

UNIDADE XI – REPRODUÇÃO EM PLANTAS SUPERIORES

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. REPRODUÇÃO ASSEXUAL**
 - 2.1. MECANISMOS**
 - 2.2. CONTROLE DA REPRODUÇÃO VEGETATIVA PELO MEIO AMBIENTE E POR FATORES INTERNOS**
- 3. REPRODUÇÃO SEXUAL**
 - 3.1. ASPECTOS GENÉTICOS**
 - 3.2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS**
 - 3.3. SINCRONIZAÇÃO DA REPRODUÇÃO**
- 4. REPRODUÇÃO SEXUAL E OS FATORES AMBIENTAIS**
 - 4.1. ESTRESSE HÍDRICO (HIDROPERIODISMO, Alvim, 1960)**
 - 4.2. TEMPERATURA (TERMOPERIODISMO, Went, 1940)**
 - 4.3. QUEIMADAS**
 - 4.4. FOTOPERIODISMO**
 - 4.5. VERNALIZAÇÃO**

Reprodução em plantas superiores

A reprodução é uma das mais importantes características dos seres vivos.

A própria existência das espécies evidencia a eficiência dos mecanismos de reposição de indivíduos que morrem.

As plantas superiores desenvolveram, pelo menos, dois mecanismos distintos de reprodução: assexual e sexual.

Um tipo de reprodução assexual é a **propagação vegetativa** (onde uma parte separa-se da “planta mãe” para dar origem a uma nova planta);

Outro tipo é a **apomixia** (na qual ocorre formação do zigoto sem que tenha havido meiose e fertilização. Ex: *Compositae*, dente-de-leão).

Na reprodução assexual o novo organismo tem a mesma constituição genética da planta mãe (clone).

A Reprodução sexual é encontrada em praticamente todas as plantas superiores.

Neste tipo de reprodução, o novo organismo tem constituição genética **que pode ou não diferir da constituição genética dos pais**.

A produção de gametas nas plantas envolve a formação da flor, órgão reprodutivo especializado.

Em geral, o aparecimento da flor é considerado como o início da reprodução sexual.

Reprodução vegetativa

A capacidade de regenerar uma planta tem sido demonstrada em vários sistemas de células e tecidos. E depende de duas características fundamentais das células:

A **totipotência**: células vegetais com núcleo contém toda a informação genética necessária para formar uma nova planta, desde que sejam submetidas a condições adequadas;

A **desdiferenciação**: é a capacidade de uma célula diferenciada nucleada de retornar à condição de célula meristemática e desenvolver um novo ponto de crescimento.

MECANISMOS DE REPRODUÇÃO VEGETATIVA

Do ponto de vista prático, a reprodução vegetativa tem grande importância para a horticultura, fruticultura e jardinagem. Em que pedaços de caules podem produzir raízes adventícias dando origem a novos indivíduos (propagação por estacas);

Atualmente, técnicas como a enxertia e diversas técnicas de cultura de tecido (cultura de ápices caulinares, microenxertia, cultura de raízes, etc.) têm importante uso:

- no melhoramento genético de plantas,
- na obtenção de plantas livres de patógenos, e
- na obtenção de plantas uniformes em curto prazo.

Na natureza, diferentes órgãos estão adaptados à reprodução vegetativa:

- **CAULES** – Cactáceas e herbáceas [*Bidens pilosa* (picão)];
- **ESTOLÕES, TUBÉRCULOS, RIZOMAS e BULBOS** – morango, batatinha, tiririca, bananeira e algumas gramíneas;
- **FOLHAS** – Possuem gemas (Crassuláceas, como *Bryophyllum calycinum* e espécies do gênero *Kalanchoe*);
- **RAÍZES** – Produzem gemas e formam novas plantas (muitas espécies de cerrado);
- **FLORES E INFLORESCÊNCIAS** – Passam a realizar a reprodução vegetativa (viviparidade) – comum em monocotiledôneas (como no caso de certas espécies de agave).

A maioria dos métodos de reprodução vegetativa (naturais ou artificiais) torna possível uma rápida proliferação das plantas, quando as condições são favoráveis.

Este fato pode ser altamente vantajoso para a espécie, desde que seu genótipo esteja bem adaptado ao seu ambiente local.

CONTROLE DA REPRODUÇÃO VEGETATIVA

- Em algumas espécies, as condições ambientais que favorecem a reprodução vegetativa são as mesmas que inibem a floração ou, em outras espécies, levam a planta à dormência. Por exemplo:
 - Begônia (PDL) precisa de 12 horas de luz diária para florescer, enquanto que em dias mais curtos formam tubérculos (contém gemas) e entram em dormência;
 - Morango (PDC) em dias longos e temperaturas altas formam estolões, os quais podem originar novas plantas;

Dos mecanismos internos que controlam a reprodução vegetativa, os fitohormônios parecem desempenhar papel importante, por exemplo:

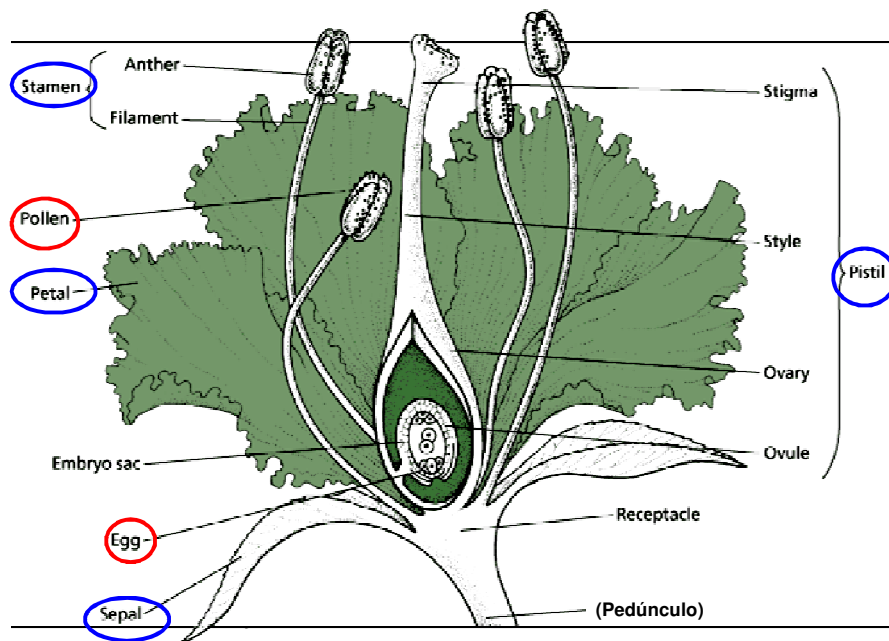
- Formação de raiz, caule e *callus* é regulada pela disponibilidade e interação entre auxinas e citocininas;
- Em morango, GA_3 estimula a formação de estolões;
- Em *Kalanchoe*, GA_3 inibe e citocininas estimulam a formação de plântulas nos limbos foliares.

Em muitas respostas, os hormônios (mensageiros químicos primários) parecem mimetizar as condições ambientais (sinal original), sugerindo que os mesmos podem mediar as respostas induzidas pelo ambiente sobre a reprodução vegetativa.

FISIOLOGIA DA FLORAÇÃO

A transição do desenvolvimento vegetativo para o reprodutivo (**floração**) envolve grandes alterações no padrão de morfogênese e diferenciação celular. Em última análise, este processo leva à produção dos órgãos florais: **sépalas, pétalas, estames e pistilo (carpelos)**.

Os eventos que ocorrem no ápice do caule e que forçam o meristema apical a produzir flores são coletivamente denominados de **evocação floral** (resgate voluntário feito pela memória genética).



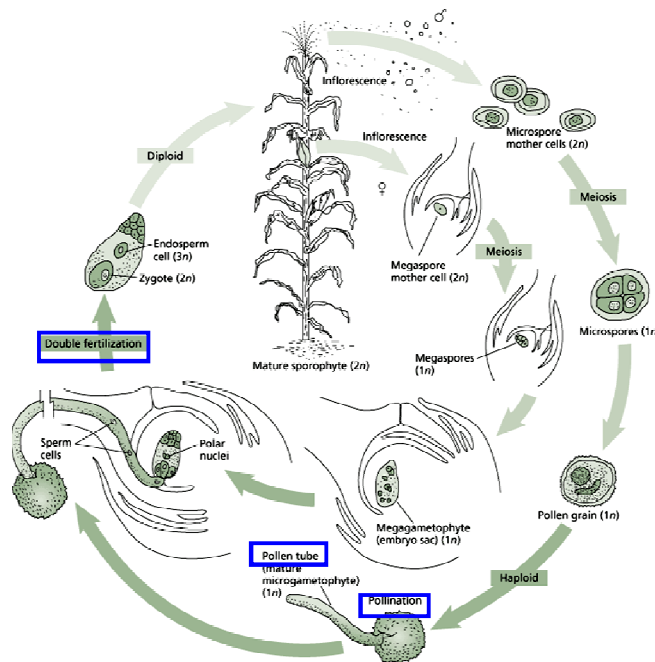
Aspectos genéticos da reprodução sexual

Embora a reprodução vegetativa apresente vantagens a curto prazo como a rápida propagação, quando as condições ambientais são favoráveis. A longo prazo a reprodução sexual é a mais importante para a manutenção das espécies.

Pois ela favorece a diversificação genética das populações por meio da recombinação de genes e permite, também, que mutações favoráveis se propaguem na população.

Essa capacidade de produzir diferentes genótipos, por meio da reprodução sexual, permite que as espécies sobrevivam às variações ambientais.

A reprodução sexual nas angiospermas pode ser dividida em três etapas: polinização (direta ou cruzada), germinação do grão de pólen e dupla fecundação (autofecundação ou fecundação cruzada).



Mecanismos que dificultam a autofecundação

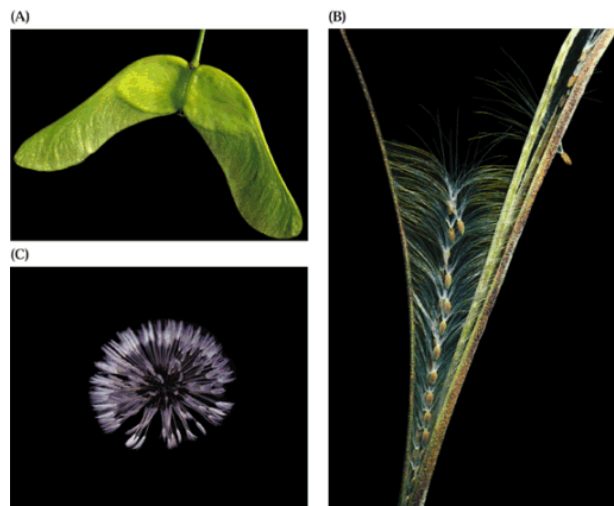
- Plantas monoicas (monoícia);
- Plantas dioicas (dioícia);
- Dicogamia - Quando os órgãos sexuais amadurecem em tempos diferentes:
 - Protandria: androceu amadurece antes do gineceu;
 - Protoginia: gineceu amadurece antes do androceu;
- Heterostilia - Quando uma espécie apresenta flores com estames e pistilos de tamanho diferentes:
 - Longestilia: estilete longo e filete curto;
 - Brevistilia: estilete curto e filete longo.
- Hercogamia - Quando há barreira que impede ou dificulta a autopolinização.

Estes mecanismos evidenciam as vantagens evolutivas do sistema da fecundação cruzada, que permite uma maior variabilidade genética.

Vantagens fisiológicas da reprodução sexual

A semente, **produto final da reprodução sexual**, representa o estágio de vida das plantas de maior resistência às adversidades climáticas, portanto:

- A produção periódica de sementes é de extrema importância na sobrevivência das espécies, principalmente aquelas de regiões que apresentam uma ou mais estações desfavoráveis no ano;
- As sementes representam a **única fase móvel** no ciclo de vida das plantas, logo processos evolutivos contribuem para um melhor mecanismo de dispersão;



(A) *Acer pseudoplatanus* usa as paredes finas do fruto seco como asas para efetuar a dispersão de sementes; (B) Fruto deiscente de salgueiro; e (C) Tricomas na forma de pluma de salgueiro facilitam a dispersão de sementes.

- **As sementes** raramente disseminam doenças causadas por vírus;
- Espécies que crescem em ambientes salinos acumulam grandes quantidades de sais nos caules e nas folhas, **mantendo as sementes com baixa concentração de sais.**

Estas observações indicam que as plantas protegem o meio pelo qual a espécie se mantém.

Há duas fases no ciclo de vida de muitas plantas em que as **variações sazonais atuam seletivamente** através de respostas fisiológicas:

1. **Entrada em dormência:** permite a sobrevivência dos indivíduos em condições desfavoráveis de temperatura ou de falta de água. A dormência pode ocorrer em sementes e em gemas da parte aérea e de órgãos subterrâneos;
2. **Sincronização da floração:** ocorre durante a reprodução sexual, **aumenta a possibilidade de ocorrer polinização e fertilização cruzadas e também assegura o desenvolvimento posterior das sementes em condições climáticas favoráveis.**

Durante o desenvolvimento pós-embrionário, o meristema apical do caule passa por três fases de desenvolvimento:

1. **Juvenil** – A planta não tem habilidade para florescer;
2. **Adulto vegetativo** – A planta torna-se competente para formar estruturas reprodutivas (adquire a maturidade para florescer);
3. **Adulto reprodutivo** – A planta torna-se determinada para florescer.

Mudança de fase: depende de um sinal específico do desenvolvimento (autônoma) ou ambiental (obrigatória ou facultativa).

A transição da fase juvenil para a adulta vegetativa é frequentemente acompanhada por mudanças nas características vegetativas, tais como:

- morfologia;
- filotaxia;
- formação de espinhos;
- capacidade de enraizamento;
- retenção de folhas em espécies decíduas.

Characteristics of juvenile and adult phases of English ivy (*Hedera helix*) and maize (*Zea mays*)

Traits	Juvenile	Adult
<i>Hedera helix</i>		
Leaf shape	Lobed	Ovate
Leaf thickness	230 μm	330 μm
Phyllotaxy ^a	Alternate	Spiral
Plastochron ^b	1 week	2 weeks
Growth habit	Horizontal	Vertical
Anthocyanin	Present	Absent
Aerial roots	Present	Absent
Rooting ability	Good	Poor
Flowers	Absent	Present
<i>Zea mays</i>		
Cuticle thickness	1 μm	3 μm
Epidermal cell shape	Circular	Rectangular
Epicuticular wax	Present	Absent
Aerial roots	Present	Absent
Bulliform cells ^c	Absent	Present
Lateral buds	Tillerlike ^d	Ears or absent

Source: Poethig 1990.

^a Arrangement of leaves around the stem.

^b The time period between the successive initiation of leaves.

^c Large cells on the upper epidermis whose turgor changes control leaf unrolling in members of the grass family.

^d Branches forming at the base of the stem.

Formas de folhas de *Hedera helix* nas fases juvenil e adulto.



FIGURA 25.9 Fases juvenil e adulta da hera (*Hedera helix*). A fase juvenil possui folhas palmadas lobadas em um arranjo alternado, hábito de crescimento trepador e não apresenta flores. A fase adulta (projetando-se para fora à direita) possui folhas inteiras ovadas em um arranjo espiral, crescimento para cima e flores que se desenvolvem em frutos (cortesia de L. Rignanese).

Transição de
folhas
compostas
pinadas de
Acacia
heterophylla
(fase juvenil)
para filódios
(fase adulta).

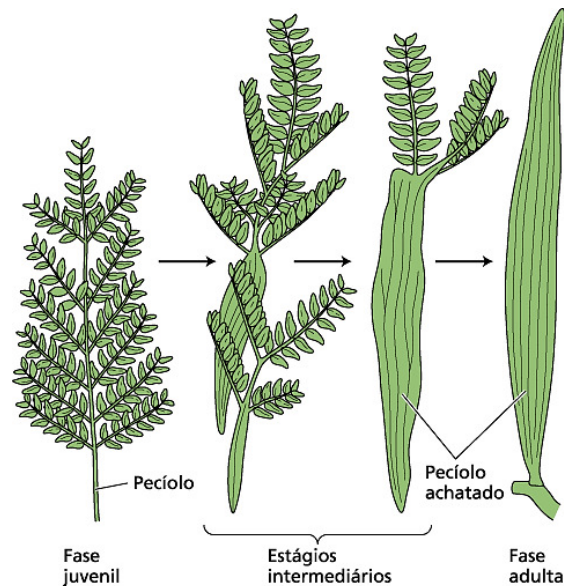


FIGURA 25.10 Folhas de *Acacia heterophylla*, mostrando a transição de folhas compostas pinadas (fase juvenil) para filódios (fase adulta). Observe que a fase anterior é mantida no topo da folha nas formas intermediárias.

Comprimento do período juvenil em plantas lenhosas

Espécie	Comprimento do período juvenil
Rosa [<i>Rosa</i> (híbrido chá)]	20-30 dias
Videira (<i>Vitis</i> spp.)	1 ano
Macieira (<i>Malus</i> spp.)	4-8 anos
<i>Citrus</i> spp.	5-8 anos
Hera (<i>Hedera helix</i>)	5-10 anos
Sequoia (<i>Sequoia sempervirens</i>)	5-15 anos
<i>Acer pseudoplatanus</i>	15-20 anos
Carvalho-inglês (<i>Quercus robur</i>)	25-30 anos
Faia-europeia (<i>Fagus sylvatica</i>)	30-40 anos

Fonte: Clark, 1983.

Representação esquemática do modelo combinatório de desenvolvimento da parte aérea em milho

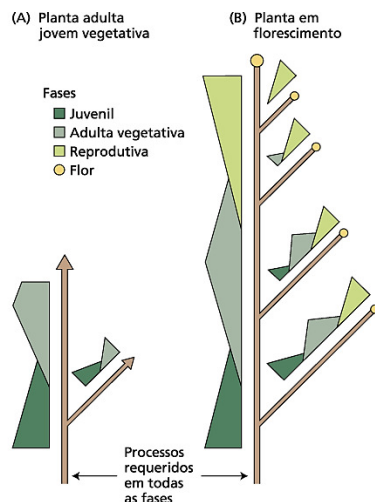


FIGURA 25.11 Representação esquemática do modelo combinatório de desenvolvimento do caule no milho. Os gradientes de expressão sobrepostos das fases juvenil, adulta vegetativa e reprodutiva estão indicados ao longo do comprimento do eixo principal e dos ramos. A linha marrom contínua representa os processos requeridos durante todas as fases de desenvolvimento. Cada uma das três fases pode ser regulada por programas separados de desenvolvimento, com fases intermediárias aparecendo quando os programas se sobrepõem. (A) Planta adulta jovem vegetativa. (B) Planta florescendo (segundo Poethig, 1990).

Modelo simplificado para a evocação floral no ápice do caule

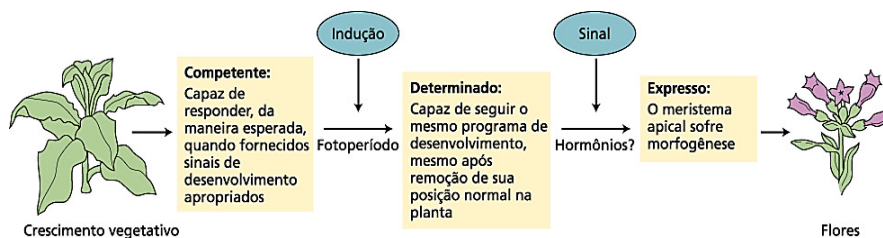


FIGURA 25.12 Um modelo simplificado para evocação floral no ápice do caule, no qual as células do meristema vegetativo adquirem novos destinos de desenvolvimento. Para iniciar o desenvolvimento floral, as células do meristema precisam, primeiro, se tornar competentes. Um meristema vegetativo competente é aquele que pode responder a um estímulo floral (indução), tornando-se determinado do ponto de vista floral (comprometido para produzir flores). O estado determinado é geralmente expresso, mas pode necessitar de um sinal adicional (segundo McDaniel et al., 1992).

Competência e determinação são dois estágios na evocação floral

EVOCÇÃO FLORAL:

Resgate voluntário feito pela memória genética.

Reprodução sexual e fatores ambientais

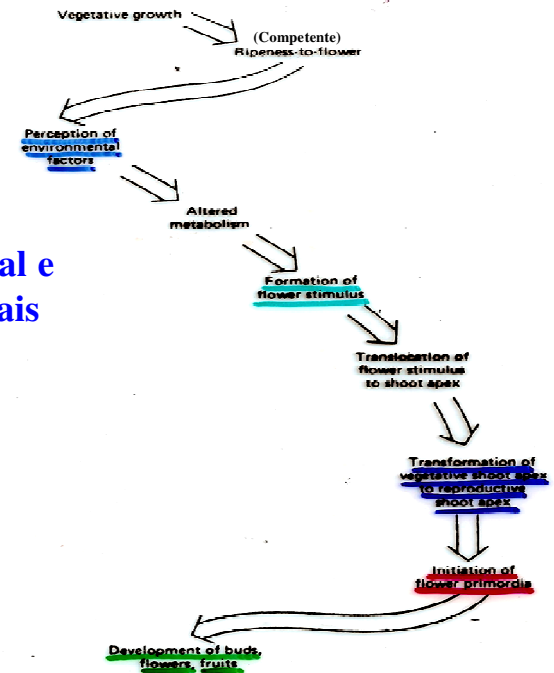
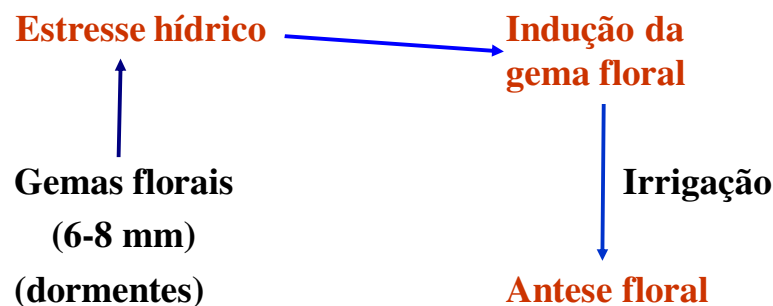


Figure 18-1 Some processes involved in the initiation of flower primordia.

Efeito do estresse hídrico no florescimento

Alvim (1960) – trabalhando com cafeeiro (PDC), observou que se as plantas fossem mantidas em solo na capacidade de campo elas não floresciam. Porém as gemas florais cresciam até 6 a 8 mm, em um período de 2 meses, então paravam de crescer e entravam em dormência:



Hidroperiodismo é o termo que designa a relação planta-água, na qual a transição de secura para umidade tem um papel decisivo na floração e no crescimento de algumas espécies.

O déficit hídrico pode acelerar ou sincronizar o florescimento em algumas frutíferas. Ex: mangueira e cajueiro.

TERMOPERIODISMO

EXPERIMENTO DE ALTERNÂNCIA DE TEMPERATURA DIURNA E NOTURNA (Went & col., 1940) COM TOMATE (*Lycopersicum esculentum*)

TRATAMENTO	CRESCIMENTO	FRUTIFICAÇÃO
18°C constante	PEQUENO	SIM (PEQUENA)
26°C constante	PEQUENO	NÃO
26°C dia / 18°C noite	VIGOROSO	PRODUÇÃO MÁXIMA
18°C dia / 26°C noite	MENOR QUE EM 26°C CONST.	NÃO

Termoperiodismo é o termo que designa a resposta de plantas aos diferentes regimes de temperatura diurna e noturna.

QUEIMADAS

As queimadas podem ser de origem natural ou causadas pelo homem.

As consequências imediatas das queimadas para o meio ambiente são:

- Aumento de temperatura;
 - Destruição da fitomassa;
 - Alterações na umidade, na matéria orgânica e na microflora do solo;
 - Produção de gases pela combustão;
-
- Retirada da cobertura do solo, tornando-o mais sujeito à erosão;
-
- Alterações na composição da flora (causa uma maior diversidade de comunidades e de espécies).

No Brasil, o problema de queimadas é bastante comum, principalmente em regiões de CERRADO (vegetação caracterizada por árvores baixas, relativamente espaçadas e com um tapete de plantas herbáceas, muitas gramíneas). O cerrado é encontrado no Planalto Central, na Amazônia e em parte do Nordeste.

Nesse ecossistema, a seca severa e o fogo podem ser fatores que controlam a vegetação.

Na vegetação do cerrado tem sido observado o efeito da queimada sobre a floração de muitas espécies (Ferri, 1985).

Por exemplo, o sapé (*Imperata brasiliensis*) floresce em qualquer época do ano, desde que a planta seja submetida à queimada.

Alguns autores acreditam que o fogo causaria a eliminação de um inibidor da floração e ao mesmo tempo estimularia a síntese de um promotor da floração, por ação térmica ou por gases oriundos da combustão.

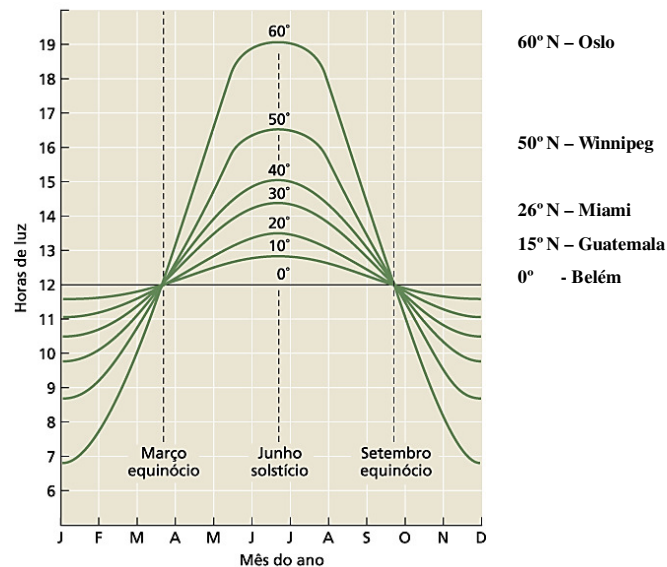
Alterações frequentes que ocorrem no desenvolvimento de espécies resistentes às queimadas.

- Ramificação intensa, provocada pela perda da dominância apical causada pela queima constante da gema apical;
- Nanismo da parte aérea causado pela queima frequente dos ramos;
- Indução da floração;
- Promoção da deiscência do fruto;
- Indução da germinação de sementes.

Fotoperiodismo

É a capacidade dos organismos para medir o comprimento do período luminoso.

O comprimento do período luminoso varia amplamente no globo terrestre, em função da latitude e do mês do ano.



O fotoperiodismo influencia vários aspectos do desenvolvimento das plantas, tais como dormência, desenvolvimento de tubérculos e queda de folhas.

Porém, a mudança do estágio vegetativo para o reprodutivo (floração) é que tem despertado o maior interesse dos fitofisiologistas.

O fotoperiodismo reflete a necessidade da planta para sincronizar o seu ciclo de vida em relação às estações do ano (mudanças ambientais).

As respostas fotoperiódicas são importantes para as plantas de regiões subtropicais e temperadas.

Respostas fotoperiódicas básicas em plantas em florescimento

- Plantas de dias curtos (PDC): São aquelas que florescem somente, ou mais rapidamente, quando recebem luz por um período inferior a um certo fotoperíodo crítico;
- Plantas de dias longos (PDL): São aquelas que florescem somente, ou mais rapidamente, quando recebem luz por um período superior a um certo fotoperíodo crítico;
- Plantas de dias neutros ou indiferentes: São aquelas que florescem após um certo crescimento vegetativo;

Outras respostas fotoperiódicas

- **PDLC:** *Várias espécies do gênero Bryophyllum, Kalanchoe gastonis-bonieri;*
- **PDCL:** *Trifolium repens, Campanula medium;*
- **PD intermediários:** *Chenopodium album, Saccharum spontaneum;*
- **PD anfifotoperiódicas:** *Madia elegans.*

FOTOPERÍODO: É o número de horas de luz por dia.

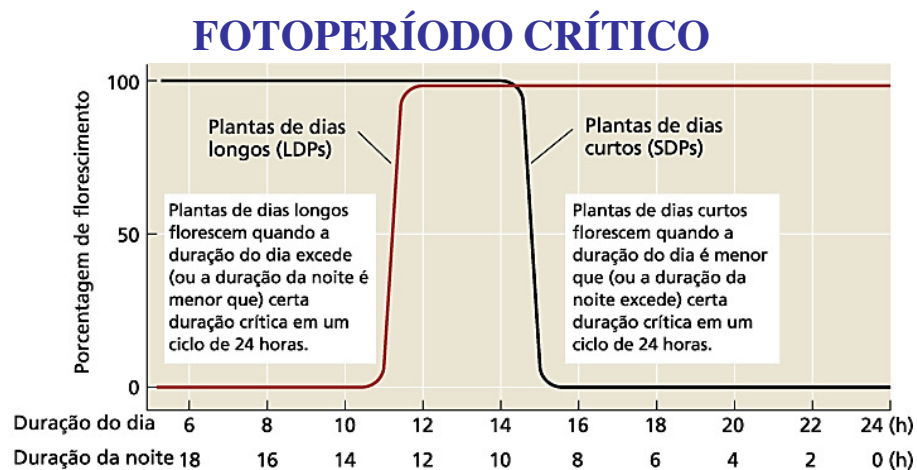
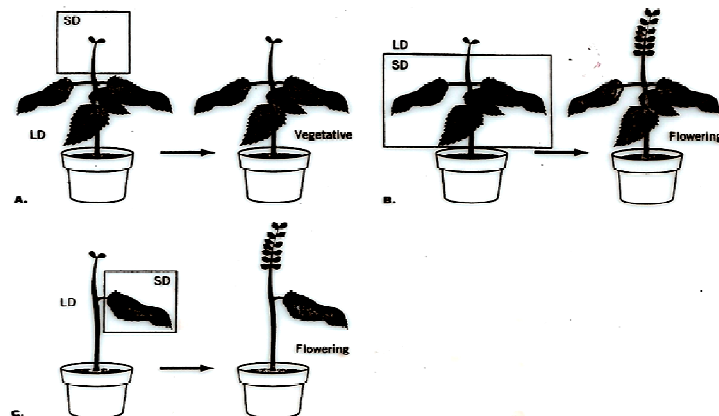


FIGURA 25.18 – A resposta fotoperiódica em plantas de dias longos e plantas de dias curtos. A duração crítica varia com a espécie: neste exemplo, as SDP (PDC) e LDP (PDL) floresciam em fotoperíodos entre 12 e 14 horas.



O papel da folha na percepção do estímulo fotoperiódico em *Perilla*, uma planta de dias curtos. (A) A planta não floresce quando o ápice é protegido e mantido sob dias curtos e as folhas são mantidas sob dias longos; (B) A planta floresce quando as folhas são submetidas a dias curtos, mesmo que o ápice permaneça sob dias longos; (C) O florescimento ocorre quando uma única folha é mantida sob dias curtos (Hopkins, 2000).



FIGURE 20.6 Transmission of the floral stimulus in grafted plants. Several plants are “approach” grafted and the terminal plant is induced to flower. All plants will flower, indicating that the floral stimulus has been transmitted from the single induced leaf through all of the plants.

Obs: O estímulo floral parece ser transportado pelo floema.

Esse estímulo floral poderia ser um dos fitohormônios já conhecidos?

Ação de fitohormônios sobre o florescimento em plantas

❖ AUXINAS

- Inibem a floração na maioria dos casos.

❖ GIBERELINAS

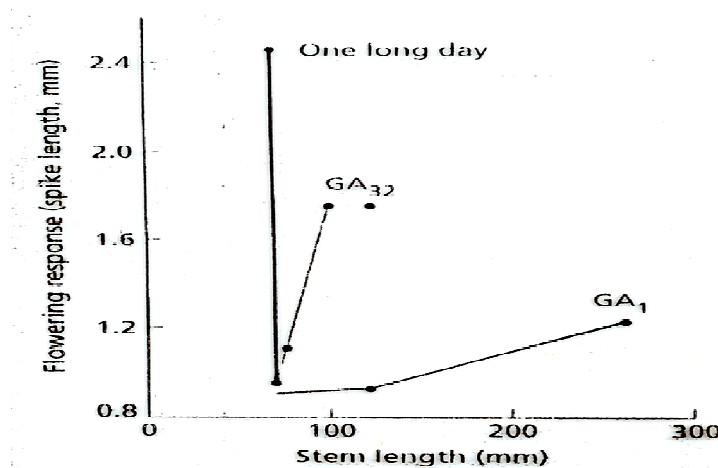
- Substituem o estímulo floral em algumas PDL.

❖ CITOCININAS

- Na maioria das PDL e PDC não afeta a floração.

❖ ÁCIDO ABSCÍSSICO

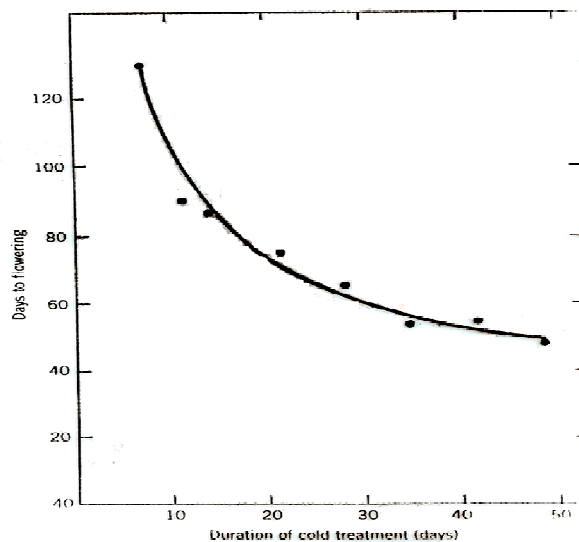
- Resultados conflitantes.



O efeito de duas giberelinas sobre o florescimento e o alongamento do caule em *Lolium temulentum*, uma planta de dias longos. Note que a GA₃₂ promove fortemente o florescimento e tem pouco efeito sobre o alongamento do caule. A GA₁ afeta principalmente o crescimento do caule. O tratamento com um dia longo promove apenas o florescimento. As plantas tratadas com GAs eram mantidas sob dias curtos, indicando que elas substituem o requerimento de dias longos para o florescimento (Taiz & Zeiger, 1998).

Vernalização

- É a ativação ou a aceleração da capacidade de florescimento de plantas por tratamento com baixas temperaturas. **Isto é, torna a planta competente.**
- Existem algumas plantas nas quais o florescimento é qualitativamente (Plantas bianuais: beterraba, mostarda, cenoura, *Hyoscyamus niger*) e em outras quantitativamente (cereais anuais de inverno: trigo, cevada, centeio) dependente da exposição da planta à baixas temperaturas.



Vernalização em sementes de centeio (*Secale cereale*). As sementes foram tratadas à temperatura de 1 °C, nos tempos indicados no gráfico (Hopkins, 2000). **Faixa: -5 a 15 °C.**

A desvernalização pode ocorrer quando:

- As sementes são colocadas em condições anaeróbicas, após a vernalização.

Ex: Centeio;

- As plantas são submetidas a períodos de temperaturas altas, após a vernalização.

Ex: *H. niger* (meimendo);

- As plantas são submetidas a períodos de baixa irradiância, após a vernalização.

Ex: Crisântemo.

A vernalização pode ser perdida como resultado da exposição a condições de desvernalização (3 dias a 35 °C).

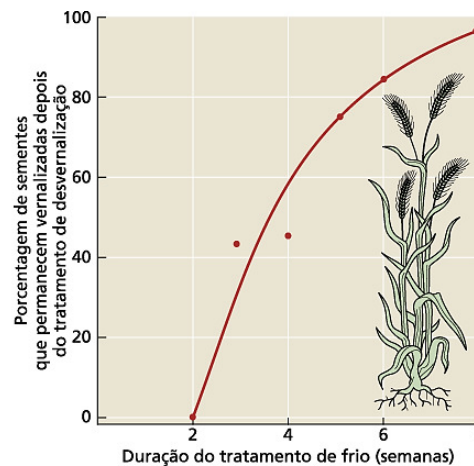


FIGURA 25.27 A duração da exposição a baixas temperaturas aumenta a estabilidade do efeito da vernalização. Quanto mais tempo o centeio de inverno (*Secale cereale*) é exposto a um tratamento de frio, maior é o número de plantas que permanecem vernalizadas quando o tratamento de frio é seguido por um tratamento de desvernalização. Neste experimento, as sementes de centeio, embebidas em água, foram expostas a 5°C por diferentes períodos de tempo e, após, imediatamente submetidas a um tratamento de desvernalização por três dias a 35°C (dados de Purvis e Gregory, 1952).

Sensibilidade da planta à vernalização (Fator idade)

- **No estágio de semente (embebida). Ex: Cereais (Centeio);**
- **Necessidade de certo desenvolvimento vegetativo.**
Ex: *H. niger* requer 10 dias;
Ervilha (var. Zelka) requer 30 dias;
- **Necessidade de um certo número de folhas.**
Ex: *Oenothera* requer de 6 a 8 folhas.

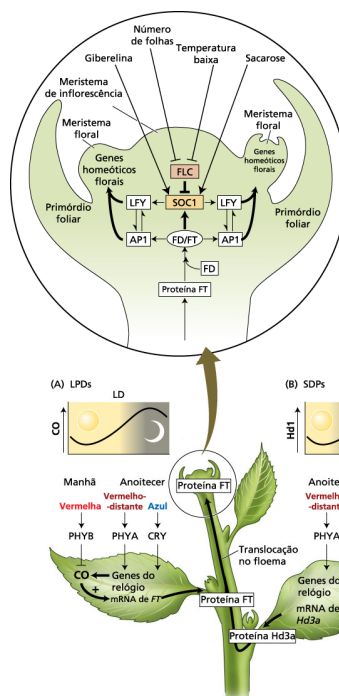


FIGURA 25.31 Múltiplas rotas de desenvolvimento para o florescimento em *Arabidopsis*: as rotas de fotoperíodo, a autônoma e a de vernalização (temperatura baixa), assim como as rotas da giberelina, podem ativar o florescimento. A rota fotoperiódica está localizada nas folhas e envolve a produção de um estímulo floral transmissível, que se acredita ser o produto da interação entre o *FT* e o *FTL*. O *FT* é produzido no floema, em resposta ao acúmulo da proteína COC dos dias longos. A proteína *FTL* é, então, translocada via vasos civres para o meristema apical. (B) Em SDPs, como o arroz, *Hd3a* (um *FT* relativo) é expresso quando a proteína repressora, *Hd1*, deixa de se acumular sob dias curtos e frio. Assim, a rota de fotoperíodo também pode ser ativada (em *Hd1* em SDP). No meristema (em destaque), as proteínas *FT* ou *Hd3a* interagem com outra proteína, *FD*. O complexo *FT/FD*, então, ativa os genes *AP1* e *SOC1*, o que desencadeia a expressão do gene *LFY*. Então, *LFY* e *AP1* desencadeiam a expressão dos genes homeóticos florais. As rotas autônoma e de vernalização também podem ativar o florescimento, assim como um regulador negativo de *SOC1*, no meristema, e um regulador negativo de *FT*, nas folhas.

**Múltiplas rotas para o
florescimento em *Arabidopsis*:**

As rotas de fotoperiodismo, a autônoma (número de folhas) e a vernalização (temperatura baixa), a rota da energia (sacarose) e a rota da giberelina.

A rota fotoperiódica está localizada nas folhas e envolve a produção de um estímulo floral transmissível, a proteína FT (PDL) e a Hd3a (PDC).

- **Equinócio:** cada uma das duas interseções do círculo da curva elíptica com o equador (momento em que o sol corta o equador fazendo com que o dia e a noite tenham igual duração) de primavera e de outono.
- **Solstício:** cada uma das duas datas em que o sol atinge o maior grau de afastamento angular do equador, que são 21 ou 23 de junho (inverno no sul e verão no norte) 21 ou 23 de dezembro (verão no sul e inverno no norte).