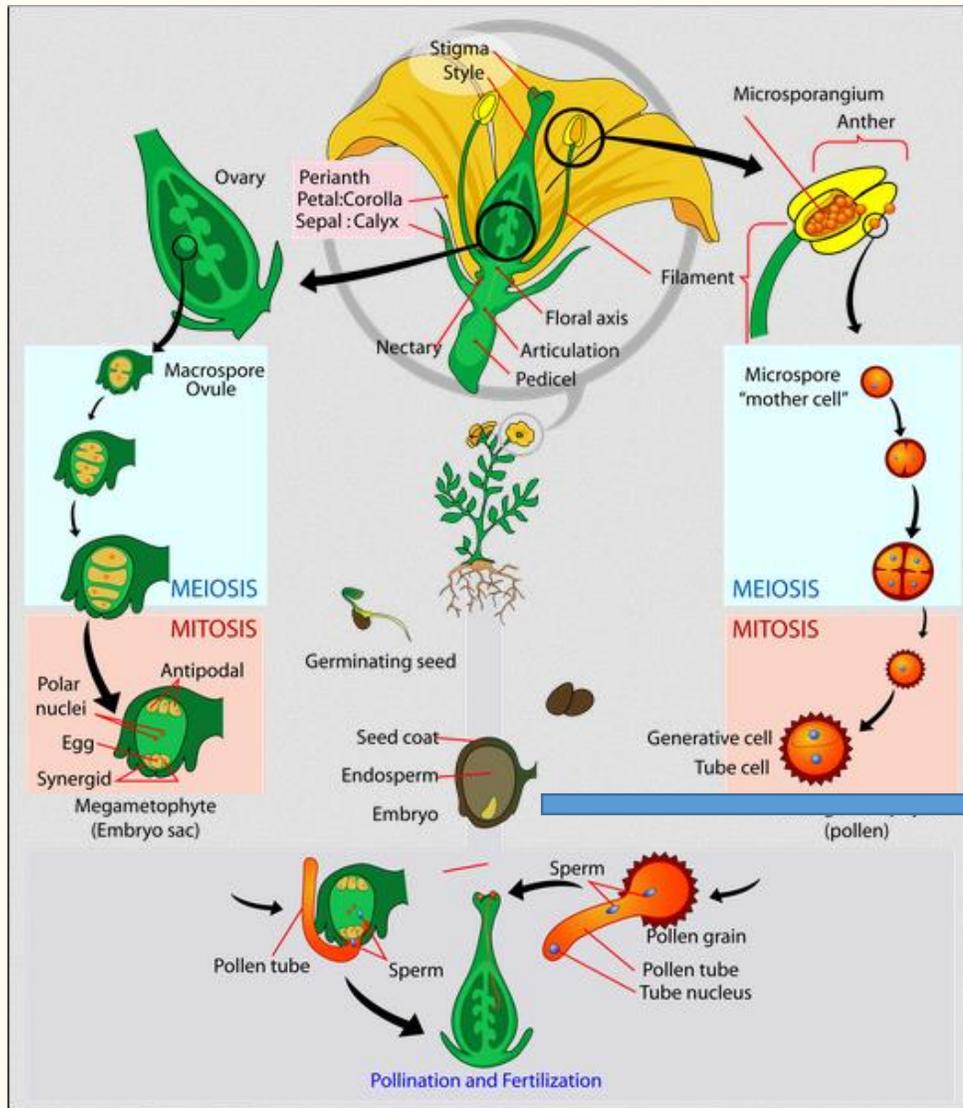
→ Etapas do desenvolvimento vegetal



- ✓ Fatores genéticos
- ✓ Fatores ambientais



EMBRIOGÊNESE



Formação da semente

EMBRIOGÊNESE

Desenvolvimento do embrião e da semente

- **Embriogênese:** intenso processo de divisão celular com formação dos tecidos

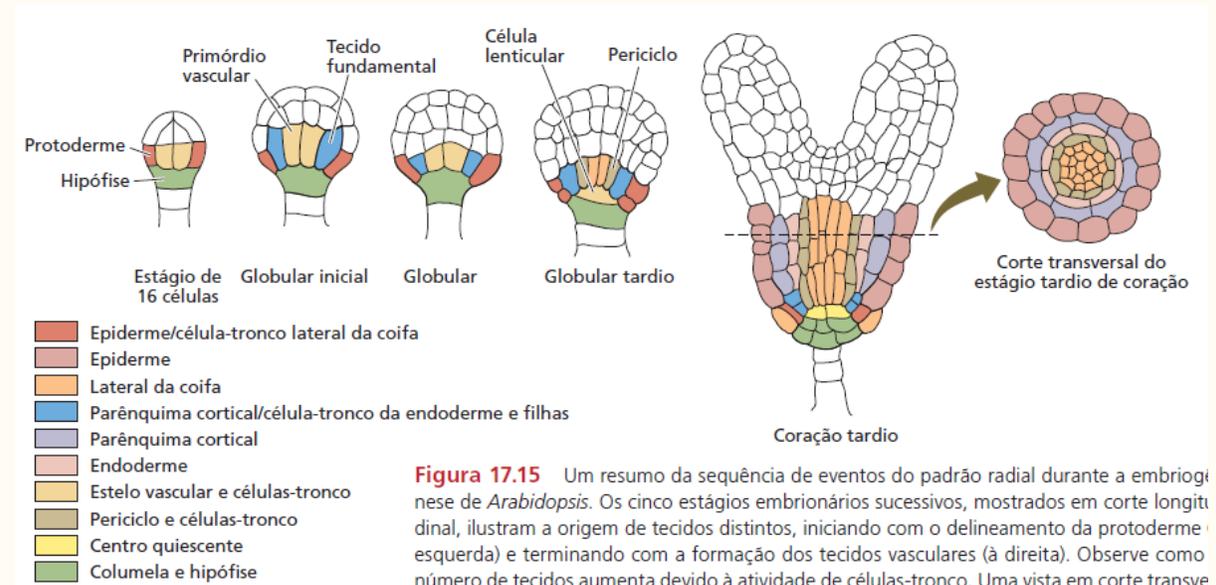
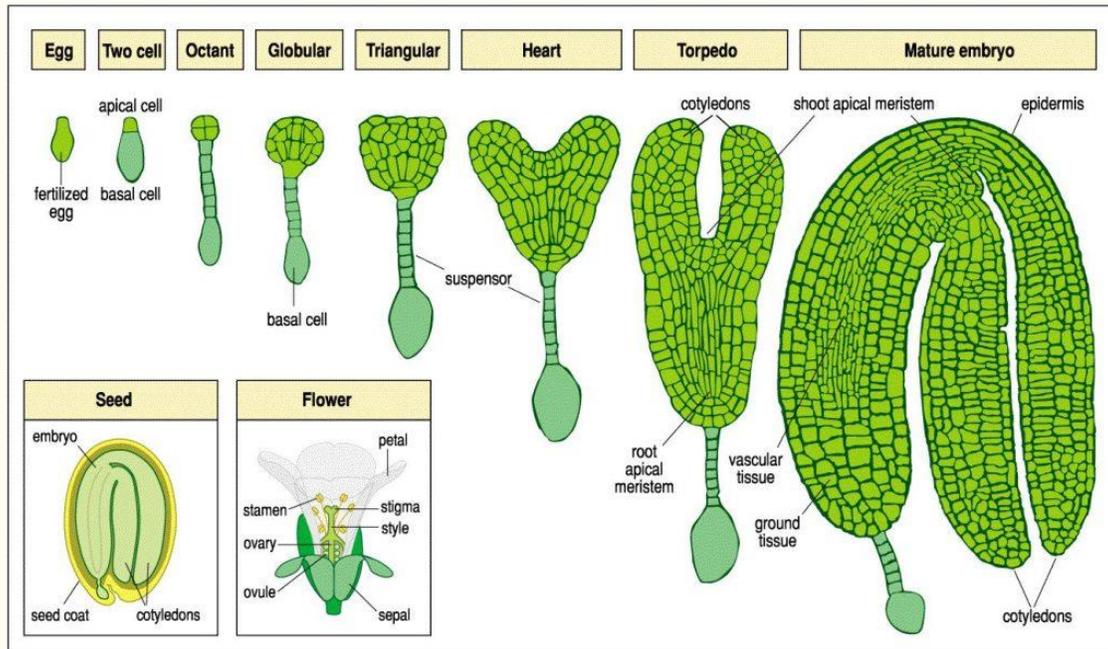
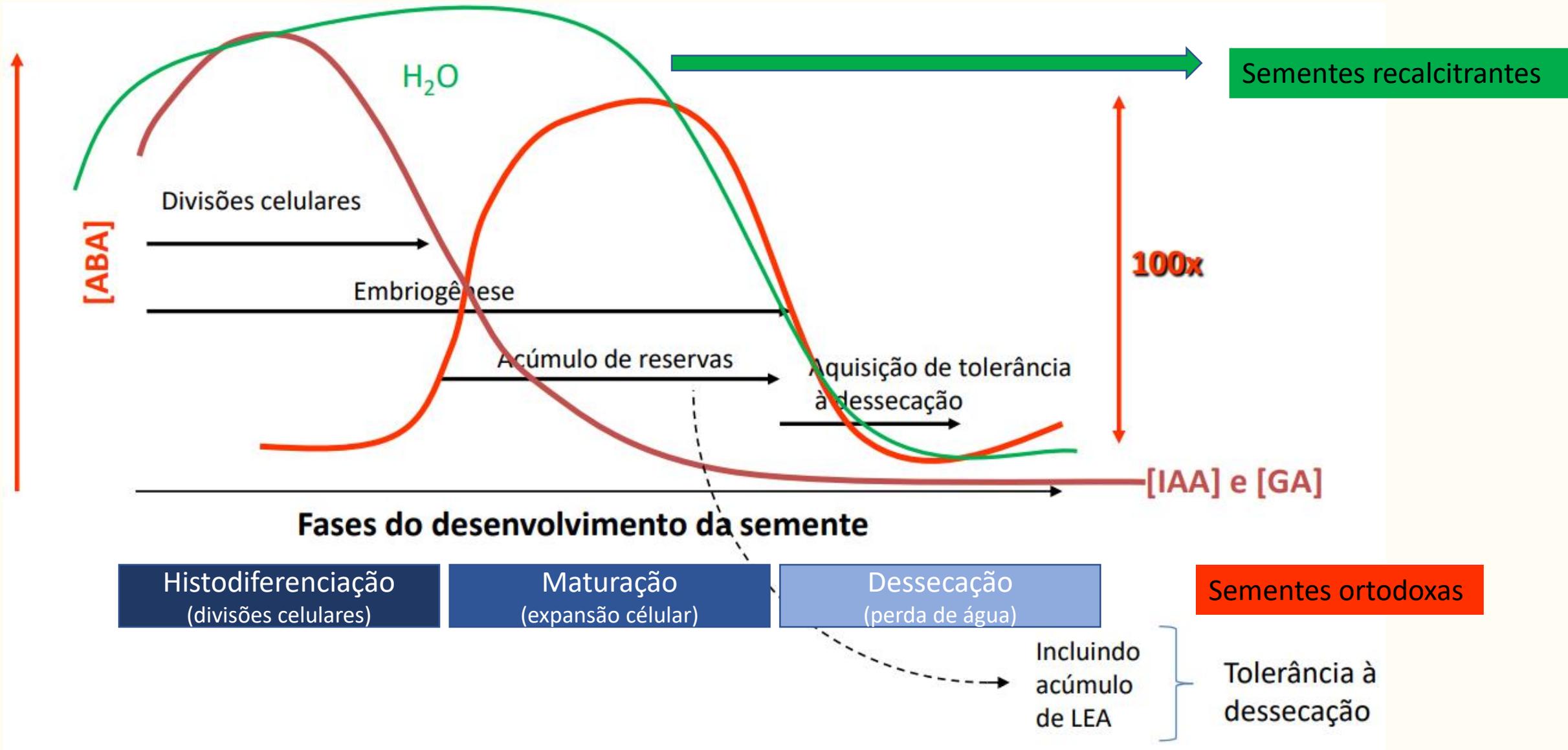


Figura 17.15 Um resumo da sequência de eventos do padrão radial durante a embriogênese de *Arabidopsis*. Os cinco estágios embriônicos sucessivos, mostrados em corte longitudinal, ilustram a origem de tecidos distintos, iniciando com o delineamento da protoderme (esquerda) e terminando com a formação dos tecidos vasculares (à direita). Observe como o número de tecidos aumenta devido à atividade de células-tronco. Uma vista em corte transve

- **Maturação:** expansão celular e alocação de substâncias para os tecidos de reserva; Maturidade fisiológica
- **Dessecação:** aumento na taxa de desidratação e ruptura de suas conexões com a planta. Ponto ótimo de colheita, beneficiamento e dispersão.

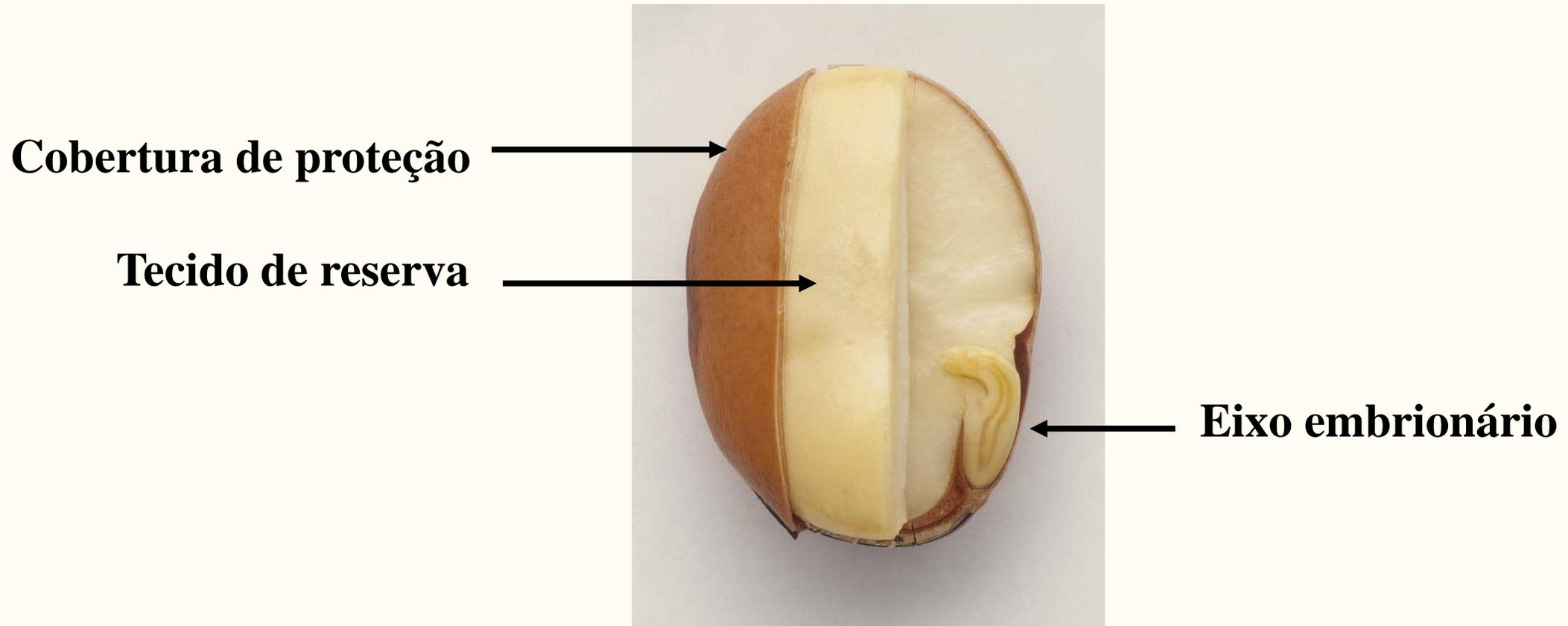
EMBRIOGÊNESE



Conceito funcional de semente

Estrutura da semente

É o óvulo desenvolvido após a fecundação com estruturas complexas constituídas de reservas de nutrientes, um embrião, protegido pelo tegumento.



Conceito funcional de semente

Cobertura protetora

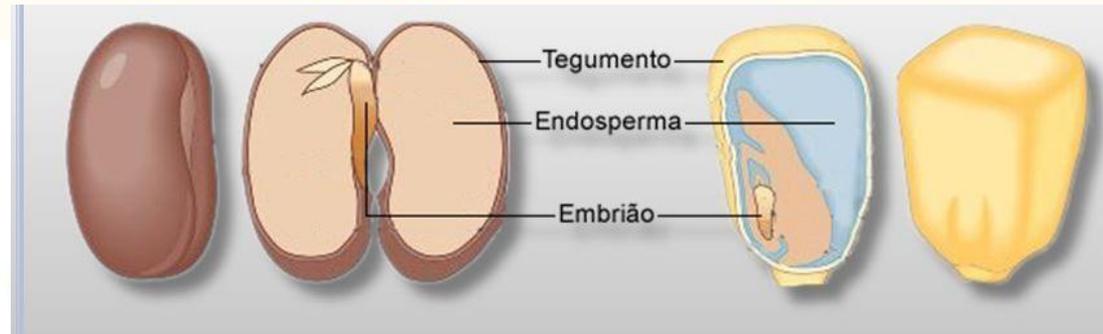
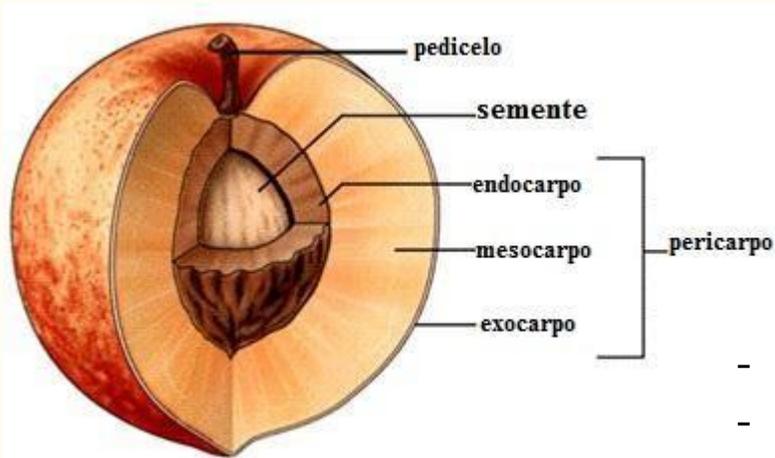


Delimita a semente



Tegumento

Pericarpo



**PROTEÇÃO, REGULAÇÃO
E DELIMITAÇÃO**

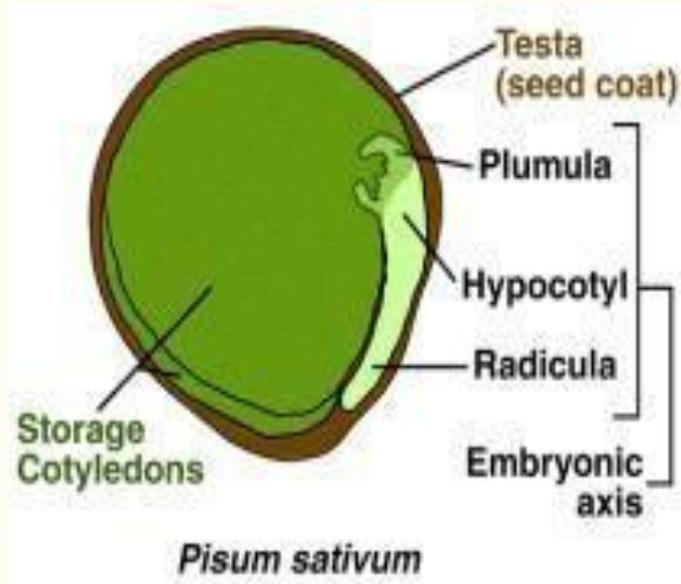
- Manter unidas as partes internas da semente;
- Proteção da parte interna contra choques;
- Barreira contra microorganismos;
- Hidratação das sementes evitando danos;
- Regular as trocas gasosas;
- Dormência

Conceito funcional de semente

Tecido meristemático (eixo embrionário)



✓ Iniciar divisões celulares



✓ Parte vital das sementes

Conceito funcional de semente

Tecidos de reserva →

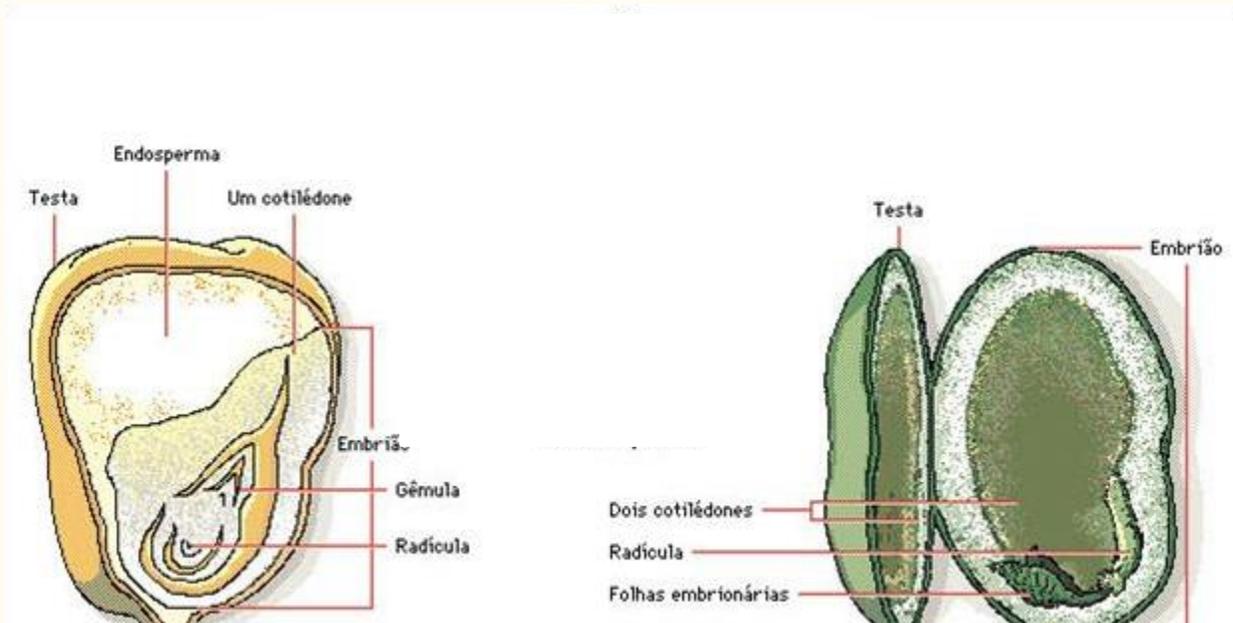


Fonte de reserva para o eixo embrionário até que a plântula se torne autotrófica

- ✓ Cotiledonar
- ✓ Endospermáticos



Albuminosas
Exalbuminosas -Feijão



- ✓ Lipídeos
- ✓ Carboidratos
- ✓ Proteínas

Gramíneas – carboidratos
Leguminosas - proteínas

GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL

“ Conjunto de processos iniciais do desenvolvimento de uma estrutura reprodutiva: semente ou gema.”

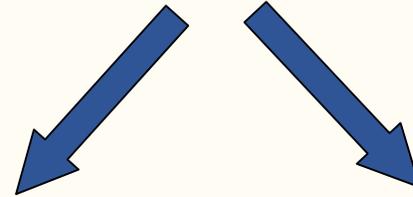


GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL

Germinação de Sementes

Conceitos de Germinação

Fim "repouso fisiológico" - início germinação



Fisiologistas

Tecnologistas

➤ **Critério fisiológico** - conjunto de processos fisiológicos no embrião que se inicia com a embebição e culminam na protrusão da radícula, ou outra estrutura, dos envoltórios da semente.

Brosimum gaudichaudii



➤ **Critério agrônômico ou tecnológico** - emergência da plântula através da superfície do solo.

Fatores que influenciam a germinação de sementes

❑ Fatores intrínsecos ou internos

➤ Viabilidade

- capacidade de reter o potencial germinativo

➤ Longevidade

- tempo no qual a semente conserva a sua viabilidade
- ✓ **Ortodoxas:** tolerância à dessecação - maior longevidade - pioneiras, principais culturas > - 350 MPa
- ✓ **Recalcitrantes:** são dispersas com alta conteúdo de água - difícil de armazenar - metabolismo ativo - deixam de ser viáveis > -1,5 a -5 Mpa - maior tamanho - conservação *in vitro* - cultivo de embriões
- ✓ **Intermediárias**

GERMINAÇÃO DA SEMENTE



- **Fase I** - Embebição.
- **Fase II** - Processos metabólicos, incluindo a transcrição e a tradução, são reiniciados. O embrião expande, e a radícula emerge da casca da semente.
- **Fase III** - A absorção de água reinicia devido a um decréscimo no Ψ a medida que a plântula cresce, e as reservas de nutrientes das sementes são completamente mobilizadas.

Fisiologia da germinação de sementes

Fases da Germinação

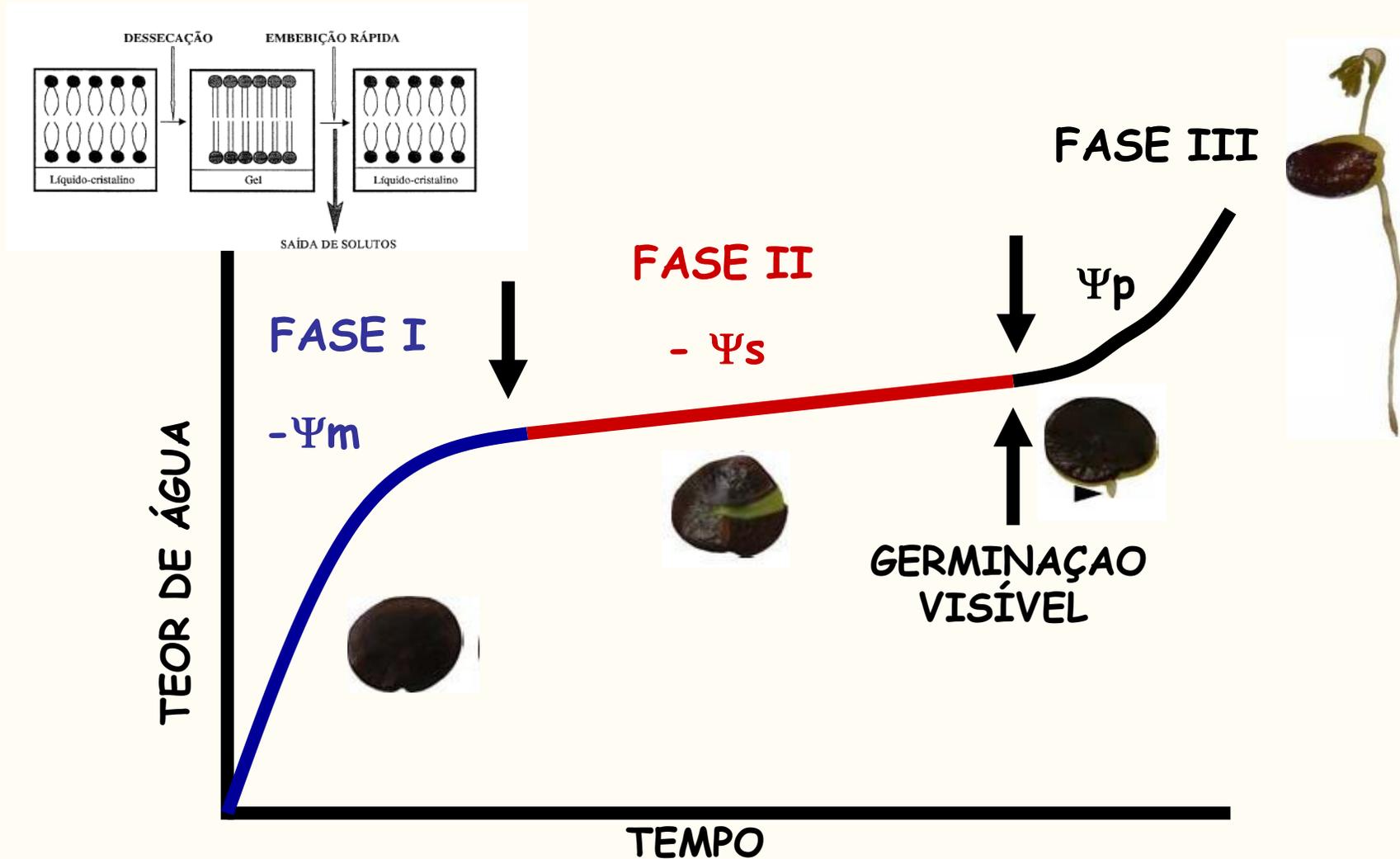
Padrão trifásico de embebição:

Gradiente de potencial hídrico (Ψ) entre a semente e seu ambiente:

$$\Psi = \Psi_m + \Psi_s + \Psi_p$$

- ① Fase I: Reativação: embebição, ativação da respiração e metabolismo
- ② Fase II: Indução do crescimento: fase lag, preparação para o crescimento
- ③ Fase III: Crescimento: protrusão da radícula

Fisiologia da germinação de sementes



Fatores que influenciam a germinação de sementes

✓ Capacidade (germinabilidade) e velocidade (vigor)

□ Fatores extrínsecos ou ambientais:

- Água
- Luz
- Temperatura
- Compostos químicos
- Fatores bióticos

□ Fatores intrínsecos ou internos:

- Morfologia
- Viabilidade
- Dormência

Fatores que influenciam a germinação de sementes

□ Fatores extrínsecos ou ambientais:

➤ Água

- Principal fator para o início da germinação - conteúdo correto para germinar

Processo de embebição: responsável pelo início da germinação

- A embebição aumenta o potencial hídrico da semente na Fase I
- Pressão de turgor

Excesso de água ou falta de água - pode inibir ou estimular



COMO???

Potencial hídrico mínimo, máximo e ótimo

Fatores que influenciam a germinação de sementes

□ Fatores extrínsecos ou ambientais:

➤ Luz

- ✓ **Fotoblásticas positivas:** germinam na presença de luz
- ✓ **Fotoblásticas negativas:** germinam melhor na ausência de luz
- ✓ **Fotoblásticas neutras**



Temperaturas, idade, condições inadequadas de armazenamento

Fatores que influenciam a germinação de sementes

☐ Fatores extrínsecos ou ambientais:

- Luz
- Fotorreceptores

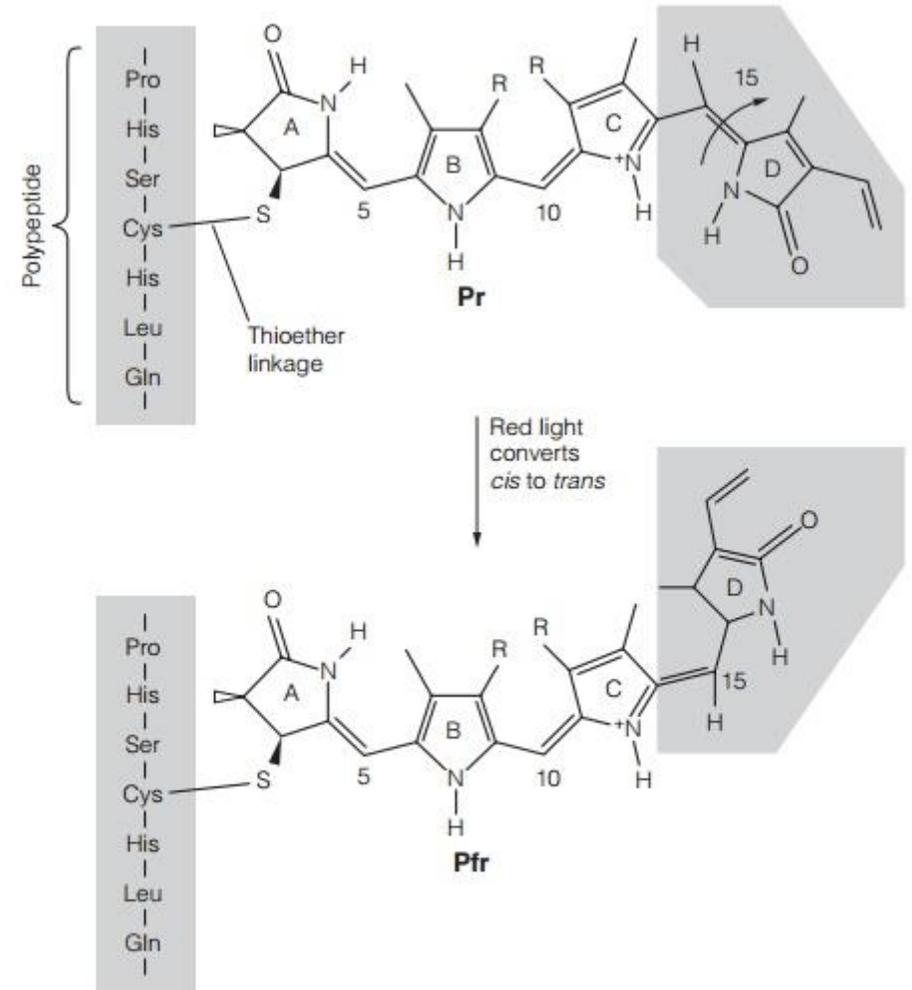
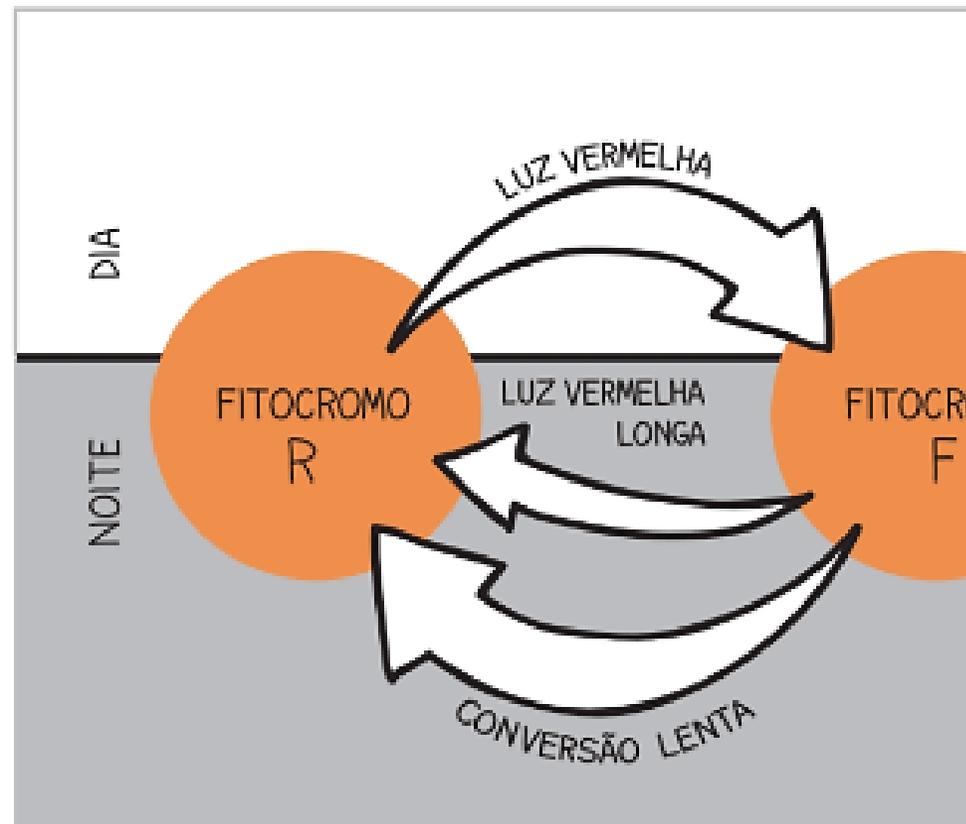


Fig. 2. The structure of Pr and Pfr forms of phytochrome. (Redrawn from L. Taiz and E. Zeiger, Plant Physiology 2nd edn, 1998, Sinauer Associates. © 1998 Sinauer Associates.)

Fatores que influenciam a germinação de sementes

❑ Fatores extrínsecos ou ambientais:

➤ Temperatura

- ✓ **Temperaturas extremas** - inibem a germinação - afetam processos metabólicos
- ✓ **Temperatura** - quebra ou induz a dormência

Sementes dormentes

- ✓ **Estratificação** - erva-mate
- ✓ **Estratificação quente**

Sementes que não apresentam dormência

- ✓ **Temperaturas cardiais** - mínima, máxima e ótima

Fatores que influenciam a germinação de sementes

☐ Fatores extrínsecos ou ambientais:

➤ Fatores químicos

- ✓ **Substâncias alelopáticas** - inibir ou promover
Exemplo: Eucalipto
- ✓ Íons
- ✓ pH - 6 a 7,5



Fatores que influenciam a germinação de sementes

□ Fatores extrínsecos ou ambientais:

➤ Fatores bióticos

- ✓ **Cobertura vegetal** - modifica a quantidade e a qualidade de luz
- ✓ **Raízes** - altera o potencial hídrico do solo
- ✓ **Animais** - enterram ou expõem as sementes
- ✓ **Fungos** - liberam substâncias voláteis
- ✓ **Larvas de insetos** - penetram na semente
- ✓ **Sementes podem ser ingeridas** - favorecer a digestão



Fatores que influenciam a germinação de sementes

□ Fatores intrínsecos ou internos

➤ **Morfologia**

- ✓ **Tegumento** - grau de permeabilidade à água, trocas gasosas
- ✓ **Tamanho**

Fatores que influenciam a germinação de sementes

□ Fatores intrínsecos ou internos

➤ Dormência

- Física: Bloqueio mecânico à germinação
- Fisiológica: Ação hormonal

DORMÊNCIA DA SEMENTE

Tipos de dormência:

➤ Física

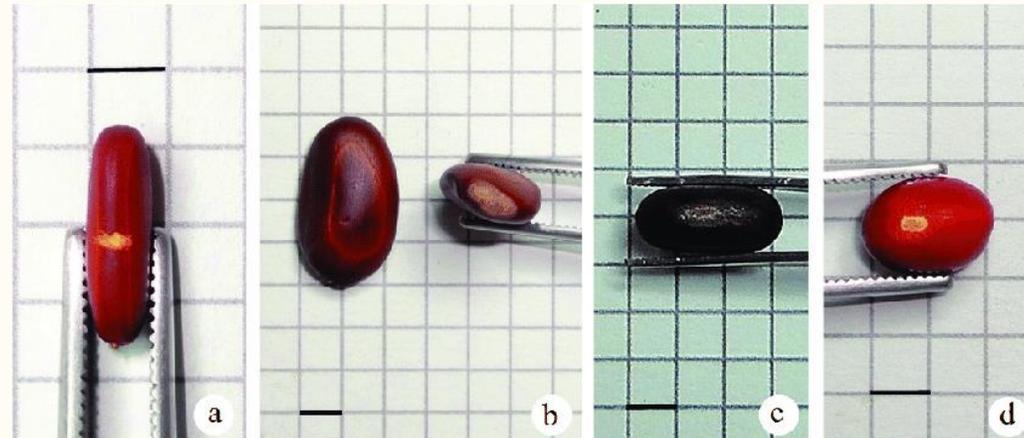
- Impermeabilidade dos envoltórios
- Inibidores nos envoltórios
- Envoltórios lenhosos

➤ Fisiológica

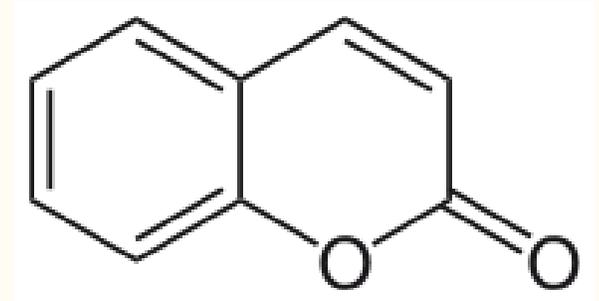
- Dormência primária
- Dormência secundária

DORMÊNCIA DA SEMENTE

Dormência física

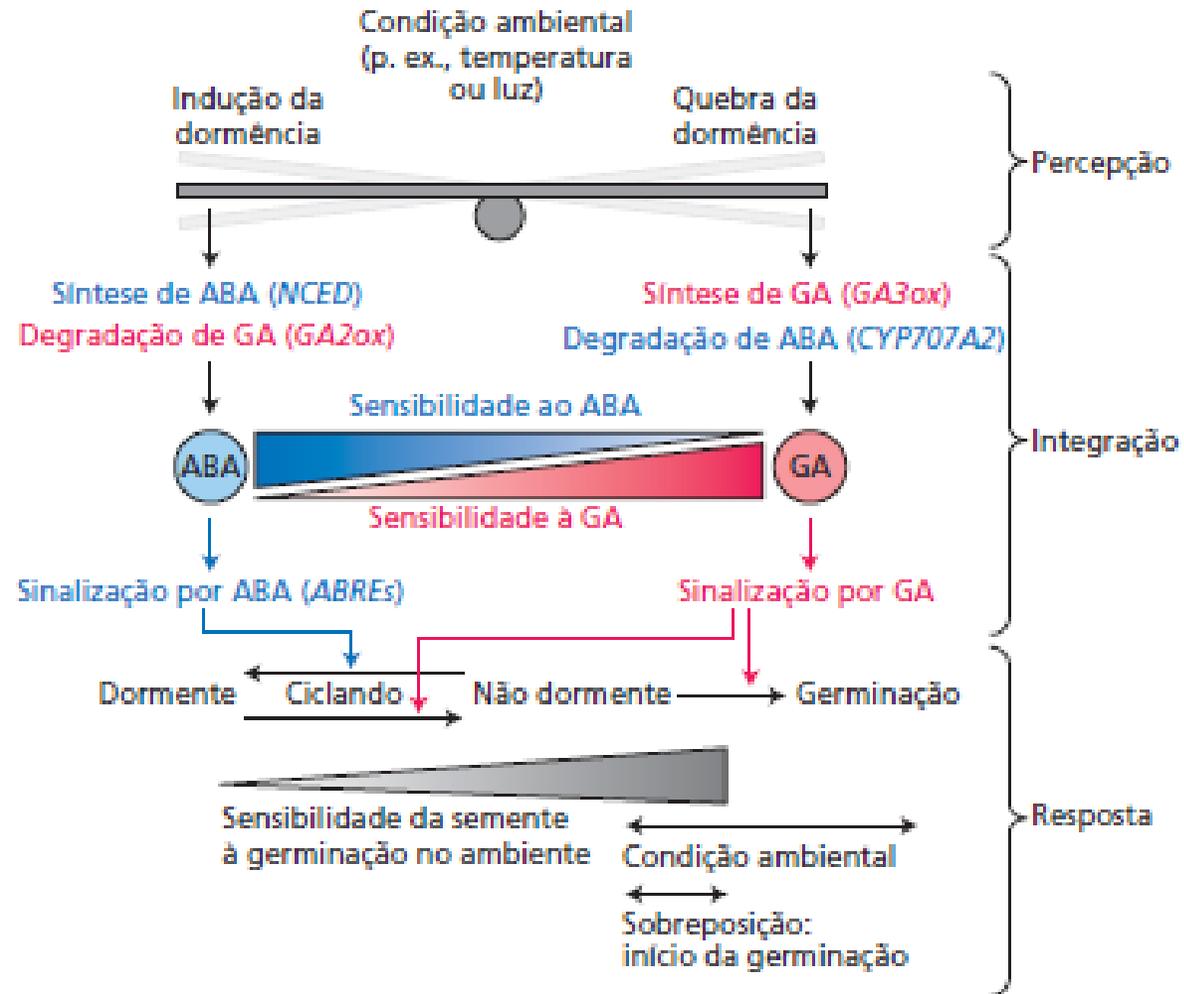


Impede absorção de H_2O e O_2



Cumarina

RAZÃO ABA:GA



DORMÊNCIA

Vantagens:

- ✓ **Função Ecológica** → evita que a semente germine em condições desfavoráveis
- ✓ Evita que a semente germine dentro do fruto

Desvantagens:

- ✓ Longos períodos para superar dormência
- ✓ Longevidade de plantas invasoras
- ✓ Perda na produção

VIVIPARIDADE

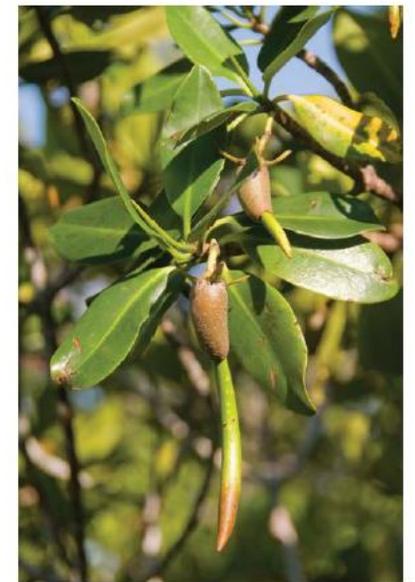


Figura 18.3 Sementes vivíparas do manguê-vermelho (*Rhizophora mangle*).

DESENVOLVIMENTO PÓS-EMBRIONÁRIO

1. Fase Juvenil
2. Fase adulta vegetativa
3. Fase adulta reprodutiva

Mudança de fase

Juvenildade: falta de competência para produzir órgãos reprodutivos

Função: assegurar que tenha desenvolvimento vegetativo suficiente para a fase reprodutiva

Fase juvenil X Fase adulta



Capacidade de formar estruturas reprodutivas

- Flores
- Cones



Fatores ambientais

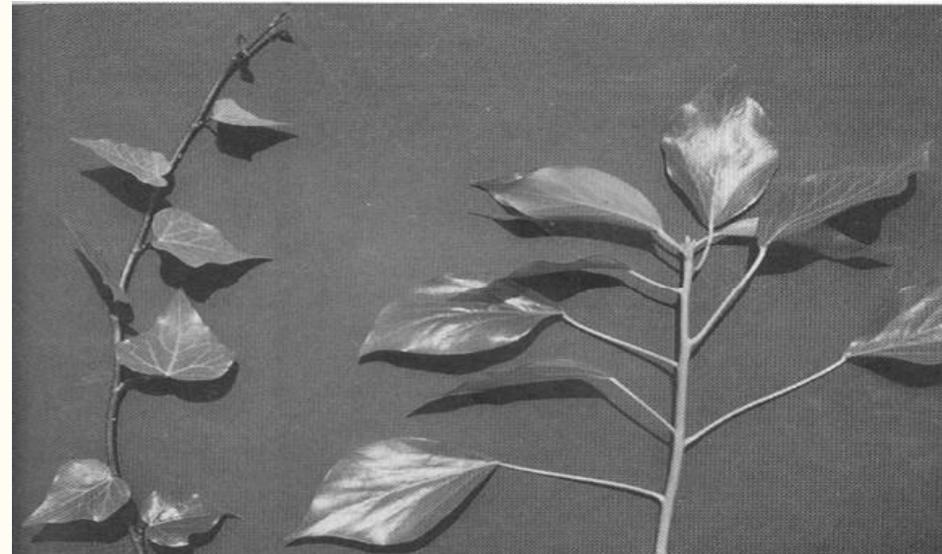
JUVENILIDADE E MATURIDADE

Fase juvenil para adulta

- **Morfologia foliar e Filotaxia**
- Hera (*Hedera helix*)

Planta jovem: folhas lanceoladas, arranjas alternadamente no mesmo plano

Planta adulta: folhas ovaladas, arranjas em espiral. Hábito de crescimento ereto.



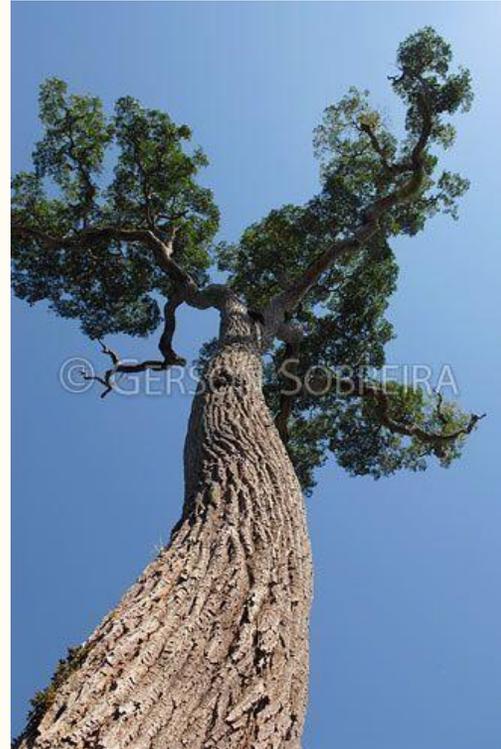
Hedera helix

Juvenilidade



Bambusa spp
12 anos

Aspidosperma polyneuron
Peroba rosa
25 anos



Sequoia gigantea
70 anos

Duração do periodo juvenil	
<i>Pinus sylvestris</i>	5 a 10
<i>Larix decidua</i>	10 a 15
<i>Pseudotsuga taxifolia</i>	15 a 20
<i>Picea abies</i>	20 a 25
<i>Betula pubescens</i>	5 a 10
<i>Fraxinus excelsior</i>	15 a 20
<i>Acer pseudoplatanus</i>	15 a 20
<i>Quercus robur</i>	25 a 30
<i>Fagus sylvatica</i>	30 a 40

FLORESCIMENTO

Florescimento – conversão do meristema vegetativo em reprodutivo

Importância econômica (agricultura, horticultura, floricultura etc.)

Desejável – floricultura, sementes e grãos, frutos, melhoramento genético

Indesejável – florescimento em cana-de-açúcar e hortaliças folhosas

FLORESCIMENTO

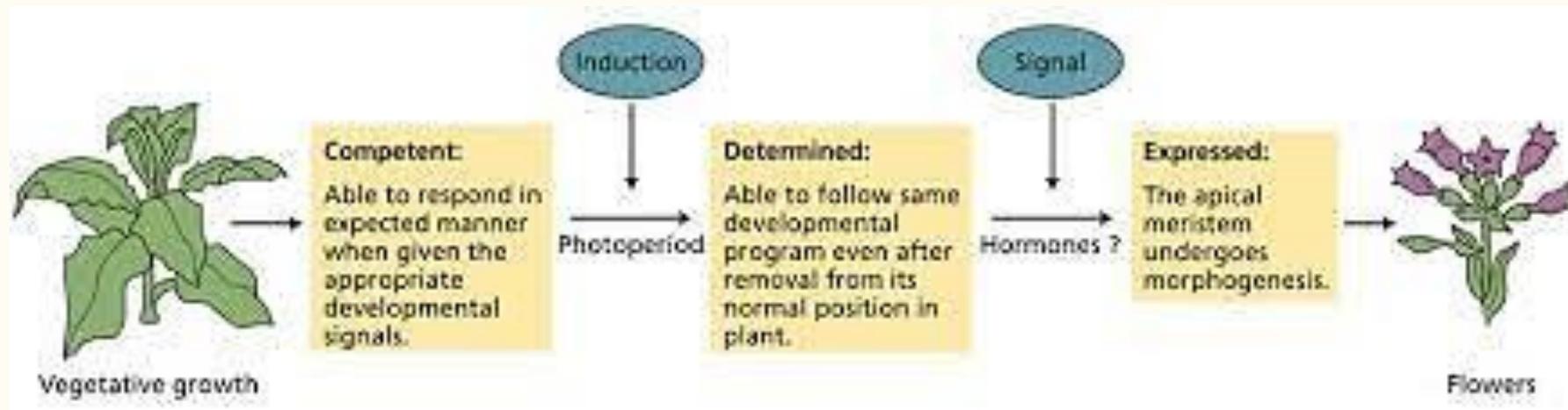
- **Evocação floral**
- **Regulação autônoma**
- **Regulação obrigatória ou qualitativa**
- **Facultativa ou quantitativa**
- **Fotoperiodismo e vernalização**

} Ambiental

FLORESCIMENTO

➤ Evocação floral

Processo pelo qual o meristema apical do caule se torna incumbido da formação de flores

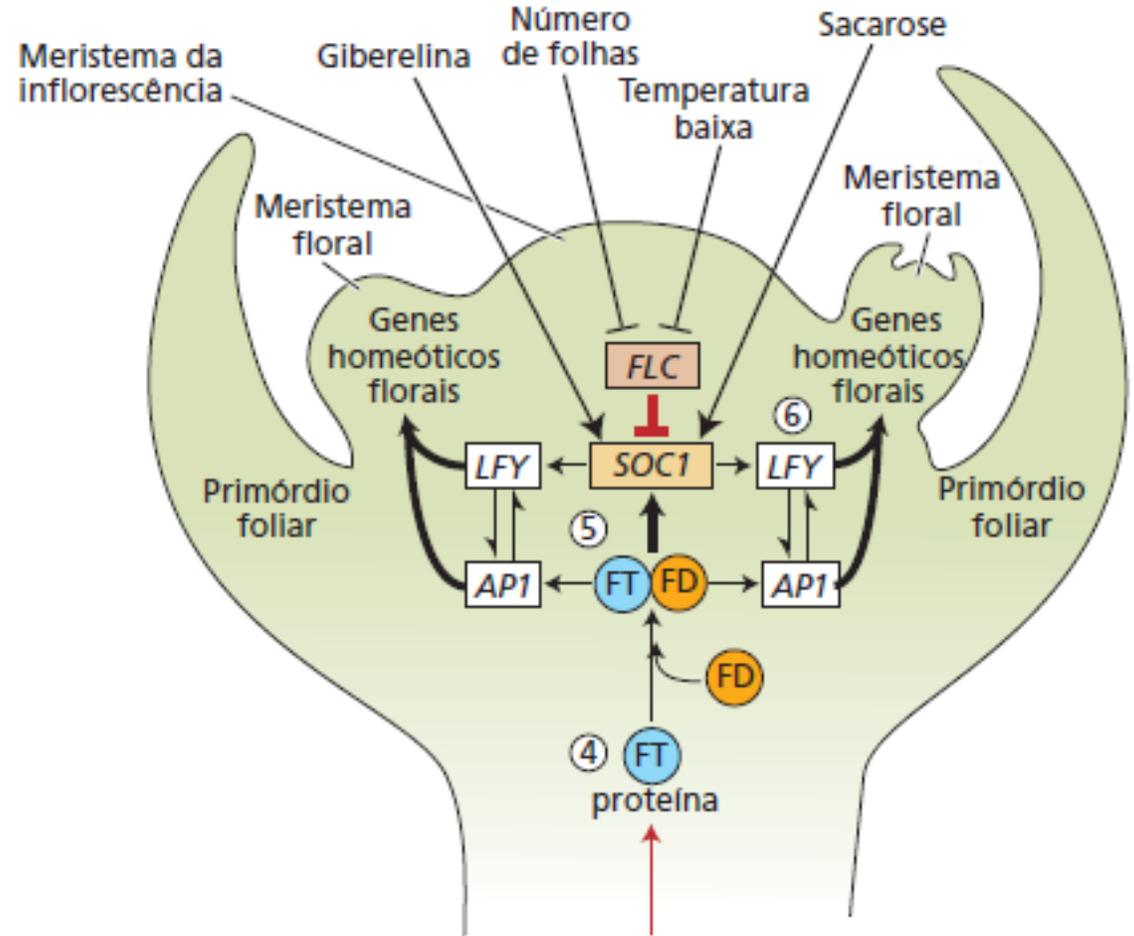


FLORESCIMENTO

➤ Regulação autônoma

A floração se dá em resposta a fatores de desenvolvimento internos e não depende de nenhum fator ambiental particular

Micro RNAs
Ritmo circadiano

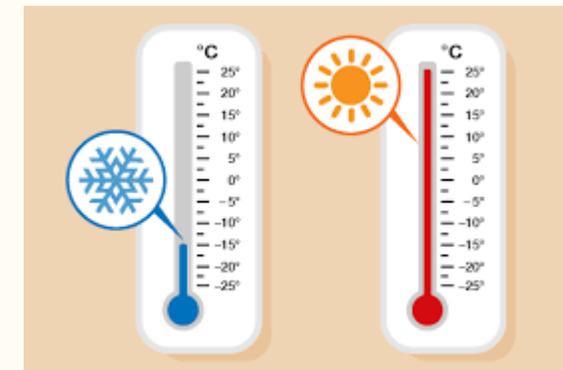
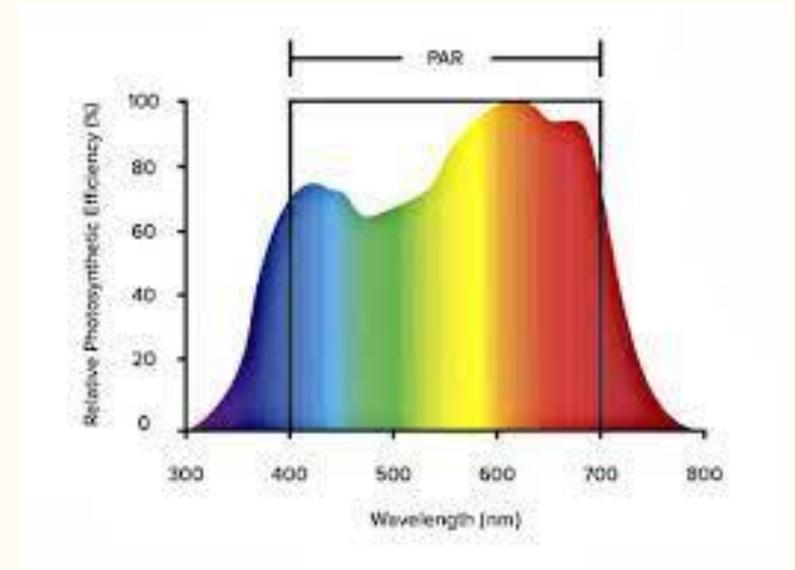


FLORESCIMENTO

➤ Regulação obrigatória ou qualitativa

Certas plantas exibem uma exigência absoluta de um sinal ambiental correto para florescer

- Luz
- Temperatura



FLORESCIMENTO

➤ Regulação facultativa ou quantitativa

A floração é promovida por certos sinais ambientais, mas pode ocorrer na ausência destes sinais.



FLORESCIMENTO

- **Fotoperíodo:**

Duração do dia. Representa a habilidade de um organismo detectar e responder às variações com comprimento do dia

PDC ➤ Plantas de Dias Curtos; café, soja, girassol

PDL ➤ Plantas de Dias Longos; trigo, batata, alface

PDN ➤ Plantas de Dias Neutros; arroz, feijão, tomate

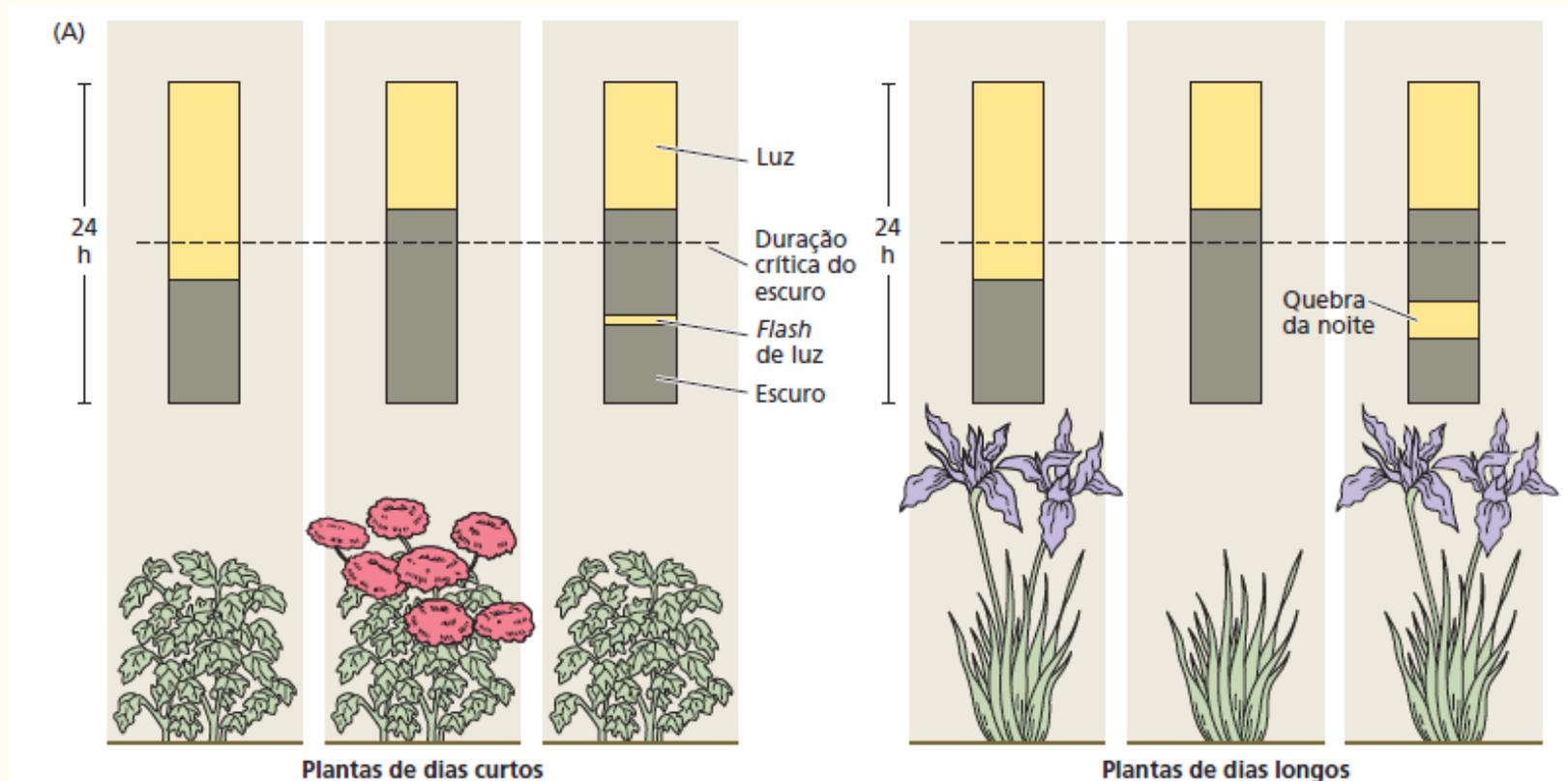
PDLC ➤ Plantas de Dias Longos-Curtos; crassuláceas

PDCL ➤ Plantas de Dias Curtos-Longo; centeio, gramíneas

FLORESCIMENTO

- Fotoperíodo

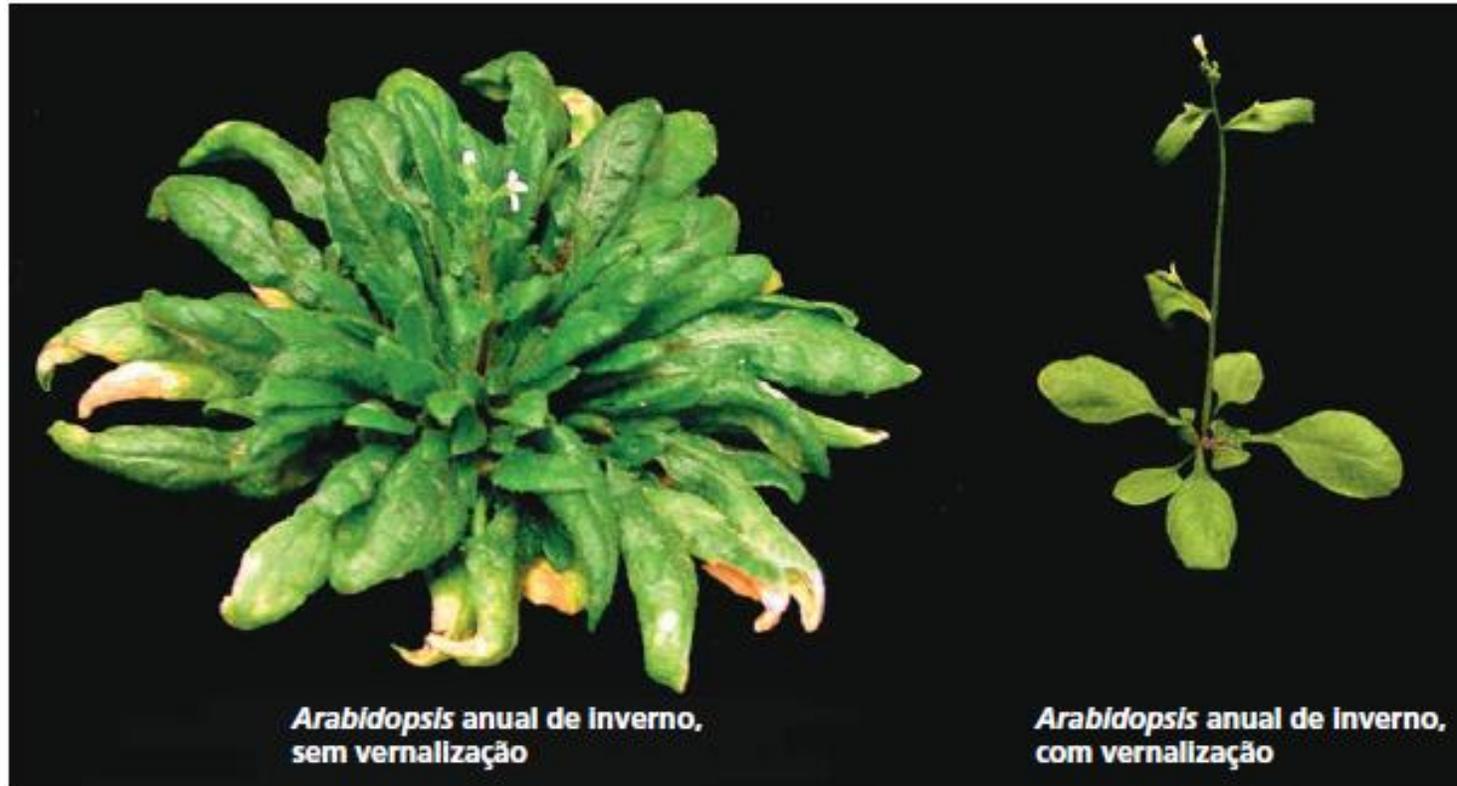
Resposta ao comprimento do dia ou da noite



FLORESCIMENTO

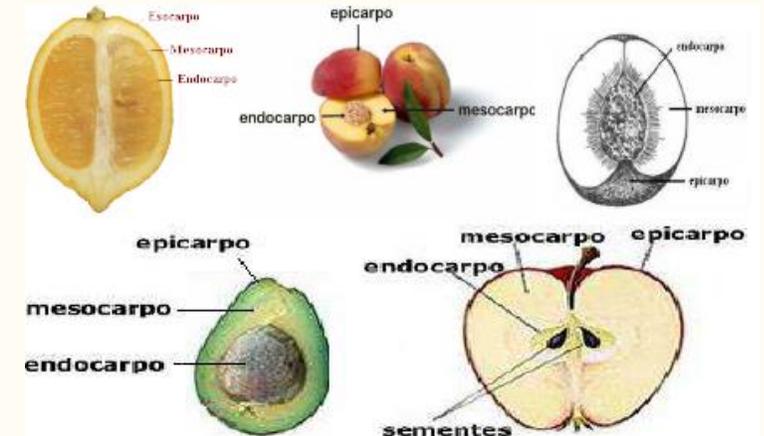
- **Vernalização**

A promoção do florescimento pelo frio prolongado

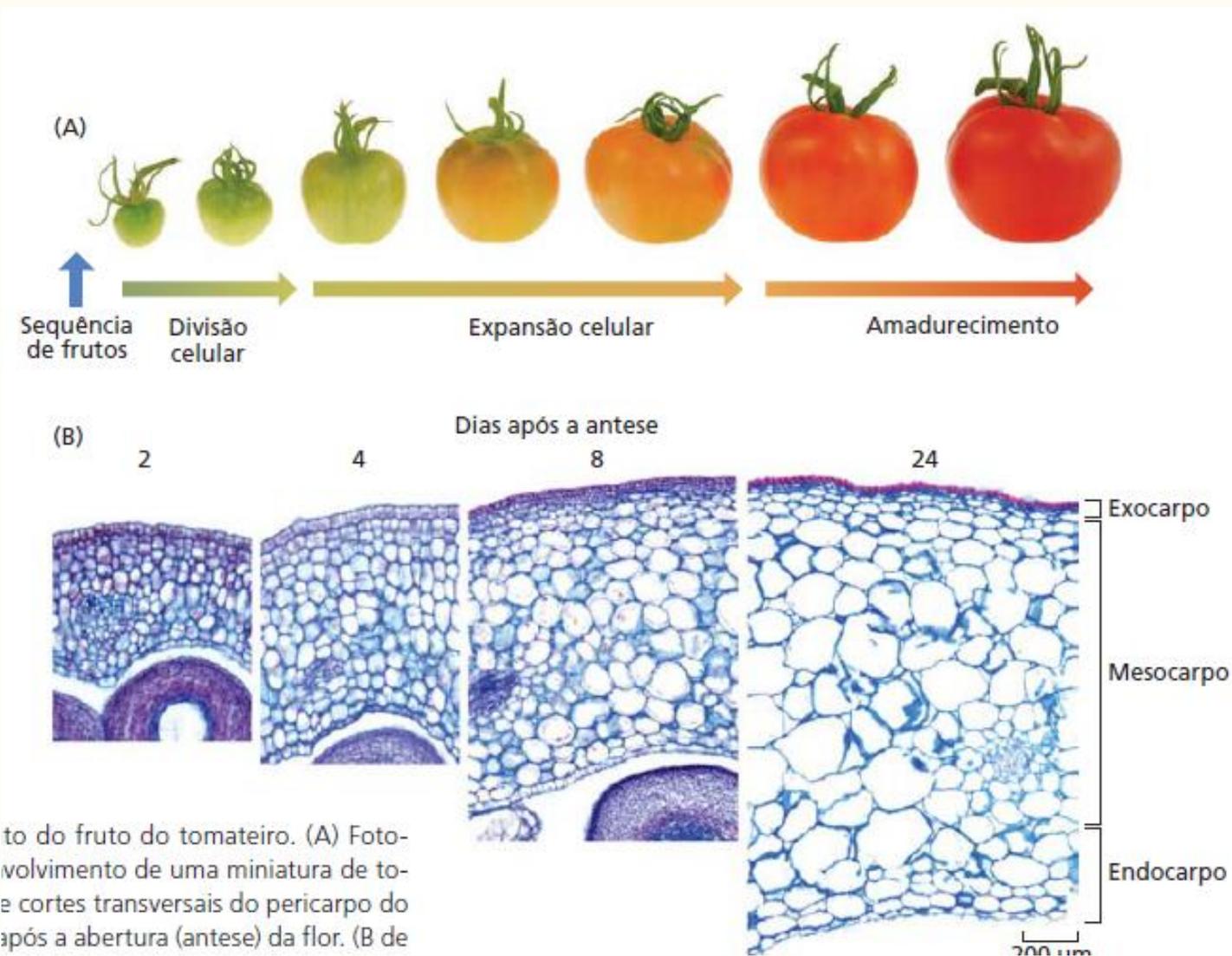


Amadurecimento de frutos

- Etapa na qual o fruto completamente maduro, mais palatável, sabores e odores específicos se desenvolvem
- Para a planta é o momento em que o embrião está pronto para dispersão no ambiente

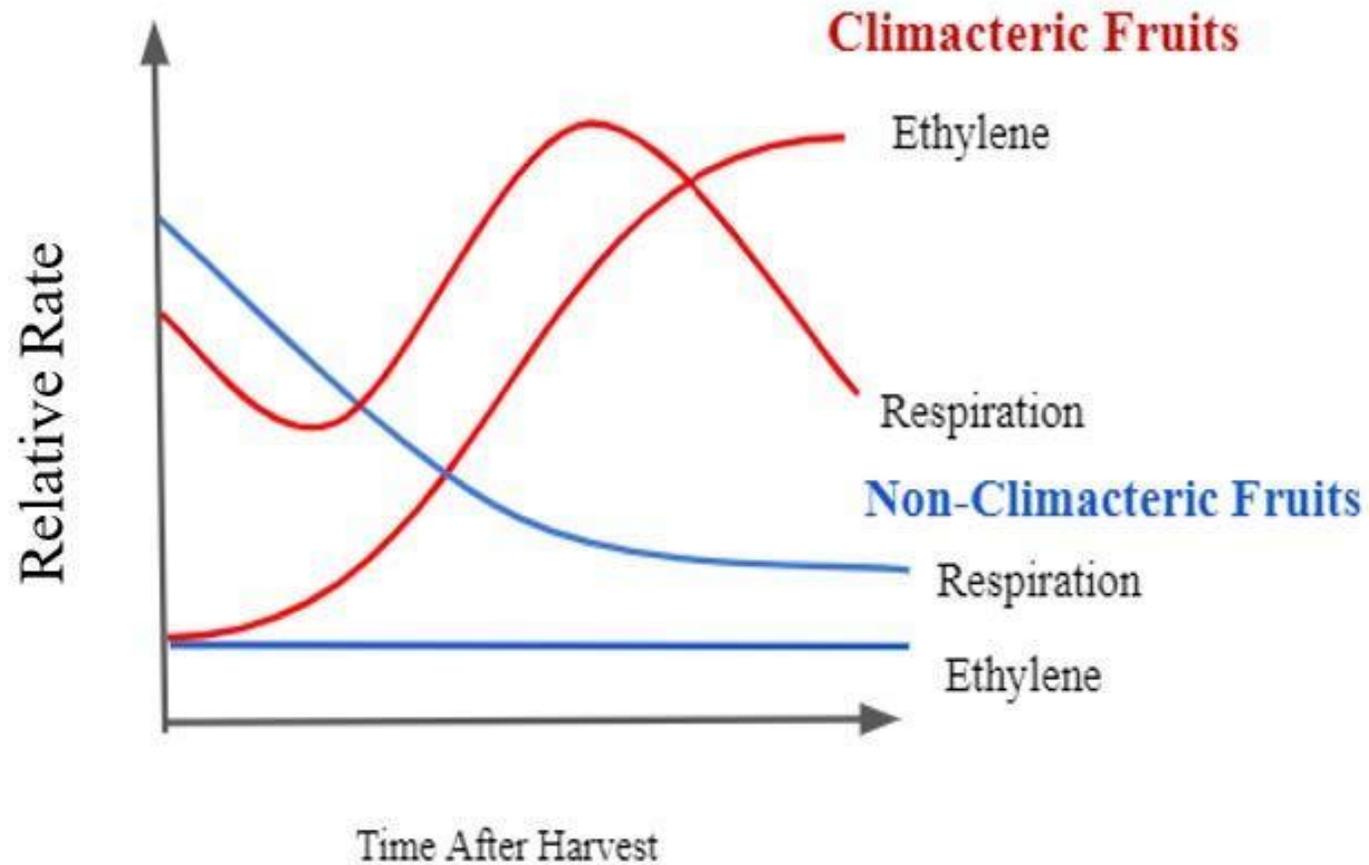


Amadurecimento de frutos



to do fruto do tomateiro. (A) Foto-
volvimento de uma miniatura de to-
e cortes transversais do pericarpo do
após a abertura (antese) da flor. (B de

Amadurecimento de frutos



Climacterium

Amadurecimento de frutos

- ✓ O etileno desencadeia a produção de algumas enzimas que provocam reações de amadurecimento das frutas, como hidrólise do amido.
- ✓ Nessa reação, o amido que está dentro do fruto verde tem a sua molécula “quebrada”, produzindo açúcares



Amadurecimento de frutos



Ácido
Amido
Clorofila
Pectinas insolúveis
Moléculas grandes

Baixa acidez
Açúcares
Antocianinas
Pectinas solúveis
Moléculas pequenas
(aromas)

Etileno

Enzimas

Frutos não climatéricos



Frutos climatéricos



Amadurecimento de frutos

➤ Frutos climatéricos

- ✓ Inicialmente, auxina e giberelina que atuam no aumento de peso seco dos frutos.
- ✓ Ao final, ocorre um pico da respiração e etileno, antes do amadurecimento.
- ✓ Etileno induz sua própria síntese



Hancornia speciosa (Mangaba)

Amadurecimento de frutos

➤ Frutos não climatérios

- ✓ São aqueles que não amadurecem se colhidos ainda verdes
- ✓ Nas fases iniciais auxina e giberelina atuam na formação
- ✓ Ao final ocorre um pico de ácido abscísico, devido a um aumento de açúcares e redução do potencial hídrico.
- ✓ Desta forma, o ABA, atuará no amadurecimento destes frutos e não o Etileno.



Senescência

- ✓ Processo natural do desenvolvimento vegetal
- ✓ Pode ser resposta ao estresse, como a queda de temperatura que se inicia no outono e segue até o inverno
- ✓ A senescência pode afetar os mais diferentes órgãos ou a até mesmo a planta como um todo após um ciclo reprodutivo



Senescência

➤ Tipos de senescência

✓ Senescência de frutos

✓ Senescência de folhas

✓ Senescência da planta toda

➤ Controle genético



Senescência

1. Fase de iniciação

Transição de dreno de nitrogênio para fonte de nitrogênio
Declínio da fotossíntese
Eventos de sinalização iniciais



3. Fase terminal

Perda da integridade celular
Morte celular
Abscisão foliar

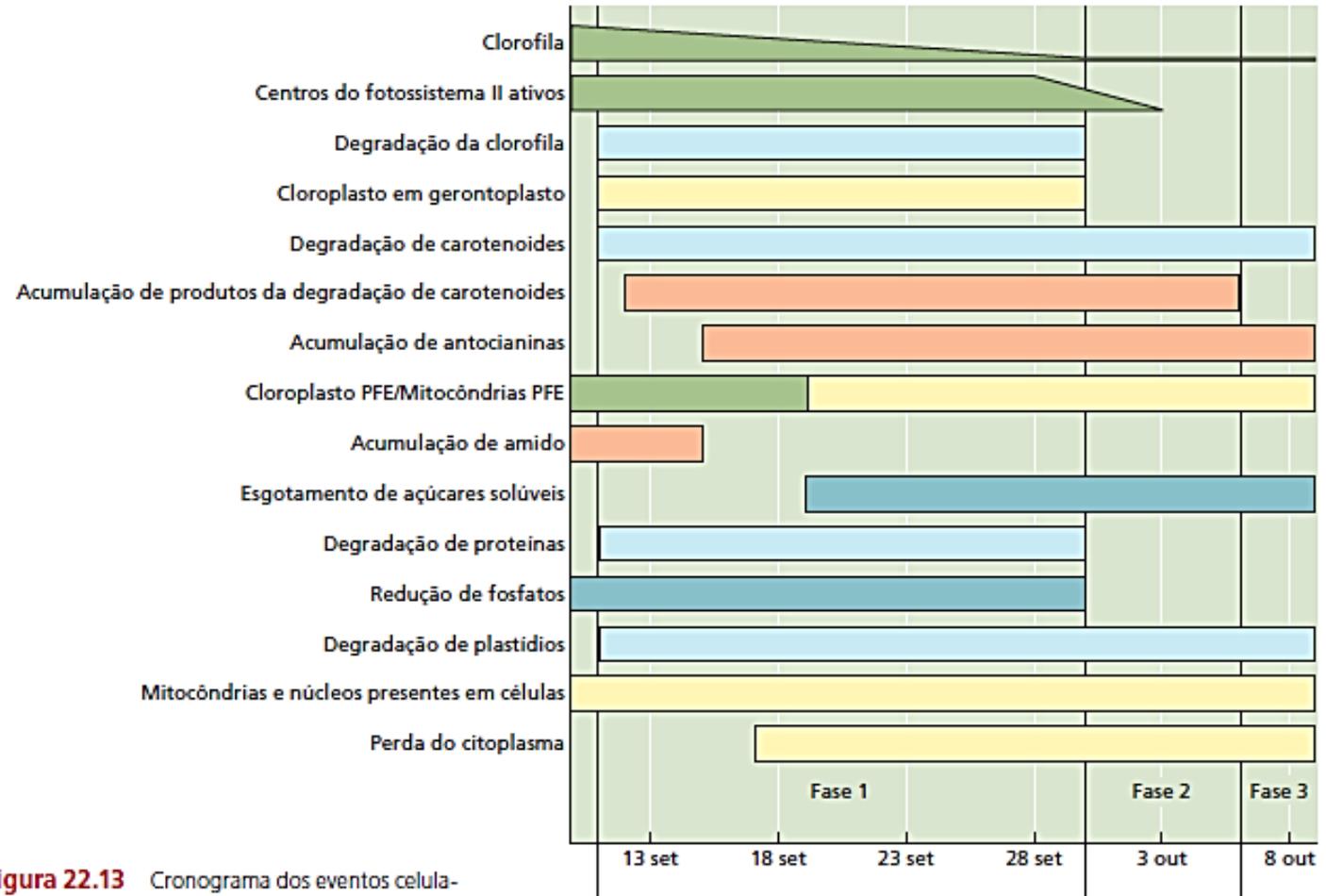
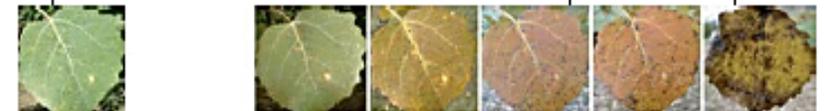
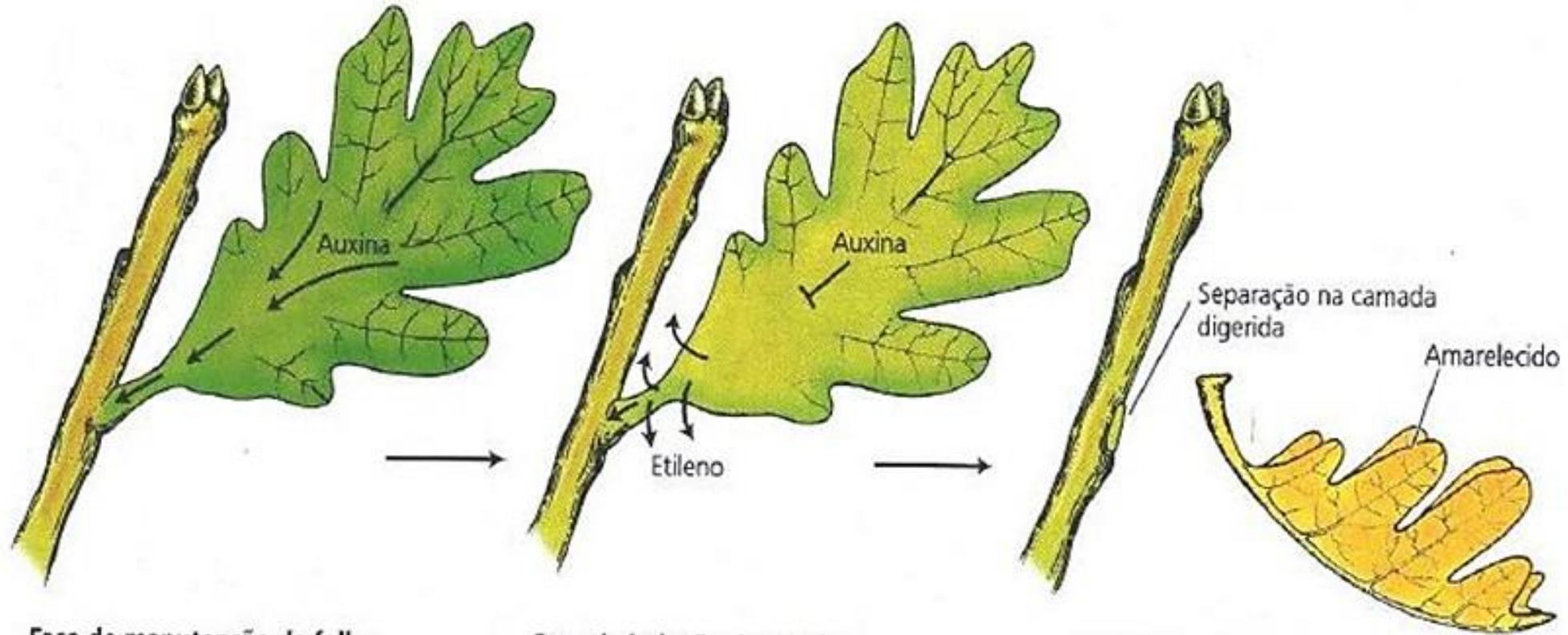


Figura 22.13 Cronograma dos eventos celulares durante a senescência foliar sazonal (como na Figura 22.12) no álamo (choupo) *Populus tremula*, de 10 de setembro a 10 de outubro. PFE, principal fonte de energia. (De Keskitalo et al., 2005.)





Fase de manutenção da folha

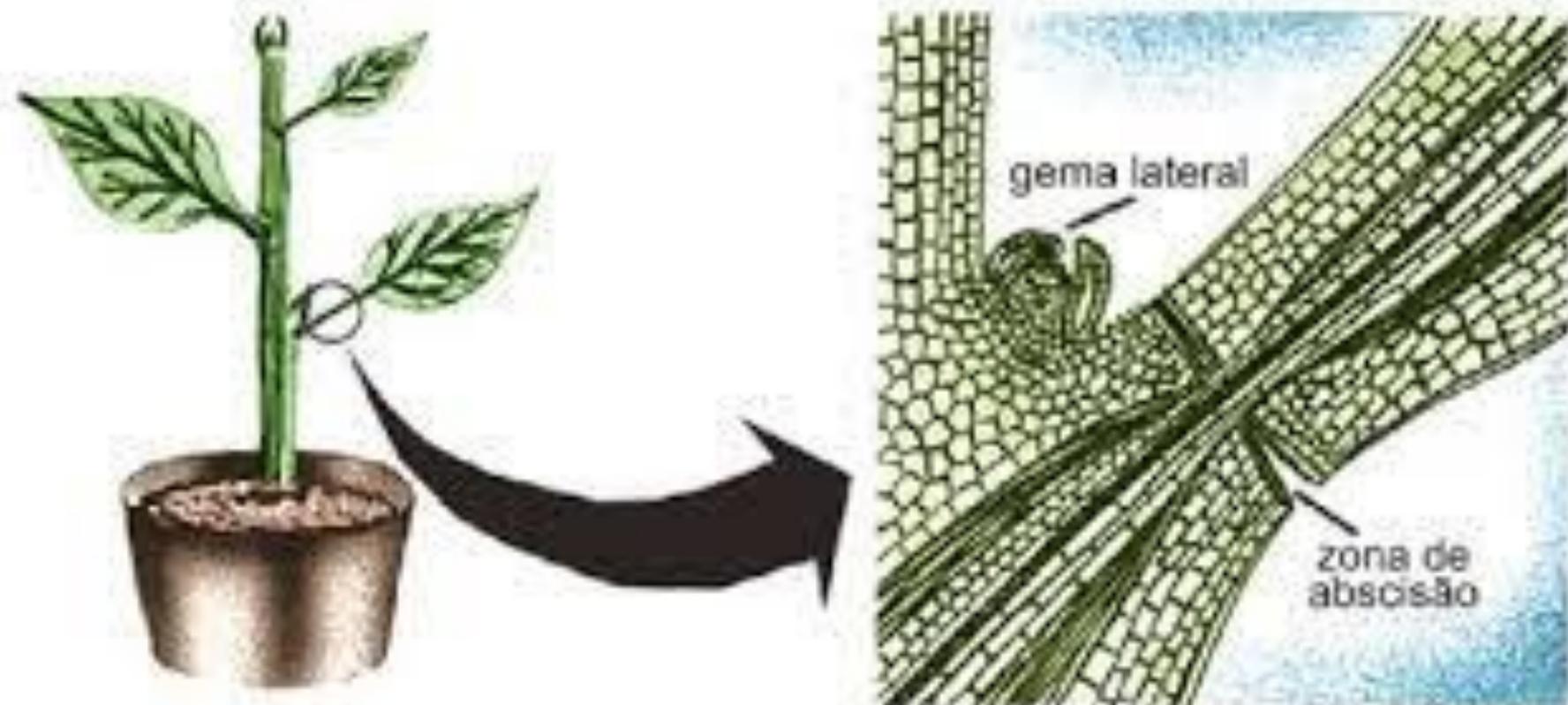
O alto nível de auxina na folha reduz a sensibilidade da zona de abscisão ao etileno e evita a queda da folha.

Fase de indução da queda

A diminuição da auxina na folha aumenta a produção de etileno e a sensibilidade da zona de abscisão, que desencadeia a fase de queda.

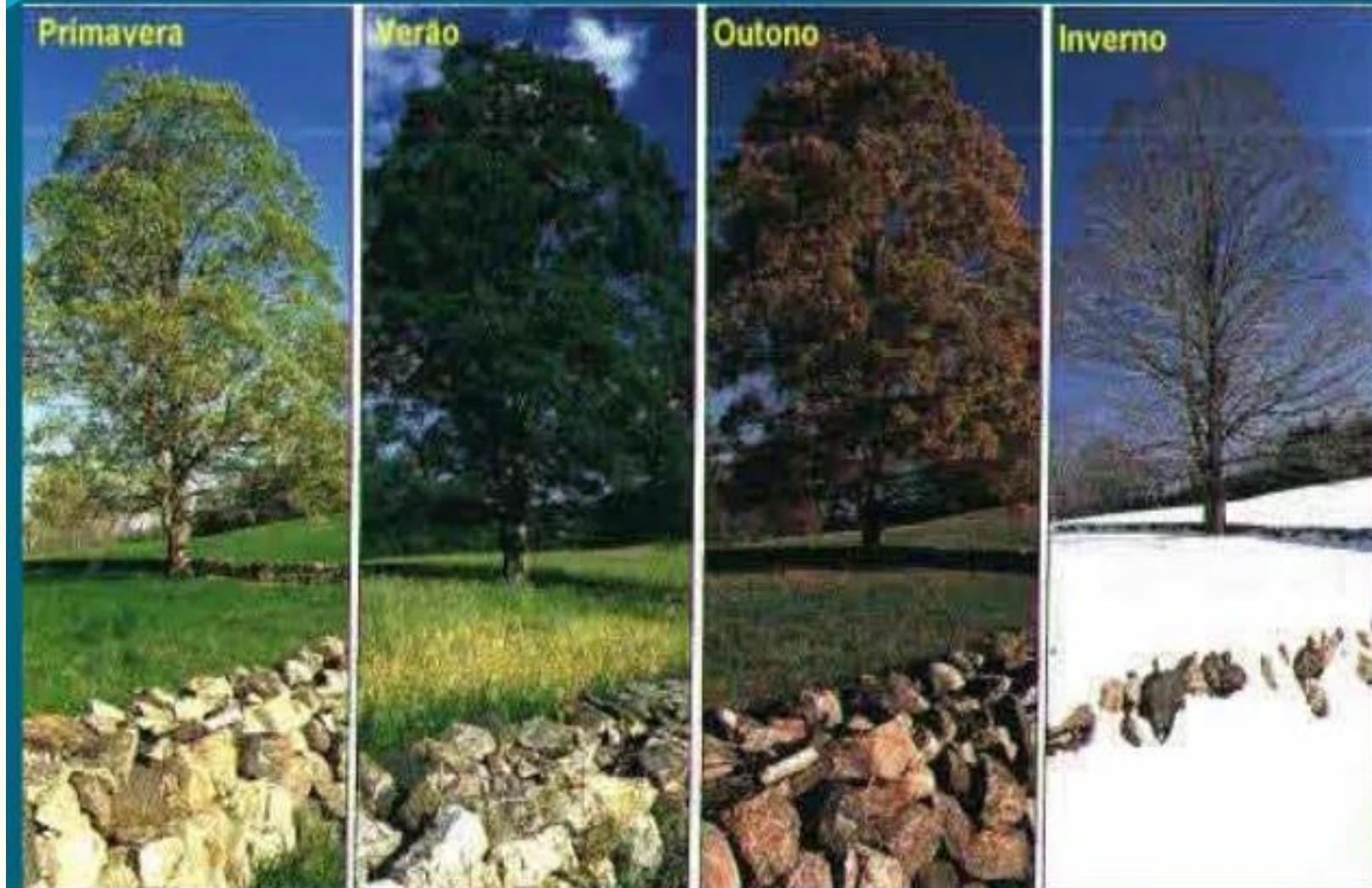
Fase de queda

Síntese de enzimas que hidrolisam os polissacarídeos da parede celular, resultando na separação das células e na abscisão da folha.



Esquema da zona de abscisão no peciolo da folha.

Ação hormonal na abscisão foliar.



Senescência

- Envolve os hormônios Etileno e Auxina
- Senescência (envelhecimento) de flores e folhas e à abscisão (queda) de folhas e frutos





Senescência da planta toda
(Final de ciclo em culturas anuais)

Considerações gerais

- Crescimento e desenvolvimento de uma planta iniciam com germinação de uma semente.
- Continuam com desenvolvimento vegetativo, floração, frutificação, dispersão de sementes e processos de senescência.
- Fase vegetativa do desenvolvimento tem início com célula única, o zigoto, predestinado a crescer de forma organizada.
- O zigoto passa a sofrer três processos celulares imprescindíveis para o crescimento e o desenvolvimento: divisão celular, alongamento celular e diferenciação celular.
- Estes processos produzem a organogênese.
- Nas plantas, a organogênese se mantém constante nos meristemas, o que é conhecido como crescimento indeterminado.
- Crescimento e desenvolvimento dependem de sinais ambientais (abióticos ou exógenos), principalmente presença de água, nutrição, luz, fotoperíodo e temperaturas.
- Estes induzem a síntese de sinais endógenos, os hormônios vegetais ou mensageiros primários.

Questionário tutorial sobre Biociclo Vegetal

(Para orientar individualmente os estudos e não deve ser entregue em grupo)

1. Quais são as etapas do biociclo vegetal? Como elas são controladas?
2. Diferencie germinação agrônômica e fisiológica.
3. Explique os processos que ocorrem deste a embriogênese até a germinação . Não esqueça de mostrar as três fases de embebição.
4. Explique como o potencial hídrico e seus componentes influencia na germinação de sementes.
5. O que é fotoblastimo?
6. Como a temperatura influencia a germinação de sementes dormentes e não dormentes?
7. Qual a importância da dormência? Como ela pode ser classificada? Quais são os fatores que estão relacionados com esse processo?
8. O que é juvenilidade e qual a sua importância?
9. Diferencie transição da fase juvenil para adulta e de vegetativa para reprodutiva.
10. Quais são os fatores que interferem no florescimento. Explique dando exemplos.
11. A senescência foliar é altamente controlada. Por que ?
12. Quais os hormônios envolvidos na senescência e abscisão?