



Anatomofisiologia da floração e da frutificação e o estresse em plantas

Prof. Thiago Braga

Descrição

A compreensão da anatomia e fisiologia da floração e fotoperiodismo, da anatomia e fisiologia do desenvolvimento do fruto e do estresse em plantas.

Propósito

O estudo da anatomia floral e do fruto, da fisiologia da floração e da frutificação, assim como a identificação dos sinais de estresse em plantas, na preparação do profissional para o trabalho em campo na produção de vegetais e na compreensão dos processos no desenvolvimento das plantas.

Objetivos

Módulo 1

Floração e fotoperiodismo

Descrever a anatomia básica e a fisiologia da floração e fotoperiodismo.

Módulo 2

Desenvolvimento do fruto

Descrever a anatomia básica e a fisiologia do desenvolvimento do fruto.

Módulo 3

Estresse em plantas

Reconhecer o estresse em plantas.

Introdução

Neste conteúdo, vamos estudar as características anatômicas de flores e frutos, parâmetros usados nos estudos taxonômicos e de sistemática vegetal. A fisiologia da floração e da frutificação vem sendo estudada, especialmente pela área agrônômica, uma vez que tem importância direta na produção agrícola de frutíferas e flores para o mercado consumidor. Conhecer e dominar os processos relacionados ao desenvolvimento e à maturação dos frutos, bem como aqueles que levam à floração, pode tornar a produção mais eficiente em qualidade e quantidade.

As plantas passam por diferentes tipos de estresse e, ao longo do processo evolutivo, foram desenvolvendo mecanismos de resposta para sobreviver.

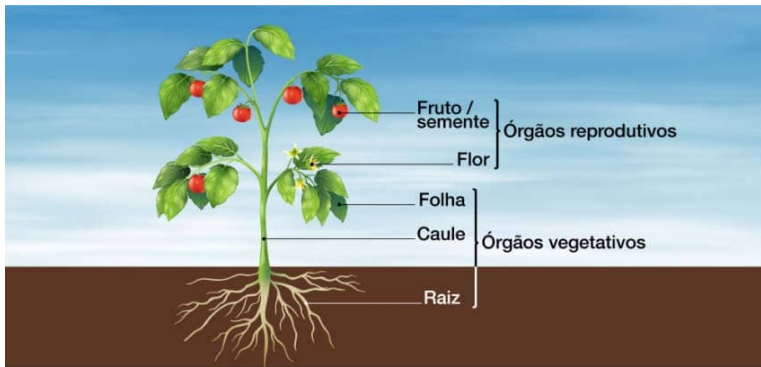


1 - Floração e fotoperiodismo

Ao final deste módulo, você será capaz de descrever a anatomia básica e a fisiologia da floração e o fotoperiodismo.

Introdução

O corpo da planta pode ser dividido em: o corpo da planta pode ser dividido em órgãos vegetativos - raiz, caule e folha- e em órgãos reprodutivos - flor, fruto e semente.



A flor é um órgão presente nas angiospermas que possui estruturas onde os gametas masculinos e femininos da planta são produzidos, armazenados e, no momento certo, se encontram.

Neste módulo, descreveremos a anatomia básica da flor, a fisiologia da floração e o fotoperíodismo.

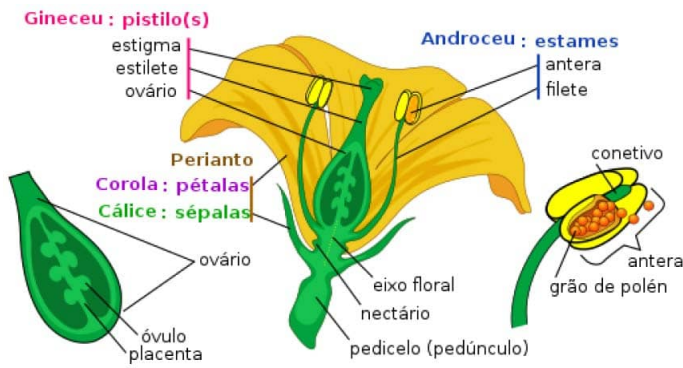
Estrutura anatômica da flor

A flor é o órgão das plantas que promove a reprodução sexuada, sendo formada por um conjunto de estruturas reprodutivas – **verticilos reprodutores** – e outro conjunto de estruturas que lhes dão proteção – **verticilos protetores**.

Todo este conjunto fica preso a uma estrutura chamada **receptáculo**.

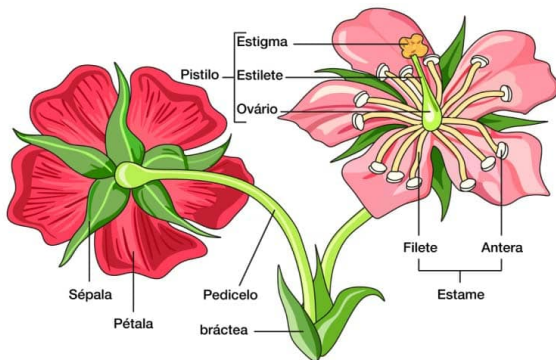
Vamos entender a seguir a diferença entre eles.

Os **verticilos protetores** estão representados pelo perianto, composto de cálice e corola, e os verticilos reprodutores são representados por gineceu e androceu.



Estrutura anatômica da flor.

A corola apresenta estruturas coloridas conhecidas como pétalas, e também as sépalas, que são como folhas verdes menores que se encontram na base das pétalas, como mostra a figura a seguir.



Partes da flor.

Vamos entender o significado de cada parte apresentada.

Androceu

É a estrutura masculina da flor, onde podemos encontrar os estames, responsáveis por produzir, armazenar e liberar o pólen nas anteras.

Estames

São folhas férteis masculinas que apresentam uma haste conhecida como filete, que possui, em sua extremidade, a antera, que, por sua vez, possui os sacos polínicos.

Gineceu

É a estrutura feminina da flor, onde ocorre a produção de óvulos e estão presentes os carpelos.

Carpelo



São as folhas férteis femininas que compõem o ovário, estigma e estilete. Os carpelos formam uma estrutura em forma de vaso, conhecida como pistilo.

Ovário



Órgão que abriga os óvulos.

Estilete



Liga o estigma ao ovário.

Estigma



É a porção distal do pistilo que recebe e seleciona o pólen.

A seguir, veja a classificação das flores de acordo com a sua estrutura:

Perfeitas ou bissexuadas

Flores que apresentam em sua estrutura tanto estames quanto carpelos.

Imperfeitas ou unissexuadas

Flores que possuem apenas estames ou carpelos.

Estaminadas

Flores que apresentam em sua estrutura apenas estames.

Carpeladas ou pistiladas

Flores que possuem apenas carpelos.

Atenção

Devido à falta de mobilidade da planta, as flores garantem a atração de agentes polinizadores. Dentre as características das flores que possuem a função de atrair os polinizadores, podemos citar a coloração forte das pétalas, assim como a oferta de néctar.

Veja a seguir algumas informações sobre as características das flores:

As pétalas são folhas estéreis, possuindo coloração vibrante.

O conjunto de pétalas é conhecido como corola.

As sépalas são folhas modificadas, de forma geral, na coloração verde, e são estéreis.

As sépalas se encontram abaixo das pétalas e possuem a função de proteção, pois protegem o botão floral antes de abrir.

O conjunto de sépalas forma um cálice.

O cálice e a corola formam o perianto.

Na natureza, encontramos flores isoladas ou em ramos florais, também conhecidos como inflorescências. Vamos ver a seguir alguns exemplos.



Flores isoladas

Algumas espécies de rosas.



Inflorescências

Em espécies de orquídeas e bromélias.

A anatomia floral pode ser estudada a partir do botão floral, que, mesmo jovem, já apresenta todas as estruturas florais que vimos anteriormente completamente formadas ou em diferentes fases de desenvolvimento. Os estudos anatômicos em flores têm avançado no conhecimento sobre a ontogenia dos verticilos e, principalmente, sobre a formação de grãos de pólen, óvulos e embriões mais do que a descrição histológica.



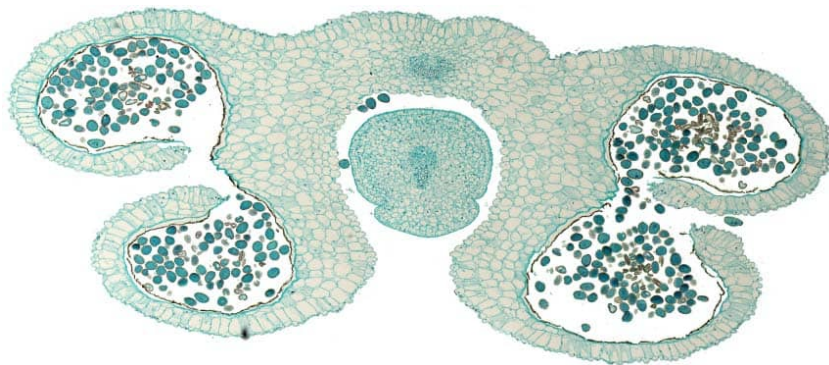
As peças florais são revestidas por epiderme e cada uma é servida por feixes vasculares que partem do conjunto de feixes centrais do receptáculo.

Cálice e corola apresentam conjuntos de feixes vasculares que se ramificam, como as nervuras foliares, até porque estas são folhas especializadas, diferenciadas fisiologicamente para tal função reprodutiva.

Os estames apresentam, cada um, um feixe vascular, mas há famílias que têm os estames vascularizados com mais de um feixe, podendo ser uma característica taxonômica.

No gineceu, o número de feixes vasculares indica o número de carpelos que compõem o pistilo.

Em corte transversal de botão floral, é possível observar epiderme e mesofilo dos carpelos, número e arranjo das anteras e formação de grãos de pólen, como mostra a figura a seguir, além do arranjo das sépalas e das pétalas.



Corte transversal da antera mostrando os grãos de pólen armazenados.

Fisiologia da floração

Durante o ciclo de vida dos vegetais, é observada uma alteração nas vias de desenvolvimento das células meristemáticas, o que resulta na produção de novas estruturas. Plantas superiores possuem três fases de desenvolvimento, sendo elas:

Fase juvenil

A planta não possui habilidade para se reproduzir, logo, para florescer.

Fase adulta vegetativa

A planta possui a capacidade para formar estruturas reprodutivas.

Fase adulta reprodutiva

A planta se torna determinada para florescer.

As mudanças nas plantas, de uma fase para a outra, ocorrem centralizadas no meristema apical caulinar. As plantas possuem três tipos de meristemas caulinares: **vegetativo**, **floral** e de **inflorescência**. Tanto o meristema caulinar floral quanto o de inflorescência são formados quando a planta é induzida à floração, e eles são morfologicamente diferentes do meristema vegetativo.

Basicamente, o que distingue a fase juvenil da fase adulta vegetativa é que, na fase adulta vegetativa, podem ser formadas estruturas reprodutivas, como as flores, nas angiospermas.

Atenção

Durante a transição da fase vegetativa para a reprodutiva, conhecida como floração, várias alterações importantes ocorrem, como mudanças no padrão da morfogênese e diferenciação celular, levando à produção de órgãos florais, como sépalas, pétalas, estames e carpelos.

A fase juvenil da planta pode durar poucos dias nas plantas herbáceas e até mais de 30 anos em espécies arbóreas. Quando a planta atinge a fase adulta, ela permanece relativamente estável até o florescimento; estabilidade que permanece na propagação vegetativa. A transição de uma fase para outra depende de fatores ambientais e de sinais associados ao desenvolvimento da planta.

Didaticamente, podemos dividir a floração em três fases: **indução**, **evocação** e **desenvolvimento floral**.



Planta Crisântemo.

Indução floral

Na fase da indução floral, ocorrem vários eventos que sinalizam para o vegetal a mudança no seu programa de desenvolvimento. Nesta fase, o meristema caulinar passa por uma modificação, basicamente, ele se reestrutura para a produção de um primórdio floral, no lugar da produção de um primórdio foliar. Essa indução acontece principalmente nas folhas, mas pode ocorrer também em outros órgãos vegetais.

A indução pode ser estimulada por fatores endógenos e ambientais. Dentro dos fatores endógenos capazes de induzir a floração, podemos citar o estado nutricional da planta, teores hormonais e ritmos circadianos. Em relação aos fatores ambientais, podemos citar o fotoperíodo, temperatura, disponibilidade de água, entre outros.

A transição, no ápice caulinar da fase juvenil para adulta, pode estar ligada a fatores transmissíveis oriundos de outras partes da planta. Em algumas plantas, a intensidade luminosa baixa pode prolongar a fase juvenil ou provocar a volta para tal fase.

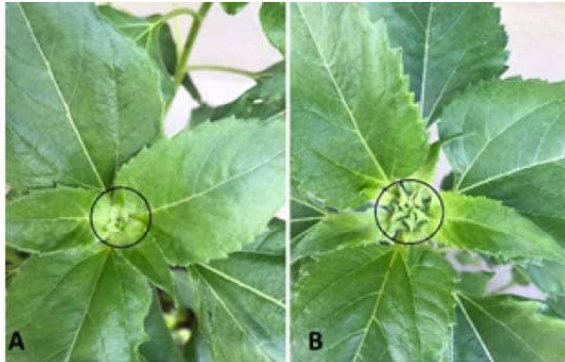
Um fator importante que ocorre quando a planta está em um regime de luminosidade baixa é a diminuição de carboidratos, como a sacarose, para o ápice; portanto, o suprimento de carboidratos pode estar relacionado à transição entre a fase jovem e a maturidade. Os carboidratos são fontes de energia, que podem influenciar diretamente o tamanho do ápice.

A planta crisântemo, como apresentado na imagem acima, possui primórdios florais apenas quando um tamanho mínimo de ápice é atingido, o que está ligado com a nutrição vegetal. Além dos nutrientes, o ápice das plantas recebe uma diversidade de fatores hormonais que podem influenciar essa transição de fase e a indução. Como exemplo, podemos citar a aplicação de giberelinas em plantas jovens da família de coníferas, onde tal aplicação leva à formação de estruturas reprodutivas nestas plantas.

A evolução de sistemas internos e externos de controle possibilita que o desenvolvimento reprodutivo das plantas esteja sincronizado com o ambiente, permitindo, então, que haja sucesso reprodutivo. Dentre os fatores diretamente relacionados a esse processo, podemos mencionar os polinizadores, dispersão de frutos e sementes, temperatura, luminosidade e umidade em valores adequados para que ocorra a

germinação, posterior crescimento e estabelecimento de uma nova planta. Quando as condições ambientais são favoráveis, o meristema apical adquire a maturação para florir.

As plantas variam na forma que regulam a produção de flores, que pode acontecer por meio da regulação autônoma, que ocorre independentemente de fatores ambientais; ou por meio da resposta obrigatória ou qualitativa, quando há exigência absoluta de características ambientais apropriadas para a floração; ou por meio da resposta quantitativa ou facultativa, na qual a floração ocorre devido a características ambientais, mas pode ocorrer (eventualmente) na ausência dele.



Meristema apical caulinar vegetativo (A) e floral (B) de *Helianthus annuus* (girassol)

Evocação e Desenvolvimento floral

Após a indução floral, vários eventos acontecem no meristema vegetativo da planta, resultando na formação das flores. Nesta fase, ocorre a diferenciação morfológica e funcional das células meristemáticas, na qual elas chegam a um ponto sem retorno no processo de desenvolvimento, comprometendo-se, de uma vez por todas, com a floração. O processo no qual o meristema apical caulinar se torna incumbido da formação de flores é conhecido como evocação floral; nesta fase, o meristema é competente à floração.

Dentre os sinais que geram a evocação floral, podem ser citados os externos, como o fotoperíodo e a temperatura, assim como os fatores internos, como os [ritmos circadianos](#) e os hormônios vegetais. A evocação floral se dá com a diferenciação morfológica e funcional das células meristemáticas, na qual o ápice vegetativo entra em uma fase nova de desenvolvimento, resultando em alterações nas plantas. Existem estudos que associam a transição floral com o aumento da taxa respiratória, e com alterações na síntese de RNA e proteínas, o que sugere uma modificação na expressão gênica, previamente ao estímulo das divisões celulares.

A passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo está ligada, inicialmente, à aquisição de competência das células do meristema caulinar, na qual, por meio da ativação de vários genes ligados à percepção do estímulo indutor, ocorrerá a produção e o transporte de sinais originados fora do meristema. Tal sensibilidade meristemática a esses sinais acarreta na sua determinação para uma nova via de desenvolvimento, com o início e formação dos elementos florais, como mostra a imagem.

O meristema reprodutivo é maior que o vegetativo e evidencia duas etapas fisiologicamente diferentes: a iniciação e o desenvolvimento floral. Na iniciação floral, ocorre um aumento da atividade mitótica nos limites do meristema das gemas apicais e /ou laterais, passando para a zona central da célula-mãe, que se torna menor, possuindo um protoplasma denso. Logo após, a atividade mitótica e o crescimento praticamente param, desenvolvendo um tecido parenquimatoso envolvido de células meristemáticas, onde, num segundo momento de atividade mitótica, os elementos florais são formados: sépalas, pétalas, estames e carpelos.

A produção dos elementos florais ocorre em posição e número precisos, formando os verticilos, que são anéis concêntricos ao redor do meristema. Mesmo havendo variações, a estrutura básica das flores é relativamente simples, composta por um ramo com nós e entrenós curtos e uma série de apêndices que são folhas modificadas. Comportamento diferente que ocorre nos meristemas florais, quando comparados com os vegetativos, é que, nos florais, a atividade meristemática cessa após o último elemento floral ser produzido.

Ritmos circadianos

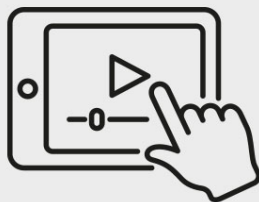
Relacionado às variações do dia e noite.



A importância da polinização na biodiversidade

Neste vídeo, vamos discutir o que é polinização, os processos e agentes envolvidos e sua importância para a biodiversidade.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Fotoperiodismo

O fotoperíodo é a duração do dia (período de luz) em relação à noite (período de escuro) durante as 24 horas do dia. O **fotoperiodismo** é a reação da planta a esse tempo, é a capacidade do organismo perceber o comprimento do dia.

Os ritmos circadianos e o fotoperiodismo têm a propriedade comum de responder a ciclos de luz e escuro.



Na linha do Equador, os comprimentos do dia e da noite são iguais e constantes durante o ano, e, à medida que há deslocamento em direção aos polos, os dias se tornam mais curtos no inverno e mais longos no verão. As plantas possuem a capacidade de perceber essas mudanças sazonais no comprimento do dia e são influenciadas por elas, incluindo a iniciação do florescimento.

As plantas podem ser classificadas por suas respostas fotoperiódicas. Várias espécies em florescimento tendem a se enquadrar em uma das três categorias:



Plantas de dias curtos (PDC)

Florescem ou têm o florescimento acelerado quando o comprimento do dia for **menor ou igual ao seu fotoperíodo crítico** → noites mais longas. São as florações de outono ou inverno.

Ex.: morangueiro, milho, soja, crisântemos e prímulas.



Plantas de dias longos (PDL)

Florescem ou têm o florescimento acelerado quando o comprimento do dia for **maior ou igual ao seu fotoperíodo crítico** – noites mais curtas. São as florações de primavera e verão.

Ex.: espinafre, aveia, hibisco, tabaco.



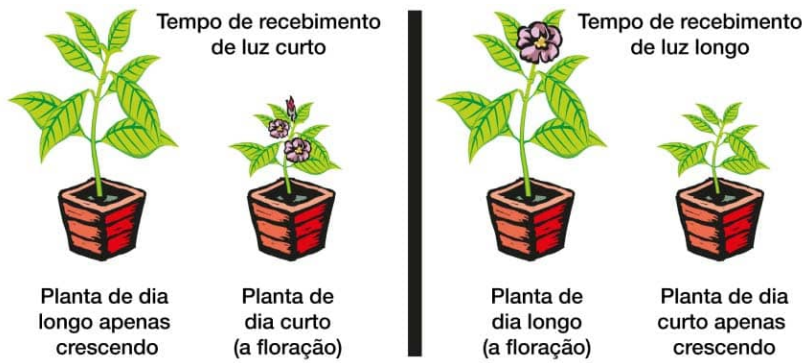
Plantas neutras ou indiferentes

Florescem de forma independente do fotoperíodo ou não apresentam resposta a um determinado fotoperíodo, mas sua floração pode ser induzida por alteração na temperatura.

Ex.: pepino, algodão, girassol, feijão.

As plantas de dia curto florescem quando são submetidas a fotoperíodos abaixo do seu fotoperíodo crítico; uma vez expostas a fotoperíodos maiores que o seu crítico, elas crescem, mas não florescem.

As plantas de dia longo, por sua vez, florescem quando são submetidas a fotoperíodos acima de seu valor crítico; quando exposta a valores menores que o seu fotoperíodo crítico, ela cresce, mas não floresce, como mostra a imagem a seguir.



PDC e PDL crescendo e florescendo em resposta ao fotoperíodo.

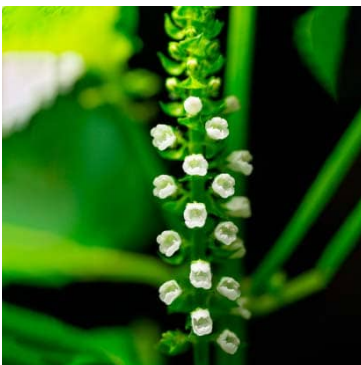
O comprimento crítico do dia varia bastante entre as espécies de planta e uma classificação fotoperiódica mais exata só pode ser feita quando o florescimento é examinado para uma gama de comprimentos do dia.

A resposta da planta a floração está ligada à ação do fitocromo, pigmento proteico que é sensível à variação luminosa, logo, do comprimento do dia, o que desencadeia uma resposta fisiológica da planta para a floração. Este fotorreceptor absorve luz mais fortemente nas regiões do vermelho, vermelho distante, além de azul.

Atenção

- A emissão de *flashes* de luz branca ou vermelha durante o período noturno nas plantas de dias curtos inibe a floração, enquanto não inibe nas plantas de dias longos.
- A emissão de *flashes* de luz vermelha distante do período noturno de plantas de dias curtos promove a floração.

O estímulo do fotoperíodo, em PDC e PDL, é percebido pelas folhas, que, em resposta ao fotoperíodo, transmitem um sinal que regula a transição para a floração no ápice do caule. Os processos regulados pelo fotoperíodo, que ocorrem nas folhas, são conhecidos como **indução fotoperiódica**.



Perilla crispa

A indução fotoperiódica pode ocorrer, inclusive, em uma folha que tenha se separado da planta. Como exemplo, podemos observar o caso da *Perilla crispa* (membro da família das mentas, que é classificada como planta de dia curto), como mostra a figura.

Quando possui uma folha retirada, exposta a dias curtos, ela pode florescer após ser enxertada numa outra planta mantida sob dias longos, mostrando que esta indução depende apenas de eventos que ocorrem na folha.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

As flores possuem função reprodutiva nas angiospermas, que possuem diferentes verticilos florais. Baseado neste contexto, julgue os itens a seguir e assinale a alternativa correta.

- I. A corola é o conjunto de sépalas da planta; e o gineceu é o sistema reprodutivo masculino das plantas.
- II. O cálice é o conjunto de sépalas e o androceu, o sistema reprodutor masculino das plantas.
- III. O perianto é formado pelo conjunto do cálice e da corola; e o gineceu é o sistema reprodutivo feminino da planta.

- A Apenas I e III estão corretos.
- B Apenas II e III estão corretos.
- C Apenas I e II estão corretos.
- D Apenas II está correto.
- E Apenas III está correto.

Parabéns! A alternativa B está correta.

Uma flor que apresente todos os seus verticilos terá os verticilos protetores formados por cálice (conjunto de sépalas) e corola (conjunto de pétalas), e terá os verticilos reprodutivos formados por gineceu (verticilo reprodutor feminino) e androceu (verticilo reprodutor masculino).

Questão 2

Num experimento realizado com plantas de dia curto de período crítico de 9 horas, as plantas **A** e **B** foram submetidas ao fotoperíodo de 16 horas de noite e 8 horas de dia. As plantas **B** tiveram o período da noite interrompido pela emissão de pulsos de luz branca. Baseado neste contexto, julgue os itens a seguir e assinale a alternativa correta.

- I. A planta A não florescerá, pois as plantas de dia curto precisam de longo período de luz.
- II. A planta B florescerá, pois o período de noite continua sendo maior que o período de dia.
- III. A planta A florescerá e a planta B não, pois a interrupção do período de escuro é percebida como dia longo.

- A Apenas os itens I e III estão corretos.
- B Apenas o item III está correto.
- C Apenas os itens II e III estão corretos.
- D Apenas o item II está correto.
- E Apenas o item I está correto.

Parabéns! A alternativa B está correta.

O período de escuro é o indutor da floração nessas plantas, que são de dias curtos. Ao lançar os pulsos de *flash* de luz branca, o escuro é interrompido e a planta responde fisiologicamente, como se os dias estivessem longos, logo, não florescem.



2 - Desenvolvimento do fruto

Ao final deste módulo, você será capaz de descrever a anatomia básica e a fisiologia do desenvolvimento do fruto.

Introdução

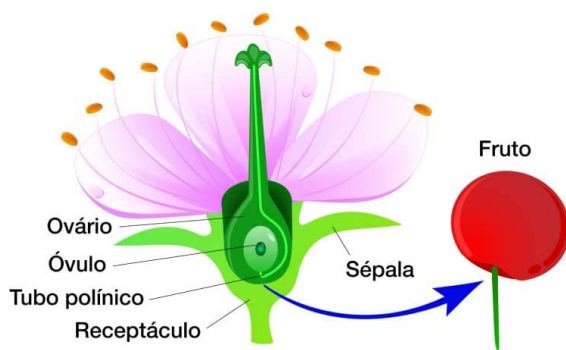


O fruto é uma estrutura que está presente apenas nas angiospermas e possui função principal ligada à proteção das sementes e à dispersão das espécies.

Neste módulo, veremos a anatomia básica do fruto, como ocorre seu desenvolvimento e como podem ser classificados de acordo com sua diversidade de características.

Anatomia básica do fruto

O fruto se desenvolve, geralmente, após a fecundação e a partir do desenvolvimento do ovário da flor da planta, como mostra a figura.



Estrutura reprodutiva da planta, com ênfase no ovário.

O fruto pode ser dividido em duas partes principais, o pericarpo e a semente. Entenda a diferença:

Pericarpo

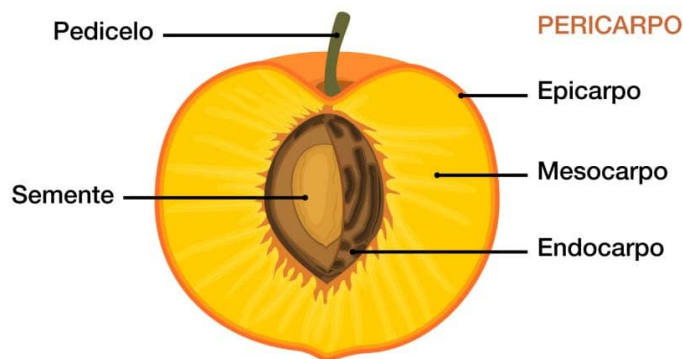
Pode ser dividido em três camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo. O epicarpo é a estrutura mais externa do fruto, formada pelo tecido epidérmico externo, chamado, popularmente, de casca, que possui função de revestimento do fruto. O mesocarpo é a estrutura intermediária entre o epicarpo e o endocarpo, possui composição histológica bastante variada e representa, geralmente, a parte mais desenvolvida e nutritiva do fruto. O endocarpo é a estrutura mais interna do fruto, sendo formado pelo tecido epidérmico interno ou tecido parenquimático ou esclerenquimático, que representa a camada que recobre a semente.



Semente

É o óvulo maduro e fecundado, ou seja, contém o embrião. A semente é formada pelo embrião, pelo suprimento nutricional e seu revestimento protetor. Elas representam papel importantíssimo para a sobrevivência das plantas, pois protegem o embrião e garantem a dispersão da espécie pelo ambiente. Elas podem ficar dormentes por um longo período e, com seu suprimento, proporcionam ao embrião nutrientes necessários para sua sobrevivência, inclusive em condições adversas.

Vejamos a seguir um exemplo.



Morfologia do fruto.

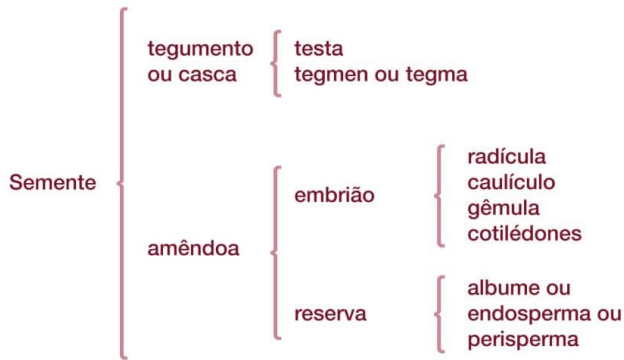
O estudo da anatomia do fruto deve ser feito no início do desenvolvimento, antes que o fruto alcance a maturidade. O desenvolvimento do fruto, a partir do ovário, envolve atividade meristemática. As características histológicas de cada componente do pericarpo deverão surgir ao longo do desenvolvimento do fruto. Assim, um fruto carnoso, como o pêssigo, desenvolverá um epicarpo epidérmico fino e bastante piloso, enquanto o endocarpo será formado por células de paredes espessas e fortemente esclerificadas.

Paralelamente ao desenvolvimento do pericarpo, as sementes também vão se desenvolvendo, acompanhando o desenvolvimento do embrião. As regiões carnosas e suculentas são formadas por tecido parenquimático.

Características anatômicas básicas das sementes

A semente é o óvulo hipertrofiado e desenvolvido, formada após a fecundação, que contém o embrião.

A semente protege e pode nutrir o embrião, quando possui reservas nutritivas. Além disso, é fundamental na dispersão e sobrevivência das espécies. É constituída pelo tegumento, ou casca, e a amêndoa. Vamos entender na imagem a seguir:



O embrião perfeito é formado por uma radícula (raiz rudimentar), gêmula ou plúmula (primórdios foliares), cotilédones (primeiras folhas das plantas com flores) e caulículo (região caulinar). Veja na imagem a seguir.



Semente e embrião.

O desenvolvimento da semente começa com a fecundação da oosfera e a formação do embrião. Paralelamente, forma-se o material de reserva. Depois que ocorre a fecundação, as células do óvulo dividem-se, aumentam de tamanho e se diferenciam.

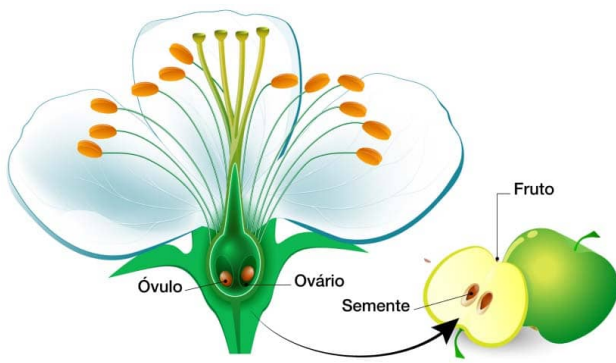
Os feixes vasculares tornam-se funcionais, e podem desenvolver tecidos vasculares na testa. Sementes de muitas orquídeas são avasculares. No decorrer do processo, são formados tecidos mecânicos no tegumento.

O tegumento das sementes é um tecido com várias camadas de células. Nas sementes de Fabaceae, a camada externa do tegumento tem característica mecânica, formada por células alongadas.

Fisiologia do desenvolvimento do fruto

Os frutos iniciam seu desenvolvimento após o encontro dos gametas feminino e masculino (oosfera e núcleo espermático) pela fecundação, o que gera o zigoto, que mais tarde chega a embrião. Uma vez desenvolvido, o embrião inicia a liberação de hormônios vegetais que modificam as estruturas ao seu redor.

O óvulo sofre modificação, gerando sementes e o ovário sofre hipertrofia, causando mudanças no seu tamanho, cor, sabor, e se torna o fruto, como mostra a figura a seguir.



Modificação do óvulo e ovário gerando o fruto.

Os frutos representam a etapa final da reprodução e são órgãos importantes na disseminação das angiospermas, pois promovem a dispersão das sementes.

Como podemos observar, a formação do fruto está mais relacionada ao desenvolvimento do ovário do que com a fecundação em si.

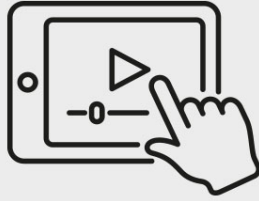
Por esse motivo, é possível o desenvolvimento de frutos que não possuem sementes, pois se desenvolveram sem a fecundação, como é o caso da **banana**, que se desenvolve do ovário não fecundado, sendo chamado de fruto partenocárpico ou partenocárpico.



Os riscos de extinção da banana

Neste vídeo, vamos discutir os fatores que podem levar ao desaparecimento da banana e suas consequências.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



O desenvolvimento do fruto envolve uma série de eventos, como o **crescimento, maturação, amadurecimento e senescência**. Entenda como funciona cada etapa:

Crescimento

Durante o crescimento, ocorre um aumento de atributos físicos do fruto. Vários hormônios estão envolvidos na formação dos frutos, entre eles, a auxina, produzida pelo ovário, além das giberelinas e o etileno, que contribuem para a regulação do desenvolvimento do fruto.

Maturação

Quando o fruto está estabelecido e o ovário em expansão, observamos o início do processo de maturação, que pode ser considerado como a fase que leva o fruto até o seu crescimento final. Nesta fase, dois eventos acontecem: um envolve o desenvolvimento do pericarpo até seu tamanho final, por meio de divisão e expansão celular; em outro, é observada a formação de tecidos pela união dos gametas masculino e feminino, formando a semente. Esses eventos podem ocorrer ao mesmo tempo, podendo haver coordenação entre eles pelos hormônios vegetais (auxina, giberelina e etileno).

Amadurecimento

O tamanho final do fruto é relacionado com a genética vegetal, podendo, também, ser influenciado por fatores ambientais. Após essa fase, várias modificações ocorrem levando ao amadurecimento (termo utilizado para vários frutos carnosos). Mudanças como o amolecimento, ligado a quebra enzimática da parede celular, hidrólise de algumas macromoléculas, quantidade alta de carboidratos e queda nos teores de ácidos orgânicos; além da degradação da clorofila, acúmulo de pigmentos e, em algumas situações, produção

de compostos voláteis responsáveis pelo cheiro característico de cada fruto, ocorrem durante o amadurecimento.

Senescência

Após o amadurecimento, ocorre uma série de processos que levam à morte dos tecidos do fruto, o que caracteriza a senescência.

Atenção

É importante frisar que, nos frutos secos, o desenvolvimento final é diferente, uma vez que, quando a maturação é atingida, podemos observar o espessamento das paredes celulares e a desidratação dos tecidos. Tanto nos frutos carnosos como nos secos, o processo final do desenvolvimento é um tipo de senescência, muito importante para dispersão de sementes.

Durante a senescência, ocorre uma série de processos que leva à morte dos tecidos.

Podemos observar mudanças na taxa de respiração dos frutos durante o amadurecimento. Quando novos, os frutos possuem uma taxa alta devido ao rápido crescimento. Depois, essa taxa cai e se mantém constante durante a maturação e o amadurecimento.

Exemplo

Podemos observar tal comportamento na uva, morango e abacaxi, frutos que amadurecem nas árvores. Se colhermos esses frutos antes do amadurecimento, sua taxa respiratória cai gradualmente.

Comportamento diferente ocorre em frutos como banana e abacate, por exemplo, que possuem um aumento na taxa respiratória provocado pelo aumento na produção de etileno antes do amadurecimento, o que é denominado como climatério. Neles, quando ocorre a colheita, haverá uma aceleração do amadurecimento.

O etileno é o hormônio vegetal relacionado à aceleração do amadurecimento dos frutos comestíveis, mas nem todos os frutos respondem ao hormônio etileno. Apenas os que respondem ao etileno (amadurecendo) exibem o climatério e são frutos chamados climatéricos.

Os frutos possuem várias características e fatores que são utilizados para sua classificação. De modo geral, os frutos podem ser classificados como **simples**, **agregado** e **múltiplo**, ou **infrutescência**.



Fruto simples do tipo бага (goiaba) e fruto simples do tipo drupa (pêssego).

Frutos simples

Se desenvolvem de um só ovário em uma única flor, e temos como exemplo as bagas e as drupas.

- As bagas são frutos simples carnosos que apresentam várias sementes e que possuem separação fácil do restante do fruto, como é o caso da goiaba e do mamão.
- As drupas são frutos simples carnosos que possuem um endocarpo mais duro envolvendo a semente, e podem possuir uma ou poucas sementes que são chamadas de caroço, como é o caso da manga, pêssego, abacate e azeitona.



Fruto agregado (morango).

Fruto agregado

Se origina do desenvolvimento do receptáculo de uma única flor que contém vários carpelos e, portanto, vários ovários. Um exemplo de fruto agregado é o morango.



Infrutescência (abacaxi).

Frutos múltiplos

Também conhecidos como infrutescência, são originados de uma inflorescência, a partir de vários ovários de flores diversas que, quando fecundadas, acabam se fundindo, formando uma estrutura única.

Exemplos comuns: abacaxi e amora.

Os frutos simples também podem ser classificados quanto à consistência do mesocarpo, como carnosos ou secos. Veja a diferença entre eles.

Frutos carnosos

Possuem o pericarpo bem desenvolvido e são bem suculentos.



Frutos secos

Não apresentam o pericarpo suculento.

Em relação à deiscência, os frutos simples podem ser classificados em deiscentes ou indeiscentes. Entenda a diferença entre eles.

Deiscente

Quando o fruto fender-se com intuito de liberar suas sementes. Na maioria dos casos, são secos, como as leguminosas.



Indeiscentes

Os frutos que não se abrem quando estão maduros para liberar sementes. Neste caso, a liberação das sementes depende que o pericarpo apodreça, seja digerido ou que ocorra a intervenção de um animal. Podem ser secos ou carnosos, como exemplo temos a laranja e o melão.

Existem também os pseudofrutos, conhecidos, popularmente, por frutas, por se assemelharem a elas, mas que, em termos botânicos, não são frutos, uma vez que não são originários do desenvolvimento do ovário, mas da flor. Podemos citar como exemplo a parte carnosa e comestível do caju, formada após desenvolvimento do pedúnculo floral.

O fruto do caju é a castanha, que também é consumida, muito confundida de forma errônea como caroço, como mostra a imagem.



Parte carnosa e comestível do caju (pseudofruto) e fruto castanha.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

Os frutos são estruturas exclusivas das angiospermas, que revestem e protegem as sementes. Baseado no exposto, assinale a alternativa a seguir que cita corretamente a parte da flor que, ao amadurecer, gera os frutos.

- A Sépala
- B Óvulo
- C Ovário
- D Pétala
- E Receptáculo floral

Parabéns! A alternativa C está correta.

O fruto é uma estrutura formada a partir do desenvolvimento do ovário.

Questão 2

Os frutos apresentam diversas características que são usadas para sua classificação. Assinale a alternativa a seguir que cita corretamente a classificação dos frutos que são formados por vários ovários separados de uma única flor.

- A Fruto simples
- B Fruto baga
- C Fruto drupa
- D Fruto agregado

Parabéns! A alternativa D está correta.

O fruto agregado é formado por uma flor com vários ovários, como o caso do morango.



3 - Estresse em plantas

Ao final deste módulo, você será capaz de reconhecer o estresse em plantas.

Introdução

O ambiente no qual as plantas estão inseridas apresenta variáveis extremamente dinâmicas, qualquer modificação em uma dessas variáveis pode representar um fator de estresse para o vegetal.

Estresse pode ser definido como qualquer condição, biótica ou abiótica, que impeça o vegetal de atingir o seu pleno potencial genético.



A fim de mitigar os possíveis fatores que levam ao estresse, o vegetal tende a monitorar o ambiente ao qual está inserido com o objetivo de reunir informações e, assim, montar um sistema de proteção em relação à intensidade dos estímulos ambientais que possam vir a ser estressantes.

Com o intuito de responder a fatores estressantes, o vegetal promove ajustes de caráter molecular, bioquímico, fisiológico e morfológico, para, assim, conseguir se adaptar às condições impostas, visando melhorar a tolerância da planta ao estresse e à manutenção da sua produtividade.

A origem do estresse

Uma vez que o vegetal esteja submetido a uma condição de estresse, dependendo de como ocorre a interação entre o vegetal e o fator ambiental, podemos separar os fatores de estresse em dois grupos, bióticos e abióticos.



Fator abiótico e biótico de estresse nas plantas

Entenda a diferença entre esses dois fatores:



Abiótico

Esses fatores de estresse são ocasionados por fatores físicos do ambiente que vão influenciar diretamente o crescimento e o desenvolvimento da planta. Podemos citar como exemplos deste tipo de fator: o estresse hídrico, o estresse nutricional, o estresse térmico, de intensidade luminosa, de CO₂, dentre outros.



Biótico

Esses fatores de estresse são aqueles que resultam da interação com outro organismo vivo. Podemos citar, como exemplos deste tipo de estresse, o ataque de patógenos, os danos mecânicos causados no vegetal por herbivoria, parasitismo, competição entre plantas, poluição do solo causada pelo homem, dentre outros.

A forma como um fator, seja biótico ou abiótico, vai se relacionar com o vegetal, considerando a intensidade e a quantidade, é o que definirá se ele será ou não um estresse para o vegetal. Vamos considerar uma situação hipotética no exemplo a seguir.

Exemplo

Um vegetal foi submetido a um severo estresse térmico durante curto espaço de tempo e outra situação na qual o estresse térmico foi moderado, no entanto, por longo intervalo de tempo.

Nos dois casos, as respostas do vegetal ao estresse ao qual foi submetido podem ser irreversíveis, justamente porque a relação intensidade x quantidade deverá ser analisada de forma específica para cada espécie e até mesmo entre os órgãos de uma mesma espécie.

Segundo Schulze *et al.* (2002), o termo estresse é usado para descrever desvios do tipo fisiológico normal, ou seja, reações às quantidades ou intensidades de fatores ambientais abaixo do ideal ou prejudiciais.

Assim, podemos entender que quando um fator ambiental, seja biótico ou abiótico, retira a planta de sua condição ótima, seja por excesso ou deficiência, esse fator será considerado estressante.

Outro conceito importante a ser discutido é o da **reversibilidade da condição**. Veja o exemplo a seguir para entender melhor esta condição.

Exemplo

Imagine uma mola sendo puxada em suas extremidades em direções opostas. No primeiro momento, quando a mola ainda está em repouso, podemos dizer que ela está em condições normais, e assim que ela é inicialmente distendida, podemos dizer que ela entra em estado de deformação elástica reversível.

Ao findar a força que está sendo aplicada nas extremidades, a mola volta ao estado de repouso. No entanto, mais força em direção oposta é aplicada nas extremidades da nossa mola imaginária. Nesse momento, ela entra em estado de deformação elástica irreversível, no qual, mesmo que a força aplicada nas suas extremidades venha a findar, ela não mais voltará ao estado de repouso e permanecerá distendida. Por fim, ao continuar aplicando a força que puxa as extremidades da mola em direções opostas, ela acaba por entrar em estado de estresse excessivo do sistema, no qual a mola se rompe.

Podemos transpor o exemplo da mola para um vegetal submetido a uma condição de estresse. Dependendo da intensidade e do tempo pelos quais for submetido ao estresse, ele vai variar entre os estados de condição reversível, irreversível e estresse excessivo do sistema, levando o vegetal ao colapso.

Respondendo ao estresse

Conforme foi possível observar anteriormente, toda condição ambiental, seja abiótica ou biótica, que provocar um desvio significativo nas condições ótimas para a vida do vegetal, será considerada estresse,

ocasionando, assim, respostas nos níveis funcionais do organismo, que podem, ou não, ser reversíveis.



O dinâmico sistema biológico das plantas será capaz de perceber as condições do entorno e, assim, gerenciar suas condições internas, visando melhor adaptação às condições ambientais que lhe estejam sendo impostas.

Atenção

Dessa forma, uma vez que estejam sendo submetidas a condições desfavoráveis, as plantas conseguem ajustar homeostaticamente seu sistema interno, alterando processos bioquímicos, morfológicos e fisiológicos, com o intuito de minimizar os efeitos do impacto negativo do estresse para sua sobrevivência.

O conjunto de eventos que leva a uma resposta por parte do vegetal tem início com o estímulo ambiental, que pode ser de ordem biótica ou abiótica, e que, ao ser percebido pelos receptores da membrana, é convertido em linguagem celular que possa ser entendida por meio de uma transdução de sinal.

Este sinal será transmitido até a célula-alvo, que será a responsável por promover alterações na expressão gênica, resultando, assim, em uma resposta de ordem bioquímica, fisiológica ou morfológica.

As quatro fases de resposta ao estresse

A resposta ao estresse acontece em quatro fases, sendo elas:

Primeira fase: alarme

Este é o momento inicial do estresse, quando ocorre o desvio da função ótima, com declínio da vitalidade e o metabolismo energético sendo afetado.

Segunda fase: resistência

Neste momento, uma vez que seja dada continuidade ao fator de estresse, o vegetal inicia processos de adaptação, reparo e rustificação.

Rustificação

Processo de adaptação às condições adversas encontradas.

Terceira fase: exaustão

Ao apresentar uma relação de intensidade x duração desfavorável para a planta, neste momento, ela tem sua capacidade de recuperação superada, de modo que os danos podem ser crônicos e, inclusive, levar à morte do vegetal.

Quarta fase: regeneração

Nesta fase, consideramos que o estresse foi cessado a tempo de ocorrer uma regeneração parcial ou total das funções fisiológicas, e ainda que o vegetal não seja capaz de voltar ao estado em que se encontrava antes do estresse, ele pode assumir uma condição fisiológica superior, resultado do processo de rustificação.

Condições de aclimatação, adaptação, tolerância e resistência

Alguns conceitos relacionados aos processos enfrentados pelas plantas em condições de estresse são de grande importância. Assim, vamos discutir um pouco as diferenças existentes entre aclimatação, adaptação, tolerância e resistência.

Aclimatação

Corresponde às modificações não permanentes de caráter fisiológico ou morfológico da planta, podendo ser reversível, em caso de interrupção no fator causador do estresse. Neste caso, ocorre uma melhora da resposta da planta a uma condição de repetido estresse, levando a rustificação do vegetal, podendo estas características serem herdáveis.

Adaptação

Corresponde às características genéticas de uma população que foram fixadas após diversas gerações serem submetidas a um determinado fator de estresse. Podemos tomar como exemplo de adaptação as plantas do tipo CAM, que mantêm seus estômatos fechados durante o dia, visando evitar a perda de água por transpiração.

Tolerância

Pode ser bem exemplificada quando observamos um vegetal submetido a condições de estresse hídrico aumentar o acúmulo de íons nas células das raízes com o intuito de reduzir o seu potencial hídrico e, assim, continuar a absorver água. A tolerância não deixa de ser também uma condição adaptativa, onde, mesmo com a existência do fator de estresse, ainda que com perdas, o vegetal consegue continuar a crescer e se reproduzir.

Resistência

É uma condição herdável geneticamente. Neste caso, a planta não é afetada pelo fator de estresse.

Estresse de origem biótica

Em todos os lugares onde uma planta se desenvolva, existirão diversos fatores de estresse que podem limitar ou até impedir o crescimento do vegetal. Quando tais fatores forem provocados por organismos vivos, serão caracterizados como fatores de estresse biótico.

A seguir, vamos conhecer alguns exemplos de estresse de origem biótica.

Estresse causado por ataques de patógenos



No caso da interação das plantas com os patógenos, a resposta de defesa exercida pelo vegetal é dispendiosa, aumentando a sua necessidade por fotoassimilados e, assim, provocando alterações no metabolismo primário. O patógeno tem por característica a tentativa de drenar carboidratos metabolizados pela planta e fazer uso deles em seu proveito, sendo este mais um fator que corrobora para o aumento da necessidade do vegetal por assimilados.



Manchas necróticas pequenas da pinta-preta em folhas de batata.

Em alguns casos, pode ocorrer a redução da área fotossinteticamente ativa da planta, em decorrência do surgimento de áreas cloróticas e necróticas por conta da infecção.

Estresse causado por herbivoria



As plantas possuem um amplo mecanismo de defesa contra o ataque de herbívoros. No processo de reconhecimento do dano provocado pelo inseto, já ocorre a interação química entre as moléculas da planta modificadas pelo ataque do inseto e moléculas do inseto, que desencadeiam uma cascata de sinais, que, ao serem traduzidos pelo vegetal, vão culminar com a expressão de genes da planta associados à defesa.



Danos na folha do milho causados por inseto e verme (estresse biótico).

A defesa das plantas pode ter origem química ou física pré-existente no vegetal ou ser induzida, sendo esta última decorrente de mudanças morfológicas, fisiológicas e químicas, como resposta direta ao ataque sofrido, resultando, em geral, na redução da sobrevivência, reprodução ou desenvolvimento do herbívoro. As plantas podem, ainda, reagir de forma indireta. Um bom exemplo é a emissão de compostos voláteis que atraem inimigos naturais dos herbívoros.

O sucesso da planta em resistir a esse tipo de estresse vai depender da sua capacidade de reconhecer o ataque, decifrar os sinais e responder de forma adequada ao herbívoro.

Estresse por competição entre plantas



A matocompetição vai propiciar a concorrência das plantas por recursos que são vitais para o seu desenvolvimento e produção, tais como água, CO₂, nutrientes, radiação e espaço, acarretando, em diversos casos, em perdas significativas no rendimento das culturas e na qualidade do produto final. Uma vez que submetido a intensa competição, o vegetal tende a ter alteradas características morfológicas e fisiológicas.

Um fator que não pode deixar de ser considerado é o caso das plantas daninhas, que, em geral, apresentam boa adaptabilidade às condições adversas do ambiente, podendo se sobressair a plantas recém-inseridas no sistema.



Matocompetição (erva daninha na plantação de milho).

Um exemplo que descreve bem esse tipo de estresse é o relacionado à braquiária, uma gramínea inicialmente introduzida na nossa cultura como planta forrageira, que acabou por se tornar uma invasora poderosa, em que, além de ocupar as áreas de pasto, também invade as áreas com outros tipos de cultura.

A matocompetição existente entre a braquiária e a cana de açúcar, por exemplo, provoca na cana modificações morfoanatômicas foliares, redução na área foliar e do número de folhas, redução do diâmetro de peso do colmo e redução na taxa fotossintética e na eficiência do uso da água, tendo, como consequência, a redução significativa do potencial produtivo da cultura.

Estresse advindo da poluição causada pelo homem

Atualmente, a contaminação ambiental causada por metais pesados tem sido tema recorrente em um considerável número de pesquisas e debates, buscando alternativas para o seu controle e possível descontaminação de áreas já comprometidas, uma vez que esse tipo de contaminação é prejudicial para a saúde e desenvolvimento dos seres vivos.

As plantas que se desenvolvem em ambientes contaminados por metais pesados podem responder à contaminação, exibindo sintomas da toxicidade a qual estão submetidas ou desenvolvendo mecanismos de tolerância, que evitam os efeitos deletérios dos elementos.



Atenção

Mesmo os metais essenciais para o crescimento do vegetal, quando em grande quantidade, podem ser tornar tóxicos; quando isso ocorre, um dos primeiros sinais de dano fisiológico à planta é a inativação de diversas enzimas citoplasmáticas. Outro efeito tóxico observado é o estresse oxidativo, com a formação de radicais livres.

A fotossíntese de plantas submetidas a esse tipo de estresse também será comprometida, uma vez que tais elementos tendem a reduzir os níveis de clorofila e carotenoides, pela inativação das enzimas responsáveis pela biossíntese dos pigmentos, comprometendo, assim, o crescimento e desenvolvimento do vegetal que esteja submetido a essas condições.

Estresse de origem abiótica

Quando falamos de estresse de origem abiótica, nos referimos às condições edafoclimáticas que são responsáveis por minimizar, e até impedir, o pleno desenvolvimento da planta. Veja alguns exemplos:

Estresse hídrico



O estresse caracterizado pela falta de água, ou seja, hídrico, está diretamente ligado a fatores como:

- precipitação;
- impedimentos existentes ao melhor desenvolvimento do sistema radicular;
- capacidade de armazenamento de água pelo perfil do solo, no qual a cultura está inserida;
- capacidade intrínseca da planta de extrair e utilizar a água presente no solo;
- diferenças das necessidades de água em relação a cada cultura e dentro do estágio de desenvolvimento fisiológico.



Planta em estresse hídrico.

De forma geral, é possível afirmar que o estresse hídrico afeta o estabelecimento da planta e a produtividade da cultura, de forma direta ou indireta, em todas as fases de crescimento. Tomemos como exemplo o estágio inicial, no qual a água é imprescindível para que ocorra a germinação e emergência da plântula; o déficit hídrico nesta fase vai ocasionar a diminuição na porcentagem de plântulas, por conta da necessidade da semente em relação à água para retomar o desenvolvimento do embrião.

A água tem grande importância no processo fotossintético em sua etapa fotoquímica, assim como na regulação de abertura e fechamento estomático, fator diretamente relacionado à absorção de CO_2 pelo vegetal.

Algumas funções que também serão comprometidas, em momentos de estresse hídrico, são o transporte e absorção de nutrientes essenciais para as plantas pelo processo de fluxo de massa, a sustentação morfológica de plantas herbáceas, o alongamento celular, dentre outras. Dessa forma, podemos observar que o estresse hídrico impede o funcionamento ótimo de diversos processos fisiológicos do vegetal, acarretando a diminuição de produtividade e, em casos mais severos, a morte da planta.

Os nutrientes exercem funções específicas em relação ao metabolismo vegetal, tendo participação tanto no seu desenvolvimento como na produção da cultura, assim, qualquer nutriente que esteja em nível inferior às necessidades da planta vai ocasionar um estresse nutricional no vegetal.

Podemos tomar como exemplo alguns casos de excesso ou escassez de nutrientes e seus efeitos nas plantas. Iniciamos pelo nitrogênio, que apresenta função estrutural no vegetal, participando de inúmeros componentes celulares, como biomoléculas, proteínas, bases nitrogenadas, enzimas, vitaminas, pigmentos como a clorofila, dentre outros.

Além disso, o nitrogênio participa do processo de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular. Por conta de todo o exposto, o estresse nutricional na planta, provocado pela escassez ou excesso de nitrogênio, afeta diretamente o processo metabólico do vegetal.



Deficiência nutricional na soja (estresse abiótico).

Já o fósforo, que tem importante papel nas plantas como constituinte de compostos armazenadores de alta energia, como, por exemplo, ATP, quando se apresentar em escassez para o vegetal, vai provocar a diminuição da altura na planta, o atraso na emergência das folhas, a redução da brotação, o desenvolvimento de raízes secundárias, além da produção de matéria seca e sementes. Já em altas concentrações, o fósforo irá contribuir para a diminuição da disponibilidade de zinco para as plantas.

Independentemente do nutriente que esteja provocando o estresse na planta, é importante que medidas técnicas de correção sejam adotadas para correção do problema, uma vez que o estresse nutricional impedirá que a planta complete de forma satisfatória o seu ciclo vegetativo.

Estresse térmico



O estresse térmico é caracterizado pelo intervalo de temperatura no qual a planta consegue apresentar pleno desenvolvimento, sendo que cada estágio fenológico apresentará valores ótimos de temperatura. Logo, não apenas as temperaturas altas vão colocar a planta em situação de estresse térmico, mas também as baixas temperaturas.

Conforme já vimos, os efeitos do estresse térmico nas plantas variam de acordo com o seu estágio de desenvolvimento.



Plantas em estresse térmico (temperaturas baixas).

Na fase inicial, os principais danos observados são a interrupção do processo germinativo e o atraso no processo de emergência das plântulas.

Já na fase de desenvolvimento vegetativo, os principais efeitos observados serão prejuízo em relação à formação de clorofila, à percepção luminosa, ao metabolismo de carbono e à translocação de fotoassimilados.

Por fim, em sua fase reprodutiva, o estresse térmico vai provocar desbalanço nutricional, prejuízo ao sistema de defesa do vegetal e produção de radicais livres.

Estresse por intensidade luminosa



A luz é fonte primária de energia em nosso planeta, sendo convertida em energia química via processo de fotossíntese. No entanto, o excesso de luz pode ser prejudicial ao vegetal, tornando-se um fator de estresse por intensidade luminosa, sendo esta condição conhecida como fotoinibição e definida como um complexo conjunto de processos moleculares que funcionarão como inibidores do processo de fotossíntese por meio do excesso de luz.

Quando ocorre a exposição prolongada da planta ou de suas organelas ao excesso de luz, como mostra a imagem, o resultado será a fotodestruição dos pigmentos fotossintéticos, uma vez que sua descoloração é dependente do oxigênio e da luz.

Esse fenômeno é conhecido como fotootoxidação e pode levar à morte da célula ou da própria planta. Como consequência de todo esse processo, o vegetal apresentará queda em sua capacidade fotossintética, afetando, assim, a sua capacidade de crescimento e produção.



Plantas recebendo iluminação constante pode levá-las ao estresse.

Estresse salino



A alta salinidade traz alguns prejuízos à planta, como diminuição no crescimento da parte aérea, inibição do desenvolvimento de gemas laterais, desidratação celular, acúmulo de teores tóxicos de sódio nas folhas e inibição da fotossíntese.

As restingas e manguezais são ambientes costeiros de alta salinidade no solo. Muitas espécies possuem como adaptação a presença de glândulas de sal para eliminação do excesso de Na^+ do corpo da planta.



Restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

Conforme podemos observar, seja de origem biótica ou abiótica, o estresse em plantas traz como consequências gerais: a perda de vigor, da capacidade produtiva e, em casos mais severos, pode levar à morte da planta.

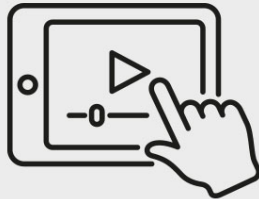
Conhecer os mecanismos de cada tipo de estresse vai propiciar ao responsável pelo manejo vegetal, melhores estratégias para a manutenção do potencial ótimo de crescimento da cultura.



A sinalização da planta em relação a estresses de origem biótica e abiótica

Neste vídeo, serão abordados os sinais químicos, hidráulicos e elétricos de resposta ao estresse em plantas.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

Um pesquisador realiza um experimento no qual o suprimento de água fornecido a um grupo de plantas é controlado diariamente por um *timer*. O processo de pesquisa foi composto por duas etapas: na primeira, as plantas ficaram 24 horas sem receber água, sendo, depois, irrigadas durante 10 minutos, e foi possível observar a saída do estado de murcha para um estado similar ao inicial do experimento. Na segunda etapa, por sua vez, as plantas foram submetidas a um período de 48 horas sem receber água e, após serem irrigadas, permaneceram em estado de murcha. Com base nos seus conhecimentos sobre estresse em plantas, assinale a alternativa correta.

A

O estresse ao qual as plantas foram submetidas é do tipo hídrico e, na primeira etapa, foi possível observar o ponto em que ele é irreversível.

- B O estresse ao qual as plantas foram submetidas é do tipo causado por agente patógeno e, na segunda etapa, foi possível observar o ponto em que ele é irreversível.
- C O estresse ao qual as plantas foram submetidas é do tipo hídrico e, na segunda etapa, foi possível observar o ponto em que ele é irreversível.
- D O estresse ao qual as plantas foram submetidas é do tipo nutricional, o qual tem por característica ser sempre reversível
- E O estresse ao qual as plantas foram submetidas é do tipo térmico, o qual tem por característica ser sempre irreversível.

Parabéns! A alternativa C está correta.

O tipo de estresse caracterizado pela falta de água para o vegetal é o hídrico. Nele, a demanda de água para o vegetal é inferior à necessidade da planta para o seu pleno desenvolvimento. Dependendo da severidade do déficit e considerando a relação intensidade x tempo, ele pode, nesse momento, se tornar irreversível para o vegetal. Independentemente da adição de água ao sistema, o vegetal permaneceu no estágio conhecido como ponto de murcha permanente.

Questão 2

Uma planta, ao ser submetida a uma condição de estresse, procura, da forma mais rápida possível, oferecer uma resposta ao agente estressante, de forma que consiga ajustar, homeostaticamente, seu sistema interno, alterando processos bioquímicos, morfológicos e fisiológicos, com o intuito de minimizar os efeitos do impacto negativo do estresse para sua sobrevivência. Considerando seus conhecimentos relativos às quatro fases de resposta ao estresse, assinale a alternativa correta.

- A Na fase conhecida como alarme, a planta tem sua capacidade de recuperação superada.

B

Na fase conhecida como resistência, a planta inicia processos de adaptação, reparo e rustificação.

C

Na fase conhecida como exaustão, a planta tem o seu declínio de vitalidade com comprometimento do metabolismo energético.

D

Na fase conhecida como regeneração, a planta inicia processos de adaptação, reparo e rustificação.

E

Na fase conhecida como alarme, o estresse foi cessado a tempo de ocorrer uma regeneração parcial ou total das funções fisiológicas.

Parabéns! A alternativa B está correta.

A fase da resistência é aquela em que, desde que a condição de estresse seja mantida, o vegetal inicia seus procedimentos de adaptação, reparo e rustificação, visando, assim, a manutenção das condições de sobrevivência. As outras fases são: de alarme, que é o momento inicial do estresse, quando ocorre o desvio da função ótima, com declínio da vitalidade e do metabolismo energético; de exaustão, que é quando a planta tem sua capacidade de recuperação superada, na qual os danos podem ser crônicos e inclusive levar à morte do vegetal; e a de regeneração, que apresenta por característica a interrupção do estresse a ponto da planta conseguir uma regeneração parcial ou total das funções fisiológicas.

Considerações finais

Como vimos neste conteúdo, os conhecimentos anatômicos e da fisiologia do desenvolvimento das flores e frutos compreendem conceitos fundamentais para a produção vegetal.

O bom desenvolvimento das flores, com posterior formação dos frutos, é imprescindível para a reprodução da planta, sendo, dessa forma, fundamental para a perpetuação das diferentes espécies vegetais.

Em relação aos diferentes fatores bióticos e abióticos que atuam nas plantas, sua compreensão também é de suma importância para evitar cenários de estresse, mantendo a planta saudável e produtiva.

Podcast

Neste podcast, o especialista irá demonstrar a importância dos conhecimentos da anatomia e fisiologia da flor e do fruto, além dos fatores de estresse em plantas para o melhor manejo da cultura vegetal.

Para ouvir o *áudio*, acesse a versão online deste conteúdo.



Referências

CORTEZ, P. A.; SILVA, D. C.; CHAVES, A. L. F. **Manual prático de morfologia e anatomia vegetal**. Ilhéus, BA: Editus, 2016.

SCHULZE, E.; BECK, E.; MULLER-HOHENSTEINS, K. **Plant Ecology**. New York: Springer, 2002.

Explore +

- Leia o artigo **Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido**, e veja como Odirce Teixeira Antunes *et al.* abordam a temática sobre a frutificação e a floração em ambientes controlados.

- Pesquise o artigo **Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas**, e veja como Joaquim Albenisio *et al.* abordam alguns dispositivos relacionados ao estresse em plantas por condições de salinidade.